UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES Y COMERCIALES.

www.bdigital.ula.ve

Br. Eduardo José Hoyo Rangel

Mérida, Octubre, 2019

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES Y COMERCIALES.

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electricista

www.bdigital.ula.ve

Br. Eduardo José Hoyo Rangel
Tutor: Ing. Ernesto Mora Noguera

Mérida, Octubre, 2019

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES Y COMERCIALES.

Br. Eduardo José Hoyo Rangel

www.bdigital.ula.ve

Trabajo de grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente Jurado.

_____

Prof. Lelis Nelson Ballester Uzcategui
Jurado

_____

Prof. Marisol Dávila Calderón
Jurado

_____

Prof. Ernesto Mora Noguera
Tutor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por estar conmigo en cada paso que doy, ser mi fiel acompañante y por hacer de mí quien soy.

A mis Padres, **Erecio Hoyo y Evely Rangel**, por ser el pilar fundamental en mi formación, por quienes con su amor, paciencia, confianza y sacrificio hoy me permiten cumplir un sueño más. Este logro también es de ustedes.

A mis Hermanos, **Erely Hoyo**, **Marielly Hoyo** y **Edgardo Hoyo** por acompañarme siempre en cada una de las etapas de mi vida y ser mi apoyo incondicional, por su amor y cariño.

A todos mis amigos y compañeros de estudio que esta hermosa carrera me permitió encontrar, a **Gil Matheus, Astrid Méndez, Ana Avellaneda** por sus asesorías, ocurrencias y consejos. A todos aquellos que estuvieron conmigo a lo largo de todos estos años, los llevaré siempre en mi corazón.

A mi **Familia** en general, que cerca o lejos ha estado para apoyarme y que sus bendiciones me acompañan, a todos ¡Muchísimas gracias!

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ser mi guía, por darme la voluntad, paciencia y conocimiento necesario para afrontar cada adversidad y hoy lograr estar aquí. Sin ti, nada sería posible Mi Papá Dios.

A mis padres, **Erecio Hoyo** y **Evely Rangel**, por permitirme cumplir un sueño más y siempre confiar en mí.

A la **Ilustre Universidad de Los Andes**, por abrirme sus puertas y permitirme formarme profesionalmente, por todas y cada una de las oportunidades que me ha brindado a lo largo de mi carrera

A la **Escuela de Ingeniería Eléctrica**, gracias por comunicar sabiamente sus conocimientos y dedicar su tiempo en la orientación profesional de las nuevas generaciones de ingenieros; labor que hoy se materializa al culminar con éxito la realización del trabajo especial de grado.

A mi tutor **Prof. Ernesto Mora Noguera**, por su dedicación, orientación y paciencia durante la realización de mi trabajo de grado, por hacerme participe de sus conocimientos.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Eduardo José Hoyo Rangel. Herramienta computacional para el diseño de instalaciones residenciales multifamiliares y comerciales. Universidad de Los Andes. Tutor(es): Ernesto José Mora Noguera Octubre 2019.

RESUMEN

El trabajo intitulado "Herramienta computacional para el diseño de instalaciones residenciales multifamiliares y comerciales", consiste en una personalización de la aplicación AutoCAD como una herramienta computacional para el desarrollo de proyectos relacionados con instalaciones eléctricas. Facilitando el proceso de diseño y calculo tanto a estudiantes como a profesionales en el área. La herramienta sigue las normativas establecidas en el Código Eléctrico Nacional, Manual de Obra Pública, Comisión Venezolana de Normas Industriales, Corpoelec, entre otros. El diseño de esta herramienta fue creada utilizando códigos de programación ***Visual Basic Aplications (VBA)*** para diseñar un modo atractivo y simple entre el usuario y la aplicación, además de interactuar con otras aplicaciones como Excel®, Word® y DIAlux®. Esta herramienta permite calcular todos los parámetros necesarios para diseñar el sistema eléctrico de una vivienda multifamiliar y comercios, tales como los calibres de conductores, caídas de tensión, protecciones, tableros, cajas de paso, hidroneumático, ascensores, portón eléctrico, alimentadores, acometidas, diagrama unifilar, diagrama vertical, centro de mediciones y cómputos métricos. Adicionalmente mediante la aplicación Excel® se genera un libro que contiene todas las tablas y datos necesarios para los cálculos y almacena los resultados, seguidamente la aplicación Word® cumple la función de entregar un informe detallado de cada proyecto que se ejecute, mostrando las tablas y toda la información recopilada. Se incorpora la aplicación DIAlux® para el cálculo de la iluminación en los distintos ambientes el usuario desee iluminar como: Salón de festejos, canchas deportivas, pequeños locales comerciales entre otros. Con el uso de la programación se logra vincular todas estas aplicaciones para lograr una rapidez y mejor desempeño en los proyectos a desarrollar. Por ultimo cuenta con paletas donde están incorporadas la mayoría de los bloques que un proyectista puede necesitar a la hora de realizar un proyecto de instalaciones eléctricas, así como también una barra de herramienta personalizada que se genera al inicio el programa. La herramienta se diseñó para automatizar todos los cálculos involucrados en un proyecto y que el usuario encuentre información de ayuda acerca de instalaciones eléctricas con la finalidad de convertirla en una aplicación autodidacta.

Descriptores: Software instalaciones eléctricas, AutoCAD®, Código Eléctrico Nacional, VBA, DIAlux®.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN……..... iii
DEDICATORIA……..... iv
AGRADECIMIENTO…… v
RESUMEN……. vi
ÍNDICES GENERAL…… vii
ÍNDICES DE FIGURAS ……xviii
ÍNDICES DE TABLAS……..... xx
ÍNTRODUCCIÓN……....1

Contenido **pp.**

CAPITULO I 4

JUSTIFICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 4

1.1 JUSTIFICACIÓN 4

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 5

1.3 OBJETIVOS 5

CAPITULO II 7

MARCO TEORICO 7

2.1 PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA. 7

2.2 DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS 8

2.2.1 Sistema de alimentación 9

2.1.2 Características de la carga eléctrica 9

2.3 CÁLCULOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS 9

2.3.1 Diseño de circuitos ramales 9

2.3.2 Selección de conductores 10

2.3.3 Selección de la puesta a tierra 10

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

2.3.4 Selección de tubería 10
2.3.5 Selección de protecciones 11
2.3.6 Alimentadores 11
2.3.7 Tableros 11
2.3.8 Ascensor e hidroneumático 11
2.3.9 Equipos especiales 12
2.3.10 Acometida 12
2.3.11 Corriente de corto circuito 12
2.3.12 Centro de medición 12
2.3.13 Subestación de transformación 13
2.3.15 Memoria descriptiva 13
2.3.16 Cómputos Métricos 13
2.4 INSTALACION DE OTROS SERVICIOS EN EDIFICIOS 13
2.4.1 Sistema de detección y alarma contra incendio 13
2.4.2 Sistema telefónico 14
2.4.3 Sistema de televisión y radio 14
2.5 SOFTWARE UTILIZADOS EN LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL 14
2.5.1 AutoCAD® 14
2.5.2 Excel® 14
2.5.3 Word® 15
2.5.4 DiaLUX® 15
2.5.5 Visual Basic para Aplicaciones (VBA)® 15
CAPITULO III 16
DISEÑO DE LA HERRAMIENTA 16
COMPUTACIONAL. 16
3.1 GENERALIDADES 16
3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO 16
3.2.1 Creación de barra de herramientas 16
3.2.2 Creación de bloques 19
3.2.3 Creación de paletas de herramientas 20

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.3 ÁREA DE PROGRAMACIÓN 23
3.3.1 Instalación del módulo VBA 23
3.3.2 Formularios 24
3.3.3 Propiedades de los formularios 25
3.3.4 Toolbox 26
3.3.5 Módulos 27
3.3.6 Lenguaje de programación VBA 28
3.3.7 Proyectos y módulos 29
3.3.8 Variables y funciones de ámbito local 30
3.3.9 Variables y funciones de ámbito global 30
3.3.10 Variables 31
3.3.11 Constantes 31
3.3.12 Identificadores 31
3.3.13 Tipos de Datos 31
3.3.14 Elección del tipo de variable 32
3.3.15 Operadores 33
3.3.16 Sentencias de control 33
3.4 PROGRAMACION DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL 33
3.4.1 Formulario de inicio 38
3.4.2 Primera página datos de la edificación 40
3.4.3 Segunda página Ubicación de Salidas 42
3.4.4 Tercera página Circuitos Ramales 49
3.4.5 Cuarta página Alimentadores y tableros 53
3.4.6 Quinta página Acometida 58
3.4.7 Servicios Generales 61
3.4.8 Sistemas 64
CAPITULO IV 66
CASO DE ESTUDIO 66
4.1 INICIO DEL PROGRAMA MENU PRINCIPAL: 66
4.1.1 Ingreso de datos de la edificación 67

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.1.2 Ubicación de las cargas en el plano 68
4.1.3 Diseño de Circuitos Ramales 70
4.1.4 Alimentadores y Tablero 73
4.1.5 Servicios generales 76
4.1.6 Acometida 79
4.1.7 Sistemas 82
4.1.8 Memoria descriptiva 84
CONCLUSIONES 89
RECOMENDACIONES 90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 91
APENDICE 92
TABLAS CON LA INFORMACION REQUERIDA PARA LA SELECCIÓN DE CONDUCTORES. 93
A1 Selección de calibres de conductores por capacidad de corriente 93
A2 Selección de calibres de conductores por caída de tensión 93
A3 Graficas para la selección de calibres por capacidad de corto circuito (KAcc). 93
A4 Tablas para la selección de diámetros de tuberías y tamaños de cajas de paso. 93
A5 Tablas con información acerca de los parámetros requeridos en la estimación de la demanda eléctrica. 94

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura **pp.**

2.1: Diagrama unifilar de una vivienda unifamiliar…….……..…...8

2.2: Diagrama unifilar de una vivienda multifamiliar…….....…8

3.1: Creación de barra de herramientas……...…….....17

3.2: Ventana de personalización de la interfaz…….....17

3.3: Ventana de personalización selección "Barra de herramienta"……...……..…….17

3.4: Ventana de personalización "Anexo de símbolos a la barra"…….....18

3.5: Ventana de personalización "asignación de las macros"…….....18

3.6: Barra de herramientas…….....18

3.7: Ventana para la creación del bloque…….....……20

3.8: Bloque de toma corriente doble…….....20

3.9: Bloque de Sub-Tablero…….……..20

3.10: Creación de paletas "Herr"…….…….....21

3.11: Abrir Ventana "personalizar"……...……...…….....21

3.12: Ventana personalizar…….…….....21

3.13: Nueva paleta……...…….....21

3.14: crear nuevo grupo de paletas……..….....21

3.15: Bloques……...…….….....22

3.16: insertar bloques en paleta…….....…….....22

3.17: exportar paletas…….....….....23

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.18: Instalación del módulo VBA para AutoCAD……..…….23

3.19 Editor de Visual Basic…….……24

3.20: Ventana de Editor Visual Basic……...…….....24

3.21: Ventana para insertar formulario……..…….……...25

3.22: formulario Visual Basic……..…….…….....26

3.23: Herramientas……...…….……26

3.24 Label……..….....26

3.25 textbox……..…….…….26

3.26 ComboBox…….....26

3.27 Listbox……..….27

3.28 Checkbox……...27

3.29 OptionButton……..27

3.30 ComandButton…….....27

3.31: Ventana de Editor Visual Basic modulo……...……....28

3.32: Ejemplos de programación en el módulo…….29

3.33 Formulario Menú del programa……...…….….....38

3.34: Diagrama de flujo del menú del programa…….…….....38

3.35 Tipo de diseño …….....39

3.36 libro de Excel “PALPROF11_N”…….....39

3.37 Código para crear las carpetas de guardado……...39

3.38 Código de macro para abrir las hojas de trabajos guardadas…….39

3.39 formulario Datos de la Edificacion……..……..40

3.40: Diagrama de flujo “Datos de la Edificación”……..…….....41

3.41: Diagrama de flujo “Planos”…….……..……..41

3.42 Código para transferir los datos a Excel……..……..41

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.43 Libro de excel hoja “datos de identificacion”…….....41

3.44 Codigo para llamar a los planos desde la interfaz……..……...42

3.45 ingreso de planos……..……..42

3.46 Formulario para ubicación de salidas…….……..43

3.47: Diagrama de flujo “crear hoja de Excel”……...……...…44

3.48 Diagrama de flujo “crear tabla en Excel”……...…44

3.49 Diagrama de flujo “cargar elementos en tabla de Excel”……..45

3.50 Diagrama de flujo “Ubicación de tableros”……...……45

3.51 Código para crear la hoja de Excel……46

3.52 Código para crear la tabla en la hoja de Excel……...46

3.53 Tabla para cómputos “ubicación de salidas”……47

3.54 Código del botón “ir a el plano”……47

3.55 Código del Botón “cargar”……47

3.56 Código del botón “borrar”……48

3.57 Código del botón “listo"……48

3.58 Bloques para la ubicación de salidas……49

3.59 Formulario para el cálculo de los circuitos ramales……...49

3.60 Diagrama de flujo “Diseño de circuitos ramales”……..50

3.61 Código del botón “dibujar circuito”……...51

3.62 Código A “calcular circuito”……52

3.63 código B “calcular circuito”……...…….....51

3.64 Hoja de Excel “Ramales”…….....52

3.65 Hoja de Excel “Datos”……..……..52

3.66 Hoja de Excel “puesta tierra”…….....52

3.67 Paletas de herramientas cableado……...…53

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.68 Formulario Alimentadores y tableros……54

3.69 Diagrama de flujo Carga conectada……...……54

3.70 Diagrama de flujo “Diseño de Alimentadores”…….…55

3.71 Diagrama de flujo “Distribución de cargas en el tablero”……..…..55

3.72 Código del botón “cargar alum y tug”……...……56

3.73 Hoja de Excel “CAIDADETENSION”……..……...56

3.74 código que corresponde al botón “calcular alimentador”……...……..….57

3.75 código para cargar el Alimentador a la hoja de Excel……...57

3.76 Tabla de Alimentadores Excel……..……..……...57

3.77 formulario “Acometida”…….....58

3.78 Diagrama de flujo Demanda…….….59

3.79 Diagrama de flujo Acometida……..…..59

3.80 código A “Calculo de Acometida”……...60

3.81 código B “Calculo de Acometida”……..……..60

3.82 Hoja de Datos “Apartamentos”……..…….……..……60

3.83 Hoja de datos “Locales-Aptos”……...……..60

3.84 Ventana para el cálculo de Servicios Generales…….……...…61

3.85 formulario “Hidroneumático”…….……...62

3.86 Datos de Hidroneumático (Excel)…….……..…….….….62

3.87 Formulario “Ascensor”…….…….….……..….62

3.88 Datos “Ascensor” (Excel)……..……...…….62

3.89 formulario “portón eléctrico”…….…….……...63

3.90 Formulario caja “Tramo Recto”…….....63

3.91 Formulario caja “tramo de 90”……..……63

3.92 formulario caja “Tipo U”……...63

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.93 hojas de Excel para datos de las “cajas de paso”……...64

3.94 Pagina “Sistema contra incendios”……64

3.95 Pagina “Sistema de telefonía”……...…….65

3.96 Pagina “Sistema intercomunicadores”……...65

3.97 Pagina “Sistema de televisión”……..65

4.1 Menú del programa…….……66

4.2 Selección del tipo de diseño…….……....66

4.3 hojas de trabajo……..……..66

4.4 página para el ingreso de datos……67

4.5 hoja de Excel datos de la edificación…….……..67

4.6 formulario características “viviendas”…….……....67

4.7 hoja de Excel datos de viviendas……67

4.8 Ingreso de planos……68

4.9 Selección de planta, recinto y ambiente……..68

4.10 Plano “Planta Baja-Apto A”……..68

4.11 cargas ubicadas en el ambiente……...……...69

4.12 cargas en la lista de texto …….….69

4.13 Ubicación de cargas en recinto…….…….69

4.14 Registro de la ubicación de carga……..69

4.15 sección ubicar tableros…….……..70

4.16 Tablero insertado en el plano……70

4.17 Hoja de Excel que contiene el tablero seleccionado……...……...70

4.18 ingreso de datos……..……71

4.19 Diseño de circuito ramal “Alum”……..….…...71

4.20 información en hoja de Ramales……..……..……....71

4.21 Dato de longitud del circuito……..……71

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.22 Plano de iluminación del recinto……..…..72

4.23 Plano de fuerza del recinto……...…….....72

4.24 Plano de circuitos especiales del recinto……...……72

4.25 tabla de Ramales datos de cond…….…72

4.26 tabla datos de longitud del cond……...…….....72

4.27 Tabla de puesta tierra…….....73

4.28 Tabla de datos "Tablero"……...……73

4.29 Cálculo del alimentador "Datos"……...……73

4.30 Cálculo del alimentador "resultado"……...……...73

4.31 Tabla de Alimentadores…….…74

4.32 Información sobre el diseño del Alimentador……..……..74

4.33 Resultados del Tablero……...……...74

4.34 Distribución de las cargas (tablero)……...75

4.35 Resultados (tablero)…….……..75

4.36 tablero en AutoCAD…….…….....75

4.37 libro de Excel Plantas "Ramales"…….....76

4.38 libro de Excel Plantas "Datos"……..76

4.39 Selección de los Servicios generales…….....76

4.40 Tabla de ubicación de cargas…….….....77

4.41 tabla de circuitos ramales SG……77

4.42 Circuito de alumbrado sótano……...77

4.43 tabla de circuitos Alumbrado PB SG…….....77

4.44 tabla asociada al tablero Servicios Generales……...77

4.45 cálculo de Hidroneumático…….....78

4.46 Información en Excel……..…….....78

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.47 previos resultados del alimentador…….....78

4.48 Resultados del Alimentador……..…….....78

4.49 Tablero SG (Distribución de circuitos)…….....79

4.50 resultados (tablero SG)…….…….....79

4.51 Tablero en AutoCAD……..…79

4.52 Carga conectada en la planta PB……...80

4.53 Carga conectada en la planta tp……...……..…80

4.54 cálculo de la demanda "Secadora"…….....80

4.55 cálculo de la demanda "cocina"…….....80

4.56 cálculo de la demanda "aire"……80

4.57 Calculo de Acometida (Demanda total)…….....81

4.58 Cálculo de Acometida……81

4.59 Resultados de Acometida (Excel)…….....81

4.60 Diagrama unifilar en AutoCAD…….....81

4.61 Diagrama Alimentador en AutoCAD……...…….....82

4.62 Módulos del centro de medición en AutoCAD……..…82

4.63 Formulario de los sistemas "Telefonía"…….…...……..……...82

4.64 Ubicación de elementos "Telefonía"……....83

4.65 elementos en el plano "Telefonía"…….....…83

4.66 Tabla en Excel de ubicación "Telefonía"…….……83

4.67 Diseño de circuitos "Telefonía……..…83

4.68 circuito de Telefonía……..…83

4.69 Tabla de circuitos en Excel "Telefonía"…….…..84

4.70 circuitos de Telefonía" En PT…….…...84

4.71 Tablas de datos "Telefonía"……..…84

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.72 Memoria descriptiva (portada)……...84

4.73 Memoria descriptiva (Descripcion del inmueble)……...……...85

4.74 Memoria descriptiva (Criterios de Diseno)……..……..85

4.75 Memoria descriptiva (tablas de circuitos ramales)……....86

4.76 Memoria descriptiva (tabla de longitudes de los circuitos)……...86

4.77 Memoria descriptiva (tableros de viviendas)……86

4.78 Memoria descriptiva (Alimentadores)……...87

4.79 Memoria descriptiva (computos salidas por ambiente)……87

4.80 Memoria descriptiva (Acometida)…….....88

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla **pp.**

2.1 Sistema de alimentación…….……..9

3.1 Función de los iconos de la barra de herramientas…….....19

3.2 Tipos de variable…….…….31

3.3 Variables características…….……..32

3.4 Operadores usados en la programación…….……...33

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

INTRODUCCIÓN

Un proyecto de instalaciones eléctricas puede presentar un nivel de complejidad variable en la medida que lo sea la parte arquitectónica, el tipo de actividad a realizar, o el fin para el que será construida la obra y finalmente el valor de la inversión. Desde el punto de vista de sistemas eléctricos se entenderá la complejidad no en función de la estructura civil, sino en la medida que lo sea el tipo de ambientes, usos, aplicaciones diversas y especializadas; tales como áreas de salud, educativa, residencial, comercial, entre otras. En Venezuela toda instalación debe cumplir con las normas establecidas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) y el Código Eléctrico Nacional (CEN), las cuales garantizan la mayor confiabilidad en el sistema.

www.bdigital.ula.ve

Para llevar a cabo el diseño de una instalación eléctrica se requiere de cálculos detallados de circuitos que van desde baja hasta alta tensión, permitiendo a los usuarios el mayor acceso a la energía eléctrica de manera adecuada y confiable, cumpliendo así con las normativas mencionadas con anterioridad. Tales cálculos consisten en calibres de conductores, diseño de tableros, alimentadores y acometidas. Actualmente existen herramientas computacionales que facilitan dicho diseño, tal es el caso de AutoCAD®, un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D; en el mismo se representan la ubicación de salidas, estructura de tablero, diagramas unifilares, entre otros, los cuales son calculados de manera manual, requiriendo de mayor disposición de tiempo y presentando mayor margen de error.

Actualmente según los avances tecnológicos se quiere automatizar todo este proceso para facilitar la ejecución de proyectos de instalaciones eléctricas por medio de aplicaciones La herramienta computacional desarrollada en el presente trabajo, en ambiente CAD, lleva por nombre InstaCAD, que consiste en una interfaz simple y amigable, la cual es creada con el propósito de dibujar, diseñar y ejecutar los procesos de cálculos en un proyecto de instalaciones

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

eléctricas de viviendas residenciales multifamiliares, multifamiliares-comerciales de un modo más ágil y eficiente, tomando en cuenta todo lo establecido en el Manual de Obras Públicas (MOP), Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) y la Corporación Eléctrica (CORPOELEC).

El dibujo y diseño de las instalaciones en ambiente CAD son realizadas por medio de una aplicación personalizada en AutoCAD®, que consiste en el desarrollo de una paleta con una serie de bloques de diseño y de una barra de herramientas personalizada compuesta por una serie de iconos asociados a diferentes macros, que permite automatizar el proceso de diseño. Todos los cálculos requeridos (cálculo de la demanda máxima, corriente, caída de tensión, protecciones de circuitos ramales, alimentadores y acometida, cajas de paso, tableros, hidroneumático, ascensores, diagrama vertical, diagrama unifilar, centro de mediciones), son procesados en diferentes hojas de Excel® diseñadas para tales fines, para ello toda la información requerida por el cálculo (carga conectada, longitud de conductor, área de construcción) es exportada desde AutoCAD® a la hoja de Excel® correspondiente, donde los resultados son presentados en tablas.

www.bdigital.ula.ve

Terminado el diseño y los cálculos, la aplicación desarrollada genera en forma automática los cómputos métricos y la memoria descriptiva del proyecto, donde se describe el proyecto y se presentan los resultados en forma tabulada.

Afortunadamente, las aplicaciones de Office® y AutoCAD®, tienen integrado la aplicación Visual Basic para Aplicaciones (VBA), un lenguaje de programación que brinda la posibilidad de potenciar dichas aplicaciones, esta funciona mediante la ejecución de macros que son procedimientos paso a paso escritos en Visual Basic, de tal modo que aplicaciones como AutoCAD y Excel pueden ser manipuladas por códigos desde VBA el cual presenta entonces, un puente de intercambio entre ambas aplicaciones.

Por otra parte, también se agregó la aplicación DIAlux® ya que es un software completo, que brinda la posibilidad de crear proyectos en cuanto a la iluminación, en lugares de mayor complejidad, además de contar con la posibilidad de exportar estos resultados a AutoCAD®.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

El presente trabajo se encuentra estructurado en 4 capítulos, las cuales se describen a continuación:

- Capítulo I: Justificación, Planteamiento del problema, objetivos, alcance y limitaciones propuestas para el óptimo desempeño de la herramienta.

- Capítulo II: Presentación de la teoría en base a la cual se desarrolla cada uno de los módulos de la herramienta computacional.

- Capítulo III: se describe de forma general el método para diseñar y usar la herramienta computacional, y se exhiben las diferentes etapas que la constituyen.

- Capítulo IV: Muestra un estudio detallado de un proyecto, utilizando y demostrando las funciones de la herramienta computacional, así como los procedimientos del intercambio de datos, análisis y resultados.

- Conclusiones: se describen los logros alcanzados donde se resumen los puntos principales del trabajo dejando al lector con una última impresión.

www.bdigital.ula.ve

- Recomendaciones: muestra las pautas a implementar en una futura ampliación de la herramienta computacional.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

CAPITULO I
JUSTIFICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Debido la gran cantidad de cálculos involucrados en un proyecto de instalaciones eléctricas, el tiempo que amerita un trabajo de estos, nace la necesidad de crear subrutinas que permitan automatizar los cálculos de tal manera que sea más rápido el desarrollo de los proyectos.

1.1 JUSTIFICACIÓN

En términos generales el trabajo de diseñar una instalación eléctrica abarca una serie de etapas secuenciales que comprenden entre otras: ubicación de saludas de alumbrado y fuerza, estimación de la demanda, el diseño de los circuitos ramales, diseño de alimentadores, diseño de tableros y sub-tableros, el dimensionamiento de los conductores, dimensionamiento de las protecciones, dimensionamiento del centro de carga y de mediciones, estudio y diseño del sistema de puesta a tierra, estudio y diseño del sistema de detección y alarma contra incendios etc.

www.bdigital.ula.ve

Debido al tiempo requerido y a la variedad de factores y cómputos a considerar en el diseño de las diferentes partes de una instalación eléctrica, es necesario disponer de una herramienta computacional que permita realizar el diseño de una instalación eléctrica asistido por computador de la manera más rápida, sencilla, confiable y eficiente posible.

El desarrollo de un sistema automatizado basado en AutoCAD 2013®, *Visual Basic Aplication*(*VBA*)®, Excel (2010 y 2013)®, que abarca las necesidades y una mayor relación con los requerimientos del usuario, proporcionará una mejor efectividad en el manejo del flujo y procesamiento de los datos, permitiendo una mayor confiabilidad y una reducción considerable en el tiempo de ejecución de un proyecto de esta naturaleza.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se propone diseñar una herramienta computacional que sea utilizada por un ingeniero, estudiante o profesor, que sirva de ayuda para el cálculo y diseño eléctrico en proyectos de instalaciones eléctricas, Esta herramienta computacional tiene como finalidad cubrir todas estas exigencias de los proyectos de instalaciones eléctricas residenciales multifamiliares y permite disminuir el tiempo invertido en correcciones debidas a errores de cálculo.

La herramienta se limitará a trabajar solo con residencias unifamiliares, multifamiliares y multifamiliares-comerciales. Donde el usuario podrá realizar todos los cálculos en cuanto a instalaciones eléctricas requeridas por ese tipo de edificaciones. InstaCAD es el principio de un gran proyecto que abrirá muchos caminos a nuevas ideas de los estudiantes que anteceden en la universidad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

www.bdigital.ula.ve

- Desarrollar una aplicación que facilite diseñar proyectos de instalaciones eléctricas residenciales y comerciales asistidos por computador.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Aplicar los criterios, normas y procedimientos de cálculo establecidos en el Código Eléctrico Nacional, Codelectra, CANTV, CADAFE y otras instituciones públicas, al diseño de una instalación eléctrica.

- Desarrollar el código en Visual Basic Aplicación necesario para personalizar el uso del programa AutoCAD 2013 al diseño de una instalación eléctrica residencial unifamiliar/multifamiliar y comercial.

- Integrar diferentes programas en Visual Basic Aplicación relativos al dimensionamiento y diseño de una instalación eléctrica residencial unifamiliar/multifamiliar y multifamiliar- comercial en una plataforma común.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

- Desarrollar una interface amigable usuario máquina que permita realizar los diferentes procedimientos de la manera más rápida y sencilla posible.

1.4 METODOLOGÍA

Investigación documental de las instalaciones eléctricas residenciales y comerciales en Venezuela, como el código eléctrico nacional, libro de instalaciones Oswaldo penissi, revisión de material de clase "Instalaciones eléctricas", estudio del lenguaje de programación *Visual Basic Aplication*(*VBA*)®, desarrollo de formularios en, VBA-AutoCAD®, aplicado a la ejecución de instalaciones eléctricas, basado en la norma.

1.5 ALCANCE

El propósito fundamental en el uso de la herramienta computacional es que se pueda minimizar los tiempos y errores que abarca el diseño de los proyectos relacionados con instalaciones eléctricas, para ello se ha propuesto diseñar diferentes macros en VBA para instalaciones eléctricas, así como también la conexión con las aplicaciones de Microsoft office®, AutoCAD® y DIAlux®.

www.bdigital.ula.ve

1.6 LIMITACIONES

Es necesaria la instalación de AutoCAD® 2013 junto con el modulo VBA de la misma versión, poseer DIAlux® 4.0, 4.13 y Microsoft office 2010® en adelante, esto para evitar problemas al momento de utilizar la herramienta, estas versiones son necesarias para la interacción entre los software.

Es necesario que el ordenador cuente con estos requisitos mínimos:

Sistema operativo: Windows® 7 o 8

Procesador: Intel Core i3

Memoria RAM: 2GB

1.7 ANTECEDENTES

"Herramienta computacional para el diseño de instalaciones residenciales unifamiliares", esta herramienta contiene macros que permiten automatizar los procesos de cálculo de una vivienda. Desarrollado por Steven Wilfredo. Bermúdez Velásquez, en la Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Eléctrica, año 2018 se sientan las bases del presente trabajo.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

CAPITULO II
MARCO TEORICO

Este capítulo presenta la base teórica analizada para estructurar el desarrollo de la herramienta computacional, tomando en cuenta los estudios de instalaciones eléctricas residenciales unifamiliares, multifamiliares y comerciales. Se explicarán las consideraciones mediante las cuales se basan los métodos de cálculo y diseño de las instalaciones eléctricas antes mencionadas.

2.1 PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA.

www.bdigital.ula.ve

El objeto de elaborar un proyecto, en especial de una instalación eléctrica es, una vez logrado el mismo, obtener la aprobación de los organismos oficiales competentes para otorgar la permisología y poder ejecutar la obra correspondiente.

El siguiente paso es, en base a los cómputos de la obra eléctrica obtenidos del proyecto respectivo, lograr uno o varios presupuestos de diferentes constructores, a fin de tomar una decisión desde el punto de vista económico y técnico que convenga a los intereses del propietario, para luego asignar la construcción de la misma. El proyecto de la obra eléctrica adquiere importancia como se ve, desde que es elaborado, siguiendo con la permisología, contratación de la obra y su ejecución. Es precisamente en esta última etapa, que el proyecto adquiere su mayor importancia, pues el diseño bien logrado de una instalación eléctrica y suficientemente especificada en planos, así como en la memoria descriptiva, cómputos métricos, etc., permitirá en el momento de la construcción, ejecutar la obra sin tropiezos evitando improvisaciones o modificaciones, que a esa altura, suelen resultar más costosas que si se hubiesen previsto a nivel de anteproyecto. Además, una obra eléctrica sin modificaciones se podrá realizar en el tiempo previsto sin dilataciones.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

2.2 DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Es el conjunto de dispositivos y materiales que permiten distribuir la energía eléctrica en una edificación, partiendo desde el punto de conexión de la compañía de suministro hasta cada uno de los equipos conectados, de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación. En las figuras 2.1 y 2.2 se muestra el diagrama unifilar de una vivienda unifamiliar y de una vivienda multifamiliar.

En Venezuela todo lo concerniente al diseño de instalaciones eléctricas en cualquier edificación residencial, comercial, institucional y en lugares clasificados, se rige por la Norma Covenin 200, Código Eléctrico Nacional, el cual es el documento que establece los criterios técnicos para que la instalación a proyectar sea lo más segura posible, sin embargo, no es un manual de diseño, pero su uso dentro de territorio nacional es de carácter obligatorio [1].

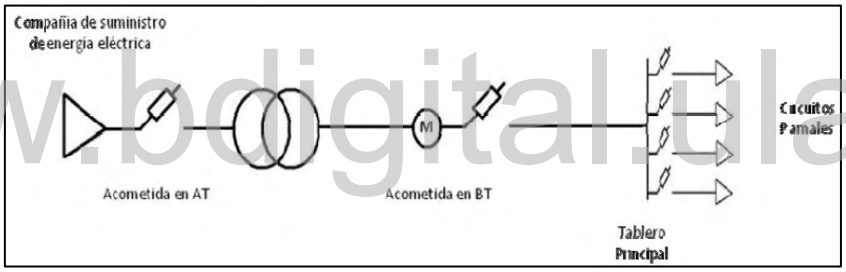


Figura 2.1: Diagrama unifilar de una vivienda unifamiliar
Fuente: (Penissi, 2001)

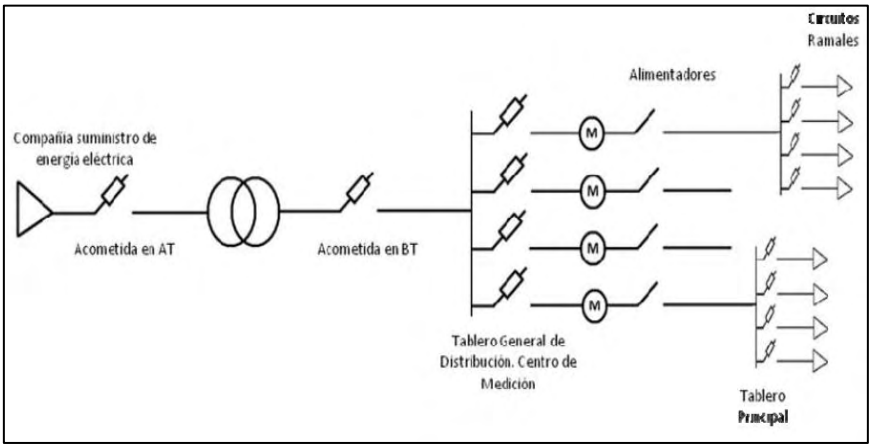


Figura 2.2: Diagrama unifilar de una vivienda multifamiliar.
Fuente: (Penissi, 2001)

www.bdigital.ula.ve
Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

2.2.1 Sistema de alimentación: El sistema de alimentación fue obtenido de la Norma COVENIN 159-81 como se muestra en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Sistema de alimentación
Fuente: (COVENIN, 159-81)

Sistema	# Hilos	Vn	Uso
1F	2	120	Residencial
1F	3	120/240	Residencial, pequeños comercios, AP
1F	3	240/480	Campos deportivos, AP
3F	4	120/208	Residencias, comercial, Peq industrias, AP
3F	4	480/277	Comercial, industrial
3F	3	600	Industrial

2.1.2 Características de la carga eléctrica

Una de las partes más importantes de un proyecto de instalaciones eléctricas es la obtención de la carga de diseño. Ello implica realizar un estudio de la misma, para así lograr determinar las necesidades eléctricas para el diseño de tablero general y la acometida de electricidad, si se trata de una vivienda. Si el diseño es para un edificio residencial la obtención de la carga total servirá de base para la elaboración del proyecto del tablero general, cuadro de medidores, subestaciones de transformación, acometida de alta y baja tensión, conforme al sistema de alimentación escogido.(Capítulo VIII, Sección 8.1) [1].

www.bdigital.ula.ve

2.3 CÁLCULOS INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.3.1 Diseño de circuitos ramales

Existen dos criterios para el cálculo del conductor de un circuito ramal:

- Cálculo por capacidad de corriente.
- Cálculo por caída de tensión.

Capacidad de corriente en un conductor: Todo conductor posee una capacidad de transportar corriente eléctrica a través de él. Esta capacidad está limitada por la conductividad del material

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

conductor, si éste es desnudo, sólo lo afectará lo antes señalado; pero si el conductor es aislado, limita también el paso de la corriente, la capacidad térmica del material aislante (Capítulo VI, Sección 6.5) [1].

Caída de Tensión en un conductor: Consiste en la determinación del calibre del conductor considerando la longitud existente entre el tablero de alimentación y las cargas a alimentar, el mismo se rige mediante parámetros establecidos En el Capítulo VI Sección 6.4 [1].

2.3.2 Selección de conductores

Para los efectos de diseño en un proyecto de canalizaciones eléctricas residenciales es necesario seleccionar el calibre tipo y características de los conductores eléctricos a utilizar (Capítulo VI, Sección 6.6) [1].

2.3.3 Selección de la puesta a tierra

Es la conexión física entre las partes no conductoras de un equipo eléctrico y tierra. A nivel residencial es obligatorio conectar a tierra todos los equipos electrodomésticos no portátiles tales como: congelador, aire acondicionado, lavadora, secadora entre otros. En las residencias que poseen canalizaciones con tubería metálica se favorece la puesta a tierra delos cajetines y equipos, aunque lo ideal es conectar todos los tomacorrientes de uso general y especial, a un cable de tierra que se conecta al tablero y esté conectado al cable de puesta a tierra del sistema interno de la vivienda.

El Código Eléctrico Nacional en la sección 250, tabla 250-122, señala los calibres de conductores a utilizar para la puesta a tierra, conforme a la capacidad de corriente del circuito que se trate [2].

2.3.4 Selección de tubería

Una vez determinado el número de conductores, el calibre de las fases, neutro, puesta a tierra y tipo de aislante, se escoge el diámetro de la tubería requerida para alojarlos. El MOP, presenta la Tabla D-1 y la Tabla D-2 [3].

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

2.3.5 Selección de protecciones

En la mayoría de los casos de instalaciones eléctricas residenciales se emplean tableros de distribución eléctrica para los circuitos. Cada uno de ellos dispondrá de interruptores termo magnético, que operan en forma manual o automática como protección en caso de cortocircuito (CEN- 240) [2].

2.3.6 Alimentadores

Circuitos encargados de llevar la energía eléctrica desde el tablero general de distribución hasta un área de la edificación (CEN-215) [2].

2.3.7 Tableros

Se denomina así a un panel, diseñados para ensamblaje de un sistema de barras, con interruptores o sin ellos. Pueden ser los interruptores automáticos o no contra sobre corriente. Estos interruptores se usan también para operación de los circuitos de iluminación, tomas de uso general o fuerza. (Capitulo IV, Sección 4.4) [1].

www.bdigital.ula.ve

2.3.8 Ascensor e hidroneumático

El diseño de los sistemas de ascensor e hidroneumático es bastante similar desde el punto de vista de cálculo. Básicamente se necesita determinar la cantidad de personas que harán uso de estos sistemas y la necesidad de agua durante el día, de forma de estimar los motores que encargaran de realizar el trabajo de mover la cabina del ascensor o impulsar la bomba del hidroneumático respectivamente.

Ascensor: La determinación de la capacidad del ascensor y la cantidad de los mismo a instalar, se rige mediante las necesidades de transporte en la edificación, tal como la cantidad de personas a trasladar, la velocidad del traslado, tiempo de vaciado y tiempo de espera; cumpliendo con las Norma COVENIN 621-72, denominada código nacional para ascensores de pasajeros.

Posteriormente de las opciones tomadas y cumplido con los tiempos establecidos, se calcula los HP del motor necesario. Si más de una opción cumple con estos tiempos, el ingeniero tendrá la opción de elegir la que considere más conveniente, teniendo en consideración aquella que arroje la menor capacidad de HP mediante la tabla (CEN - 620) [2].

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Hidroneumático: Para el sistema de hidroneumático, es necesario determinar el caudal de agua, se hace uso del método de la dotación diaria establecido en la norma sanitaria venezolana para edificaciones, la cual establece el caudal de agua necesaria en litros por día de las posibles áreas de una edificación. Posteriormente obtenido el caudal de agua total consumida por el edificio en el día, se determina el caudal promedio que la bomba tendrá que entregar cada tiempo, en base a los arranques por minuto y la presión de agua necesaria para llevar el líquido vital a cada punto de la edificación. Una vez obtenido este caudal se determinan los HP del motor necesario para mover la bomba en diseño.

2.3.9 Equipos especiales

Dentro de los equipos especiales que se van a considerar en las viviendas están los siguientes: Aires acondicionados cuya información se encuentra (CEN – 440) [2], secadora de ropa ver (CEN – 220.18) [2], cocina eléctrica ver (CEN – 220.19) [2].

2.3.10 Acometida

Es la derivación desde la red de distribución la (compañía que vende la electricidad) hasta la protección principal de la edificación donde se hará uso de la energía eléctrica. En caso de una vivienda unifamiliar la acometida será monofásica o bifásica, por otra parte una vivienda multifamiliar la acometida será trifásica de cuatro hilos por la carga que amerita este tipo de edificación (CEN - 230) [2].

www.bdigital.ula.ve

2.3.11 Corriente de corto circuito

El objeto de este cálculo es conocer el valor de la corriente que circula por los elementos de un sistema al ocurrir un fallo de cortocircuito en un punto específico. Este dato de es de gran importancia en el diseño de los sistemas eléctricos ya que sus protecciones deben ser seleccionadas para que funcionen de forma segura en caso de presentarse un evento como este. Apéndice B [3].

2.3.12 Centro de medición

Los centros de medición son usados para contabilizar la cantidad de energía que se consume en la edificación. Estos son unos módulos que contienen unas barras y medidores para cada una de las unidades de viviendas. El tipo de modulo a usar dependerá de la cantidad de viviendas

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

presentes en la edificación y solo se tendrá acceso a este cuarto la compañía de suministro de energía eléctrica (Capitulo IV, Sección 4.5) [1].

2.3.13 Subestación de transformación

Conforme a la demanda de diseño, un edificio podrá ser alimentado en baja tensión, si existen facilidades en las redes de distribución en la zona por parte de la compañía de electricidad. En caso contrario o por el volumen de la demanda, habrá que instalar una subestación de transformación exclusiva (Capitulo X, Sección 10.3) [1]

2.3.14 Materiales y componentes

Conductores: Son elementos que permiten el flujo de corriente o de cargas eléctricas que se mueven a través del mismo. Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son aluminio reforzado para líneas aéreas y de cobre para instalaciones interiores. (Capítulo V)[1].

Canalizaciones: Están compuestas por los siguientes elementos: cajetines, cajas de paso, tuberías, ductos, canales, bancadas y tanquillas. Las tuberías para canalizaciones eléctricas se pueden instalar embutidas y a la vista (Capítulo II) [1].

www.bdigital.ula.ve

2.3.15 Memoria descriptiva

Es un documento donde se encuentra toda la información acerca del proyecto de instalaciones eléctricas (Capitulo VIII, Sección 8.3) [1].

2.3.16 Cómputos Métricos

Es la contabilización de las medidas de todos los materiales a usar en el desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas (Capitulo VIII, Sección 8.4) [1].

2.4 INSTALACION DE OTROS SERVICIOS EN EDIFICIOS

2.4.1 Sistema de detección y alarma contra incendio

Este sistema tiene por objeto, en caso de incendio, informar oportunamente a una central de alarma, la cual estará ubicada por lo general en área de planta baja, cerca de los servicios

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

eléctricos. Este aviso se hace con el fin de combatir el fuego y avisar a los habitantes a tiempo, para proceder a salir por los medios de escape más expeditos (CEN - 760) [2].

2.4.2 Sistema telefónico

El teléfono es un equipo eléctrico que transforma el sonido en corriente eléctrica y luego nuevamente en sonido. Es por esto que el tubo telefónico cuenta con dos partes, una emisora y una receptora. Cuando se trata de un solo número, se alimenta de un solo par de cables y tendrá tantos pares como números asociados al equipo. Una central telefónica es el caso típico donde llega un número determinado de pares como 5, 10 o más y salen para el interior del edificio 10, 20, 50 o más pares telefónicos, como números asociaos hayan (Capítulo IX, Sección 9.9.2) [1].

2.4.3 Sistema de televisión y radio

Las canalizaciones para estos servicios comienzan en el techo de la residencia, donde estará por lo general la antena que capta la señal de llegada. En el mástil o en pared cercana, se colocará una caja de 10 x 20 cm, donde se instalará una regleta que permitirá fijar el cable de la antena y conectar los cables de salidas a los diferentes puntos de antena de TV (CEN – 810, 820) [2].

www.bdigital.ula.ve

2.5 SOFTWARE UTILIZADOS EN LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

2.5.1 AutoCAD®

Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelados 3D actualmente desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. Las interfaces de programación que admite AutoCAD son *ActiveX Automation,* VBA (*Visual Basic for Applications), Autolisp, Visual LISP, ObjectARX y .NET*, el tipo de interfaz que se utilice dependerá de las necesidades de la aplicación en este caso VBA.

2.5.2 Excel®

Es una aplicación de hojas de cálculo forma parte de la suite de oficinas de Microsoft office®. Es una aplicación utilizada en tareas financieras y contables, con tablas, fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación VBA para la automatización de tareas.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

2.5.3 Word®

Es un programa informático orientado al procesamiento de textos fue creado por la empresa Microsoft y viene integrado predeterminantemente en el paquete office, incluye el lenguaje de programación VBA.

2.5.4 DIAlux®

Es un software gratuito de DIAL que permite crear proyectos de iluminación profesionales. Este software está siendo utilizado por miles de diseñadores de iluminación en todo el mundo, y facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores.

2.5.5 Visual Basic para Aplicaciones (VBA)®

VBA es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft Corporation para elaborar subrutinas que automaticen el trabajo con las aplicaciones que le ofrecen soporte.

VBA permite desarrollar aplicaciones con gran rapidez, controlando, desde la propia etapa de diseño, el ambiente de las diversas ventanas del programa. Además, Visual Basic es un lenguaje muy fácil de aprender y utilizar.

www.bdigital.ula.ve

VBA permite también la integración con otras aplicaciones que admiten VBA. Lo que significa que AutoCAD puede, mediante las bibliotecas de objetos de otras aplicaciones, funcionar como controlador de automatización de otras aplicaciones como Microsoft Word o Excel [4].

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

CAPITULO III
DISEÑO DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL.

En este Capítulo se exhibe la metodología para el diseño y uso de la herramienta computacional con ambiente CAD, Así como también la participación de otros programas como DIAlux, Excel y Word.

3.1 GENERALIDADES

La herramienta computacional se desarrolló en AutoCAD 2013 y el compilador en Visual Basic del mismo programa, junto con la participación de programas como Excel, Word, DIAlux 4.13. Es importante tener en cuenta las diferentes versiones con las que trabaja el programa para evitar futuros conflictos de compatibilidad al momento de manipular el programa.

www.bdigital.ula.ve

3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Con la finalidad de encontrar un entorno amigable, interactivo, práctico y de fácil manipulación, se personalizó una barra de herramientas en AutoCAD que contiene unos iconos de fácil comprensión sujetos cada uno a un respectivo modulo según su icono. Para integrar bloques de tamaños normalizados se cuenta con una paleta de herramientas en la que están todos y cada uno de los bloques que se pueden agregar al momento de diseñar un circuito en AutoCAD. En la pantalla inicial del programa se piden los datos del tipo de vivienda y se agrega un nombre a la carpeta a crear para archivar los resultados. A continuación una descripción de cada una de las áreas:

3.2.1 Creación de barra de herramientas

Para crear la barra de herramientas personalizada, es necesario modificar la interfaz del usuario. Para hacer esto, es necesario dirigirse a la cinta “Herramientas” y en el panel “Personalizar”

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

ejecutar el comando “Interfce…” (CUI en la línea de comandos) como se muestra en la figura 3.1

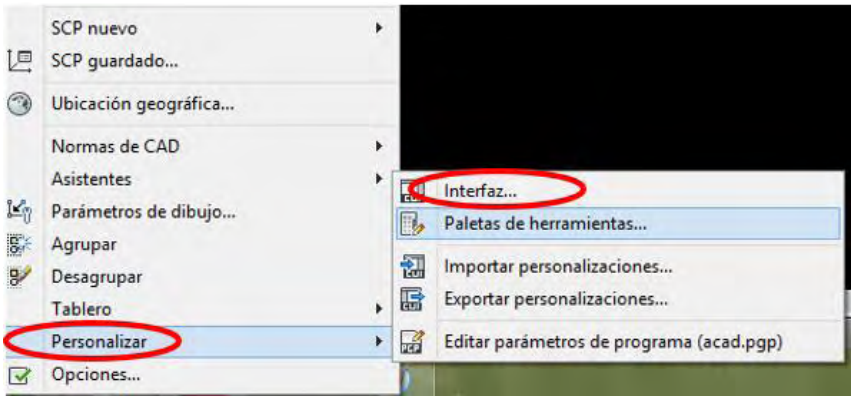
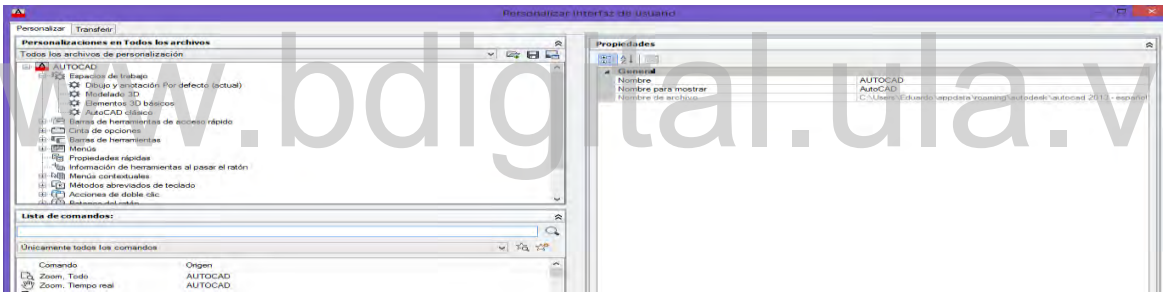


Figura3.1: Creación de barra de herramientas
Fuente: Autor

A continuación aparece la ventana de configuración de interfaz como se ve en la figura 3.2.



www.bdigital.ula.ve

Figura3.2: Ventana de personalización de la interfaz
Fuente: Autor

Luego ir a barra de herramientas (figura 3.3)

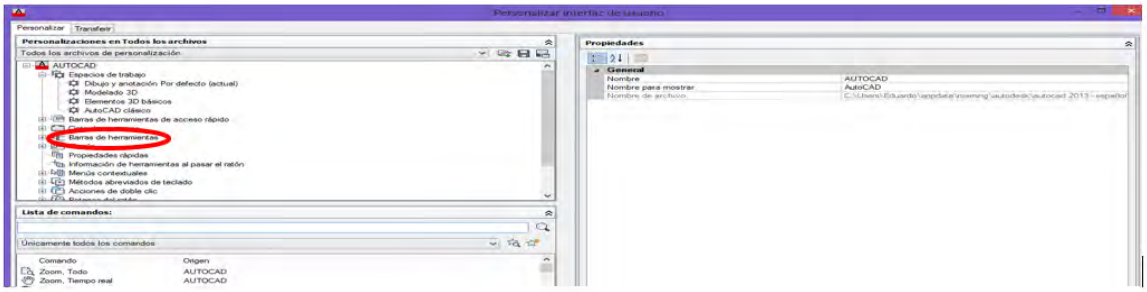


Figura3.3: Ventana de personalización selección “Barra de herramienta”
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Se despliegan todas las barras que trae el programa AutoCAD. Presionando el botón derecho se puede crear una nueva barra personalizada como ejemplo “Instacad”, que es la barra del programa desarrollado (figura 3.4).

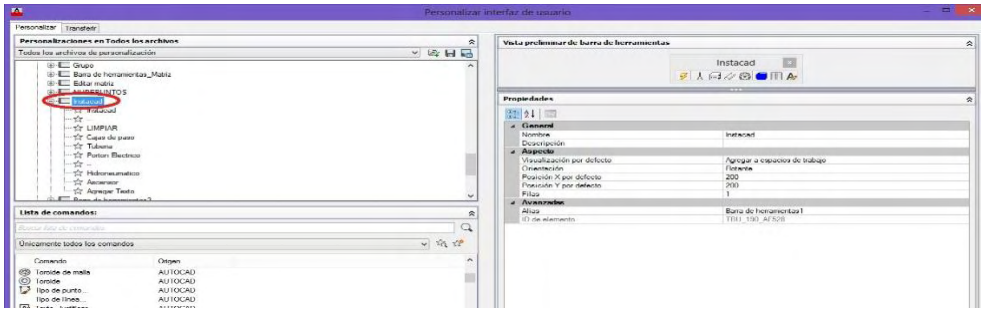


Figura3.4: Ventana de personalización “Anexo de símbolos a la barra”
Fuente: Autor

Una vez creada la barra de herramientas se insertan los íconos que se encuentra en la lista de comando, para ello se deben arrastrar hasta la nueva barra de herramientas (Figura 3.5).

www.bdigital.ula.ve

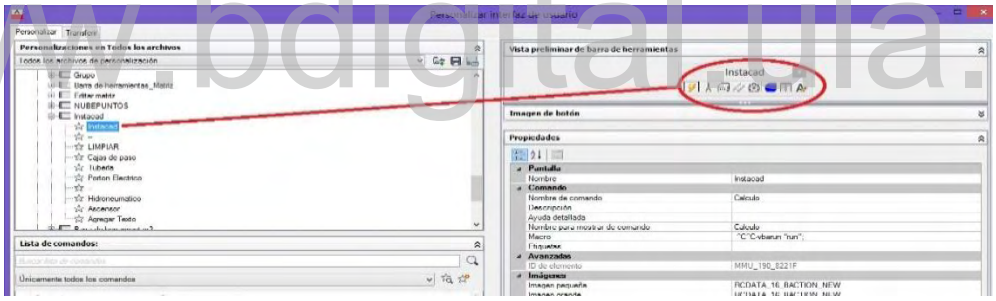


Figura 3.5: Ventana de personalización “asignación de las macros”
Fuente: Autor

Esta barra de herramientas queda lista para ser utilizada, y aparecerá siempre que se abra la aplicación AutoCAD.

Figura 3.6: Barra de herramientas
Fuente: Autor

Cada uno de los iconos que se muestran en la barra de herramientas, tiene una macro asignada para los diferentes fines. Como se observa en la tabla 3.6

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Tabla 3.1 Función de los iconos de la barra de herramientas
Fuente: Autor

Nombre	Icono	Función
Instacad		Permite dar inicio por medio de una macro al programa arrojando un formulario de llenado principal para crear una carpeta donde será guardado los resultados finales.
Limpiar		Como el programa trabaja en conjunto con Excel siempre antes de iniciar un nuevo proyecto se debe limpiar o cerrar el libro de Excel programado, de lo contrario el programa emite una alerta, advirtiendo que el libro de Excel se encuentra abierto, en uso o contiene datos de un proyecto anterior.
Cajetín		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.
Tubería		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.
Aire Acondicionado		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.
Portón Eléctrico		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.
Hidroneumático		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.
Ascensor		Este botón corre la macro y el formulario destinado al cálculo del mismo.

www.bdigital.ula.ve

3.2.2 Creación de bloques

Cuando se trabaja con AutoCAD se utiliza a diario bloques, ya sean creados por el usuario o descargados de diferentes lugares. Tal como BiblioCAD.com y otros [6]. Para crearlos se debe seguir los siguientes pasos:

a) Seleccionar el elemento que desea convertir en bloque

b) En la barra de menú pulsar la opción insertar > crear bloque, que mostrara en pantalla la ventana para agregar las característica del bloque(ver figura 3.7)

c) Para finalizar el proceso se pulsa aceptar en la ventana (ver figura 3.7).

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

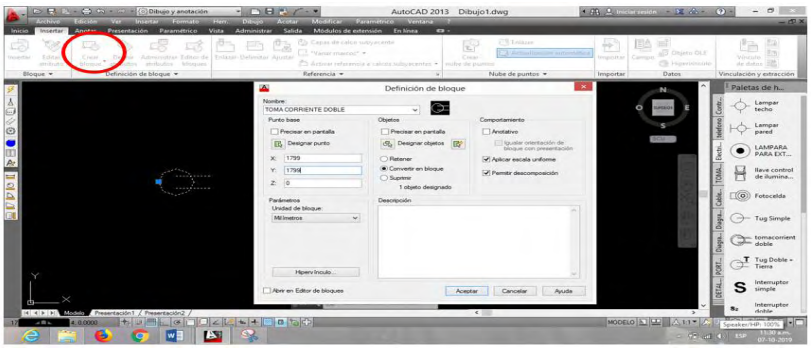


Figura 3.7: Ventana para la creación del bloque
Fuente: Autor

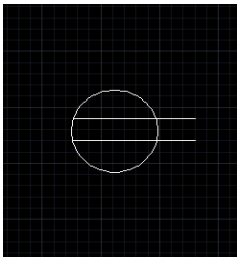


Figura 3.8: Bloque de toma corriente doble
Fuente: Autor

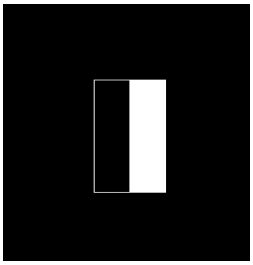


Figura 3.9: Bloque de Sub-Tablero
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

3.2.3 Creación de paletas de herramientas

La paleta de herramienta contiene los bloques diseñados por el usuario y debe pertenecer a un grupo determinado de paletas, el cual debe ser creado si no existe. En la actualidad existen varios métodos de crear paletas personalizadas, una solución es la que se describe a continuación:

a) Pulsar en la barra de menú *Herr.>Personalizar>Paletas de herramientas* (ver figura 3.10, 3.11,), a continuación se muestra la ventana personalizar (ver figura 3.12).

b) Para crear una nueva paleta se selecciona la opción “nueva paleta” en la ventana que aparece al pulsar el botón derecho del ratón, en la sección paletas de la ventana personalizar. A la nueva paleta se le asigna un nombre y se deben agregar los diferentes bloques creados por el usuario (ver figura 3.13).

c) Para crear un nuevo grupo de paletas se selecciona la opción “nuevo grupo” en la ventana que aparece al pulsar el botón derecho del ratón, en la sección “Grupo de paletas” de la

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

ventana personalizar. Al nuevo grupo se le debe asignar un nombre y agregar las paletas anteriormente creadas (ver figura 3.14).

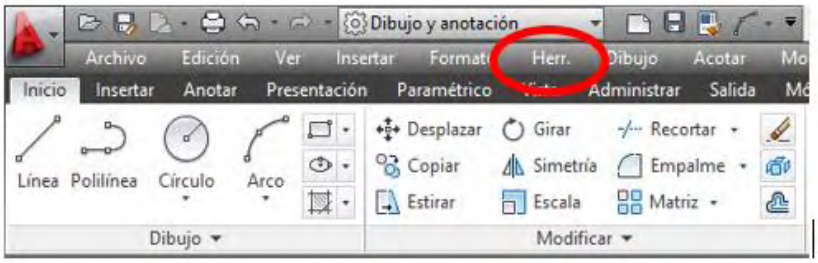


Figura3.10: Creación de paletas "Herr"
Fuente: Autor

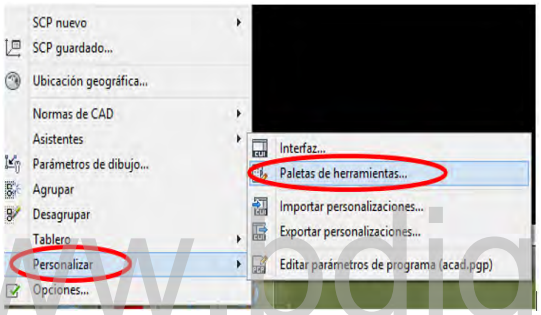


Figura3.11: Abrir Ventana "personalizar"
Fuente: Autor

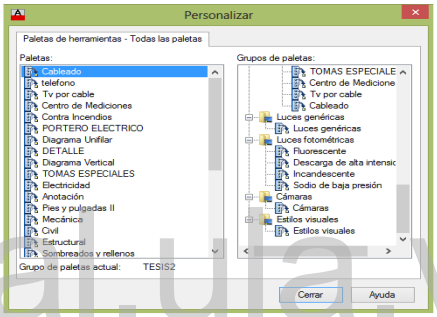


Figura3.12: Ventana personalizar
Fuente: Autor

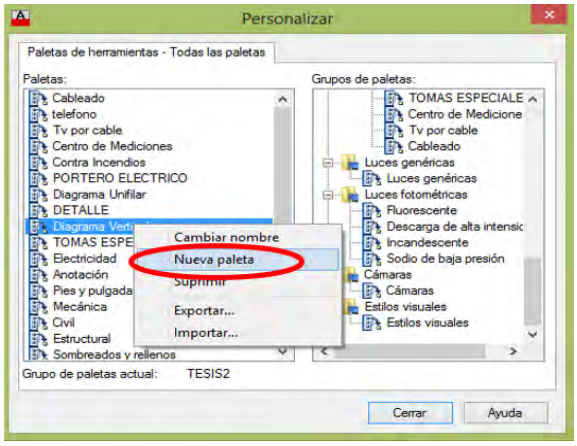


Figura 3.13: Nueva paleta
Fuente: Autor

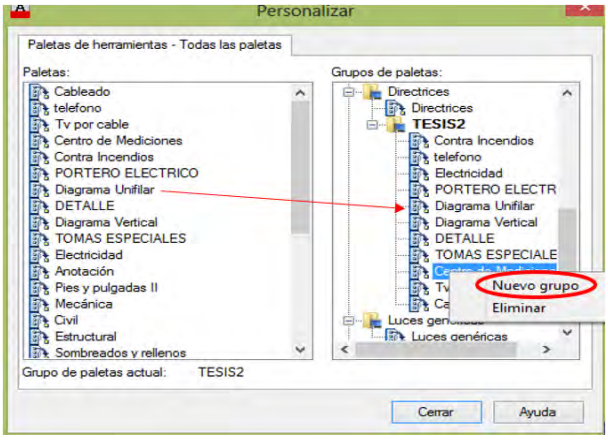


Figura 3.14: crear nuevo grupo de paletas
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

a) Agregar bloques a la paleta:

d.1) Abrir en AutoCAD la ventana *Design Center* pulsando (Ctrl + 2).

d.2) En la ventana *Design Center* (ver figura 3.15), seleccione el archivo “Bloques”, de la opción “bloques.dwg” de la lista de carpetas, el cual contiene los bloques a utilizar (figura 3.16).

d.3) Seleccione en la ventana anterior los bloques que desean transferir, luego arrastre y pegue en la paleta correspondiente (ver figura 3.16).

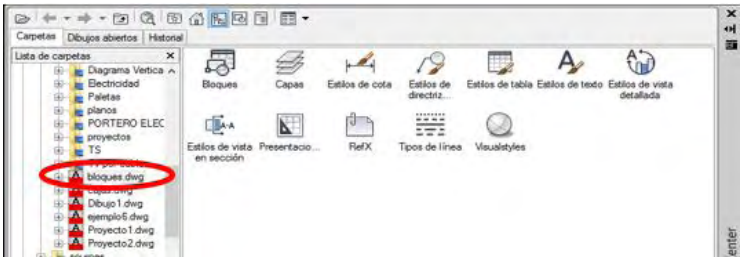


Figura3.15: Bloques
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

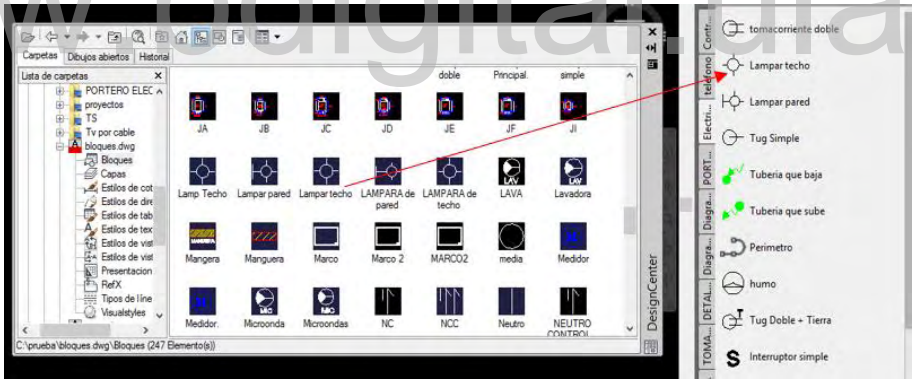


Figura3.16: insertar bloques en paleta
Fuente: Autor

b) Para exportar paletas creadas en otro ordenador se debe dirigir a *Herr.>Personalizar>Paletas de herramientas* luego seleccionar la paleta deseada, debe pulsar con el botón derecho sobre esta y seleccionar “exportar” (figura 3.17).

c) Luego se debe seleccionar el lugar donde será guardado el archivo exportado, junto con el plano donde se encuentran los bloques almacenados.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

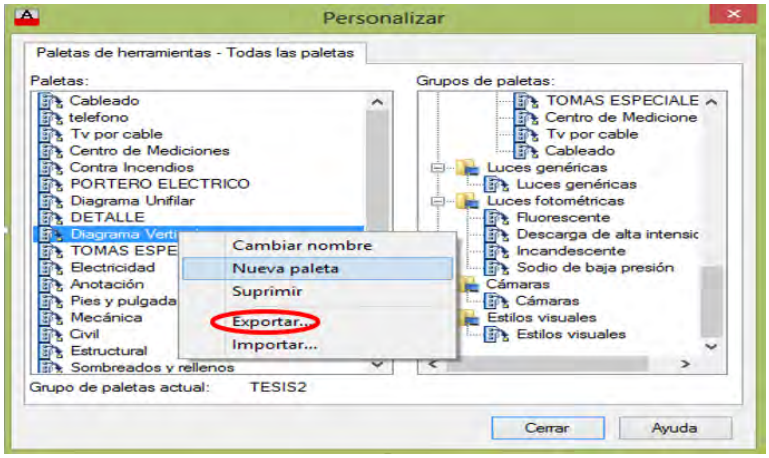


Figura3.17: exportar paletas
Fuente: Autor

3.3 ÁREA DE PROGRAMACIÓN

Para la creación de la herramienta es necesario el manejo del lenguaje Visual Basic para Aplicaciones (VBA), el cual debe estar instalado en el producto AutoCAD.

www.bdigital.ula.ve

3.3.1 Instalación del módulo VBA: Como el AutoCAD®2013 no posee el módulo Microsoft® Visual Basic® para Aplicaciones (VBA) por defecto, es necesario descargarlo desde internet en la dirección indicada por el AutoCAD para la versión correspondiente según el procesador de 32 bits o 64 bits, este es un archivo muy liviano, que al abrir presenta la ventana de instalación (figura 3.18)

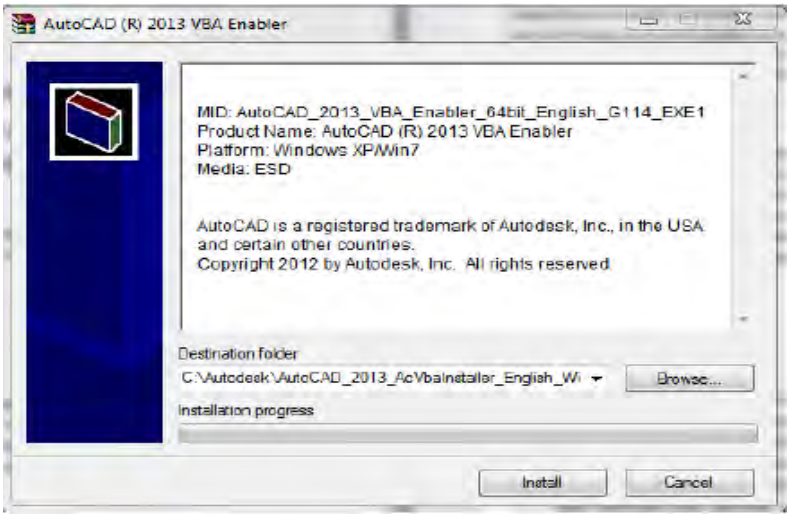


Figura 3.18: Instalación del módulo VBA para AutoCAD
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Una vez finalizada la instalación, en barra de menú de AutoCAD debe seleccionar "Administrar" y luego "Editor de Visual Basic" (Figura 3.19), quedando listo para desarrollar la programación (figura 3.23).

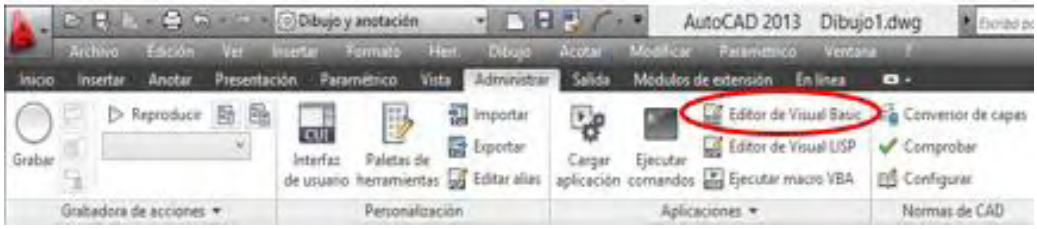
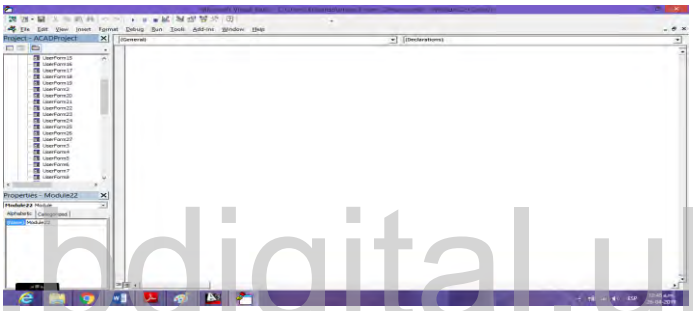


Figura 3.19 Editor de Visual Basic
Fuente: Autor



www.bdigital.ula.ve

Figura3.20: Ventana de Editor Visual Basic
Fuente: Autor

3.3.2 Formularios: Los formularios son las zonas de la pantalla donde se diseña el programa y sobre las que se sitúan los controles o herramientas de la *toolbox*, como cajas de texto, botones, etiquetas y demás.

Los formularios, sirven para ejecutar operaciones como el registro, actualización, eliminación o procesamiento de los datos existentes en Excel y como interfaz para ejecutar macros previamente existentes.

Estos formularios en AutoCAD pueden ser empleados desde cualquier hoja, por medio de algún botón que se coloque en AutoCAD, ejemplo los botones de la barra de herramientas.

El formulario y los controles serán el esqueleto o la base del programa. Una aplicación puede tener varios formularios, pero siempre habrá uno con el que arrancará la aplicación. [4]

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Para crear un formulario VBA se debe abrir el “Editor de Visual Basic”, luego desde el Editor de VBA debe pulsar con el botón derecho del mouse sobre cualquier elemento del explorador de proyectos, elegir “Insertar” y luego “formulario” como se puede notar en la figura 3.21.

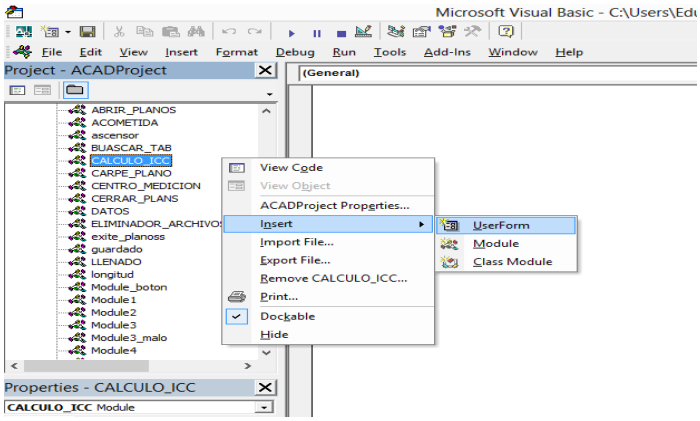


Figura3.21: Ventana para insertar formulario
Fuente: Autor

3.3.3 Propiedades de los formularios: A continuación se detallaran las propiedades del formulario más utilizadas (figura 3.22).

www.bdigital.ula.ve

a) *Name*: en todo control la primera propiedad que debe establecerse es el nombre del objeto, es recomendable que en el caso del formulario las tres primeras letras sean Frm, precisamente para saber que se trata de un formulario, luego el nombre que se le quiere asignar sin admitir espacios[4].

b) *Back Color*: permite cambiar el color del fondo del formulario.

c) *Borde Color:* Establece el color en el borde del formulario.

d) *BorderStyle:* Establece el estilo del borde del formulario.

e) *Caption:* Etiqueta o título para identificación del formulario.

f) *Picture:* Establece una imagen como fondo del formulario.

g) *Font:* Nos permite definir el tipo y tamaño de letra.

h) *ForeColor:* Define el color de la letra.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

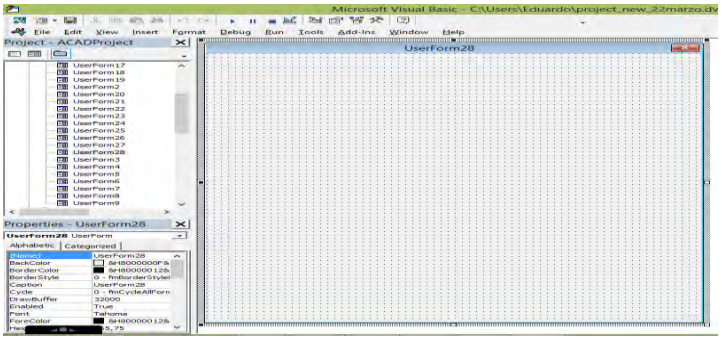
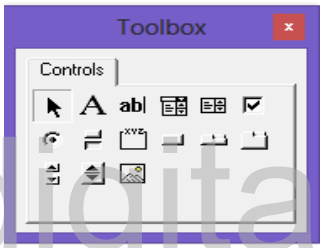


Figura3.22: Formulario Visual Basic
Fuente: Autor

3.3.4 Toolbox: Cuadro de herramientas donde se encuentran todos los controles que se usaran en la construcción del formularios como: *label*, *Textbox*, *ComboBox*, *listbox*, *checkbox*, *optionbutton*, *Commandbutton.* (Ver Figura 3.23)[4].



www.bdigital.ula.ve

Figura 3.23: Herramientas
Fuente: Autor

Label: Este control sirve para mostrar nombres, títulos en nuestro formulario que orienten en el diseño, mas no permite la introducción de datos. (Figura 3.24)[4].

TextBox: caja de texto que se utiliza para introducir o mostrar un dato. (Figura 3.25)[4].

ComboBox: caja desplegable de texto que mantiene almacenado varios datos para seleccionar (figura 3.26) [4].

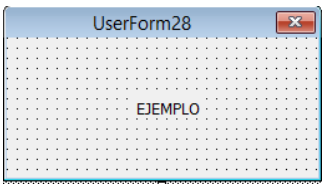


Figura 3.24 Label
Fuente: Autor

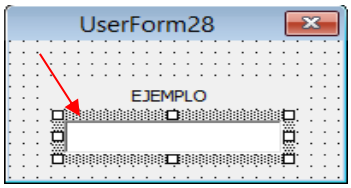


Figura 3.25 Textbox
Fuente: Autor

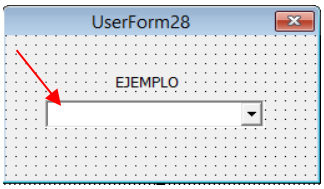


Figura 3.26 ComboBox
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Listbox: Es un cuadro donde se almacena varios datos de información en forma de listado para alguna acción determinada (Figura 3.27) [4].

Checkbox: es un control que permite al usuario seleccionar una o más opciones de varias disponibles. . (Figura 3.28)[4].

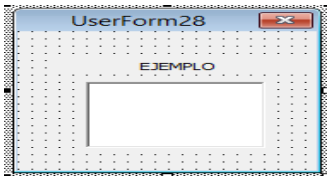


Figura 3.27 Listbox
Fuente: Autor

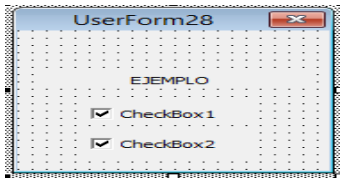


Figura 3.28 Checkbox
Fuente: Autor

OptionButton: Control que permite al usuario escoger solo una de varias opciones. (Figura 3.29)[4].

CommandButton: Botón que permite realizar las determinadas acciones, bien sea mandar a ejecutar una macro o insertar un código de programación que haga alguna operación. (Figura 3.30)[4].

www.bdigital.ula.ve

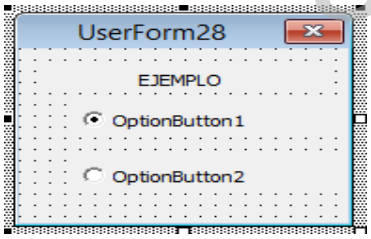


Figura 3.29 OptionButton
Fuente: Autor

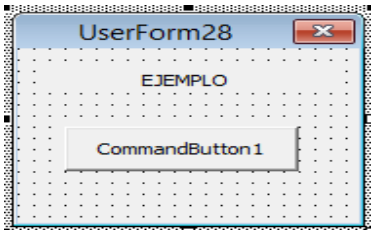


Figura 3.30 ComandButton
Fuente: Autor

3.3.5 Módulos: Un módulo es un área de trabajo donde se desarrolla el código de programación (código VBA). Aquí se insertan declaraciones, subrutinas y funciones.

Para crear un módulo VBA se debe abrir el “Editor de Visual Basic”, luego desde el Editor de VBA debe pulsar con el botón derecho del mouse sobre cualquier elemento del explorador de proyectos, elegir “Insertar” y luego “Modulo” como se puede notar en la figura 3.31.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

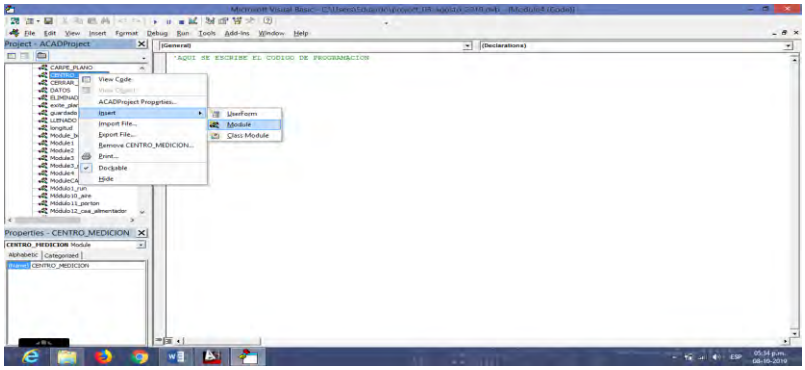


Figura3.31: Ventana de editor visual basic modulo.
Fuente: Autor

Se debe tener en cuenta que los módulos o macros pueden ser creadas de forma automática cuando se usa el grabador de macros [4].

3.3.6 Lenguaje de programación VBA: Este lenguaje de programación está orientado a eventos y forma parte del lenguaje usado en la familia de Microsoft office. El VBA (Visual Basic for Applications) puede ser empleado tanto en AutoCAD y Excel como en los demás programas de office, Pudiendo incorporar Todos los elementos de este entorno informático: ventanas, botones, cajas de diálogo y de texto, Botones de opción y de selección, barras de desplazamiento, gráficos, menús. Con el fin de crear aplicaciones para poder automatizar los trabajos y así ahorrar mucho tiempo.

www.bdigital.ula.ve

Los comandos que se crean tanto en AutoCAD como en Excel pueden realizar acciones como agregar textos, cambiar letra, agregar color a una celda, cambiar capas, crear capas, realizar operaciones etc.

La aplicación Visual Basic de Microsoft puede trabajar de dos modos distintos: en modo de diseño y en modo de ejecución. En modo de diseño el usuario construye interactivamente la aplicación, colocando controles en el formulario, definiendo sus propiedades, y desarrollando funciones para gestionar los eventos.

La aplicación se prueba en modo de ejecución. En ese caso el usuario actúa sobre el programa (Introduce eventos) y prueba cómo responde el programa.

En la programación se emplea el uso de objetos. Como por ejemplo se pueden mencionar algunos de ellos: *Userform, Workbook, Worksheets, range, cells,* formularios, Libro, hoja, rango

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

son los objetos que van a experimentar cambios por medio de propiedades y métodos a usar (ver figura3.32).

Como propiedades se pueden nombrar algunas como *color, height, BackColor, Value, Format*, que se pueden emplear por medio de los objetos, en este caso sirven para controlar el color, Altura, color en el fondo, valor y formato.

Algunos métodos que se puedennombrar como*: Select, Activate, Clear, Copy, hide, show y AddItem*. Que sirven para controlar las acciones, en este caso la Selección, activación de un objeto, limpieza, copia, ocultar, mostrar y agregar.

Se debe tener en cuenta que cada objeto debe corresponderle alguna propiedad o algún método para realizar determinada acción [5].

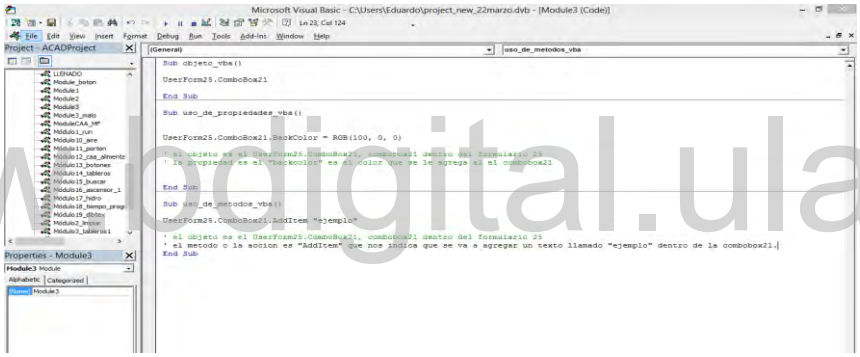


Figura3.32: Ejemplos de programación en el módulo
Fuente: Autor

3.3.7 Proyectos y módulos: Un proyecto realizado en el lenguaje VBA es el conjunto de todos los módulos necesarios para que un programa funcione. La información referente a esos módulos se almacena en un fichero del tipo *ProjectName.vbp*. La extensión **.vbp* del fichero hace referencia a *Visual Basic proyect.*

Los módulos que forman parte de un proyecto pueden ser de varios tipos: aquellos que están asociados a un formulario (***.frm***), los que contienen únicamente líneas de código *Basic* (***.bas***) llamados módulos estándar y los que definen agrupaciones de código y datos denominadas clases ***(*.cls),*** llamados módulos de clase.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Un módulo ***.frm** está constituido por un formulario y toda la información referente a los controles en él contenidos.

Un módulo de código estándar ***.bas** contendrá una o varias funciones y/o procedimientos, además de las variables que se desee, a los que se podrá acceder desde cualquiera de los módulos que forman el proyecto [5].

3.3.8 Variables y funciones de ámbito local: Un módulo puede contener variables y procedimientos o funciones públicos y privados. Los públicos son aquellos a los que se puede acceder libremente desde cualquier punto del proyecto. Para definir una variable, un procedimiento o una función como público es necesario preceder a la definición de la palabra *Public*, como por ejemplo:

```
Public Variable1 As Integer
Public Sub Procedimiento1 (Parametro1 As Integer,…)
Public Function Funcion1 (Parametro1 As Integer,…) As Integer
```

Una variable *Private*, por el contrario, no es accesible desde ningún otro módulo distinto de aquél en el que se haya declarado.

www.bdigital.ula.ve

Se llama variable local a una variable definida dentro de un procedimiento o función. Las variables locales no son accesibles más que en el procedimiento o función en que están definidas [5].

3.3.9 Variables y funciones de ámbito global: Se puede acceder a una variable o función global desde cualquier parte de la aplicación. Para hacer que una variable sea global, hay que declararla en la parte general de un módulo ***.bas** o de un formulario de la aplicación. Para declarar una variable global se utiliza la palabra *Public*.

Por ejemplo:

```
Public var1_global As Double, var2_global As String
```

Así se podrá acceder a las variables *var1_global*, *var2_global* desde todos los formularios. La Tabla 3.1 muestra la accesibilidad de las variables en función de dónde y cómo se hayan declarado [5].

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Tabla 3.2 Tipos de variable
Fuente: Autor

TIPO DE VARIABLE	LUGAR DE DECLARACION	Accesibilidad
Global o public	Declaraciones de *.bas	Desde todos los formularios
Dim o Private	Declaraciones de *.bas	Desde todas las funciones de ese modulo
Public	Declaraciones de *.frm	Desde cualquier procedimiento del propio formulario y desde otros, procedida del nombre del módulo en el que se ha declarado
Dim o Private	Declaraciones de *.frm	Desde cualquier procedimiento del propio formulario
Dim	Cualquier procedimiento de un modulo	Desde el propio procedimiento

www.bdigital.ula.ve

3.3.10 Variables: Una variable es un nombre que designa a una zona de memoria (se trata por tanto de un identificador), que contiene un valor de un tipo de información, además pueden cambiar su valor a lo largo de la ejecución de un programa [5].

3.3.11 Constantes: Son identificadores con la particularidad de que el valor que está en ese lugar de la memoria solo puede ser asignado una única vez [5].

3.3.12 Identificadores: VBA, como todos los demás lenguajes de programación, tiene sus propias reglas para elegir los identificadores. Los usuarios pueden elegir con gran libertad los nombres de sus variables y funciones, teniendo siempre cuidado de respetar las reglas del lenguaje y de no utilizar un conjunto de palabras reservadas (***keywords*, como lo son: *for, if, else, loop, Next, Val, Hide, Show*, entre otras)**, que son utilizadas por el propio lenguaje [5]

3.3.13 Tipos de Datos: *Visual Basic*, dispone de distintos tipos de datos aplicables tanto para constantes como para variables. La siguiente tabla muestra algunos tipos de datos que se pueden usar [5].

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Tabla 3.3 Variables características
Fuente: Autor

Tipo	Descripción	Carácter de declaración	rango
Boolean	Binario		True o False
Byte	Entero corto		0 a 255
Integer	Entero (2 bytes)	%	-32768 a 32767
Long	Entero largo (4 bytes)	&	-2147483648 a 2147483647
Single	Real simple precisión (4bytes)	!	-3.40E+38 a 3,40E+38
Double	Real doble precisión (8 bytes)	#	-1.79D+308 a 1.79D+308
Currency	Numero con punto decimal fijo (8bytes)	@	-9.22E +14 a 9.22E +14
String	Cadena de caracteres (4bytes + 1byte/carac hasta 64k)	$	0 a 65500 caracteres.
Date	Fecha (8bytes)	ninguno	1 de enero de 100 a 31 de diciembre de 9999 indica también la hora, desde 0.00:00 Hasta 23:59:59

www.bdigital.ula.ve

3.3.14 Elección del tipo de variable: Si en el código del programa se utiliza una variable que no ha sido declarada, se considera que esta variable es de tipo *Variant.* Las variables de este tipo se adaptan al tipo de información o dato que se les asigna en cada momento. Por ejemplo, una variable tipo *Variant* puede contener al principio del programa una cadena (*string)* de caracteres, después una variable de *doble precisión*, y finalmente un número *entero* [5].

En general es el tipo de dato lo que determina qué tipo de variable se debe utilizar. A continuación se muestran algunos ejemplos:

· ***Integer*** para numerar las filas y columnas de una matriz no muy grande
· ***Long*** para numerar los habitantes de una ciudad o los números de teléfonos
· ***Boolean*** para una variable con sólo dos posibles valores (sí o no)
· ***Single*** para variables físicas con decimales que no exijan precisión
· ***Double*** para variables físicas con decimales que exijan precisión
· ***Currency*** para cantidades grandes de dinero

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.3.15 Operadores: A continuación se mostraran en tabla 3.3 algunos operadores usados en la programación [5].

Tabla 3.4 operadores usados en la programación.
Fuente: Autor

Tipo	Operación	Operador en VBA
Aritmético	Exponenciación	^
	Multiplicación y división	*, /
	División entera	\
	Suma y resta	+,-
Concatenación	Concatenar o enlazar	& +
Relacional	Igual a	=
	Distinto	<>
	Menor que / menor igual que	< <=
	Mayor que / mayor igual que	> >=
Otros	Comparar dos expresiones de caracteres	*Like*
	Comparar dos referencia a objetos	*Is*
Lógico	Negación	*Not*
	Inclusión	*And*
	Or inclusivo	*Or*
	Or exclusivo	*xor*
	Equivalencia (opuesto a xor)	*Eqv*

www.bdigital.ula.ve

3.3.16 Sentencias de control: Denominadas también estructuras de control, Son las encargadas de controlar el flujo de un programa según los requerimientos y sentencias que se utilicen. VBA dispone de las siguientes estructuras de control [5]:

- *If …then … else*
- *Select Case*
- *For…Next*
- *Do…Loop*

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

- *While…Wend*
- *For Each… next*

Sentencias *If… Then…Else:* Esta estructura permite ejecutar condicionalmente una o más sentencias y puede escribirse de dos formas. La primera ocupa sólo una línea y tiene la forma siguiente:

```
If condicion Then
    Sentencia1(s)
[Else
    Sentencia2(s)]
End If
```

Si condición es *True* (verdadera), se ejecutan las sentencias que están a continuación de **Then**, y si condición es *False* (falsa), se ejecutan las sentencias que están a continuación de **Else**, si esta cláusula ha sido especificada (pues es opcional). Para indicar que se quiere ejecutar uno de varios bloques de sentencias dependientes cada uno de ellos de una condición, la estructura adecuada es la siguiente:

www.bdigital.ula.ve

```
If condicion1 Then
     sentencias1
ElseIf condicion2 Then
     sentencias2
Else
     sentencia-n
End If
```

Si se cumple la condicion1 se ejecutan las sentencias1, y si no se cumple, se examinan secuencialmente las condiciones siguientes hasta *Else*, ejecutándose las sentencias correspondientes al primer *ElseIf* cuya condición se cumpla. Si todas las condiciones son falsas, se ejecutan las sentencias-n correspondientes a *Else*, que es la opción por defecto [5].

Sentencia *Select Case*: Esta sentencia permite ejecutar una de entre varias acciones en función del valor de una expresión. Es una alternativa a *If*... *Then*... *ElseIf* cuando se compara la misma expresión con diferentes valores. Su forma general es la siguiente:

```
Select Case expression
Case etiq1
   [sentencias1]
Case etiq2
```

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

```
    [sentencias2]
Case Else
    Sentencias_n
End Select
```

Donde expresión es una expresión numérica o alfanumérica, y *etiq1*, *etiq2*,... pueden adoptar las formas siguientes:

1. *expresión*
2. *expresión* To *expresion*
3. Is *operador-de-relación expresion*
4. *combinación de las anteriores separadas por comas*

Por ejemplo,

```
Numero = 8’ Se inicializan las variable.
Select Case Numero’ Se va a evaluar la variable Numero.
Case 1 To 5 ' Numero está entre 1 y 5.
Resultado = "Se encuentra entre 1 y 5"
‘Lo siguiente se ejecuta si es True la expresión.
Case 6, 7, 8 ' Numero es uno de los tres valores.
Resultado = "Se encuentra entre 6 y 8"
Case Is = 9 , Is = 10 ' Numero es 9 ó 10.
Resultado = "El valor es 9 o 10"
Case Else ' Resto de valores.
Resultado = "El número no se encuentra entre 1 y 10"
End Select
```

www.bdigital.ula.ve

Cuando se utiliza la forma *expresion To expresion*, el valor más pequeño debe aparecer en primer lugar.

Cuando se ejecuta una sentencia *Select Case*, Visual Basic evalúa la expresión y el control del programa se transfiere a la sentencia cuya etiqueta tenga el mismo valor que la expresión evaluada, ejecutando a continuación el correspondiente bloque de sentencias. Si no existe un valor igual a la expresion entonces se ejecutan las sentencias a continuación de *Case Else* [5].

Sentencia *For…Next:* La sentencia For da lugar a un lazo o bucle, y permite ejecutar un conjunto de sentencias cierto número de veces. Su forma general es:

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

```
For variable = expresion1 To expresion2 [Step expresion3]
      [Sentencias]
Exit For
      [Sentencias]
Next [variable]
```

Cuando se ejecuta una sentencia *For*, primero se asigna el valor de la expresion1 a la variable y se comprueba si su valor es mayor o menor que la expresion2. En caso de ser menor se ejecutan las sentencias, y en caso de ser mayor el control del programa salta a las líneas a continuación de ***Next***. Todo esto sucede en caso de ser la expresion3 positiva. En caso contrario se ejecutarán las sentencias cuando la variable sea mayor que expresion2. Una vez ejecutadas las sentencias, la variable se incrementa en el valor de la expresion3, o en 1 si *Step* no se especifica, volviéndose a efectuar la comparación entre la variable y la expresion2, y así sucesivamente.

La sentencia *Exit For* es opcional y permite salir de un bucle *For***...** *Next* antes de que éste finalice [5].

Sentencia *Do*….*Loop*: Un *Loop* (bucle) repite la ejecución de un conjunto de sentencias mientras una condición dada sea cierta, o hasta que una condición dada sea cierta. La condición puede ser verificada antes o después de ejecutarse el conjunto de sentencias. Sus posibles formas son las siguientes:

www.bdigital.ula.ve

Formato 1:

```
Do [{While/until} condicion]
      [Sentencias]
[Exit Do]
      [Sentencias]
Loop
```

Formato2:

```
Do
    [Sentencias]
Exit Do]
    [Sentencias]
Loop [{While/Útil} condicion]
```

La sentencia opcional *Exit Do* permite salir de un bucle *Do***...** *Loop* antes de que finalice éste [5].

Sentencia *While*…..*Wend*: Esta sentencia es otra forma de generar bucles que se recorren mientras se cumpla la condición inicial. Su estructura es la siguiente [5]:

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

```
While condicion
  [Sentencias]
Wend
```

Por ejemplo:

```
Counts = 0                ' Se inicializa la variable.
While Counts < 20         ' Se comprueba el valor de Counts.
Counts = Counts + 1      ' Se incrementa el valor de Counts.
Wend                  ' Se acaba el bucle cuando Counts > 19.
```

Sentencia *For Each…..Next:* Esta construcción es similar al bucle *For*, con la diferencia de que la variable que controla la repetición del bucle no toma valores entre un mínimo y un máximo, sino a partir de los elementos de un arreglo (o de una colección de objetos). La forma general es la siguiente:

```
For Each variable In grupo
   [Sentencias]
Next variable
```

Con arrays *v*ariable tiene que ser de tipo *Variant*. Con colecciones variables puede ser *Variant* o una variable de tipo *Object*. Esta construcción es muy útil cuando no se sabe el número de elementos que tiene el array o la colección de objetos [5].

www.bdigital.ula.ve

3.4 PROGRAMACION DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL

La aplicación está formada por un conjunto de formularios que ejecutaran diferentes tareas. el primer formulario muestra el menú del programa, el segundo formulario enfocado en la selección del tipo de diseño, el tercer formulario encargado del cálculo eléctrico en residencias multifamiliares el cual cuenta con 5 paginas para desarrollar dichos cálculos, donde la primera página es para la recolección de datos del inmueble, la segunda página destinada a ubicación de salidas, la tercera página será la usada para del cálculo de los circuitos ramales, la cuarta página está reservada para el cálculo de alimentadores y tableros, por último la página final que se encarga del cálculo de la acometida, por otro lado se cuenta con un cuarto formulario para los sistemas que se contemplan en las edificaciones residenciales tales como: contraincendios, telefonía, intercomunicadores y televisión.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.4.1 Formulario de inicio:

Es la primera ventana de la aplicación (ver figura 3.33), está constituido por un cuadro de texto para que el usuario identifique sus proyectos. También tiene la opción de elegir el tipo de inmueble que desea trabajar, Teniendo en cuenta que cada una de estas opciones despliega distintos formularios como se muestra en el diagrama de flujo. (Ver figura3.34). Además si se trata de un nuevo proyecto se creara una carpeta con el nombre que haya identificado el mismo, ubicada en disco c: /prueba/proyectos/multifamiliar. Con el fin de guardar los trabajos que se vayan ejecutando.

Figura 3.33 Formulario Menú del programa
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

El botón "INICIAR "permite avanzar en la aplicación de modo que se mostrara la ventana correspondiente. (Ver Figura 3.35) la misma hace referencia a la selección del diseño bien sea electricidad o sistemas. Por último se abrirán 3 libros de Excel de forma automática llamado "palprof11_n", "Plantas", "Servicios Generales" donde se llevaran a cabo los cálculos y el recaudo de información del proyecto.(ver figura3.36)

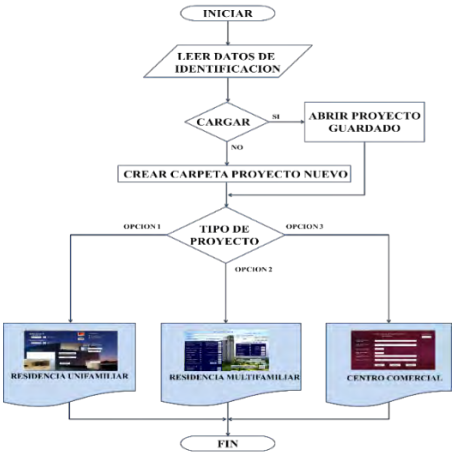


Figura3.34: Diagrama de flujo del menú del programa
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 3.35 Tipo de diseño
Fuente: Autor

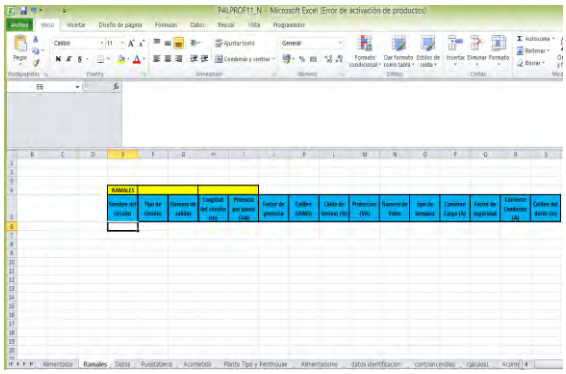


Figura 3.36 libro de Excel "PALPROF11_N"
Fuente: Autor

Para lograr la creación de la carpeta se usaron comandos y códigos visto en la figura 3.37 para las distintas opciones vivienda unifamiliar o multifamiliar.

```
If OptionButton1.Value = True Then

On Error Resume Next
Set Fold = FSO.GETFOLDER("C:\prueba\proyectos\unifamiliar")
Set SubFold = Fold.SUBFOLDERS
SubFold.Add TextBox1.Value
Set Fold = Nothing
Set SubFold = Nothing
Set FSO = Nothing
UserForm1.Label133.Visible = True
UserForm1.Label134.Visible = False

End If

If OptionButton2.Value = True Then

On Error Resume Next
Set Fold = FSO.GETFOLDER("C:\prueba\proyectos\multifamiliar")
Set SubFold = Fold.SUBFOLDERS
SubFold.Add TextBox1.Value
Set Fold = Nothing
Set SubFold = Nothing
Set FSO = Nothing
UserForm1.Label133.Visible = False
UserForm1.Label134.Visible = True
End If
```

www.bdigital.ula.ve

Figura 3.37 Código para crear las carpetas de guardado
Fuente: Autor

La figura 3.38 corresponde al código que ejecuta la búsqueda de la carpeta y abre las hojas de Excel del proyecto guardado en caso de que el usuario desee continuar un proyecto.

```
Sub Abrir()

    If UserForm13.OptionButton1.Value = True Then

        Shell "explorer " & "C:\prueba\proyectos\unifamiliar\" & TextBox1.Value & "\PALPROF11.xlsm", vbNormalFocus

    End If

    If UserForm13.OptionButton2.Value = True Then
      Workbooks.Open "C:\prueba\proyectos\multifamiliar\" & UserForm13.TextBox1 & "\PALPROF11_N.xlsm"
       Workbooks.Open "C:\prueba\proyectos\multifamiliar\" & UserForm13.TextBox1 & "\Plantas.xlsm"
        Workbooks.Open "C:\prueba\proyectos\multifamiliar\" & UserForm13.TextBox1 & "\Servicios Generales.xlsm"
      excel.Application.Visible = True
      UserForm13.Hide
      Load UserForm25
      UserForm25.show
    End If
End Sub
```

Figura 3.38 Código de macro para abrir las hojas de trabajos guardadas
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.4.2 Primera página datos de la edificación:

Esta página es creada para obtener los datos de identificación de un proyecto de instalaciones eléctricas en una residencia multifamiliar, como se muestra en la figura 3.39, cuenta con cajas de texto para que el usuario inserte la información del inmueble, Luego almacenar toda esta información en una hoja de Excel llamada "datos de identificación" con la acción del botón "agregar" como se describe en el diagrama de flujo (ver figura 3.40). Datos que serán transferidos a la memoria descriptiva cuando finalice la aplicación. Por otra parte se podrán introducir los planos a la aplicación para el fácil acceso a ellos por medio de la interfaz. De la forma como se describe en el diagrama de flujo (Ver figura 3.41).

Figura 3.39 formulario Datos de la Edificacion
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diagrama de flujo ingreso de datos

Figura 3.40: Diagrama de flujo "Datos de la Edificación"
Fuente: Autor

Diagrama de flujo ingreso de planos

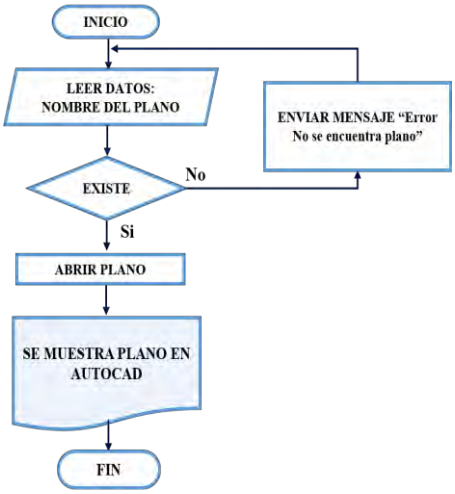


Figura 3.41: Diagrama de flujo "Planos"
Fuente: Autor

La forma de transferir los datos por medio de la interfaz a la hoja de Excel (ver figura 3.43) se realiza llamando al libro del Excel (Workbooks ("PALPROF11_N")) y luego la hoja (Worksheets ("datos identificación")) y luego el Rango o la celda en la que desea alojar ese dato.se debe respetar el orden de cómo se realiza la invocación como se muestra en el código de la figura 3.42.

www.bdigital.ula.ve

```
Workbooks("palprof11_N.xlsm").Activate
Worksheets("datos identificacion").Select

   Range("B3").Value = TXTNOM_EDI.Value
   Range("B4").Value = TXTUBI_EDI.Value
   Range("B5").Value = TextBox80.Value
   Range("C6").Value = TXTNUM_PLANTAS.Value
   Range("C7").Value = TXTPLAN_TIPO.Value
   Range("c11") = TextBox225.Value
   Range("C9").Value = TextBox79.Value
    Range("c12") = TXTNUMAPTOS_PENT.Value
    Range("c13") = TXTNUMAPTOS_BAJA.Text
 Range("c14") = TextBox82.Value

Range("t4") = TextBox217.Text
Range("u4") = TextBox218.Text
Range("v4") = TextBox216.Text
Range("w4") = TextBox215.Text
Range("F13") = TextBox229.Text
Range("u7") = TextBox228.Text
Range("E14") = TextBox227.Text
Range("D14").Value = TextBox224.Value
Range("E13").Value = TextBox231.Text
Range("D13").Value = TextBox230.Value
Range("V10").Value = TextBox232.Value
Range("V11").Value = TextBox233.Value
Range("V12").Value = TextBox228.Value
Range("V13").Value = TextBox234.Value
Range("V14").Value = TextBox246.Value
```

Figura 3.42 Código para transferir datos a Excel
Fuente: Autor

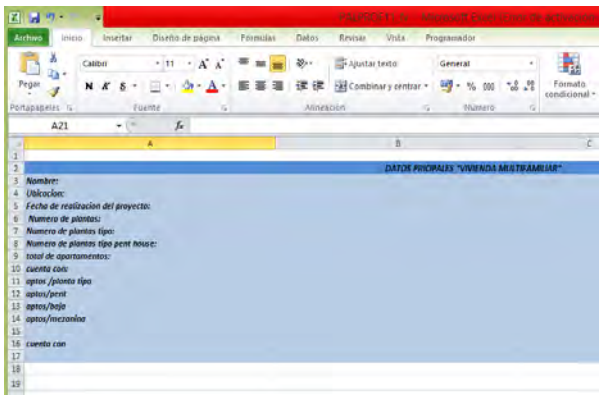


Figura 3.43 Libro de Excel hoja "datos de identificación"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

la figura 3.44 muestra el codigo para abrir los planos desde la misma interfaz (ver figura 3.45).

```
 Dim AngBracDwg As String
    Dim graphics As AcadApplication
    Dim Tablero As String
    Dim blockRefObj As AcadBlockReference
    Dim insertionpnt(0 To 2) As Double
   On Error Resume Next


UserForm25.Hide
 Set graphics = GetObject(, "AutoCAD.Application")
    If Err.Description > vbNullString Then
        Err.Clear
        Set graphics = CreateObject("AutoCAD.Application")
    End If
    AngBracDwg = "C:\prueba\proyectos\multifamiliar\" & UserForm13.TextBox1 & "\planos\" & ComboBox27.Value & ""
    graphics.Documents.Open (AngBracDwg)
```

Figura 3.44 Codigo para llamar a los planos desde la interfaz
Fuente: Autor

Figura 3.45 ingreso de planos
Fuente: Autor

3.4.3 Segunda página Ubicación de Salidas:

Página diseñada para agregar en Excel, cargas ubicadas el en los distintos ambientes del plano tales como: salidas de iluminación, tomacorrientes de uso general, salidas especiales, tableros. Cuenta con una caja de texto donde se selecciona la planta, el botón asociado a la caja permite crear una hoja en Excel con el nombre de la planta seleccionada. El cuadro de texto referente al "nombre del recinto" junto con su botón "ok" permite crear una tabla en la hoja de Excel anterior donde se ubicaran las cargas por ambientes (ver, Figura 3.53) los diagramas de flujo de la figura 3.47, 3.48 explican en detalle este proceso.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 3.46 Formulario para ubicación de salidas
Fuente: Autor

Dentro de la caja de texto "ingrese el ambiente" se encontraran almacenados los distintos ambientes que pueden existir en una vivienda como cocina, sala, dormitorios, baños, entre otros. El botón "ok" asociado, hace que se inserte es ambiente en la tabla en Excel creada anteriormente.

www.bdigital.ula.ve

El botón "ir al plano" permite crear una capa en AutoCAD con el nombre del ambiente, con el fin cuantificar las salidas que el usuario a cargado y que las refleje en la lista de texto que aparece en el formulario. Además puede borrar las salidas ubicadas con el botón "borrar" y volver a realizar la ubicación.

Con el botón "listo" se agregan automáticamente las salidas mostradas en la lista de texto de la página, a la tabla creada en Excel (ver figura 3.53). Todo este procedimiento se ve reflejado en el diagrama de flujo figura 3.49.

En caso de ubicar salidas de iluminación con el uso de la herramienta DIAlux se tiene el botón con el logo DIAlux que permite ir al el programa como enlace para realizar los cálculos iluminación y luego reflejar la cantidad de salidas en la lista de texto ver manual de DIAlux.

Por otra parte para la ubicación de tableros, se muestra un cuadro de texto para el ingreso del nombre, el botón adyacente crea una hoja en Excel con el nombre del tablero, la caja de texto

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

“tipo de sistema”, muestra las opciones si es monofásico, bifásico o trifásico. Luego el botón “ubicar en plano”, permite cerrar el formulario para situar el tablero en el recinto, por último el botón “cargar” que inserta en la hoja de Excel antes creada, la tabla y el tablero seleccionado dependiendo al sistema. El diagrama de flujo (ver figura 3.50) muestra los detalles de esta sección.

Adicional en esta ventana se creó un calculador de área del recinto, donde el botón de dibujar te lleva al plano para que marques la zona donde deseas calcular el área, y el botón “calcular” realice el procedimiento y muestre el resultado en la caja de texto asociada.

También cuenta una caja de sugerencia que permite que el usuario obtenga información a tomar en consideración según el CEN.

- Diagrama de flujo etapa 1 “crear hoja Excel”

Figura 3.47: Diagrama de flujo “crear hoja de Excel” Fuente: Autor

-Diagrama de flujo segunda etapa 2 “Crear tabla”

Figura 3.48 Diagrama de flujo “crear tabla en Excel” Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diagrama de flujo etapa 3 cargar elementos “salidas” a tablas en Excel

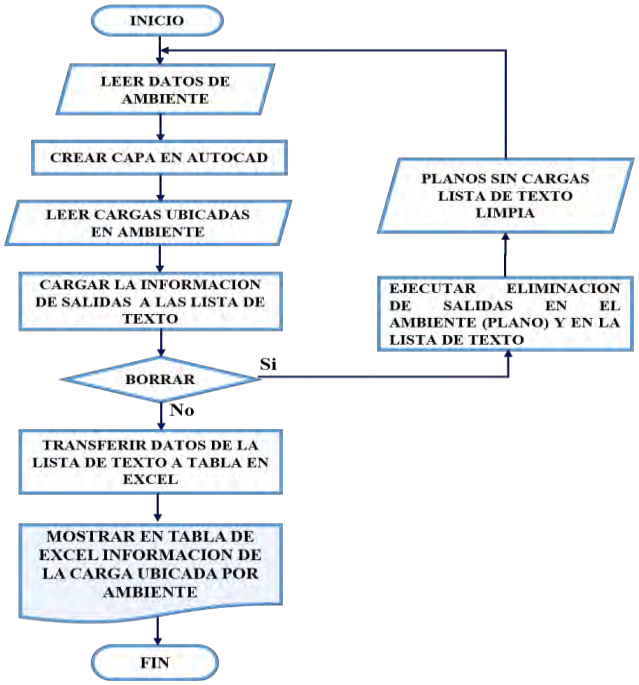


Figura 3.49 Diagrama de flujo “cargar elementos en tabla de Excel”
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Diagrama de flujo “insertar el tablero”

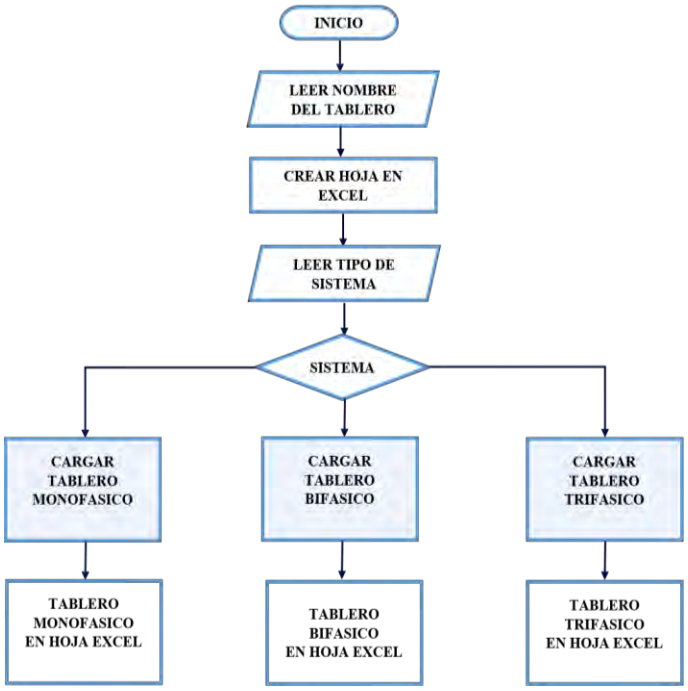


Figura 3.50 Diagrama de flujo “Ubicación de tableros”
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

El diseño para la ubicación de salidas comprende tres etapas representadas en los siguientes códigos:

Etapa 1 creación de la hoja de Excel:

```
Dim Excelapplication As Excel.Application
Dim excelworksheet As Worksheet
Dim ultimafila As Double
On Error Resume Next
TextBox125.Text = ComboBox21.Value
TextBox142.Text = ComboBox21.Value
TextBox81.Enabled = True
 recinto = ComboBox21.Value

Workbooks("PALPROF11_N.xlsm").Activate
Worksheets.Add.Name = recinto
Worksheets(recinto).Select
Worksheets(recinto).Range("b5:d5").Columns.AutoFit
Set excelworksheet = Excelapplication.ActiveWorkbook.Sheets(recinto)
```

Figura 3.51 Código para crear la hoja de Excel.
Fuente: Autor

Recorriendo el código se observa la declaración de variables luego se realiza la invocación de los libros de Excel, para después agregar el objeto y el método (“Woorksheets.Add.Name”) que permite crear automáticamente la hoja con el nombre de la planta, (“ComboBox21”). (Ver Figura 3.51)

www.bdigital.ula.ve

Etapa 2 Creación de la tabla en la hoja de Excel:

```
recinto = ComboBox21.Text
Workbooks("palprof11_N.xlsm").Activate
Worksheets(recinto).Select
Worksheets(recinto).Range("b5:d5").Columns.AutoFit
Set excelworksheet = Excelapplication.ActiveWorkbook.Sheets(recinto)

With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = True
End With
ultimafila = ActiveSheet.UsedRange.Row + 2 + ActiveSheet.UsedRange.Rows.Count

Cells(ultimafila + 1, 2).Value = ComboBox21.Value
Range(Cells(ultimafila + 1, 1), Cells(ultimafila + 1, 3)).Interior.Color = RGB(255, 255, 0)

Cells(ultimafila + 2, 2).Value = TextBox81.Value
Range(Cells(ultimafila + 2, 1), Cells(ultimafila + 2, 3)).Interior.Color = RGB(0, 255, 0)


Range(Cells(ultimafila + 3, 1), Cells(ultimafila + 3, 3)).Interior.Color = RGB(255, 0, 0)
Cells(ultimafila + 3, 2).Value = "CARGA POR AMBIENTE"
excelworksheet.Cells(ultimafila + 3, 1).Font.Bold = True
Cells(ultimafila + 4, 1).Value = "   AMBIENTE:   "
excelworksheet.Cells(ultimafila + 4, 1).Font.Bold = True
Cells(ultimafila + 4, 2).Value = "SALIDA POR CIRCUITO:"
excelworksheet.Cells(ultimafila + 4, 2).Font.Bold = True
Cells(ultimafila + 4, 3).Value = "CANTIDAD DE CARGAS:"
excelworksheet.Cells(ultimafila + 4, 3).Font.Bold = True
```

Figura 3.52 Código para crear la tabla en la hoja de Excel
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Para generar la tabla se muestra el código de la Figura 3.52 donde se agregan los encabezados (“CARGA POR AMBIENTE”, “AMBIENTE”, “SALIDA POR CIRCUITO”, “CANTIDAD DE CARGAS”), en una celda específica. (Ver Figura 3.53).

A6_Planta Primer Piso.dwg		
APARTAMENTO A		
	CARGA POR AMBIENTE	
AMBIENTE:	SALIDA POR CIRCUITO:	CANTIDAD DE CARGAS:

Figura 3.53 Tabla para cómputos “ubicación de salidas”
Fuente: Autor

Etapa 3 cargar los elementos “ubicación de salidas” a la tabla creada en Excel:

```
Dim tLayer As AcadLayer
On Error Resume Next

If OptionButton4.Value = False And OptionButton6.Value = False Then
    MsgBox "elija lo que desea trabajar ejem:Electricidad (viviendas o servicios generales)"

Else

        On Error Resume Next

        Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Add("alumbrado")
        If Err.Number <> 0 Then
            'so the layer already exists, take it
            Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Item("alumbrado")
        End If
        Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Add("tug")
        If Err.Number <> 0 Then
            'so the layer already exists, take it
            Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Item("tug")
        End If
        Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Add("Tespecial")
        If Err.Number <> 0 Then
            'so the layer already exists, take it
            Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Item("Tespecial")
        End If
        Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Add("tAireA")
        If Err.Number <> 0 Then
            'so the layer already exists, take it
            Set tLayer = ThisDrawing.Layers.Item("tAireA")
```

Figura 3.54 Código del botón “ir a el plano”
Fuente: Autor

El código de la figura 3.54 activa la capa correspondiente al ambiente que se esté diseñando.

```
Dim oBkRef As AcadBlockReference
Dim ent As AcadEntity

On Error Resume Next

LstBlocks1.Clear

Select Case True

Case OptionButton4

        For Each ent In ThisDrawing.ModelSpace
         If ent.Layer = ComboBox25.Value Then
                If ent.ObjectName = "AcDbBlockReference" Then

                Set oBkRef = ent

                With LstBlocks1

                        For N = 0 To .ListCount - 1

                        If .List(N) = oBkRef.EffectiveName Then

                        .List(N, 1) = .List(N, 1) + 1

        GoTo Nextn
                        End If
                        Next N
```

Figura 3.55 Código del Botón “cargar”
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Este código asociado al botón “cargar” muestra un bucle “for each” que realiza un sondeo de los bloques que se insertaron en la capa del ambiente seleccionado. Cada vez que identifica un bloque se copia el nombre y la cantidad, luego dicha información se asigna a la lista de texto que se muestra en el formulario. El bucle terminara cuando ya no se encuentren más bloques en la capa. (Ver Figura 3.56).

```
Dim oBkRef As AcadBlockReference
Dim ent As AcadEntity

On Error Resume Next

Mensaje = "Desea eliminar todas  las cargas del ambiente  "
Estilo = vbYesNo + vbCritical
titulo = "ALERTA!!!"
resp = MsgBox(Mensaje, Estilo, titulo)
If resp = vbNo Then
Exit Sub

 Else

 recin = ComboBox25.Value

            For Each ent In ThisDrawing.ModelSpace
             If ent.Layer = recin Then


                        If ent.ObjectName = "AcDbBlockReference" Then

                    Set oBkRef = ent
                         ent.Delete
                         End If
                End If

                Next ent
```

Figura 3.56 Código del botón “borrar”
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Este código elimina los bloques insertados en el ambiente y además limpia la lista de texto para realizar nuevamente el proceso (ver figura 3.56).

```
Mensaje = "¿Confirma que estan todas las cargas distribuidas?"     ' Define el mensaje.
Estilo = vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2     ' Define los botones.
Titulo = "Recuerda!!"     ' Define el titulo.
Ayuda = "DEMO.HLP"     ' Define el archivo de ayuda.
Ctxt = 1000     ' Define el tema
                ' el contexto
                ' Muestra el mensaje.
Respuesta = MsgBox(Mensaje, Estilo, Titulo, Ayuda, Ctxt)
If Respuesta = vbYes Then     ' El usuario eligió el botón Sí.
    MiCadena = "Sí"     ' Ejecuta una acción.
Else     ' El usuario eligió el botón No.
    Exit Sub ' Ejecuta una acción.
End If
'#######################################################################
Dim FASES As Integer
On Error Resume Next


ComboBox25.Enabled = True
AMBIENTE = ComboBox21.Text
Workbooks("PALPROF11_N.xlsm").Activate
Worksheets(AMBIENTE).Select

ultimafila = Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

fila = 1
For i = 0 To LstBlocks1.ListCount - 1
Cells(ultimafila + fila, 2).Value = LstBlocks1.List(i, 0)
Cells(ultimafila + fila, 3).Value = LstBlocks1.List(i, 1)

fila = fila + 1
```

Figura 3.57 Código del botón “listo"
Fuente: Autor

Este código de la figura 3.57 envía la información de la lista de texto en el formulario a la tabla creada en Excel (ver figura 3.53).

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

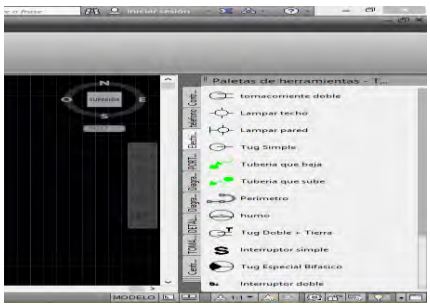


Figura 3.58 Bloques para la ubicación de salidas
Fuente: Autor

La figura 3.58 se observa la paleta de herramientas para que el usuario tenga a disposición rápida los bloques que va a usar en la ubicación de salidas.

3.4.4 Tercera página Circuitos Ramales:

Página creada para el cálculo de los circuitos ramales de cargas concentradas o distribuidas, por medio de la ventana podemos dibujar en el plano circuitos de iluminación, tomacorrientes de uso general, especiales. Y mostrar en pantalla la longitud de los circuitos, calibre del conductor por capacidad y por caída de tensión estimar la tubería entre otros, el diagrama de flujo correspondiente (ver figura 3.60) muestra el funcionamiento de la página.

www.bdigital.ula.ve

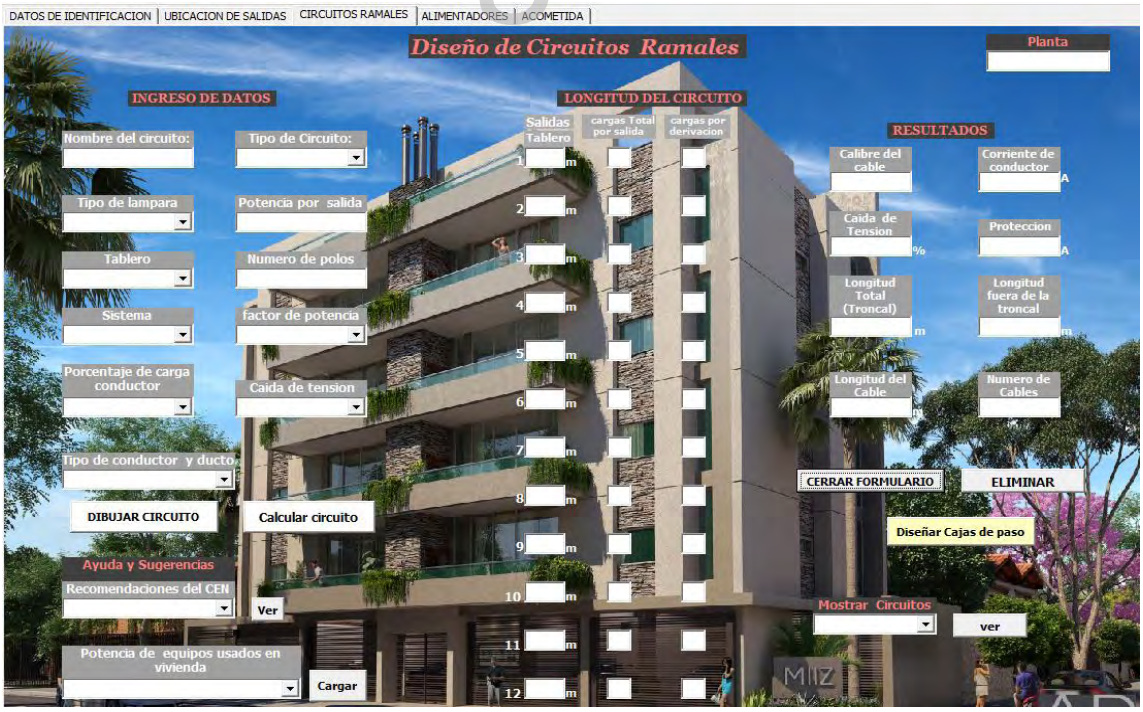


Figura 3.59 Formulario para el cálculo de los circuitos ramales
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diagrama de flujo “circuitos ramales”

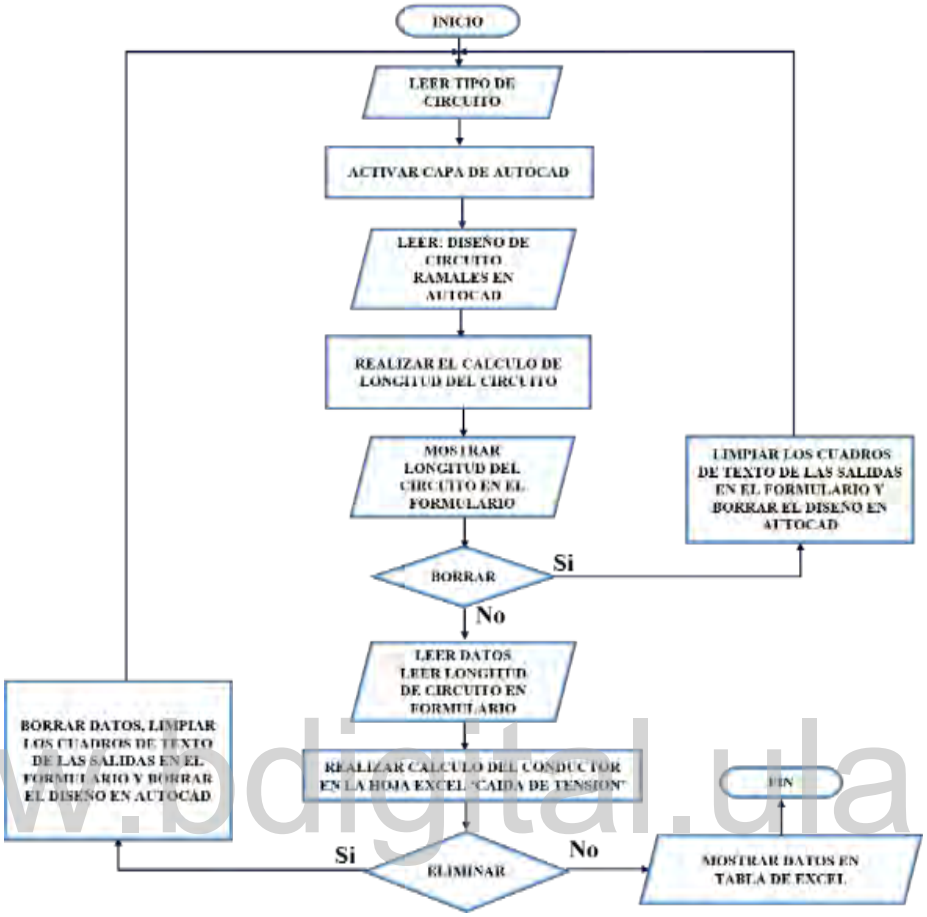


Figura 3.60 Diagrama de flujo “Diseño de circuitos ramales”
Fuente: Autor

El formulario contiene unas cajas de texto para que el usuario ingrese los datos para el cálculo como son el nombre del circuito, tipo de circuito, potencia por punto, factor de potencia.

En la parte central se observa una cantidad de cajas de texto por salida donde se cargaran las distancias entre puntos de carga.

El botón “dibujar circuito” te lleva al plano donde vas a realizar el diseño de los circuitos ramales además activa la capa dependiendo al tipo de circuito. (Ver figura 3.61) código asociado a este botón.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

```
If ComboBox29.Value = "alumbrado" Then

    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("alumbrado")
    Layer.LayerOn = True
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tug")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("Tespecial")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tAireA")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("contraincendios")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("telefonia")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("alumb.exterior")
     Layer.LayerOn = False
      Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tcocina")
    Layer.LayerOn = False
     Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tsecadora")
    Layer.LayerOn = False


End If
 If ComboBox29.Value = "tug" Then

    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tug")
    Layer.LayerOn = True
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("alumbrado")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("Tespecial")
    Layer.LayerOn = False
    Set Layer = ThisDrawing.Layers.Item("tAireA")
    Layer.LayerOn = False
```

Figura 3.61 Código del botón "dibujar circuito"
Fuente: Autor

El botón "calcular circuito" hace posible el cálculo de las distancias entre puntos de carga y los parámetros del circuito como calibre, protección, tubería etc. El código de programación asociado a este botón usa la identidad (ent.ObjectName = "AcDbArc"), para hacer referencia a él comando de arco en el lenguaje VBA. El arco es el que se usa para unir las salidas en los circuitos en plano de AutoCAD. también se observa que cada color se le asignó un cierta cantidad de cable (ent.Color = acBlue), el arco de color azul tiene asignado 2 cables (nc1=2), y así los demás conductores como se muestra en la figura 3.62 .El código de la figura 3.63 muestra la forma en que los cuadros de texto copian la longitud del arco cuando se unen un par de cargas (TextBox89.Value = Format (ent.ArcLength, "0.00")) la estructura "select case" permite realizar esta copia la cantidad de veces que se repita el arco para así tener la distancia punto a punto de todo un circuito.

www.bdigital.ula.ve

```
Public Sub CommandButton90_Click()
On Error Resume Next
Dim ent As AcadEntity
Dim cantidad As Integer
Dim longitud As Integer
Dim Mojal As Integer
Dim tipodecircuito As String
Dim layerobj As AcadLayer
Dim ArcLength As Double
Dim lc As Double
Dim Total As Double
Dim numerodecable1 As Integer
Dim lcw As Currency

For Each ent In ThisDrawing.ModelSpace
    If ent.Layer = TextBox86 Then

        If ent.ObjectName = "AcDbArc" Then

'################numero de cables para el calculo de tuberias############
            If ent.Color = acBlue Then
                If nc1 = "" Then
                    nc1 = "2"
                End If
            End If
            If ent.Color = acRed Then
                Select Case nc1
                Case ""
                    nc1 = "3"
                Case "2"
                    nc1 = "3"

                End Select

            End If
            If ent.Color = acYellow Then
                Select Case nc1
```

Figura 3.62 Código A "calcular circuito"
Fuente: Autor

```
If ent.Color = acBlue Then

    cantidad = cantidad + 1
    longitud1 = longitud1 + 2 * ent.ArcLength

            Select Case cantidad

                    Case 1
                     TextBox89.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")


                    Case 2
                     TextBox90.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")


                    Case 3
                     TextBox91.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                     Case 4
                      TextBox92.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                    Case 5
                      TextBox93.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                    Case 6
                     TextBox94.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                    Case 7
                     TextBox95.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                     Case 8
                      TextBox96.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                    Case 9
                      TextBox97.Value = Format(ent.ArcLength, "0.00")

                    Case 10
```

Figura 3.63 código B "calcular circuito"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Una vez definida la longitud del circuito ramal, los cálculos de calibre, tubería, protección se realizan en la hoja de Excel llamada “CAIDADETENSION”, aquí se encuentran todas las tablas de conductores, tuberías, protecciones y requerimientos para realizar el cálculo del circuito ramal, terminado este proceso todos los resultados son enviados a las tablas de Excel como la de Ramales (figura3.64), Datos (figura3.65), puesta tierra (figura 3.66) y la hoja del tablero. Se debe tener en cuenta que el cálculo no considera las alturas de los tableros solo se mide la distancia vista desde planta.

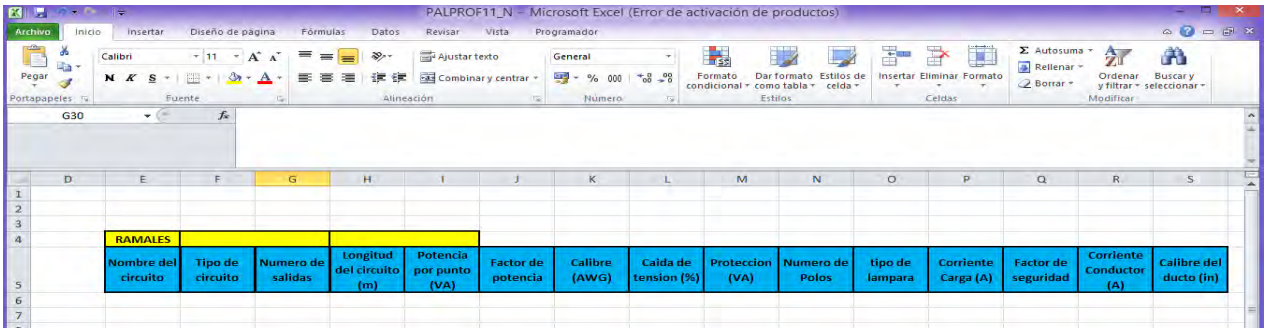


Figura 3.64 Hoja de Excel “Ramales”
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

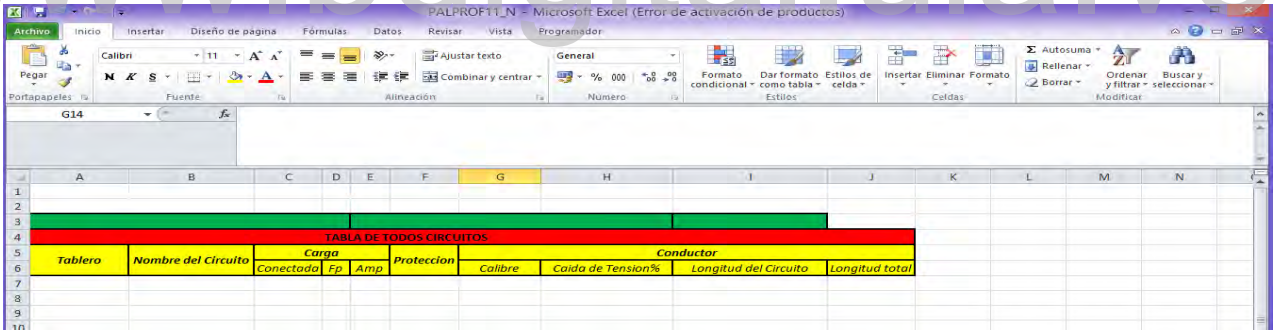


Figura 3.65 Hoja de Excel “Datos”
Fuente: Autor

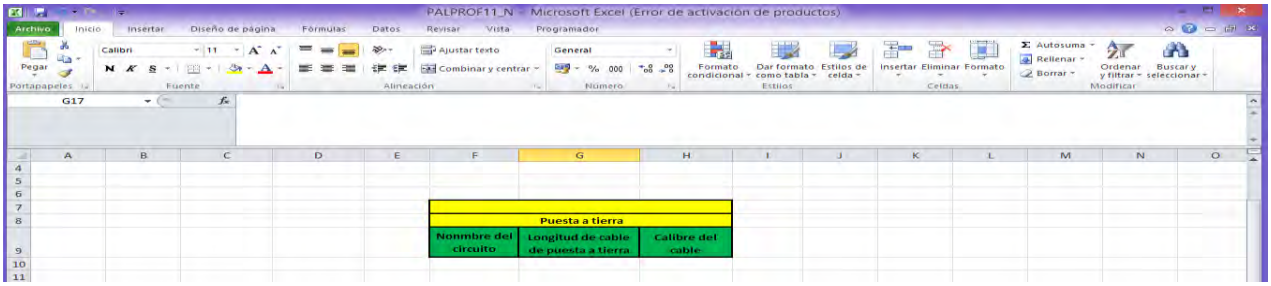


Figura 3.66 Hoja de Excel “puesta tierra”
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Los conductores que se van a usar se encuentran en una paleta de herramientas como se muestra en la figura 3.67.

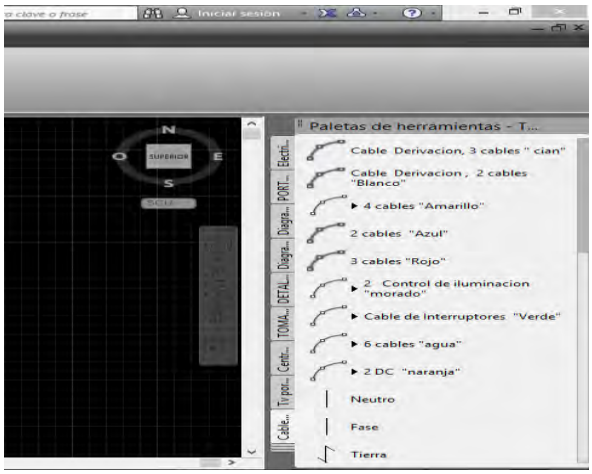


Figura 3.67 Paletas de herramientas cableado
Fuente: Autor

3.4.5 Cuarta página Alimentadores y tableros:

www.bdigital.ula.ve

Página para calcular el alimentador de cada una de las viviendas, servicios generales y prioritarios de la edificación, además de ello permite realizar los cálculos de tablero y alimentador por planta. El formulario comprende una serie de cajas desplegables y cuadros de texto para que el proyectista introduzca todos los datos para el diseño del alimentador (ver figura 3.68).el diagrama de flujo (ver figura 3.70) describe la forma como se calcula el alimentador.
En la parte superior derecha se encuentran un par de lista de texto que son usadas para mostrar tanto la carga de iluminación y tomacorrientes como especiales usados en el diseño. El diagrama de flujo 3.69 muestra la forma como se insertan estas cargas.

Se tiene la opción visualizar los resultados del alimentador y tablero desde el mismo formulario en la parte de “Resultados”.

Por otra parte formulario permite distribuir los circuitos del tablero en Excel de forma automática. El diagrama de flujo de la figura 3.71 muestra cómo funciona esta sección.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

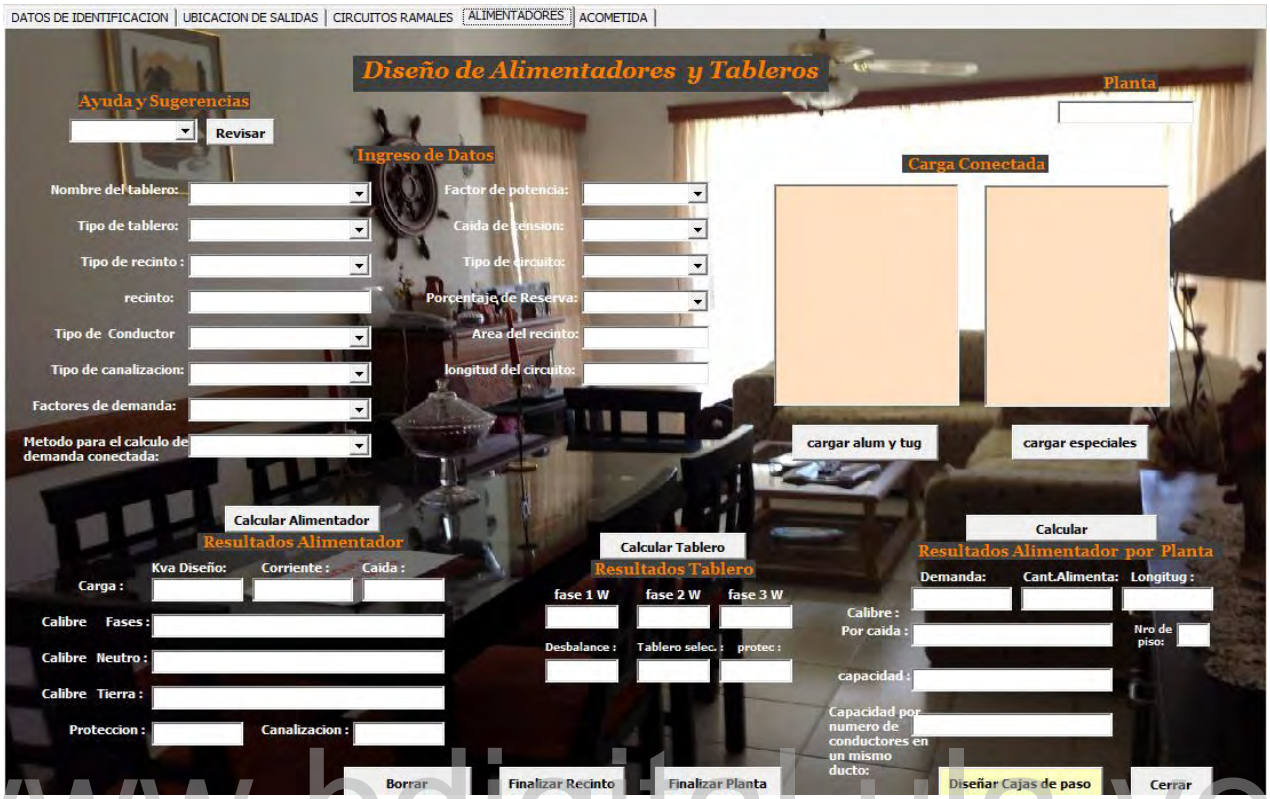


Figura 3.68 Formulario Alimentadores y tableros
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Diagrama de flujo "cargar alumbrado y tug"

Diagrama de flujo "cargar especiales

Figura 3.69 Diagrama de flujo Carga conectada
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diagrama de flujo Diseño del Alimentador

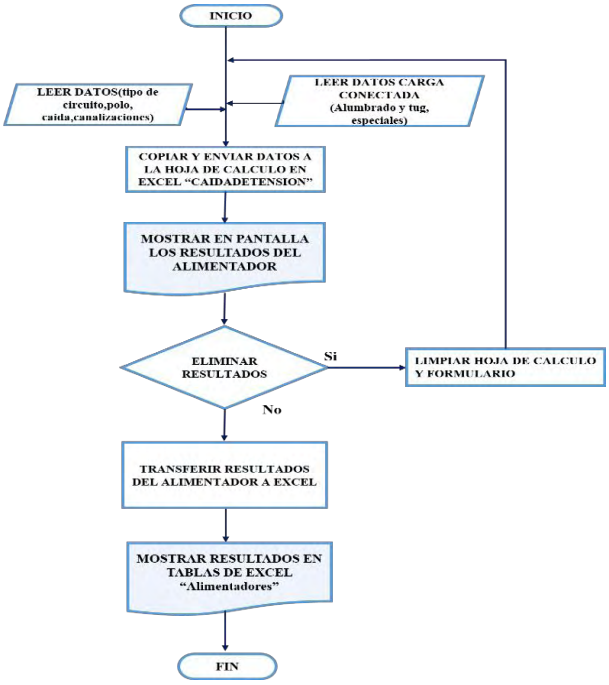


Figura 3.70 Diagrama de flujo "Diseño de Alimentadores"
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Diagrama de flujo Distribución de los circuitos en el Tablero:

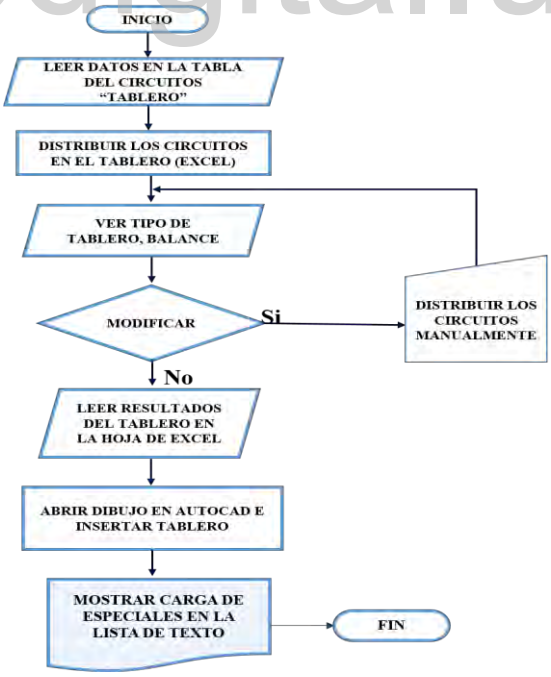


Figura 3.71 Diagrama de flujo "Distribución de cargas en el tablero"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Para cargar los circuitos de alumbrado, tug y especiales a las listas de texto se hace por medio de la estructura de control "*DO WHILE.....LOOP*" (bucle) como se muestra en la figura 3.72, se recorren todos los circuitos ramales ubicados en la tabla asociada al tablero antes creado, con la ayuda de la sentencia "If Range("e" & row4).Value = "alumbrado" Then " se elige solo los circuitos de alumbrado, donde se toma el dato del nombre y la potencia del mismo, para ser cargada a la lista de texto correspondiente así mismo sucede con la cargas especiales.

```
 espa = "-"

Plant = TextBox85.Value

If ComboBox39.Value = Plant And ComboBox40.Value = "Unidades de vivienda" Then
          Workbooks("palprofil_n.xlsm").Worksheets(Plant).Activate
          ListBox4.Clear


                    row4 = 4
                    Do While Trim(Range("e" & row4).Value) <> Empty
                        If Range("e" & row4).Value = "alumbrado" Then
                                Range("e" & row4).Select
                                F = ActiveCell.Row
                                A = Cells(F, 1).Value
                                B = Cells(F, 4).Value
                            If A <> "" Then
                             ListBox4.AddItem A
                             i = ListBox4.ListCount - 1
                             ListBox4.List(i, 1) = Replace(B, ",", ".")
                             ActiveCell.Offset(1, 0).Select
                        End If
                    End If
                      If Range("e" & row4).Value = "tug" Then
                                Range("e" & row4).Select
                                F = ActiveCell.Row
                                A = Cells(F, 1).Value
                                B = Cells(F, 4).Value
                               If A <> "" Then
                                 ListBox4.AddItem A
                                 i = ListBox4.ListCount - 1
                                 ListBox4.List(i, 1) = Replace(B, ",", ".")
                                 ActiveCell.Offset(1, 0).Select
                               End If
```

www.bdigital.ula.ve

Figura 3.72 Código del boton "cargar alum y tug"
Fuente: Autor

Una vez introducido y cargado todos los datos en la página, estos son transferidos por medio del código de la figura (3.74) a la hoja de Excel "CAIDADETENSION" (ver figura 3.73) encargada de realizar el cálculo del alimentador, y luego exportar los resultados a las tablas de los Alimentadores figura(3.76) por medio del código (figura 3.75).

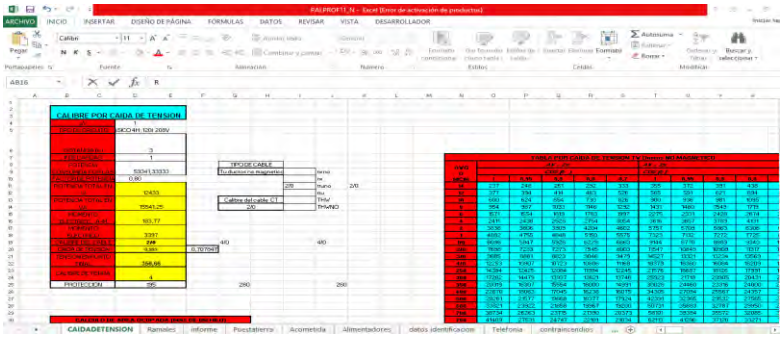


Figura 3.73 Hoja de Excel "CAIDADETENSION"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

```
Worksheets("CAIDADETENSION").Visible = True
Worksheets("CAIDADETENSION").Select

'Caida de tension
    Range("g9") = tuco
    Range("D4") = ComboBox44.Value 'Caida de tension
    Range("D6") = long1 'longitud del cable
    Range("D5") = ComboBox47.Value 'tipo de circuito
    Range("D7") = "1"
    Range("D8") = cargatt 'carga total
    Range("D10") = ComboBox43.Value 'factor de potencia
    fp = Range("D10")

     SISTEMA = ComboBox47.Value
    If SISTEMA = "TRIFASICO 3H ; 208V" Then
     Range("AB9") = "1"
     End If

'Capacidad

    Range("C119") = long1.Value
    Range("D119") = "1"
    Range("E119") = cargatt


'Resultados

calipa1 = Range("D51").Value 'Calibre por capcacidad
calidet1 = Range("G14").Value 'calibre por caida de tension
moment = Range("f131").Value 'moento electrico
prot1 = Range("D25").Value 'proteccion
calitil = Range("D23").Value 'Calibre de tierra
 caidadet = Range("D20").Value
```

Figura 3.74 Código que corresponde al botón "calcular alimentador"
Fuente: Autor

```
Workbooks("PALPROF11_N.XLSM").Activate
'#####################################tabla alimentadores#############################
Worksheets("Alimentadores").Visible = True
Worksheets("Alimentadores").Activate
Worksheets("Alimentadores").Select
 ultimafila = Cells(Rows.Count, 3).End(xlUp).Row
Cells(ultimafila + 1, 3) = nombdelc ' Codigo
Cells(ultimafila + 1, 4) = TextBox142.Value
Cells(ultimafila + 1, 5) = ComboBox52.Value 'hasta
Cells(ultimafila + 1, 6) = "2" & "X" & "120/208" 'sistema
Cells(ultimafila + 1, 7) = Format(cargatt / 1000, "#0.000")
cargaconectada = Format(cargatt / 1000, "#0.000")
Cells(ultimafila + 1, 9) = ComboBox43.Value 'factor de potencia
Cells(ultimafila + 1, 8) = cargaconectada * fp 'carga de diseño
Cells(ultimafila + 1, 10) = cargaconectada * 1000 / (2 * 120) 'corriente nominal
Cells(ultimafila + 1, 11) = ComboBox45.Value 'Reserva
Cells(ultimafila + 1, 12) = TextBox145.Value 'Longitud
Cells(ultimafila + 1, 13) = ComboBox41.Value 'Tipo de canalizacion
Cells(ultimafila + 1, 14) = ComboBox44.Value 'caida de tension
Cells(ultimafila + 1, 15) = moment 'momento electrico
Cells(ultimafila + 1, 16) = ComboBox46.Value & " X " & PROTEC & " A "   'proteccion
Cells(ultimafila + 1, 18) = ComboBox46.Value & calipa  'calibre por ampacidad
Cells(ultimafila + 1, 19) = ComboBox46.Value & calicDE  'calibre por caida
Cells(ultimafila + 1, 22) = calib   'calibre total
Cells(ultimafila + 1, 23) = TextBox148.Value 'calibre total neutro
Cells(ultimafila + 1, 24) = Format(caidadet, "0.00") & " % " ' caida de tensio
Cells(ultimafila + 1, 25) = ComboBox46.Value & " X " & duct & " Pulg " 'canalizacion
```

Figura 3.75 código para cargar el Alimentador a la hoja de Excel
Fuente: Autor

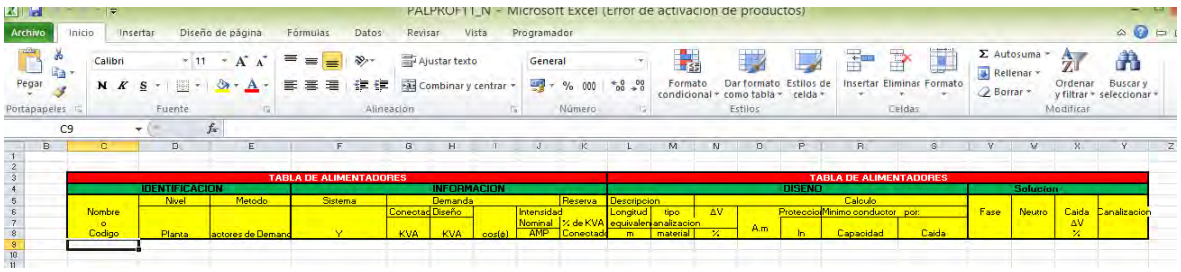


Figura 3.76 Tabla de Alimentadores Excel
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.4.6 Quinta página Acometida:

Página diseñada para calcular la acometida, centro de medición, diagrama unifilar de la edificación (ver figura 3.77). La ventana muestra unas listas de texto en la parte superior para acumular la carga conectada, dividiéndose en dos partes, una para locales comerciales y la otra para unidades de vivienda, esta última tiene una caja de texto para mostrar la demanda de alumbrado y tug y los equipos especiales (secadora, cocina, aire). Como las viviendas y locales comerciales tienen distintos factores de demanda cada una de esas cargas se tratan por separado. Todas las demandas se cargan en los cuadros de texto parte superior derecha como se muestra en el formulario (ver figura 3.77) siguiendo el procedimiento que se observa en el diagrama de flujo (ver figura 3.78).

Para el cálculo de la acometida como tal, El formulario comprende una serie de cajas desplegables y cuadros de texto para que el proyectista introduzca todos los datos para el diseño de la acometida siguiendo los pasos como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 3.79.

Por último se insertaron una serie de cuadros de texto para mostrar los resultados del cálculo.

www.bdigital.ula.ve

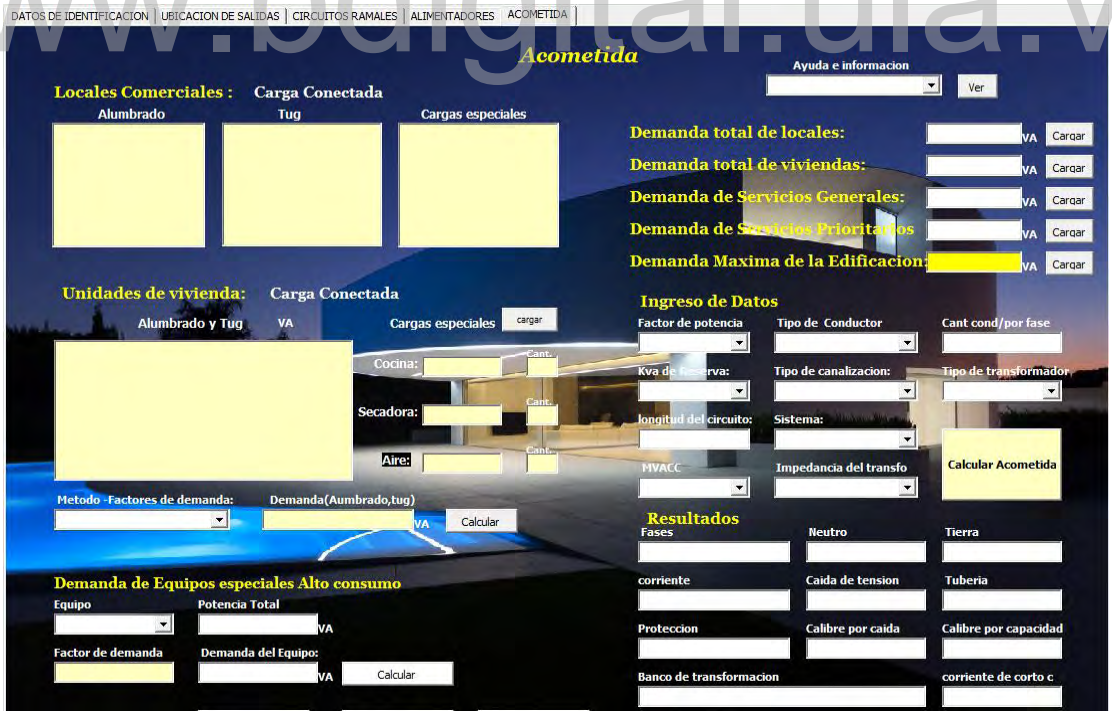


Figura 3.77 formulario "Acometida"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diagrama de flujo cálculo de la demanda

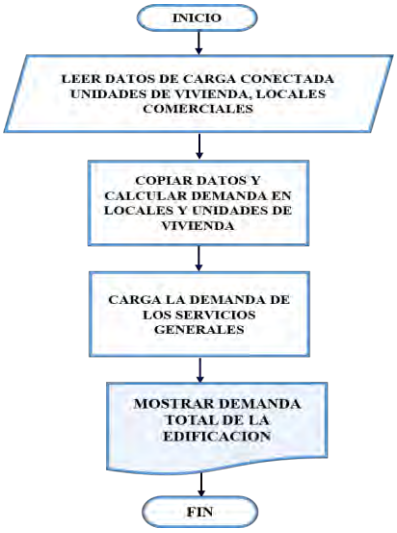


Figura 3.78 Diagrama de flujo Demanda
Fuente: Autor

Diagrama de flujo cálculo de la Acometida:

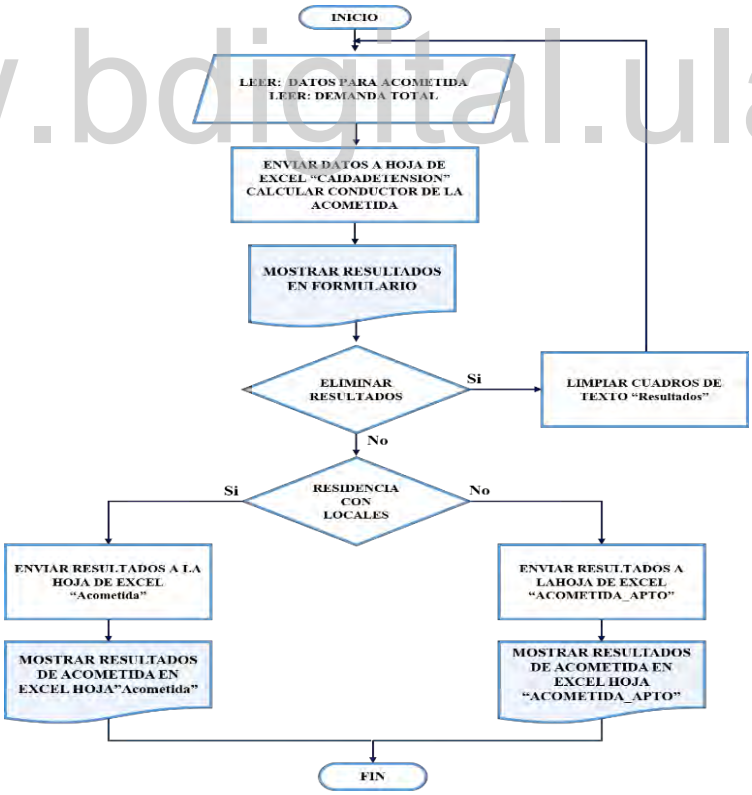


Figura 3.79 Diagrama de flujo Acometida
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

En las figuras se muestran los códigos para el cálculo de la acometida de la edificación:

```
 Workbooks("palprofil_n.xlsm").Activate
Sheets("CAIDADETENSION").Visible = True
Worksheets("CAIDADETENSION").Select
  Range("g9").Value = tuco
  Range("d4").Value = ComboBox61.Value
  Range("c119").Value = TextBox197.Value
  Range("d119").Value = 1

  condxfase = TextBox196.Value

  porc = ComboBox58.Value

  DEMAN = TextBox195.Value
  DETOTAL = TextBox195.Value / condxfase
  porc = ComboBox58.Value

  Range("e119") = (DETOTAL) + ((DETOTAL) * (porc / 100))
  CARGATOTAL = Range("e119").Value
  Range("d10").Value = ComboBox56.Value
  Range("D8").Value = DETOTAL
  Range("D7").Value = "1"

   If Range("D51") = "1/0" Or Range("D51") = "2/0" Or Range("D51") = "3/0"

   cc = Range("G19").Value
    prot = Range("G25").Value 'proteccion
    Range("d34").Value = Range("G19").Value
  Else

   cc = Range("d19").Value
   prot = Range("d25").Value 'proteccion

  Range("d34").Value = Range("d19").Value
  End If
```

Figura 3.80 Código "Calculo de Acometida"
Fuente: Autor

```
'resultados

tuber = Range("e45").Value
calipa = Range("D51").Value 'Calibre por ampasidad
calict = Range("g14").Value 'Calibre por caida de tension
caidadet = Format(Range("d20").Value, "0.00") 'caida de tension
momen = Range("f131").Value 'momento electrico

caliti = Range("d23").Value 'Calibre de tierra
corri = Format(Range("g131").Value, "0.00")
Tensi = Range("AB8").Value


TextBox199.Value = condxfase * FASE & " # " & cc & " AWG " & conductor 'calibre total
TextBox200.Value = FASE & " # " & cc & " AWG " & conductor 'calibre total neutro
TextBox201.Value = "1" & " # " & caliti & " AWG " & conductor 'calibre total tierra
TextBox204.Value = tube & " X " & tuber & " Pulg "
TextBox205.Value = FASE & " X " & prot & " A " 'proteccion
TextBox202.Value = corri & " A " 'corriente
TextBox203.Value = caidadet 'caida
TextBox207.Value = calipa & " AWG " & conductor 'caida
TextBox208.Value = calict & " AWG " & conductor 'caida
```

Figura 3.81 código "Calculo de Acometida"
Fuente: Autor

El código de la figura 3.80 se usa para enviar los datos ingresados en el formulario a la hoja de Excel "CAIDADETENSION" encargada de realizar los cálculos de la acometida, después por medio de esta misma hoja se asignan los resultados a las distintas cajas de texto del formulario por medio del código de la figura 3.81. Finalmente se envían a las hojas de Excel figura 3.82 o figura 3.83 dependiendo si la edificación tiene o no locales comerciales.

www.bdigital.ula.ve

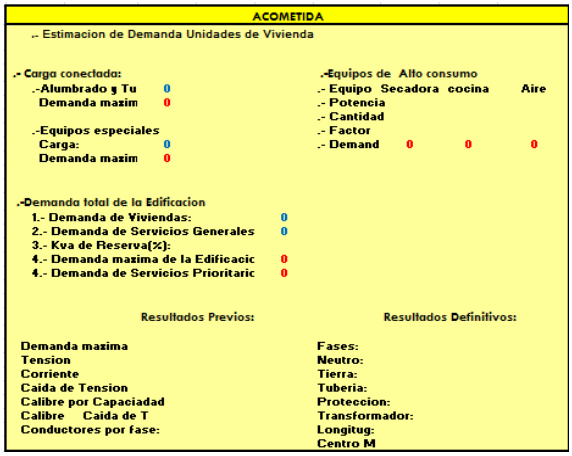


Figura 3.82 Hoja de Datos "Apartamentos"
Fuente: Autor

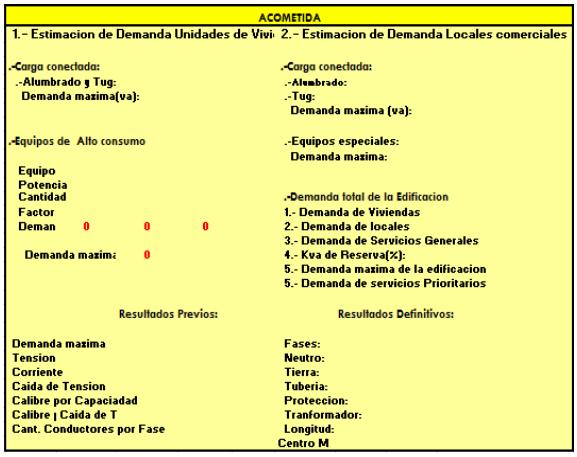


Figura 3.83 Hoja de datos "Locales-Aptos"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

3.4.7 Servicios Generales:

Dentro de la ventana “circuitos ramales”, se anexo una caja desplegable de texto llamada “equipos especial” que será activada cuando se seleccione la opción de servicios generales en la ventana (ver figura 3.46). Esta caja contiene cada una de las macros (Hidroneumático, Ascensor, Portón eléctrico) que despliegan el formulario para realizar los cálculos de potencia y mostrarlo en la ventana de circuitos ramales como dato para el diseño del alimentador. (Ver figura 3.84)

Figura 3.84 Ventana para el cálculo de Servicios Generales
Fuente: Autor

3.4.7.1 Hidroneumático:

Esta macro permite la estimar la potencia del motor a utilizar en el sistema de hidroneumático de un edificio siguiendo los procedimientos de SICA, en el cual simplemente se selecciona el número de plantas de la edificación y el número de tomas de agua, de modo de diseñar un sistema eficiente de suministro de agua a lo largo de toda la edificación. Los resultados obtenidos por este formulario serán enviados a Excel

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 3.85 formulario "Hidroneumático"
Fuente: Autor

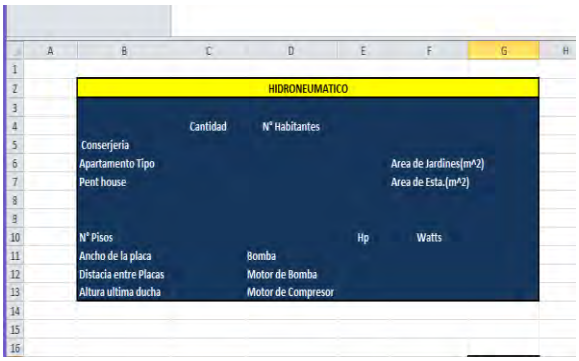


Figura 3.86 Datos de Hidroneumático (Excel)
Fuente: Autor

3.4.7.2 Ascensores:

Esta macro permite determinar los hp del motor a utilizar en el sistema de ascensores de un edificio siguiendo los procedimientos de la norma COVENIN. Admite ingresar datos como el número de plantas, apartamentos y personas, de modo de plantear un sistema de movilización rápido y eficiente para los habitantes del edificio. Se puede seleccionar la capacidad máxima de la cabina haciendo uso de un peso promedio de 75 Kg por persona y la velocidad del mismo, parámetros de contrapeso y rendimiento del motor. El resultado será cargado en el Excel en la hoja "Ascensor".

www.bdigital.ula.ve

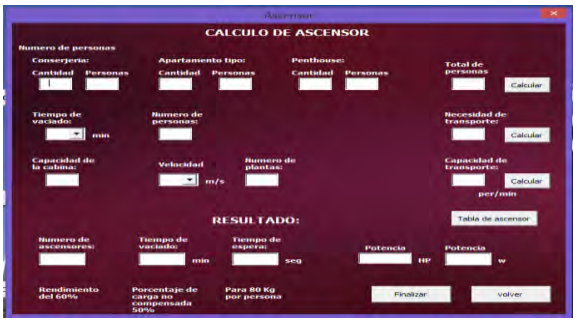


Figura 3.87 Formulario "Ascensor"
Fuente: Autor

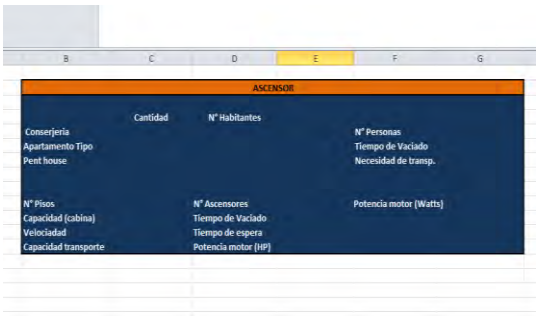


Figura 3.88 Datos "Ascensor" (Excel)
Fuente: Autor

3.4.7.3 Portón eléctrico:

Para este cálculo al igual que los cálculos antes descritos, consiste en un formulario ejecutado por una macro donde se ingresa la información necesaria para el cálculo del motor de un portón eléctrico, como lo alto, largo, ancho. El método a usar fue facilitado por un profesor de la facultad de ingeniería.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 3.89 formulario "portón eléctrico"
Fuente: Autor

3.4.7.4 Cajas de paso:

Esta macro está regida por el manual de obras públicas MOP tabla D-14, esta permite el cálculo de las dimensiones de la caja metálica. Los resultados de las cajas serán transferidos a Excel en el momento de realizar el cálculo (ver figura 3.93).

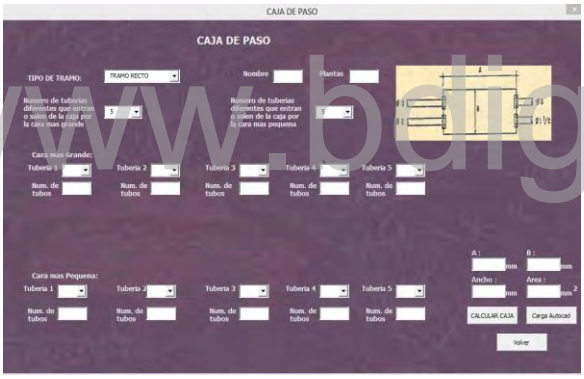


Figura 3.90 Formulario caja "Tramo Recto"
Fuente: Autor

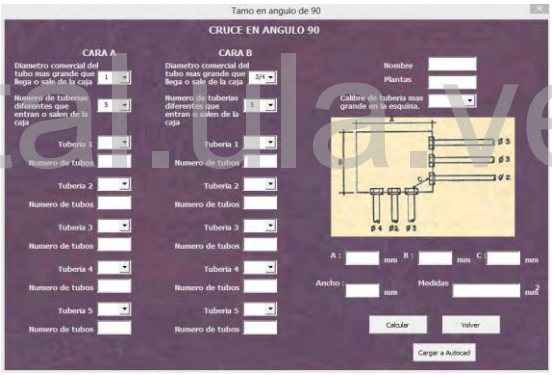


Figura 3.91 Formulario caja "tramo de 90"
Fuente: Autor

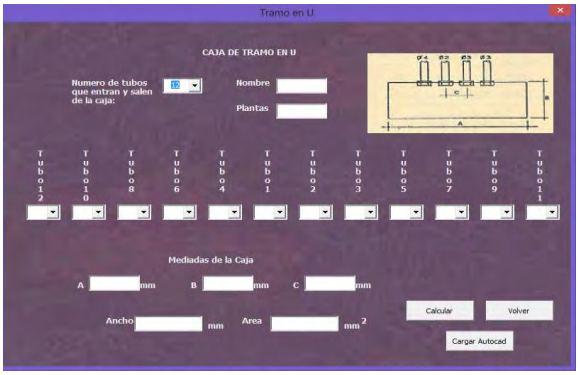
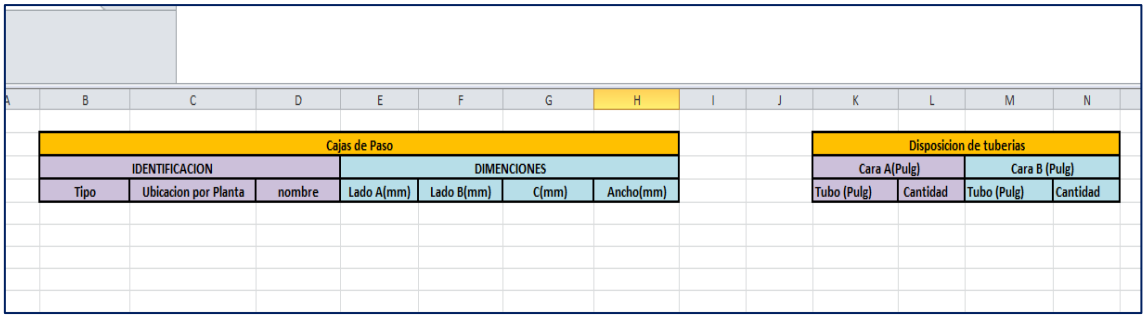


Figura 3.92 Formulario caja "Tipo U"
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual



Cajas de Paso						
IDENTIFICACION			DIMENCIONES			
Tipo	Ubicacion por Planta	nombre	Lado A(mm)	Lado B(mm)	C(mm)	Ancho(mm)

Disposicion de tuberias			
Cara A(Pulg)		Cara B (Pulg)	
Tubo (Pulg)	Cantidad	Tubo (Pulg)	Cantidad

Figura 3.93 hojas de Excel para datos de las "cajas de paso"
Fuente: Autor

3.4.8 Sistemas:

Se diseñó un formulario que comprende 4 páginas asociadas a los sistemas de contraincendios, telefonía, intercomunicadores, Televisión. El formato de cada una de ellas es muy similar. Comprende unas cajas desplegables para abrir el plano de trabajo, identificar el recinto y luego hacer la ubicación de elementos según sea el sistema elegido. En la sección de ubicación de salida ira recolectando todos estos elementos en una tabla de Excel hasta terminar el proceso. Por otra parte se tiene una sección para hacer el cálculo de los circuitos. Toda la información referente a cada una de las ventanas será exportada a una hoja de Excel correspondiente al sistema que se esté desarrollando.

www.bdigital.ula.ve

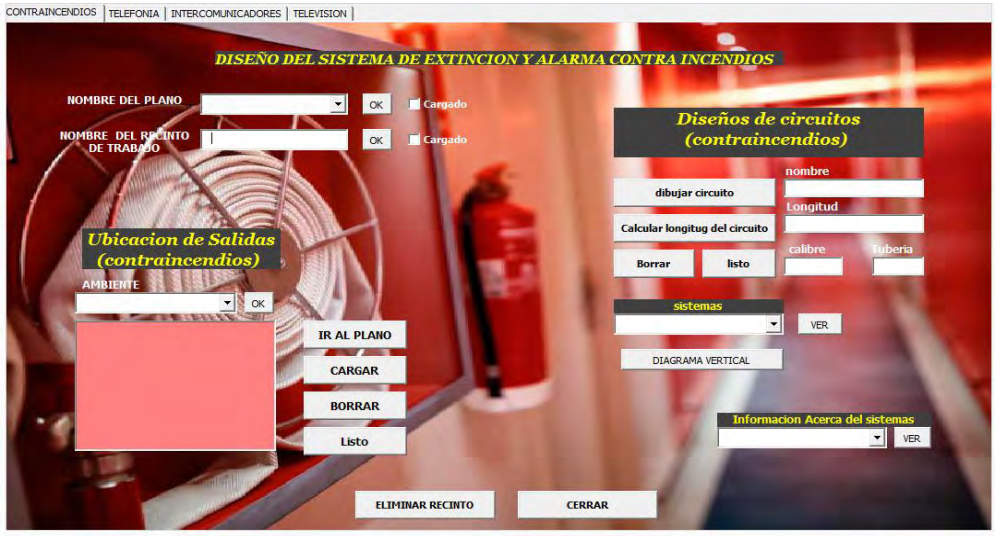


Figura 3.94 Pagina "Sistema contra incendios
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

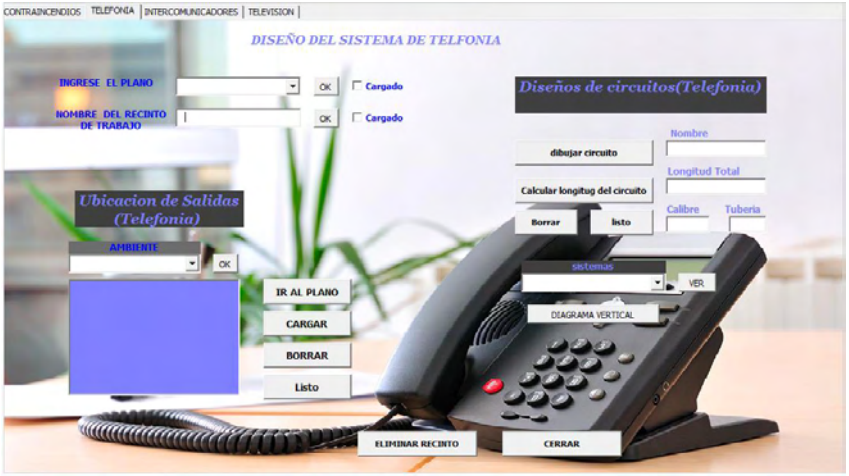


Figura 3.95 Pagina "Sistema de telefonía"
Fuente: Autor

www.bdigital.ve

Figura 3.96 Pagina "Sistema de intercomunicadores"
Fuente: Autor

Figura 3.97 Pagina "Sistema de televisión"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

CAPITULO IV
CASO DE ESTUDIO

4.1 INICIO DEL PROGRAMA MENU PRINCIPAL:

El usuario debe identificar el proyecto que desea ejecutar, en el caso de estudio se usara la herramienta en la edificación “Residencias Geranios 2” (ver figura 4.1). Al momento de iniciar se muestra una ventana (ver figura 4.2) para elegir el tipo de diseño electricidad o sistemas, además de crear las carpetas con las hojas de trabajo “Excel” (ver figura 4.3) con el fin de tener el respaldo del proyecto y mantener guardado lo que se vaya desarrollando. Ver manual de la aplicación para mayor explicación del procedimiento.

www.bdigital.ula.ve

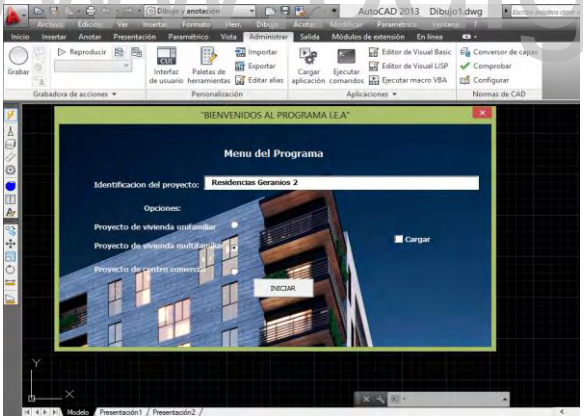


Figura 4.1 Menú del programa
Fuente: Autor

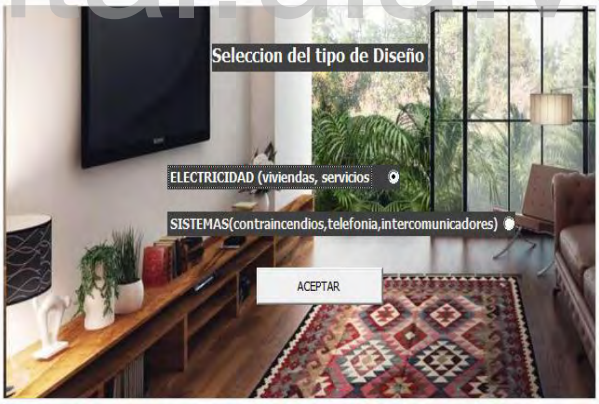


Figura 4.2 Selección del tipo de diseño
Fuente: Autor

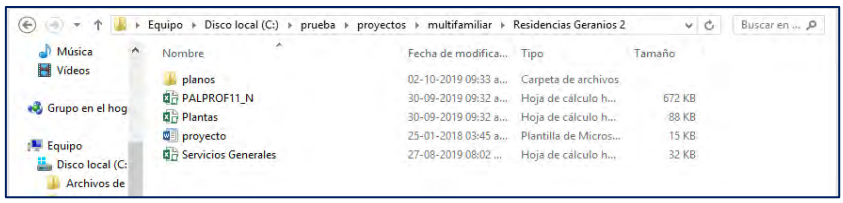


Figura 4.3 hojas de trabajo
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.1.1 Ingreso de datos de la edificación

Tomando la opción del diseño de electricidad en la ventana de selección de diseño figura 4.2. Y la opción de vivienda multifamiliar. Insertamos los datos del conjunto residencial en la página (ver figura 4.4), para cargar esa información a Excel (ver figura 4.5) para uso posterior en la memoria descriptiva.

Figura 4.4 página para el ingreso de datos
Fuente: Autor

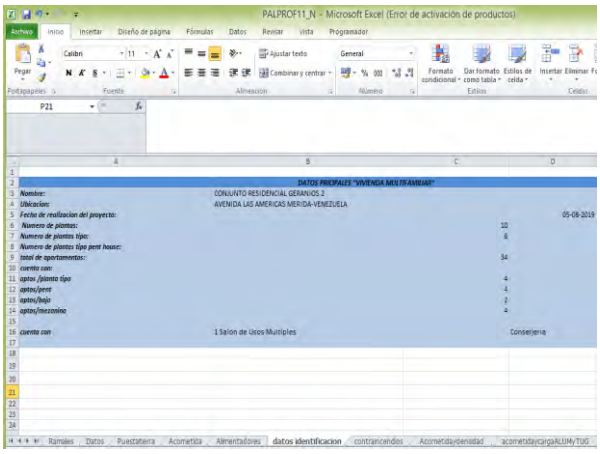


Figura 4.5 hoja de Excel datos de la edificación
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Para las características internas el botón editar despliega el formulario (ver figura 4.6), donde introducimos los datos de cada uno de los apartamentos y almacenamos en Excel (ver figura 4.7).

Figura 4.6 Formulario características "viviendas"
Fuente: Autor

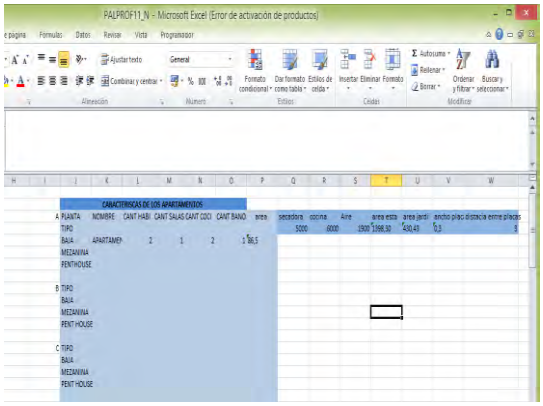


Figura 4.7 Hoja de Excel datos de viviendas
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Los planos de la edificación son insertados en la caja de texto uno a uno para después manipular cada uno de ellos desde la interfaz (ver figura 4.8). Ver manual de la aplicación para mayor explicación del procedimiento.

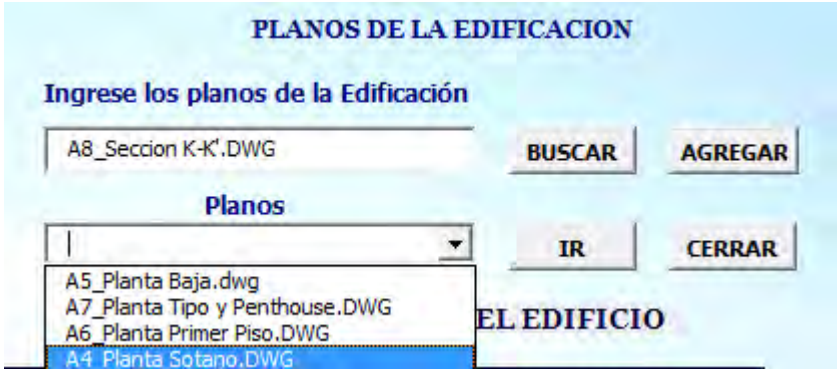


Figura 4.8 Ingreso de planos
Fuente: Autor

4.1.2 Ubicación de las cargas en el plano

Ingresamos la planta, el recinto y el ambiente donde se van a ubicar las cargas (ver figura 4.9). Automáticamente se abrirá el plano seleccionado para empezar el diseño (ver figura 4.10).en el caso de estudio se muestra el plano de "planta baja" y el recinto "Apartamento A".

www.bdigital.ula.ve

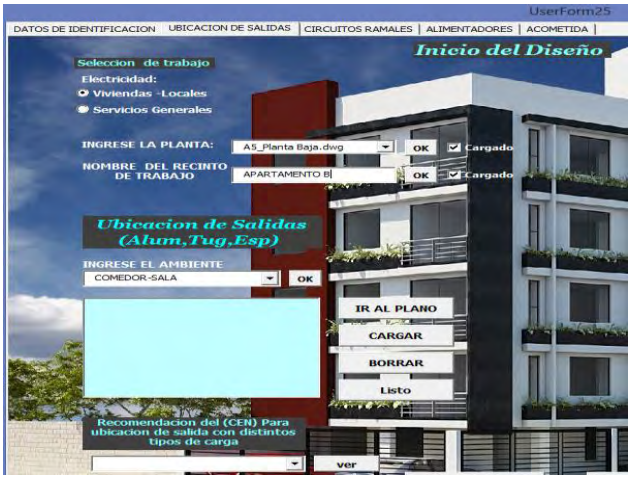


Figura 4.9 Selección de planta, recinto y ambiente
Fuente: Autor

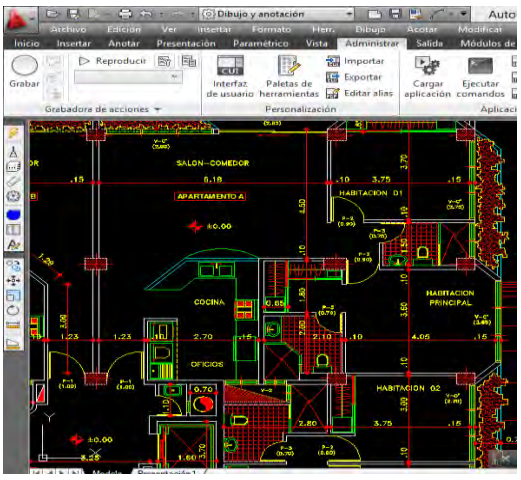


Figura 4.10 Plano "Planta Baja-Apto A"
Fuente: Autor

Dentro del plano se insertan los bloques de la paleta de herramientas según el símbolo de salida que desee, en el ambiente donde se esté diseñando en nuestro caso "comedor-sala" (ver figura

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

4.11), en la interfaz se cargan todos esos elementos ubicados en una lista de texto como se muestra en la figura 4.12. Conforme con los resultados de la ubicación se exporta lo que está en la lista de texto a la tabla creada en Excel.

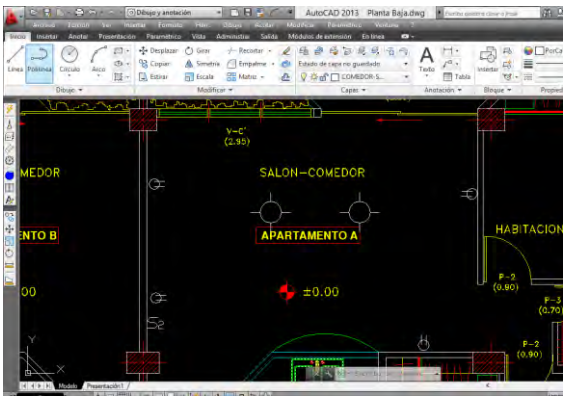


Figura4.11 cargas ubicadas en el ambiente
Fuente: Autor

Figura 4.12 cargas en la lista de texto
Fuente: Autor

El proceso para la ubicación de cargas se hace repetitivo por ambiente, vuelves a ubicar hasta que todo el recinto este completamente diseñado (ver figura 4.13), estas cargas serán registradas en la tabla de Excel que se muestra en la figura 4.14 aquí se observan todos los ambientes con su respectiva carga y la cantidad insertada.

www.bdigital.ula.ve

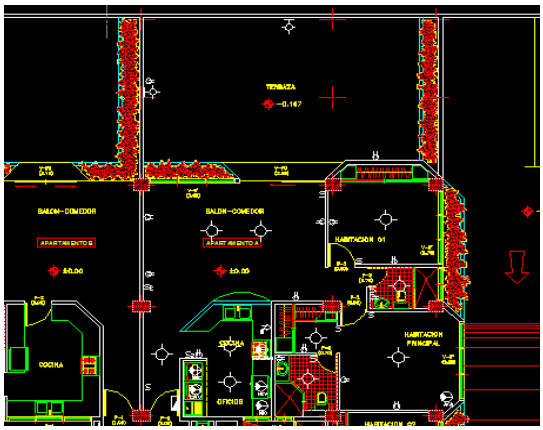


Figura 4.13 Ubicación de cargas en recinto
Fuente: Autor

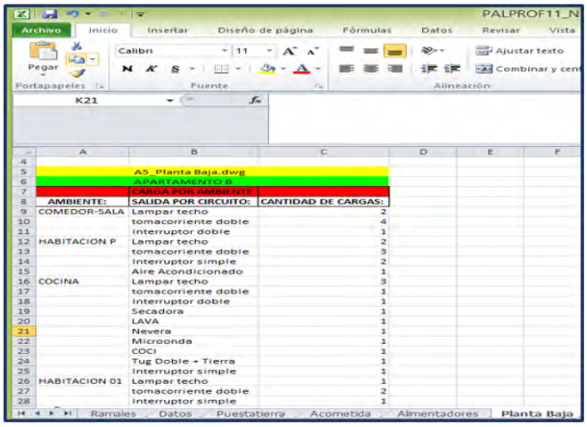


Figura 4.14 Registro de la ubicación de cargas
Fuente: Autor

Ahora se ubica el tablero en el plano. Antes de ellos asignamos el nombre, el tipo de sistema que queremos implementar (ver figura 4.15), luego insertamos el bloque que corresponde al

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

tablero (ver figura 4.16) y cargamos desde el formulario la información del mismo en la hoja de Excel listo para que se le agreguen los circuitos ramales (ver figura 4.17).

Figura 4.15 sección ubicar tableros
Fuente: Autor

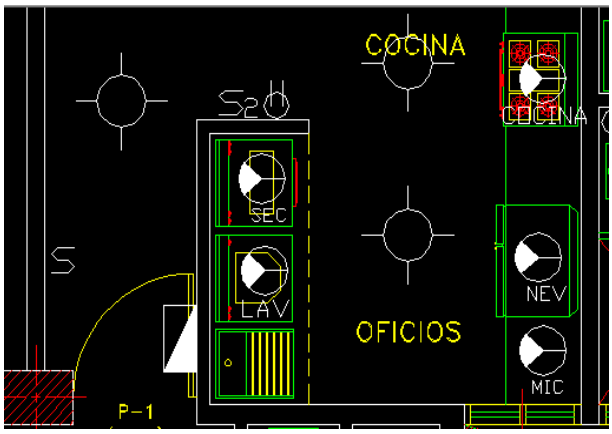


Figura 4.16 Tablero insertado en el plano
Fuente: Autor

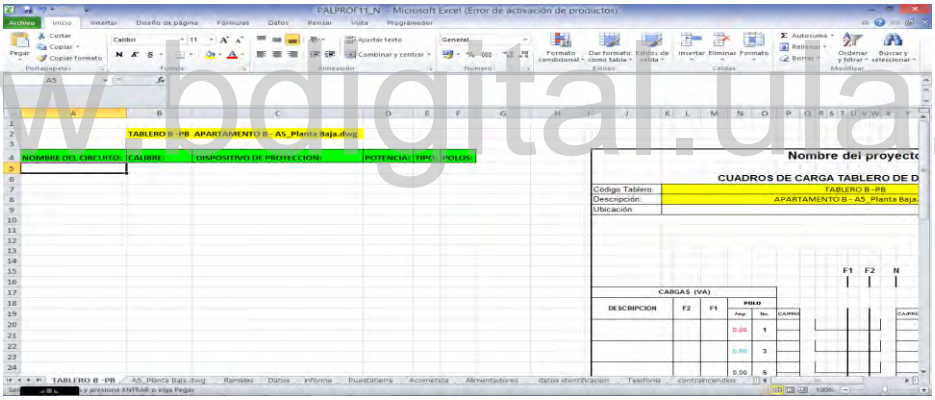


Figura 4.17 Hoja de Excel que contiene el tablero seleccionado
Fuente: Autor

4.1.3 Diseño de Circuitos Ramales:

En la página se introducen los datos para hacer el cálculo de circuito ramal como el nombre del circuito, tipo de circuito, potencia por punto y caída de tensión (ver figura 4.19). Pulsando el botón “dibujar circuito” ingresas al plano para empezar el diseño. Allí se tiene paleta de herramientas “cableado” donde se observan los arcos para dibujar los circuito ramales (ver figura 4.19).

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 4.18 Ingreso de datos
Fuente: Autor

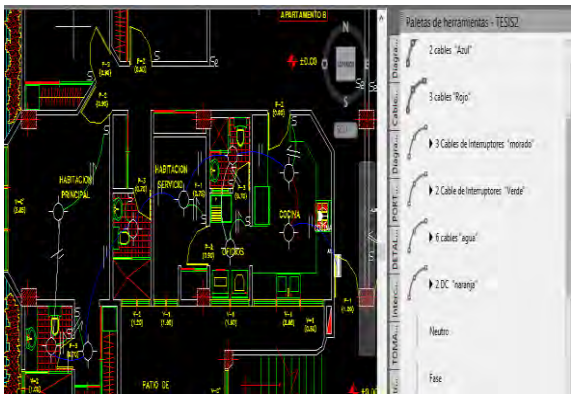


Figura 4.19 Diseño de circuito ramal "Alum"
Fuente: Autor

el botón "Calcular circuito" realiza el cálculo de la longitud del circuito, el tipo de conductor a usar, la cantidad total del conductor, la caída de tensión, corriente del conductor, la protección entre otros. Información que es importada a las tablas en Excel "Ramales" (ver figura 4.20), "Datos" (ver figura 4.21) y a la hoja del tablero asociado.

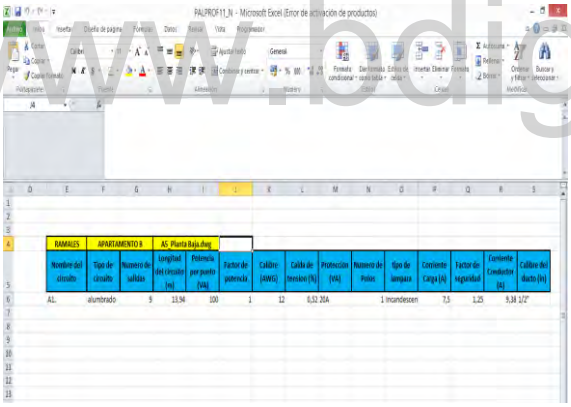


Figura 4.20 información en hoja de Ramales
Fuente: Autor

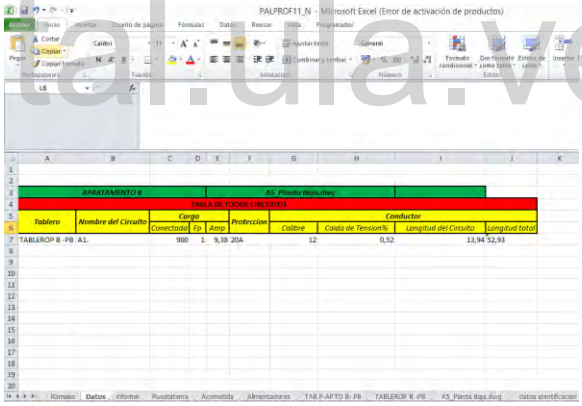


Figura 4.21 Dato de longitud del circuito
Fuente: Autor

Este proceso se repite dependiendo a la cantidad de circuitos ramales que se van a diseñar en el recinto, al final se tendrá como resultado planos con todos los circuitos y tablas con toda la información como se muestran en las siguientes figuras.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

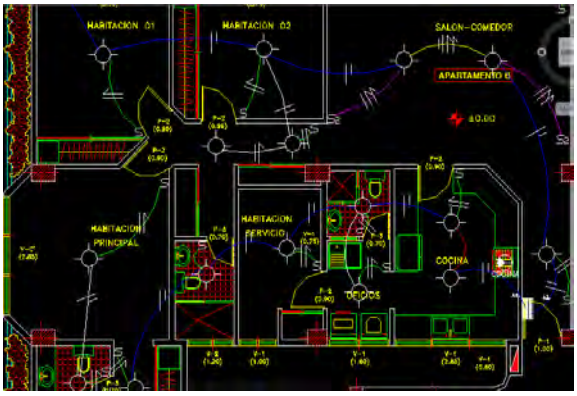


Figura 4.22 Plano de iluminación del recinto
Fuente: Autor

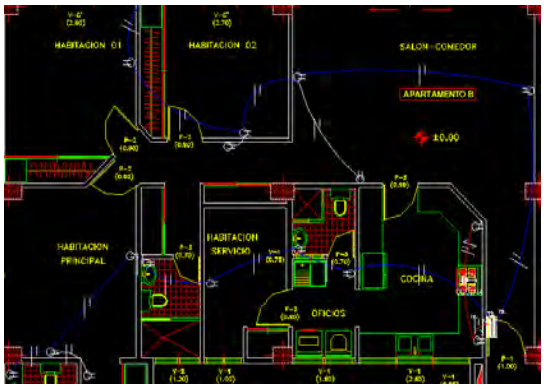


Figura 4.23 Plano de fuerza del recinto
Fuente: Autor

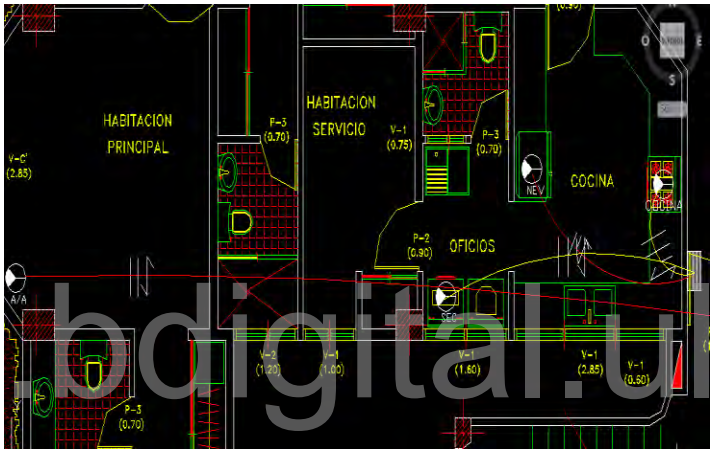


Figura 4.24 Plano de circuitos especiales del recinto
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

La información referente a los circuitos se muestra en tablas de Excel a continuación:

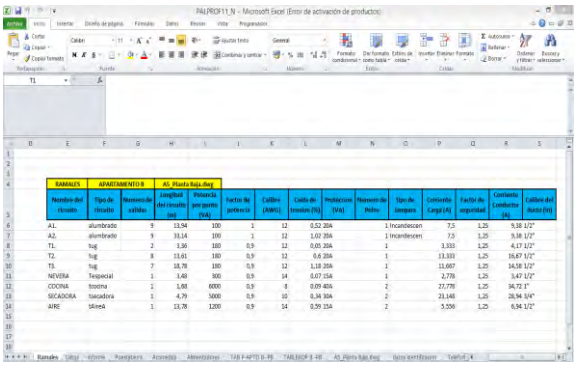


Figura 4.25 tabla de Ramales datos de cond.
Fuente: Autor

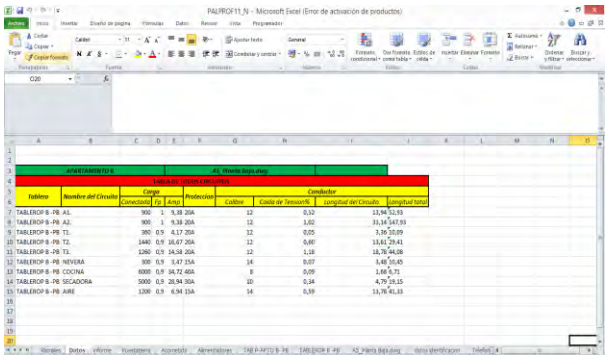


Figura 4.26 tabla datos de longitud del cond.
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

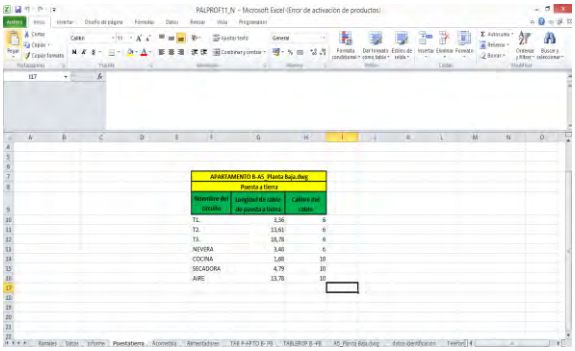


Figura 4.27 Tabla de puesta tierra
Fuente: Autor

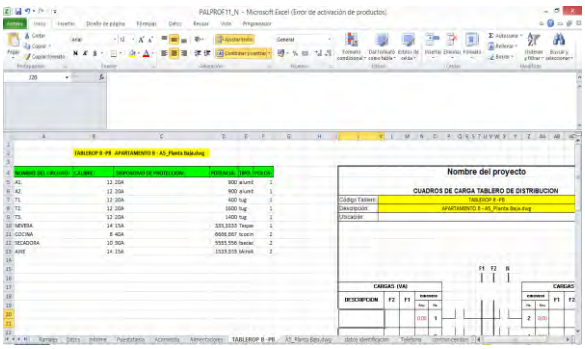


Figura 4.28 Tabla de datos "Tablero"
Fuente: Autor

4.1.4 Alimentadores y Tablero:

Para el diseño del alimentador hay que insertar los datos mostrados en la figura 4.29.también cargar en las listas de texto las potencias de los circuitos de alumbrado - tug y especiales que cuenta para el diseño. El resultado se carga en el formulario con la acción del botón "calcular alimentador" para el caso de estudio se muestra un calibre numero 2 AWG TW por fase y neutro una protección de 2 x 95 A, y una tubería de 1x 1 ½" (ver figura 4.30)

www.bdigital.ula.ve

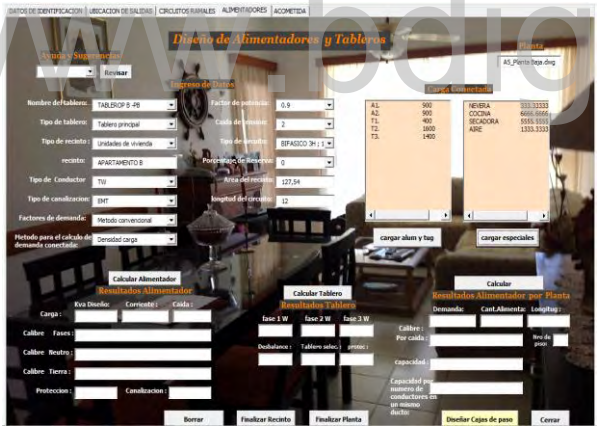


Figura 4.29 Cálculo del alimentador "Datos"
Fuente: Autor

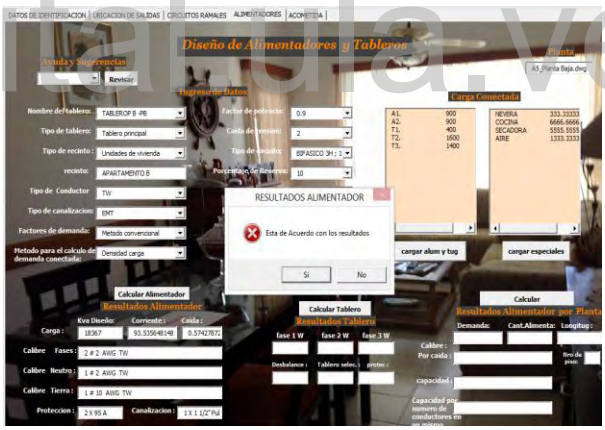


Figura 4.30 Cálculo del alimentador "resultado"
Fuente: Autor

La información asociada al alimentador es transferida a una hoja de Excel "Alimentadores" cada vez que se realice un nuevo cálculo, como se muestra en la figura 4.31. Además se agrega información adicional a una hoja en Excel que muestra lo que fue considerado para el diseño (ver figura 4.32).

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

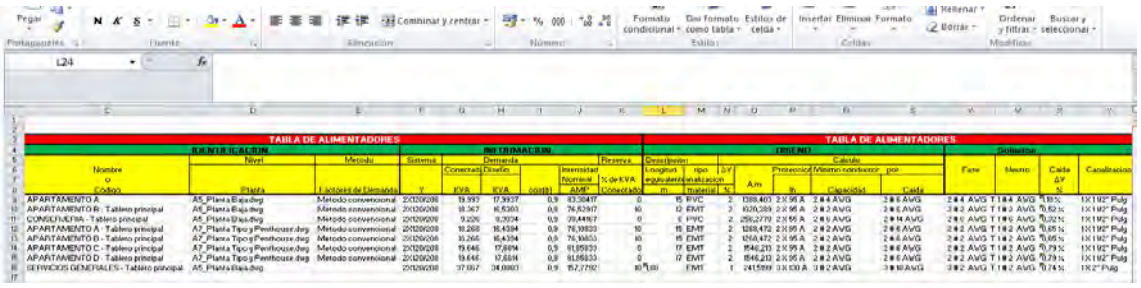
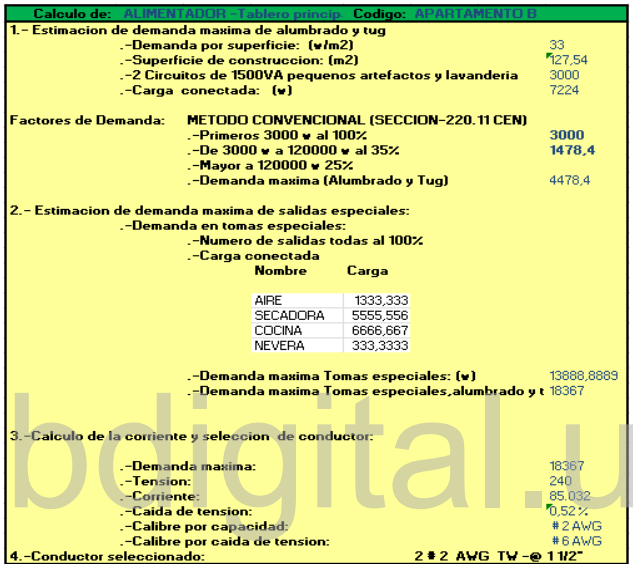


Figura4.31 Tabla de Alimentadores
Fuente: Autor



Calculo de: ALIMENTADOR -Tablero princip Codigo: APARTAMENTO B

1.- Estimacion de demanda maxima de alumbrado y tug
.-Demanda por superficie: (w/m2) 33
.-Superficie de construccion: (m2) 127,54
.-2 Circuitos de 1500VA pequenos artefactos y lavanderia 3000
.-Carga conectada: (w) 7224

Factores de Demanda: METODO CONVENCIONAL (SECCION-220.11 CEN)
.-Primeros 3000 w al 100% 3000
.-De 3000 w a 120000 w al 35% 1478,4
.-Mayor a 120000 w 25%
.-Demanda maxima (Alumbrado y Tug) 4478,4

2.- Estimacion de demanda maxima de salidas especiales:
.-Demanda en tomas especiales:
.-Numero de salidas todas al 100%
.-Carga conectada

Nombre	Carga
AIRE	1333,333
SECADORA	5555,556
COCINA	6666,667
NEVERA	333,3333

.-Demanda maxima Tomas especiales: (w) 13888,8889
.-Demanda maxima Tomas especiales,alumbrado y t 18367

3.-Calculo de la corriente y seleccion de conductor:
.-Demanda maxima: 18367
.-Tension: 240
.-Corriente: 85,032
.-Caida de tension: 0,52 %
.-Calibre por capacidad: # 2 AWG
.-Calibre por caida de tension: # 6 AWG
4.-Conductor seleccionado: 2 # 2 AWG TW -@ 1 1/2"

www.bdigital.ula.ve

Figura 4.32 Información sobre el diseño del Alimentador
Fuente: Autor

4.1.4.1 Tableros: El botón "calcular tablero" realiza la distribución de los circuitos del tablero en Excel, de forma automática colocando el nombre y la potencia en cada una de las fases (ver figura 4.34). Luego dependiendo a la cantidad de circuitos y la potencia en cada barra se mostrara el resultado del tipo de tablero a usar, las potencias por fase y el desbalance (ver figura 4.33, 4.35).

Figura 4.33 Resultados del Tablero
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

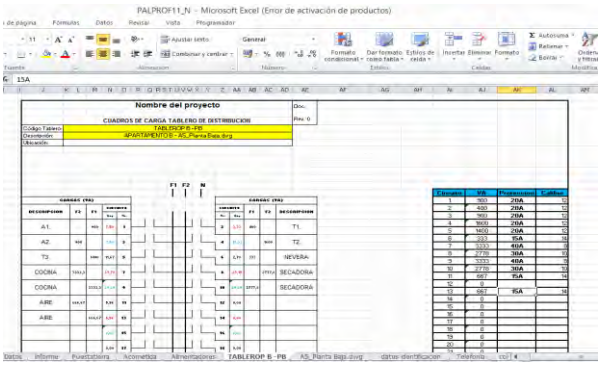


Figura 4.34 Distribución de las cargas (tablero)
Fuente: Autor

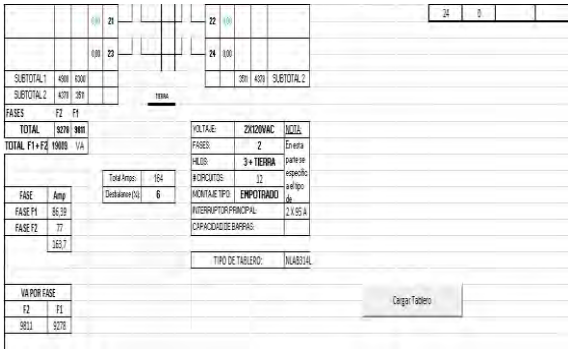


Figura 4.35 Resultados (tablero)
Fuente: Autor

En los resultados del tablero se observa un desbalance de 6% y un tipo de tablero "NLAB314L" (ver figura 4.35). Conforme a ello, se presiona el botón "cargar tablero" visto en la figura 4.35 que permitirá hacer la conexión con el programa AutoCAD para se cargue automáticamente (ver figura 4.36).

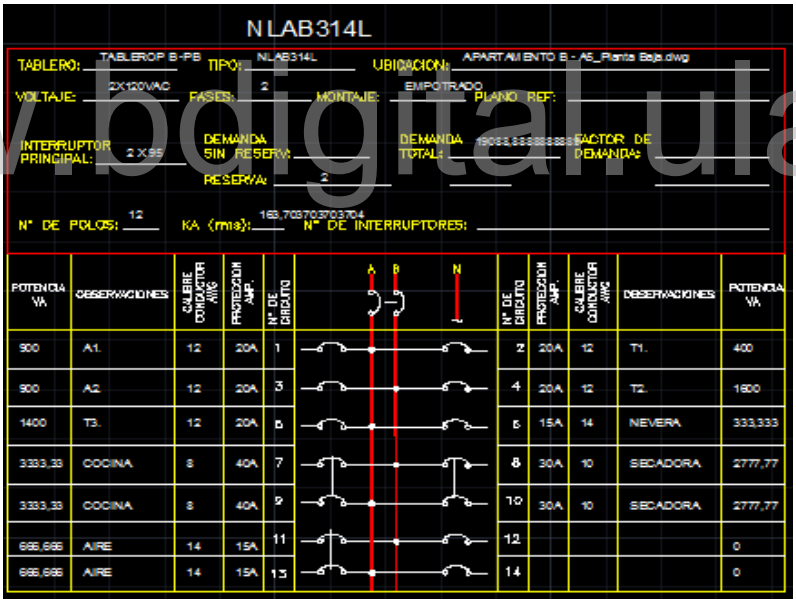


Figura 4.36 Tablero en AutoCAD
Fuente: Autor

4.1.4.2 Finalizar Recinto: Con el tablero y el alimentador establecido en el recinto pasamos a diseñar un nuevo establecimiento con la acción del botón "Finalizar recinto". la información recolectada acerca de las viviendas es enviada a un nuevo libro de Excel llamado "Plantas" (ver figura 4.37), (ver figura 4.38). Que contiene hojas para "Ramales", "Datos", "Tableros" entre otras.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

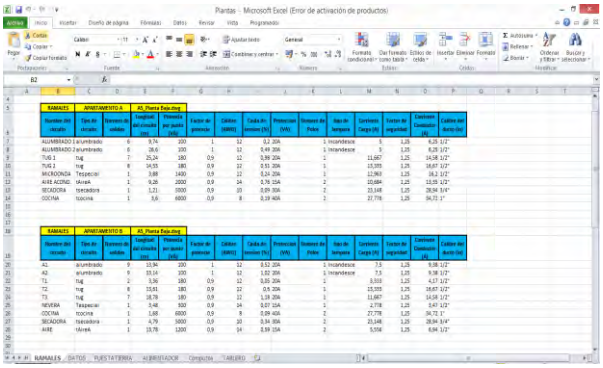


Figura 4.37 libro de Excel Plantas "Ramales"
Fuente: Autor

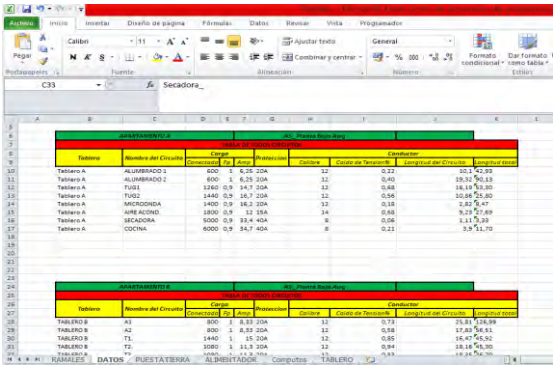


Figura 4.38 libro de Excel Plantas "Datos"
Fuente: Autor

4.1.4.3 Finalizar planta: Ahora cuanto se tiene el diseño completo tanto de circuitos como alimentadores en los recintos de la planta, se presiona el botón "finalizar planta" de modo que la carga conectada por cada recinto se almacene en las listas de texto de la ventana de acometida. (Ver figura 4.53).

4.1.5 Servicios generales:

Los servicios generales o prioritarios se realizan siguiendo los mismos procedimientos del diseño como el caso de viviendas desde la ubicación de cargas hasta el cálculo del alimentador y tablero, solo se debe seleccionar en la opción de trabajo (ver figura 4.39).

www.bdigital.ula.ve

Figura 4.39 Selección de los Servicios generales
Fuente: Autor

Las figuras 4.40 y 4.41 muestran la tabla de la ubicación de cargas y los circuitos ramales en cada uno de los ambientes externos de la edificación.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

	A5_Planta Baja.dwg	
	Servicios Generales	
	CARGA POR AMBIENTE	
AMBIENTE:	SALIDA POR CIRCUITO:	CANTIDAD DE CARGAS:
SALON DE U.	Lampar techo	14
	tomacorriente doble	8
	Interruptor simple	7
	Lampar pared	2
PASILLOS	tomacorriente doble	7
	Lampar pared	7
VIGILANCIA	Lampar techo	2
	tomacorriente doble	3
	Interruptor simple	2
ENTRADA.	Lampar pared	2
	tomacorriente doble	1
	A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg	
	Servicios Generales	
	CARGA POR AMBIENTE	
AMBIENTE:	SALIDA POR CIRCUITO:	CANTIDAD DE CARGAS:
PASILLOS 1-8	Lampar pared	16
	tomacorriente doble	8

Figura 4.40 Tabla de ubicación de cargas
Fuente: Autor

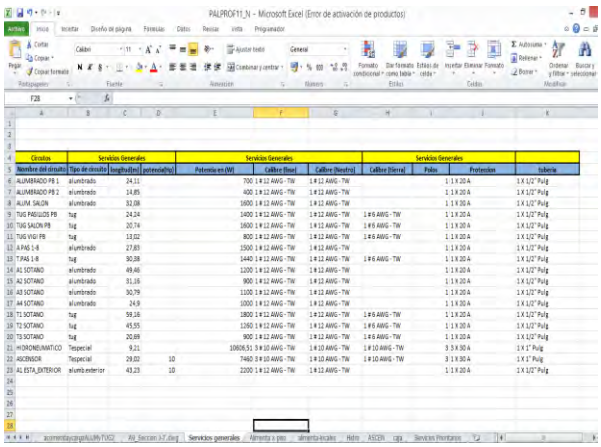


Figura 4.41 tabla de circuitos ramales SG
Fuente: Autor

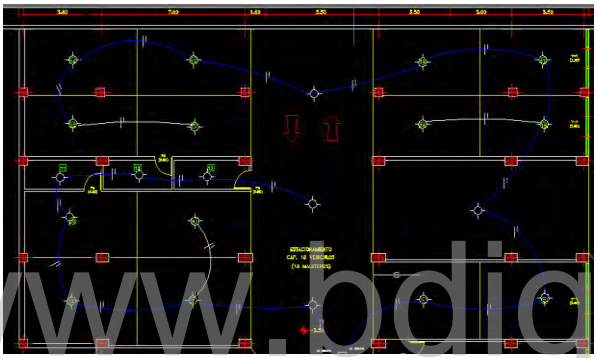


Figura 4.42 Circuito de alumbrado sótano
Fuente: Autor

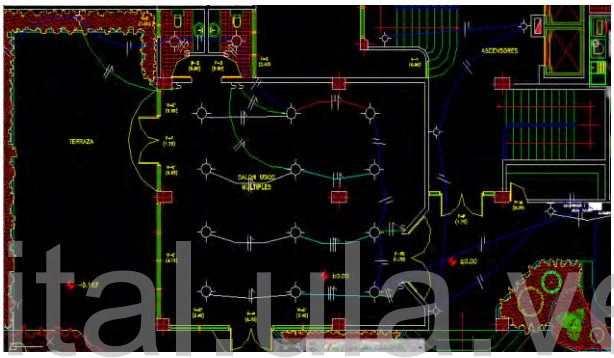


Figura 4.43 Tabla de circuitos Alumbrado PB SG
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Todos estos circuitos ya calculados (ver figura4.42), (ver figura 4.43), van asignados a la tabla del tablero de servicios generales como se muestra en la figura 4.44 y a la tabla de circuitos anterior (ver figura 4.41).

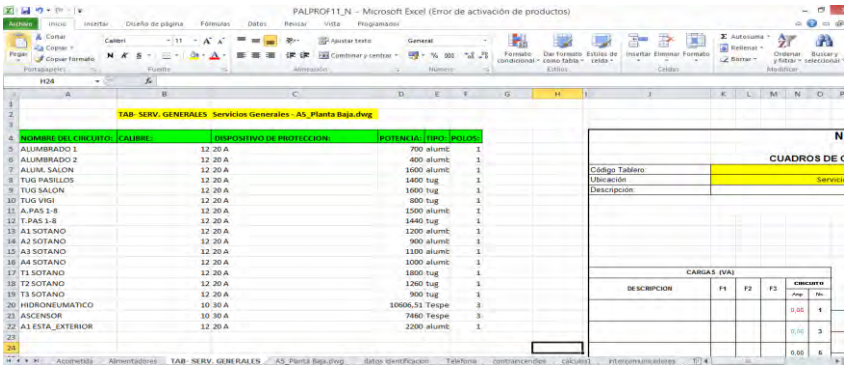


Figura 4.44 tabla asociada al tablero Servicios Generales
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Los equipos especiales como es el caso de hidroneumático o ascensor despliegan un formulario que contiene los datos para el cálculo del sistema (ver figura 4.45).en el caso del sistema hidroneumático el resultado es cargado a una hoja de Excel llamada "Hidroneumático" al momento de finalizar el cálculo (ver figura 4.46), y la potencia del mismo a la hoja de circuito ramales donde se diseñara su alimentador.

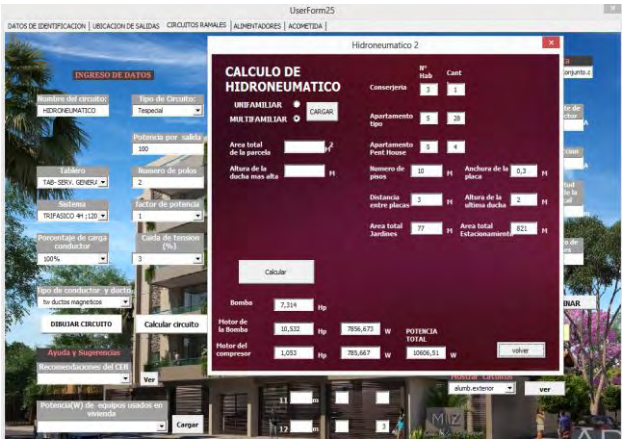


Figura 4.45 Cálculo de Hidroneumático
Fuente: Autor

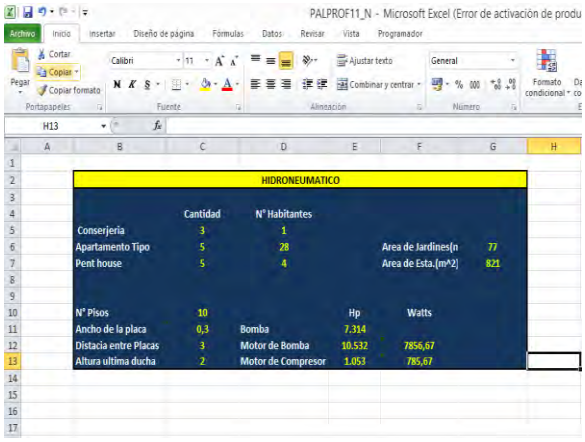


Figura 4.46 Información en Excel
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Diseñado todos los circuitos de los servicios generales se calcula el alimentador. en la figuras se muestran el resultado del mismo.

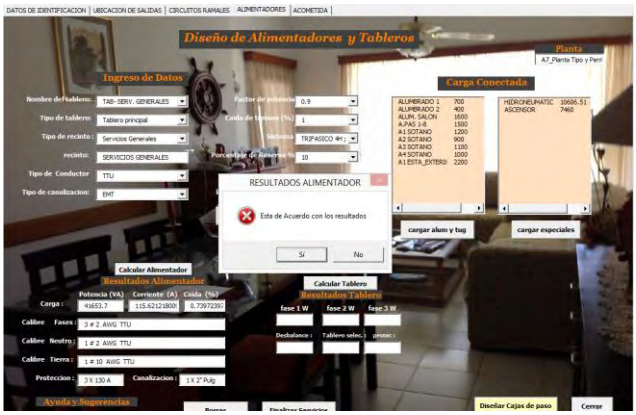


Figura 4.47 previos resultados del alimentador
Fuente: Autor

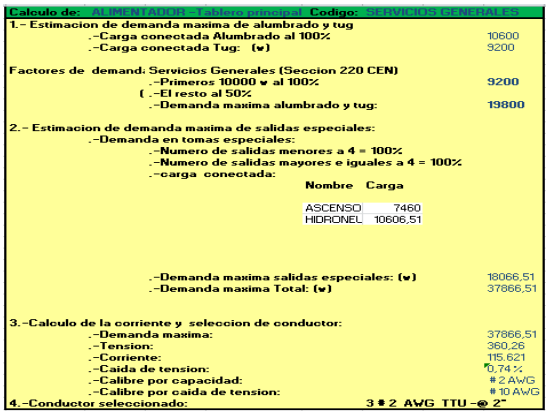


Figura 4.48 Resultados del Alimentador
Fuente: Autor

Después de calcular el alimentador se realiza la distribución de los circuitos en el tablero de servicios generales "Excel", de forma automática (Ver figura 4.49, 4.50)

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

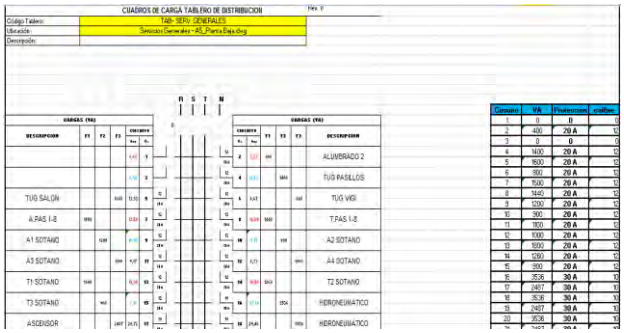


Figura 4.49 Tablero SG (Distribución de circuitos)
Fuente: Autor

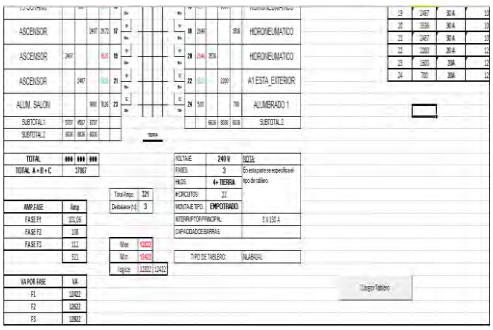


Figura 4.50 resultados (tablero SG)
Fuente: Autor

Conforme con los resultados del tablero (ver figura 4.50), este se carga en el software AutoCAD de manera automática presionando el botón "cargar tablero" (ver figura 4.51).

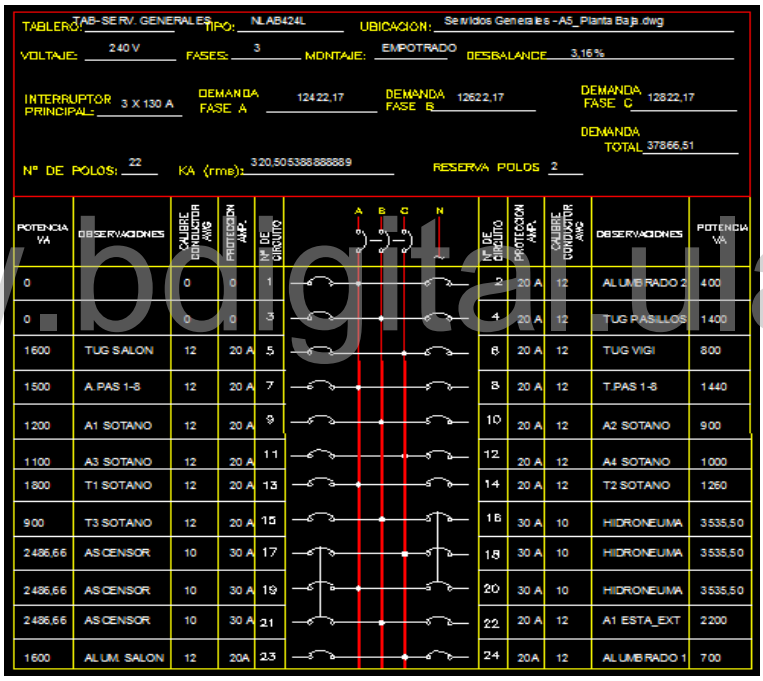


Figura 4.51 Tablero en AutoCAD
Fuente: Autor

4.1.6 Acometida:

Para el diseño de la acometida se debe calcular las demandas involucradas en la edificación: viviendas, locales, servicios generales y prioritarios, para el caso de las unidades de vivienda se tiene una sección donde se calcula la demanda de alumbrado – tug y equipos especiales. Para la demanda de alumbrado y tug se debe seleccionar el fator de demanda y presionar el botón "calcular" (ver figura 4.53).

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Figura 4.52 Carga conectada en la planta PB
Fuente: Autor

Figura 4.53 Carga conectada en la planta tp
Fuente: Autor

La demanda de los equipos especiales se calcula dependiendo a sus propios factores de demanda, el tipo equipo y la cantidad definen el factor que será multiplicado por la potencia total. Como se ve en la figura 4.54 la carga total de 35 secadoras es de 238875 va y cuando se aplica el factor de demanda la potencia se reduce a 52552.5 va, al final la demanda de las unidades de vivienda será la suma de las especiales y la total de alumbrado - tug.

www.bdigital.ula.ve

Figura 4.54 cálculo de la demanda "Secadora"
Fuente: Autor

Figura 4.55 cálculo de la demanda "cocina"
Fuente: Autor

Figura 4.56 cálculo de la demanda "aire"
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Cada una de las demandas se cargara individualmente como se muestra en la figura 4.57. Estas serán los aportes para determinar la demanda máxima de la edificación Geranios 2.

Figura 4.57 Calculo de Acometida (Demanda total)
Fuente: Autor

Obtenida la demanda máxima de la edificación e ingresando los datos de diseño se calcula la acometida y se muestra los resultado en pantalla, además de la verificación del conductor por corto circuito. (Ver figura 4.58). Los datos más relevantes del cálculo que serán mostrados en la tabla de Excel de la figura 4.59.

www.bdigital.ula.ve

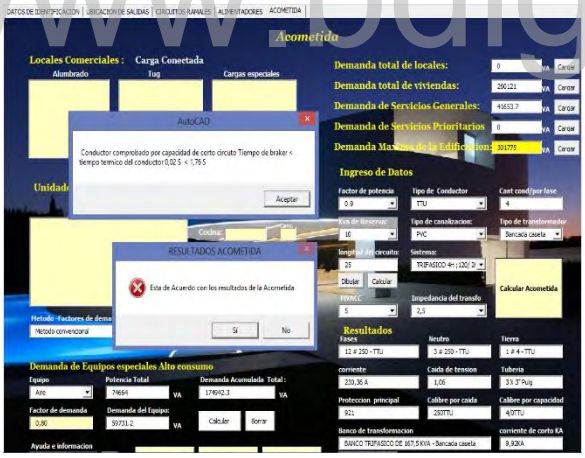


Figura 4.58 Cálculo de Acometida
Fuente: Autor

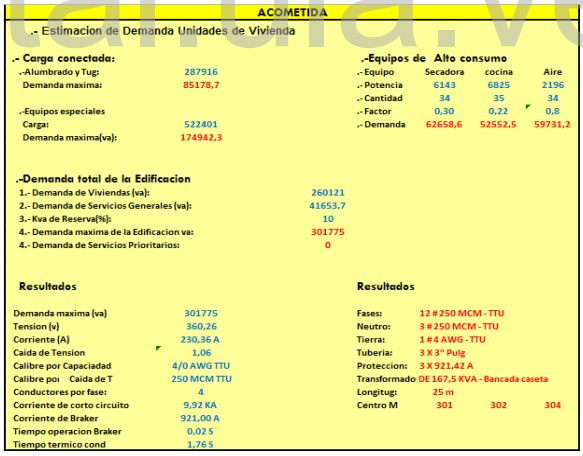


Figura 4.59 Resultados de Acometida (Excel)
Fuente: Autor

El diagrama unifilar y el centro de medición serán cargados automáticamente al AutoCAD según los resultados de la acometida, presionando el botón asociado al diagrama unifilar.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

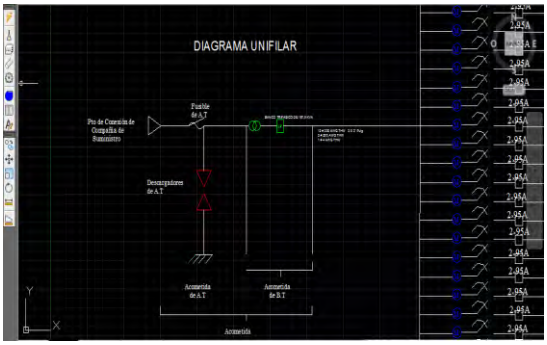


Figura 4.60 Diagrama unifilar en AutoCAD
Fuente: Autor

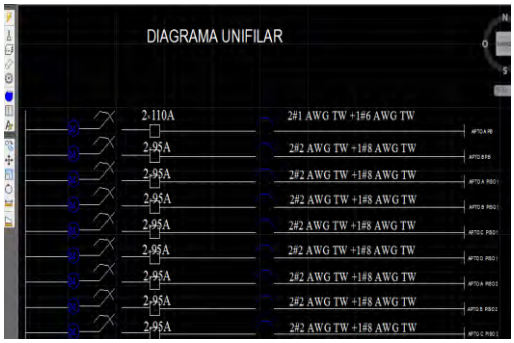
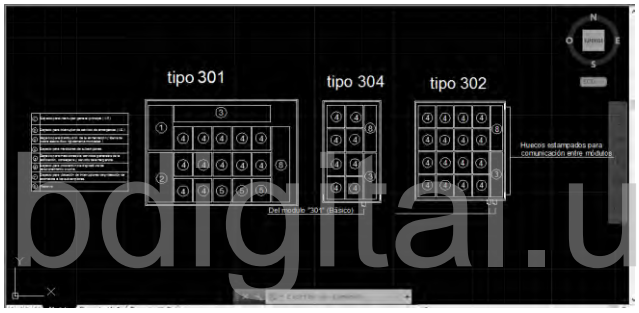


Figura 4.61 Diagrama Alimen en AutoCAD
Fuente: Autor

Los módulos del centro de medición fueron cargados dependiendo de la cantidad de viviendas presentes en el inmueble de manera automática, de igual forma está sujeto a cambios desde la hoja de Excel (ver figura 4.59).



www.bdigital.ula.ve

Figura 4.62 Módulos del centro de medición en AutoCAD
Fuente: Autor

4.1.7 Sistemas

Para diseñar los sistemas es necesario seleccionar la opción “sistema” en el segundo formulario de la aplicación (ver figura 4.2).para activar la ventana como se muestra en la figura 4.63.

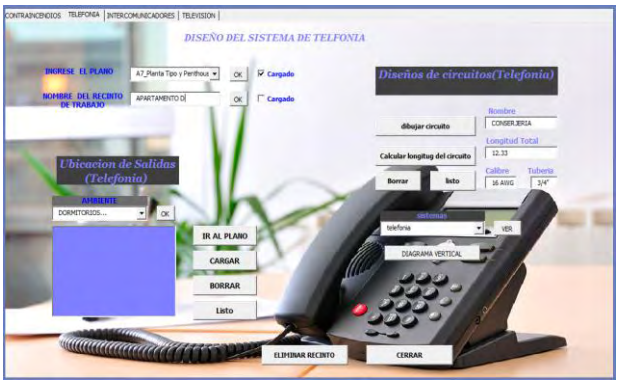


Figura 4.63 Formulario de los sistema “Telefonía”
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Para empezar a diseñar se introduce la planta, el nombre del recinto y el ambiente donde se van a ubicar los elementos (ver figura 4.64). Luego la información acerca de la ubicación será exportada a Excel proceso muy similar en como el caso de ubicación de cargas (ver figura 4.66)

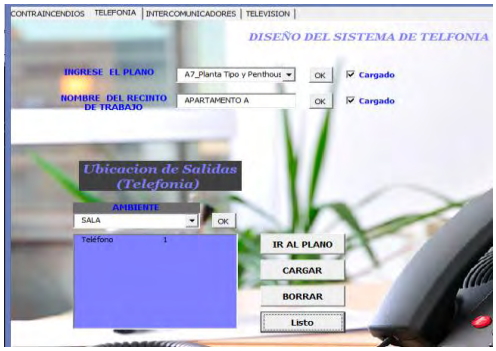


Figura 4.64 Ubicación de elementos "Telefonía"
Fuente: Autor

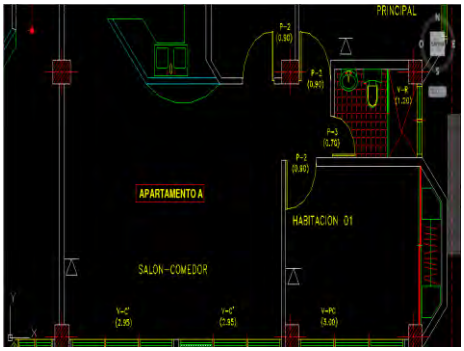


Figura 4.65 elementos en el plano "Telefonía"
Fuente: Autor

	A	B	C	D
1				
2				
3		Telefonia		
4	Ubicacion	Ambiente	Nombre del elemento	Cantidad
5	A5_Planta Baja.dwg - APARTAMENTO A	SALA	Teléfono	1
6		DORMITORIOS	Teléfono	2
7	A5_Planta Baja.dwg - APARTAMENTO B	SALA	Teléfono	1
8		DORMITORIOS	Teléfono	2
9	A5_Planta Baja.dwg - CONSERJERIA	SALA	Teléfono	1
10	A5_Planta Baja.dwg -AREA EXTERNA	PASILLO	caja de distribucion principal	1
11	A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO A	SALA	Teléfono	1
12		DORMITORIOS	Teléfono	2
13	A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO B	SALA1	Teléfono	1
14		DORMITORIOS.	Teléfono	2
15		SALA	Teléfono	2
16	A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO D	SALA..	Teléfono	1
17		DORMITORIOS...	Teléfono	2
18				

www.bdigital.ula.ve

Figura 4.66 Tabla en Excel de ubicación "Telefonía"
Fuente: Autor

Para el diseno del circuito se debe asignar un nombre en la caja de texto asociada y luego ir al plano con el boton "dibujar circuito" para realizar el diseno,y por ultimo volver a la ventana y calcular su longitud presionando el boton que indica esta accion (ver figura 4.67).los datos del calculo son enviados a excel por medio del boton listo (ver figura 4.69).

Figura 4.67 Diseño de circuitos "Telefonía"
Fuente: Autor

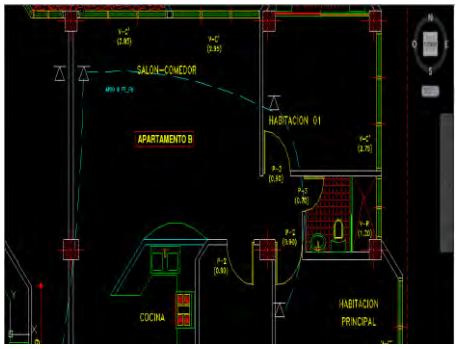


Figura 4.68 circuito de Telefonía
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Diseno de circuitos		
Nombre del circuito	CABLE - TUBERIA	longitud(m)
APTO A PT_PH	16 AWG - 3/4"	200,8
APTO B PT_PH	16 AWG - 3/4"	170,64
APTO D PT_PH	16 AWG - 3/4"	233,44
APTO A PB	16 AWG - 3/4"	29,29
APTO B PB	16 AWG - 3/4"	32,87
CONSERJERIA	16 AWG - 3/4"	12,33

Figura 4.69 Tabla de circuitos en Excel "Telefonía"
Fuente: Autor

Figura 4.70 circuitos de Telefonía" En PT
Fuente: Autor

Telefonia			
Ubicacion	Ambiente	Nombre del elemento	Cantidad
A5_Planta Baja.dwg - APARTAMENTO A	SALA	Teléfono	1
	DORMITORIOS	Teléfono	2
A5_Planta Baja.dwg - APARTAMENTO B	SALA	Teléfono	1
	DORMITORIOS	Teléfono	2
A5_Planta Baja.dwg - CONSERJERIA	SALA	Teléfono	1
A5_Planta Baja.dwg -AREA EXTERNA	PASILLO	caja de distribucion principal	1
A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO A	SALA	Teléfono	1
	DORMITORIOS	Teléfono	2
A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO B	SALA1	Teléfono	1
	DORMITORIOS.	Teléfono	2
	SALA	Teléfono	2
A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg - APARTAMENTO D	SALA...	Teléfono	1
	DORMITORIOS...	Teléfono	2

Diseno de circuitos		
Nombre del circuito	CABLE - TUBERIA	longitud(m)
APTO A PT_PH	16 AWG - 3/4"	200,8
APTO B PT_PH	16 AWG - 3/4"	170,64
APTO D PT_PH	16 AWG - 3/4"	233,44
APTO A PB	16 AWG - 3/4"	29,29
APTO B PB	16 AWG - 3/4"	32,87
CONSERJERIA	16 AWG - 3/4"	12,33

Figura 4.71 Tablas de datos "Telefonía"
Fuente: Autor

4.1.8 Memoria descriptiva:

Para finalizar la aplicación una vez diseñado las instalaciones eléctricas y los sistemas de la edificación, cerramos con la creación de una memoria descriptiva en el programa Word que va a contener todas las tablas relacionadas a los cálculos antes realizados. La primera parte muestra la portada de la memoria con el nombre del conjunto residencial (ver figura 4.72)

www.bdigital.ula.ve

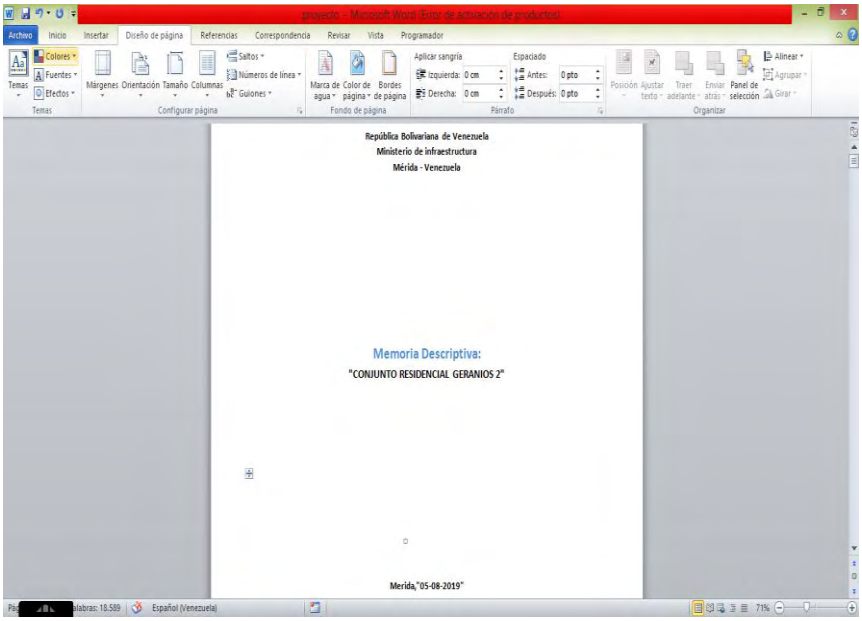


Figura 4.72 Memoria descriptiva (portada)
Fuente: Autor

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Luego una breve descripcion de la edificacion se agrega automaticamente todo los datos ingresados en la primera ventana del formulario como lo son: datos de numero de plantas, cantidad de apartamentos, caracterizticas de los apartamentos entre otros (figura 4.73).

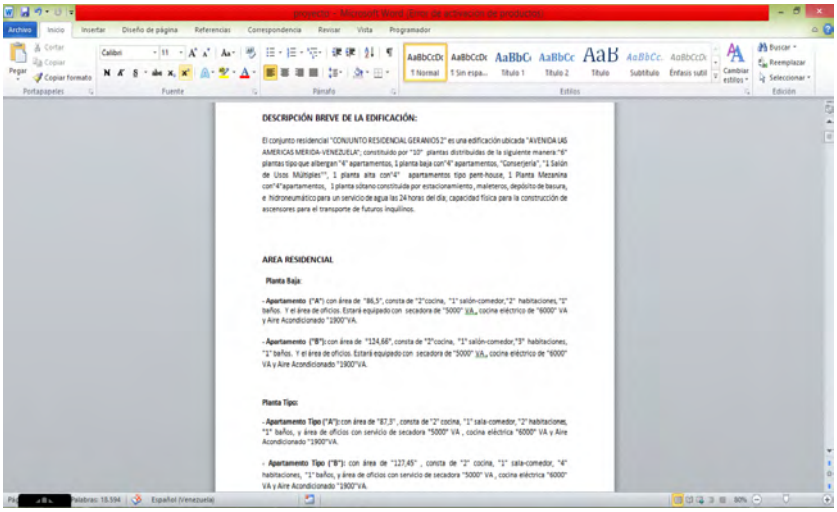


Figura 4.73 Memoria descriptiva (Descripcion del inmueble)
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Despues continua toda la teoria en la que estan basados los calculos de las instalaciones electricas, apegado a la norma del codigo electrico nacional.

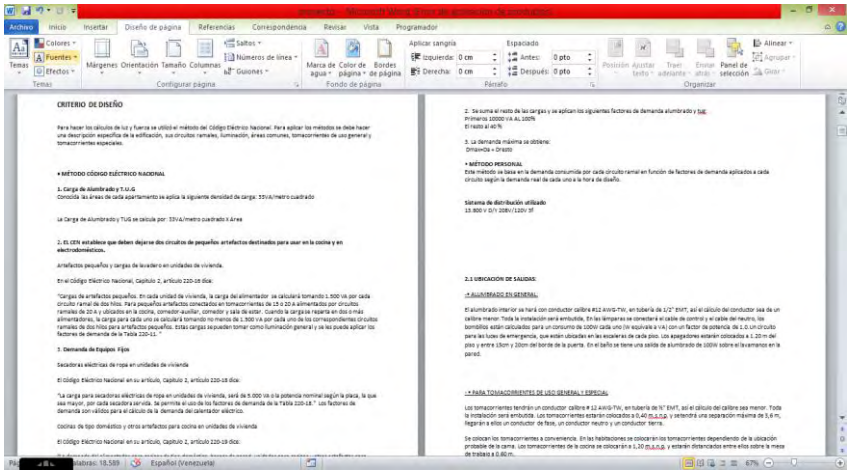


Figura 4.74 Memoria descriptiva (Criterios de Diseno)
Fuente: Autor

Un vez terminada la teoria sobre los criterios de diseno se inicia la muestra de las tablas de resultados en cada uno de los recintos.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Tablas de los circuitos ramales en la memoria descriptiva

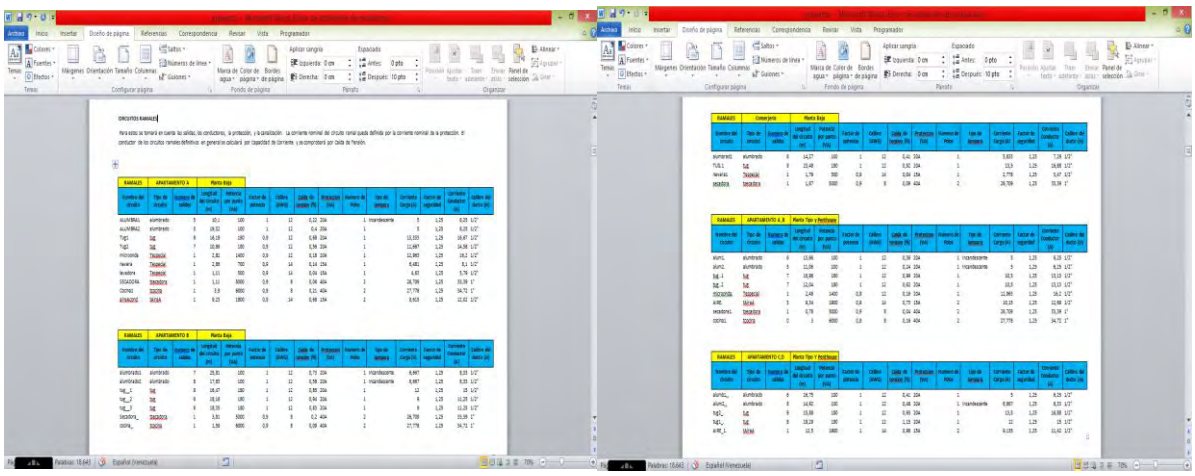


Figura 4.75 Memoria descriptiva (tablas de circuitos ramales)
Fuente: Autor

Tabla de longitudes (circuitos ramales).

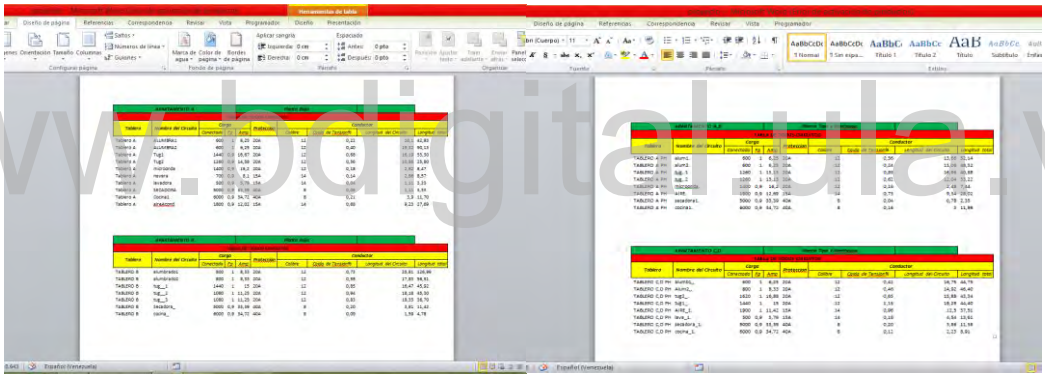


Figura 4.76 Memoria descriptiva (tabla de longitudes de los circuitos)
Fuente: Autor

Informacion sobre los tableros:

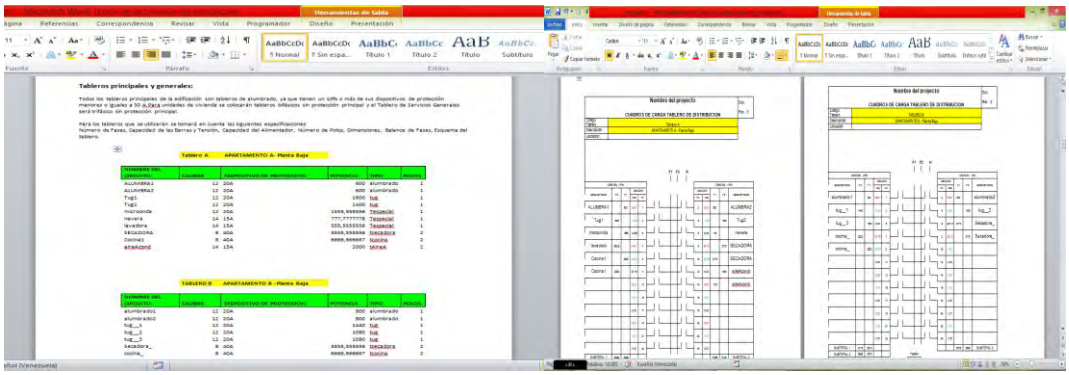


Figura 4.77 Memoria descriptiva (tableros de viviendas)
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Tabla de Alimentadores

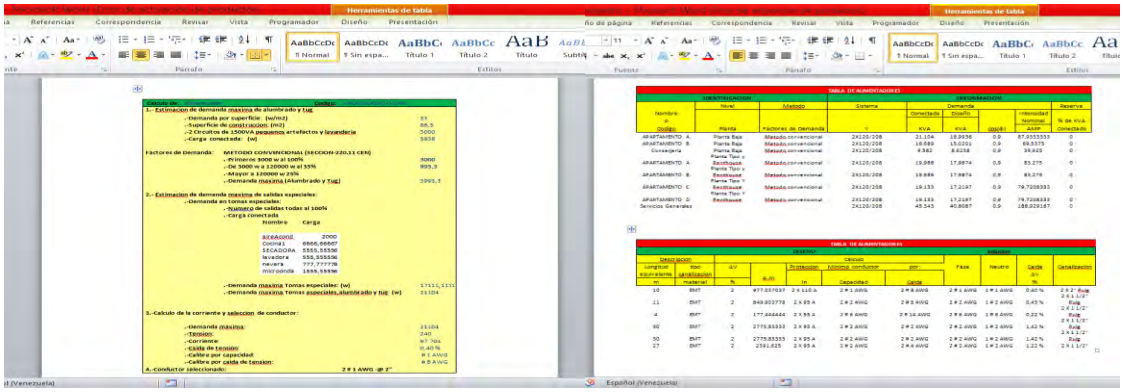


Figura 4.78 Memoria descriptiva (Alimentadores)
Fuente: Autor

Computos salidas por ambiente.

A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg

APARTAMENTO A

	CARGA POR AMBIENTE	
AMBIENTE:	SALIDA POR CIRCUITO:	CANTIDAD DE CARGAS:
SALA	Lampar techo	2
	tomacorriente doble	3
	Interruptor doble	2
COCINA	Lampar techo	2
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	1
	Tug Doble + Tierra	2
	Nevera	1
	COCI	1
HAB 01	Lampar techo	1
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	1
HAB PP	Lampar techo	2
	Interruptor simple	2
	tomacorriente doble	3
	Aire Acondicionado	1
ESTUDIO	Lampar techo	1
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	1
BAÑOS	Lampar techo	2
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	2
OFICIOS	Lampar techo	1
	Interruptor simple	1
	tomacorriente doble	1
	Secadora	1

A7_Planta Tipo y Penthouse.dwg

APARTAMENTO C

	CARGA POR AMBIENTE	
AMBIENTE:	SALIDA POR CIRCUITO:	CANTIDAD DE CARGAS:
SALA	Lampar techo	5
	Interruptor doble	2
	Interruptor simple	3
	tomacorriente doble	6
COCINA	Lampar techo	2
	Interruptor simple	1
	Tug Doble + Tierra	5
	Nevera	1
	COCI	1
OFICIOS	Lampar techo	1
	Interruptor simple	1
	tomacorriente doble	1
	Secadora	1
HAB PP	Lampar techo	2
	Interruptor simple	2
	tomacorriente doble	5
	Aire Acondicionado	1
HAB 01	Lampar techo	1
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	1
HAB 02	Lampar techo	1
	tomacorriente doble	2
	Interruptor simple	1
HAB SERV	Lampar techo	1
	tomacorriente doble	1
	Interruptor simple	1
BAÑOS	Lampar techo	4
	tomacorriente doble	4
	Interruptor simple	4

Figura 4.79 Memoria descriptiva (computos salidas por ambiente)
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

Acometida

ACOMETIDA

.- Estimacion de Demanda Unidades de Vivienda

.- Carga conectada:

.-Alumbrado y Tug:	287916
Demanda maxima:	85178,65
.-Equipos especiales	
Carga:	522401
Demanda maxima(va):	173897,99

.-Equipos de Alto consumo

.- Equipo	Secadora	cocina	Aire
.- Potencia	6143	6825	2196
.- Cantidad	34	35	34
.- Factor	0,30	0,22	0,8
.- Demanda	61614,29	52552,5	59731,2

.-Demanda total de la Edificacion

1.- Demanda de Viviendas:	260120,95
2.- Demanda de Servicios Generales:	41653,7
3.- Kva de Reserva(%):	10
4.- Demanda maxima de la Edificacion:	301775
4.- Demanda de Servicios Prioritarios:	0

Resultados Previos:

Demanda maxima	82988,125
Tension	360,26
Corriente	230,36 A
Caida de Tension	1,33
Calibre por Capaciadad	4/0 AWG TTU
Calibre por Caida de T	300 MCM TTU
Conductores por fase:	4
Corriente de corto ciruito (ka)	11,12

Resultados Definitivos:

Fases:	12 # 300 MCM TTU		
Neutro:	3 # 300 MCM TTU		
Tierra:	1 # 10 AWG TTU		
Tuberia:	3 X 3" Pulg		
Proteccion:	3 X 350 A		
Transformador:	BANCO TRIFASICO DE 167,5 KVA - Bancada caseta		
Longitug:	25 m		
Centro M	301	302	304

Figura 4.80 Memoria descriptiva (Acometida)
Fuente: Autor

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

CONCLUSIONES

Desarrollar un proyecto de instalaciones electricas de un conjunto residencial es de gran complejidad , desde crear los bloques que se van a insertar en los planos de trabajo hasta entregar un informe donde se encuentran todas las tablas e informacion detallada del proyecto. Para ellose necesita tener conociminento acerca del área como también de las normas como (COVENIN), CEN, que rigen el diseño de las instalaciones eléctricas así como del software autocad. Las tareas de contabilizar salidas, medir distancias, áreas, y pasarlas a tablas creadas de forma manual se hace muy tedioso y presenta un alto margen de error aumentando cosiderablemente el periodo de ejecucion del proyecto.

La solucion para agilizar todas estas tareas cuando se trabaja en las instalaciones electricas de residencias multifamiliares se encuentra en el diseno de una herramienta computacional, que vincula los software de AutoCAD, Excel, DIAlux, Word, para la trasferencia de información acerca de los cálculos de manera automática cuando se ejecuta un proyecto, una solución que beneficia en tiempo y es muy confiable. Con una interfaz muy amigable e interactiva para que el usuario desarrolle sin ningún problema el plan de trabajo deseado.

La aplicación usa como lenguaje de programación VBA que está dentro de los programas AutoCAD, Excel, Word, desde allí se ordenan y ejecutan los procedimientos que realizan las tareas por medio de macros. Programar esta aplicación permitió realizar proyectos de manera cómoda y rápida con una duración de 48 horas por proyecto aproximadamente, entregando una memoria descriptiva con todos los resultados y un plano de detalle con los tableros, cajas de paso, diagrama unifilar, detalles de la acometida.

Por otra parte fue de gran interés incursionar en el uso del lenguaje (VBA) y verificar los grandes avances que se pueden lograr en cuanto a la automatización de actividades. Se debe seguir profundizando el estudio de la aplicación, adaptarlos para otro tipo de edificaciones.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

RECOMENDACIONES

- Como recomendación principal, dar a conocer en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica herramientas como esta, para que los estudiantes se animen a mejorar, perfeccionar e incluso crear aplicaciones, ya que hoy día la humanidad está más familiarizada con la tecnología gracias a su gran velocidad e increíble cantidad de información y se puede tener simplemente al alcance de un ordenador, teléfonos Tablet, etc.
- Fomentar a los estudiantes que se preocupen por aprender sobre esta aplicación VBA que están potente y muchos no saben siquiera que existe.
- Crear clases, ponencias o cursos internos, para que los estudiante aprendan a realizar pequeñas herramientas, que además de ser muy motivadoras, no tienen precio alguno, solo tener un computador, que además estas aplicaciones son muy livianas, esto debido a la situación crítica que hoy día presenta nuestro país y que al momento de participar en un laboratorio los profesores se limitan a exigir debido a esto.
- Dar a conocer esta herramienta a los estudiantes.
- Incorporar más información acerca de criterios usados en los diseños de iluminación y tomacorrientes por medio de botones que abran documentos.
- Expandir la herramienta a nivel de distribución y generación para potenciarla aún más.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] O. Penissi (2001). "*Canalizaciones Eléctricas Residenciales*". Séptima Edición, Universidad de Carabobo 1987.

[2] CEN. (2004). "*Código Eléctrico Nacional*". FONDONORMA 200:2004 (7ª. Revisión).Venezuela.

[3] MOP. (1968). "*Manual de Normas y Criterios para Proyectos de Instalaciones Eléctricas*". Manual del Ministerio de Obras Públicas, Tomo II. Venezuela.

[4] R, Sardiñas (2006). "*Programando para AutoCAD con VBA*" Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Cuba 2006, (consultado, Enero 2019), disponible en: https://www.academia.edu/32834021/PROGRAMANDO_PARA_AUTOCAD_CON_VBA

[5] Brazales. A (1999). "*Aprenda Visual Basic 6.0*" UNIVERSIDAD DE NAVARRA – "NAFARROAKO UNIBERTSITATEA", San Sebastián, agosto 1999, (consultado, Noviembre 2018), disponible en: http// www.labc.usb.ve/ paginas/ jregidor/ EC3731/ pdfs/vbasic60.pdf

[6] Sin autor. *"Bloques AutoCAD Gratis de Electricidad"* https://www.bloquesautocad.com › etiqueta › electricidad (consultado, Marzo 2019).

[7] S. W. Bermúdez, *"Herramienta computacional para el diseño de instalaciones residenciales unifamiliares"* Trabajo de grado no publicado. Universidad de Los Andes. Mérida.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

APENDICE

TABLAS Y GRAFICOS CON LA INFORMACION REQUERIDA PARA QUE LA HERRAMIENTA REALICE LOS CALCULOS Y SELECCION DE DISPOSITIVOS.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

APENDICE “A”

TABLAS CON LA INFORMACION REQUERIDA PARA LA SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

A1 Selección de calibres de conductores por capacidad de corriente

A1.1 Capacidad de corriente de conductores con aislamiento para 600 V, No más de tres conductores en canalización.

A1.2 Capacidad de corriente de conductores con aislamiento para 600 V, cables monopolares al aire libre.

A2 Selección de calibres de conductores por caída de tensión

A2.1 Factores de corrección para tensiones y sistemas distintos a 3 x 208/120 V.

A2.2 Capacidad de distribución en AM para conductores TW cobre.

A2.3 Capacidad de distribución en AM para conductores TTU cobre.

A2.4 Calibre mínimo para conductores de puesta tierra.

www.bdigital.ula.ve

A3 Graficas para la selección de calibres por capacidad de corto circuito (KAcc).

1 KAcc simétrica para conductores de cobre TW……. (1-100 KA)

2 KAcc simétrica para conductores de cobre TW……. (1-1000 KA)

3 KAcc simétrica para conductores de cobre TTU-THW……. (1-100 KA)

4 KAcc simétrica para conductores de cobre TTU-THW……. (1-1000 KA)

A4 Tablas para la selección de diámetros de tuberías y tamaños de cajas de paso.

A4.1 Máximo número de conductores del mismo calibre en tuberías con aislamiento TW-TTU-THW.

A4.2 Combinación conductores de distintos calibres en tuberías.

A4.3 Número máximo de conductores en cajas normalizadas.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A5 Tablas con información acerca de los parámetros requeridos en la estimación de la demanda eléctrica.

A5.1 Densidad de carga de alumbrado general de acuerdo al tipo de Local.

A5.2 Factores de demanda para alimentadores con cargas de alumbrado, tomas de uso general y lavadero.

A5.3 Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa, tipo doméstico.

A 5.4 Capacidades de corriente normalizada para protecciones eléctricas.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A1.1 Capacidad de corriente de conductores con aislamiento para 600 V, No más de tres conductores en canalización.

Capacidades de corriente (A) permisibles para los conductores aislados tensión nominal de 0 - 2000 volts, 60°C a 90°C

No más de tres conductores en canalización o cables o directamente enterrados, tomado como base una temperatura ambiente de 30°C

Calibre	Régimen de Temperatura del Conductor. Véase la Tabla 310-13 (CEN)								Calibre
	60°C	75°C	85°C	90°C	60°C	75°C	85°C	90°C	
	+TW, +UF	+FEPW +RH, +RHW +THW, +THWN +XHHW, +USE +ZW	V	TA, TBS SA, AVB SIS, +FEP +FEPB +RHH +THHN +XHHW	+TW +UF	+RH, +RHW +THW +XHHW +USE	V	TA, TBS, SA, AVB SIS +RHH, +THHN +XHHW	
	COBRE				ALUMINIO O ALUMINO RECUBIERTO CON COBRE				
18	–	–	–	14	–	–	–	–	–
16	–	–	18	18	–	–	–	–	–
14	20	20	25	25	–	–	–	–	–
12	25	25	30	30	20	20	25	25	12
10	30	35	40	40	25	30	30	35	10
8	40	50	55	55	30	40	40	45	8
6	55	65	70	75	40	50	55	60	6
4	70	85	95	95	55	65	75	75	4
2	95	115	125	130	75	90	100	100	2
0	125	150	165	170	100	120	130	135	0
00	145	175	190	195	115	135	145	150	00
000	165	200	215	225	130	155	170	175	000
0000	195	230	250	260	150	180	195	205	0000
250	215	255	275	290	170	205	220	230	250
300	240	285	310	320	190	230	250	255	300
350	260	310	340	350	210	250	270	280	350
400	280	335	365	380	225	270	295	305	400
500	320	380	415	430	260	310	335	350	500
600	355	420	460	475	285	340	370	385	600
700	385	460	500	520	310	375	405	420	700
750	400	475	515	535	320	385	420	435	750
800	410	490	535	555	330	395	430	450	800
900	435	520	565	585	355	425	465	480	900
1000	455	545	590	615	375	445	485	500	1000
1250	495	590	640	665	405	485	525	545	1250
1500	520	625	680	705	435	520	565	585	1500
1750	545	650	705	735	455	545	595	615	1750
2000	560	665	725	750	470	560	610	630	2000
FACTORES DE CORECCION									
Temp. Ambiente °C	Para temperatura ambiente sobre 30°C, Multiplique la corriente indicada en la tabla por el factor de corrección adecuado para determinar la máxima corriente permitida.								
31-40	0,82	0,88	0,90	0,91	0,82	0,88	0,90	0,91	
41-45	0,71	0,82	0,85	0,87	0,71	0,82	0,85	0,87	
46-50	0,58	0,75	0,80	0,82	0,58	0,75	0,80	0,82	
51-60	–	0,58	0,67	0,71		0,58	0,67	0,71	
61-70	–	0,35	0,52	0,58		0,35	0,52	0,58	
71-80	–	–	0,30	0,41		–	0,30	0,41	

FUENTE: CODIGO ELECTRICO NACIONAL 1990 COVENNIN 200 TABLA 310 - 16 PAG 213

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A1.2 Capacidad de corriente de conductores con aislamiento para 600 V, cables monopolares al aire libre.

Capacidades de corriente (A) permisibles para los conductores aislados tensión nominal de 0 - 2000 volts, 60°C a 90°C

Cables monopolares al aire Libre, tomando como base una temperatura ambiente de 30°C

Calibre	Régimen de Temperatura del Conductor. Véase la Tabla 310-13 (CEN)								Calibre
	60°C	75°C	85°C	90°C	60°C	75°C	85°C	90°C	
	+TW	+FEPW +RH, +RHW +THW, +THWN, +XHH, +ZW	V	TA, TBS SA, AVB SIS, +FEP +FEPB +RHH +THHN +XHHW	+TW	+RH, +RHW +RUH +THW +THWN +XHHW	V	TA, TBS, SA, AVB SIS, +RHH +THHN +XHHW +XHHW +MI	
	COBRE				ALUMINIO O ALUMINO RECUBIERTO CON COBRE				
18	--	--	--	18	--	--	--	--	--
16	--	--	23	24	--	--	--	--	--
14	25+	30+	30	35+	--	--	--	--	--
12	30-	35+	40	40+	25+	30+	30	35+	12
10	40+	50+	55	55+	35+	40+	40	40+	10
8	60	70	75	80	45	55	60	60	8
6	80	95	100	105	60	75	80	80	6
4	105	125	135	140	80	100	105	110	4
2	140	170	185	190	110	135	145	150	2
0	195	230	250	260	150	180	195	205	0
00	225	265	290	300	175	210	225	235	00
000	260	310	335	350	200	240	265	275	000
0000	300	360	390	405	235	280	305	315	0000
250	340	405	440	455	265	315	345	355	250
300	375	445	485	505	290	350	380	395	300
350	420	505	550	570	330	395	430	445	350
400	455	545	595	615	355	425	465	480	400
500	515	620	675	700	405	485	525	545	500
600	575	690	750	780	455	540	595	615	600
700	630	755	825	855	500	595	650	675	700
750	655	785	855	885	515	620	975	700	750
800	680	815	885	920	535	645	700	725	800
900	730	870	950	985	585	700	760	785	900
1000	780	935	1020	1055	625	750	815	845	1000
1250	890	1065	1160	1200	710	855	930	960	1250
1500	980	1175	1275	1325	795	950	1035	1075	1500
1750	1070	1280	1395	1445	875	1050	1145	1185	
2000	1155	1385	1505	1560	960	1150	1250	1335	

FACTORES DE CORRECCION

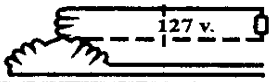
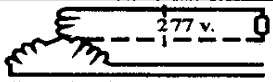
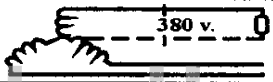
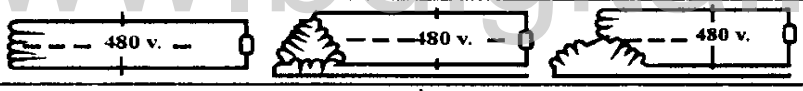
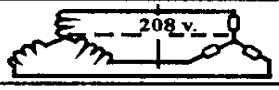
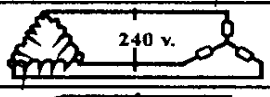
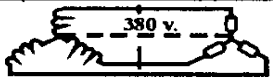
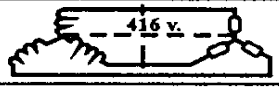
Temp. Ambiente °C	Para temperatura ambiente sobre 30°C, Multiplique la corriente indicada en la tabla por el factor de corrección adecuado para determinar la máxima corriente permitida.							
31-40	0,82	0,88	0,90	0,91	0,82	0,88	0,90	0,91
41-45	0,71	0,82	0,85	0,87	0,71	0,82	0,85	0,87
46-50	0,58	0,75	0,80	0,82	0,58	0,75	0,80	0,82
51-60	--	0,58	0,67	0,71	--	0,58	0,67	0,71
61-70	--	0,35	0,52	0,58	--	0,35	0,52	0,58
71-80	--	--	0,30	0,41	--	--	0,30	0,41

FUENTE: CODIGO ELECTRICO NACIONAL 1990 COVENNIN 200 TABLA 310 - 17 PAG 215

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A2.1 Factores de corrección para tensiones y sistemas distintos a 3 x 208/120 V.

DISPOSICION DE CARGAS EN DISTINTOS SISTEMAS	FACTORES CORRECC.	
	A. m.	KVA. m.
	0,500	0,166
	0,529	0,186
	0,866	0,500
	0,916	0,559
	1,000	0,665
	1,154	0,886
	1,581	1,668
	1,733	2,000
	2,000	2,662
	1,000	1,000
	1,057	1,118
	1,153	1,331
	1,827	3,337
	2,000	4,000
	2,307	5,325

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A2.2 Capacidad de distribución en AM., para conductores monopolares de cobre con aislamiento TW, sistema trifásico 208/120., 60 Hz y temperatura del conductor 60 º Caída 2%

PARA DUCTOS MAGNETICOS

AWG o MCM	ΔV =2% COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	237	248	261	292	332
12	377	394	414	462	524
10	600	623	653	727	821
8	954	983	1028	1139	1277
6	1461	1488	1549	1698	1893
4	2321	2329	2405	2608	2876
2	3694	3624	3703	3952	4295
1/0	5865	5278	5560	5785	6147
2/0	7178	6633	6615	6800	7148
3/0	9006	8080	7896	8083	8387
4/0	11396	9920	9653	9599	9818
250	13434	11273	10856	10616	10711
300	14399	11951	11500	11200	11263
350	16699	13464	12825	12325	12275
400	19084	14889	14046	13322	13133
500	23575	17475	16204	15057	14627
600	25581	18469	16934	15584	15029
700	28971	20105	18244	16641	15914
750	30058	20694	18771	17018	16247

PARA DUCTOS NO MAGNETICOS

AWG o MCM	ΔV =2% COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	237	248	261	292	333
12	377	394	414	463	526
10	600	624	654	730	826
8	954	987	1033	1146	1292
6	1517	1554	1619	1783	1997
4	2411	2438	2526	2754	3054
2	3838	3806	3909	4204	4602
1/0	6096	5847	5926	6229	6683
2/0	7698	7233	7273	7545	8003
3/0	9685	8881	8823	9046	9479
4/0	12253	10907	10723	10806	11168
250	14384	12425	12084	11994	12245
300	17282	14479	13937	13621	13746
350	20019	16307	15544	16000	14991
400	22870	18063	17045	16238	16075
500	28261	21577	19688	18377	17924
600	33821	23922	21858	19967	19200
700	38734	26263	23715	21390	20373
750	41409	27531	24747	22181	21034

www.bdigital.ula.ve

NOTAS: Tablas calculadas en base a la fórmula: $Am = \frac{10\Delta V \ \% \ KV}{\sqrt{3}\,(R \cos \varnothing + X \operatorname{SEN} \varnothing)}$

Valores de R a 20°C y C.C. para conductividad de 96,66% tomados del catálogo Burndy OH-57.

Factores de corrección para otras temperaturas y C.A. en ductos no magnéticos tomados del Manual Técnico Rome Co.

Valores de X para ducto no magnético tomados de Tablas Kaiser Aluminium.

Para otras tensiones multiplicar los valores de Am por los coeficientes de la tabla de factores de corrección.

Para otros valores de ΔV dividir los valores de Am calculados para el 2% por $\frac{\text{Nuevo } \Delta V}{2}$ y compararlos con los datos de estas tablas.

ΔV = Caída de tensión

Para obtener la caída de Tensión real o exacta se procede de la forma siguiente:

$$\Delta V \text{ real} = 2\% \ \frac{\text{KVAm Calculados}}{\text{KVAm de Tablas}} \quad \text{o bien} \quad \Delta V \text{ real} = \frac{2\% \text{ Am Calculados}}{\text{Am de Tablas}}$$

Cuando los Am o KVAm calculados sean mayores que los indicados en tablas se tomarán más de un conductor por fase.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A2.3 Capacidad de distribución en AM., para conductores monopolares de cobre con aislamiento TTU, sistema trifásico 208/120., 60 Hz y temperatura del conductor 75 º Caída 2%

PARA DUCTOS MAGNETICOS

AWG o MCM	ΔV =2%				
	COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	226	236	249	278	317
12	359	375	394	439	498
10	571	593	622	687	780
8	908	934	975	1076	1207
6	1392	1417	1473	1616	1800
4	2210	2216	2288	2481	2735
2	3521	3448	3526	3762	4086
1/0	5592	5246	5269	5470	5796
2/0	6812	6267	6247	6411	6726
3/0	8808	7702	7590	7665	7933
4/0	10881	9408	9164	9095	9284
250	12790	10759	10378	10163	10267
300	13741	11450	11015	10740	10812
350	15925	12873	12250	11781	11735
400	18217	14279	13456	12770	12596
500	22473	16538	15306	14186	13756
600	24289	17539	16138	14852	14330
700	27639	19206	17488	15893	15209
750	28289	19566	17786	16149	15434

PARA DUCTOS NO MAGNETICOS

AWG o MCM	ΔV =2%				
	COS θ				
	1	0,95	0,9	0,8	0,7
14	226	236	249	278	317
12	359	375	394	440	500
10	571	594	623	694	786
8	908	937	981	1086	1223
6	1444	1479	1541	1697	1898
4	2294	2319	2403	2620	2904
2	3653	3621	3720	4001	4377
1/0	5797	5540	5606	5585	6300
2/0	7317	6854	6879	7134	7557
3/0	9231	8430	8377	8559	8949
4/0	11650	10336	10161	10217	10545
250	13714	11875	11572	11489	11742
300	16438	13820	13326	13050	13179
350	19048	15551	14842	14345	14337
400	21818	17277	16338	15574	15414
500	26966	20085	18633	17353	16878
600	32432	22920	20961	19154	18391
700	36923	25062	22663	20460	19480
750	39344	26186	23576	21145	20050

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A2.4 Calibre mínimo para conductores de puesta tierra.

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería etc. No mayor de (Amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra	
	Alambre de **cobre** Nº.	Alambre de **aluminio**, o con recubrimiento de **cobre** Nº.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	2	1/0
500	2	1/0
600	0	2/0
800	0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

GRÁFICA Nº 1

Corriente de cortocircuito simétrica permisible en conductores de cobre con aislante TW (1-100KA)

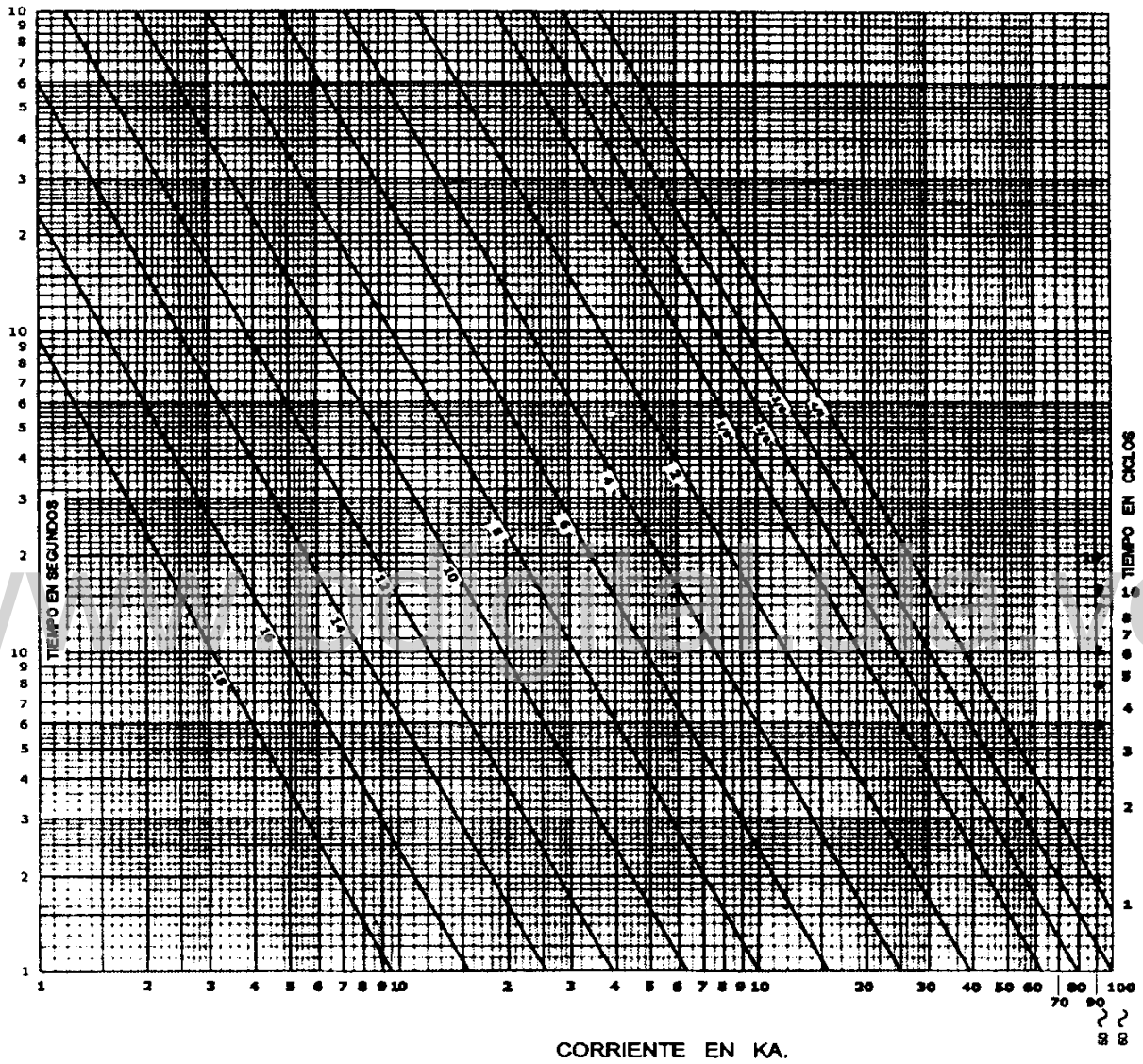


GRÁFICO OBTENIDO DE LA FÓRMULA

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 t = 0.0297 . \lg . \left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)$$

$$I = A \frac{0.0592}{\sqrt{t}}$$

I = CORRIENTE DE CC. EN AMP.
A = ÁREA DEL CONDUCTOR EN CIRCULAR MIL.
T_1 = 60 °C.
T_2 = 150 °C.
t = TIEMPO DEL CC. EN SEGUNDOS.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

GRÁFICA Nº 2

Corriente de cortocircuito simétrica permisible en conductores de cobre con aislante TW (1—1000KA)

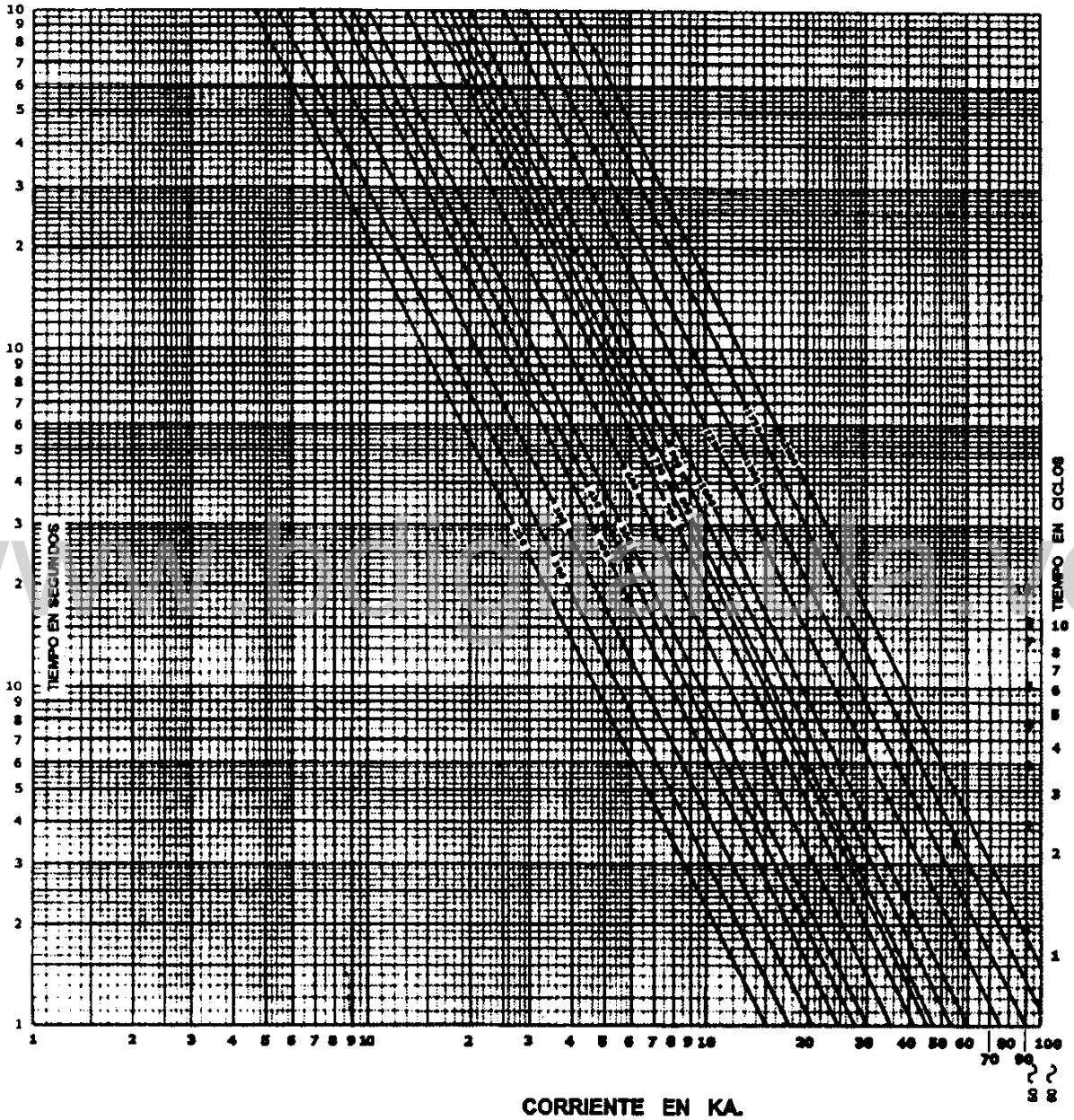


GRÁFICO OBTENIDO DE LA FÓRMULA

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 t = 0.0297 \cdot \lg \left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)$$

$$I = A\frac{0.0592}{\sqrt{t}}$$

I = CORRIENTE DE CC. EN AMP.
A = ÁREA DEL CONDUCTOR EN CIRCULAR MIL.
T_1 = 60 °C.
T_2 = 150 °C.
t = TIEMPO DEL CC. EN SEGUNDOS.

www.libretexts.org

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

GRÁFICA Nº 3

Corriente de cortocircuito simétrica permisible en conductores de cobre con aislante TTU - THW (1—100KA)

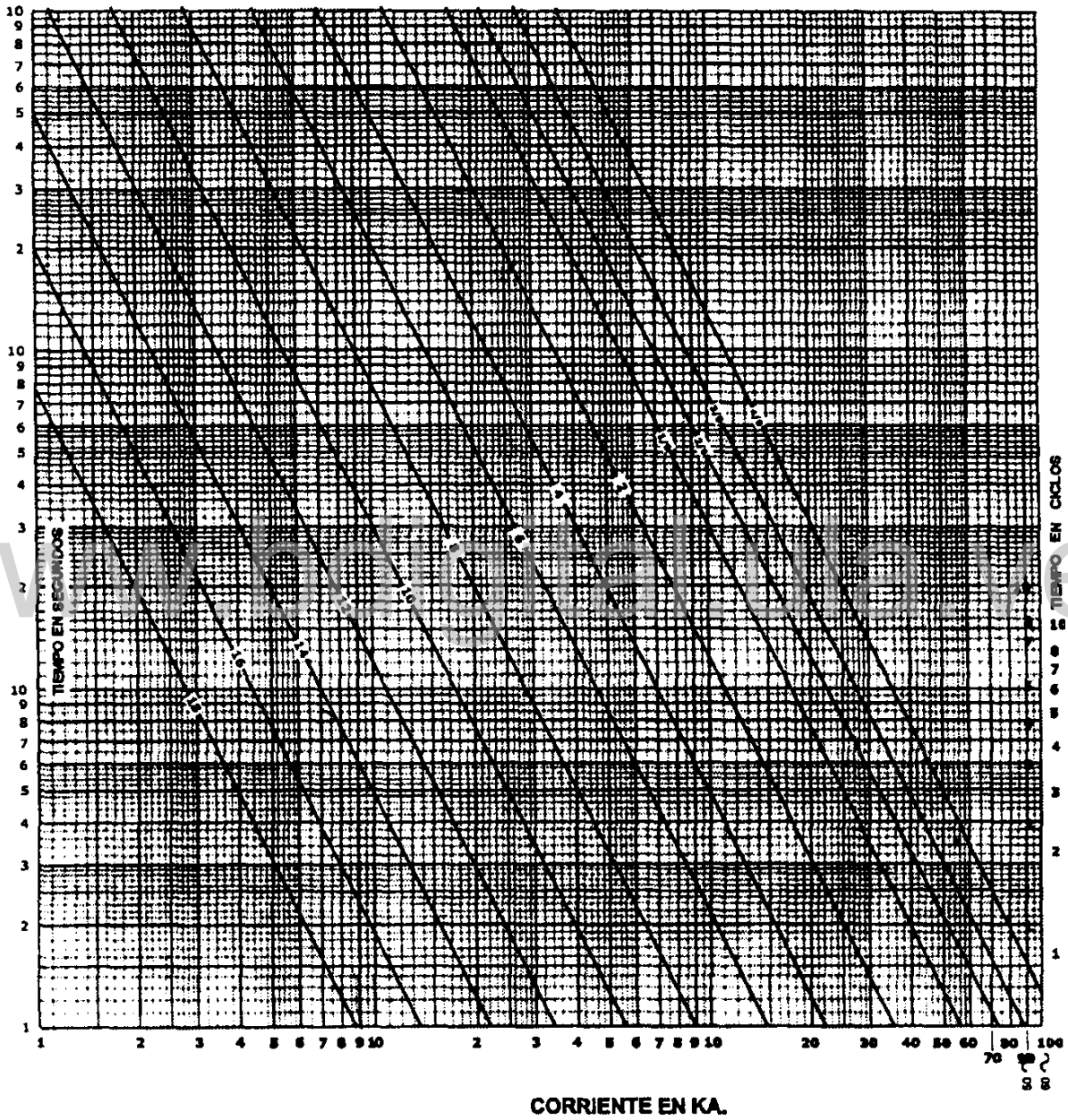


GRÁFICO OBTENIDO DE LA FÓRMULA

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 t = 0.0297 \cdot \lg\left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)$$

$$I = A\frac{0.0592}{\sqrt{t}}$$

I = CORRIENTE DE CC. EN AMP.
A = ÁREA DEL CONDUCTOR EN CIRCULAR MIL.
T_1 = 60 °C.
T_2 = 150 °C.
t = TIEMPO DEL CC. EN SEGUNDOS.

www.bonetti.com.pe

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

GRÁFICA Nº 4

Corriente de cortocircuito simétrica permisible en conductores de cobre con aislante TTU - THW (1—1000KA)

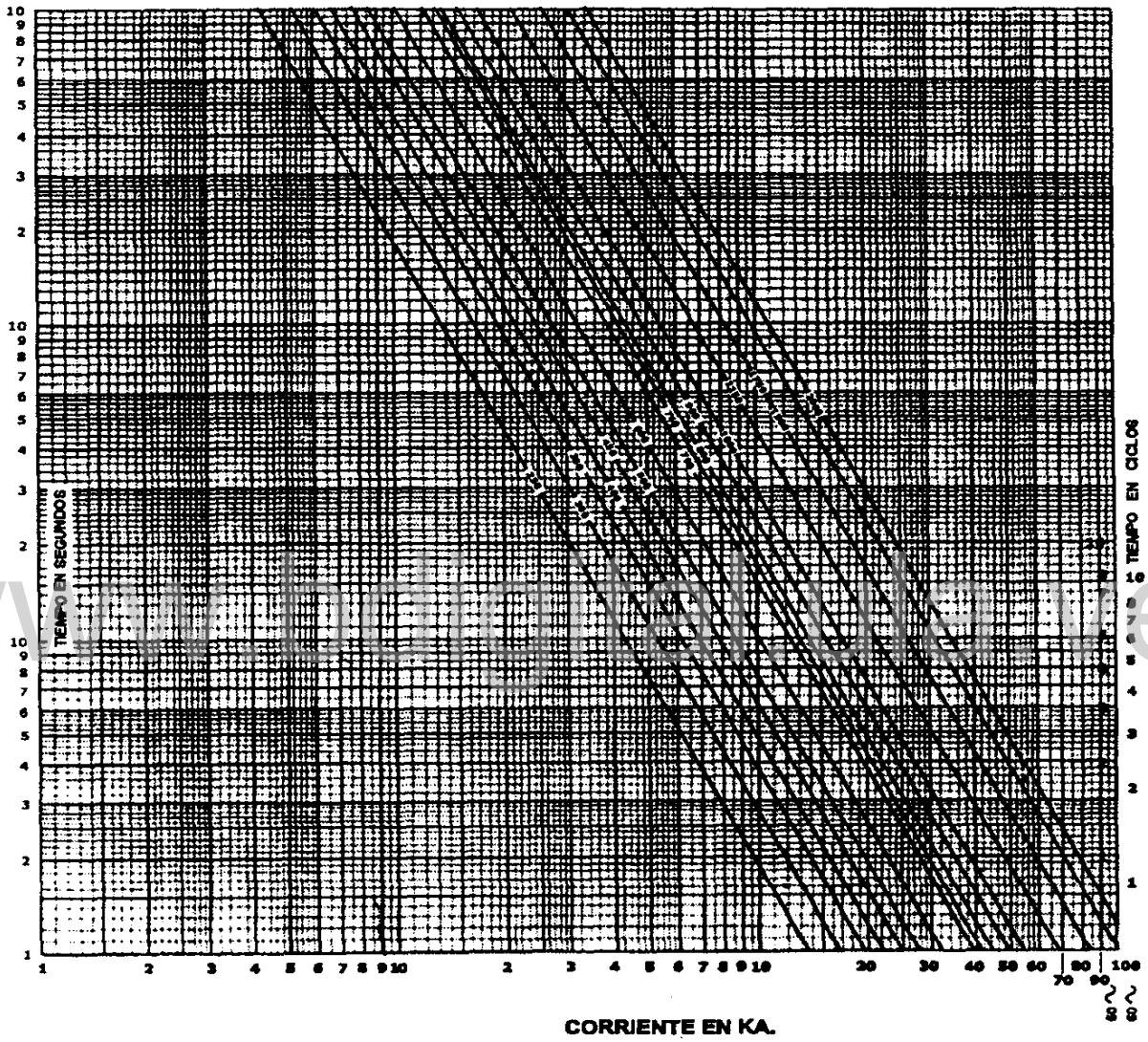


GRÁFICO OBTENIDO DE LA FÓRMULA

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 t = 0.0297 . lg. \left(\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right)$$

$$I = A\frac{0.0592}{\sqrt{t}}$$

I = CORRIENTE DE CC. EN AMP.
A = ÁREA DEL CONDUCTOR EN CIRCULAR MIL.
T_1 = 60 °C.
T_2 = 150 °C.
t = TIEMPO DEL CC. EN SEGUNDOS.

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A4.1 Máximo número de conductores del mismo calibre en tuberías con aislamiento TW-TTU-THW.

AWG O MCM	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	4"	5"	6"
14	4	6	10	25	41	90	155	-	-
12	3	5	8	21	34	76	132	208	-
10	1	4	7	17	29	64	110	173	-
8	1	3	4	10	17	38	67	105	152
6	1	1	3	6	10	23	41	64	93
4	1	1	3	5	8	18	31	49	72
2	-	1	1	3	6	14	24	38	55
1/0	-	-	1	2	4	9	16	25	37
2/0	-	-	1	1	3	8	14	22	32
3/0	-	-	1	1	3	7	12	19	27
4/0	-	-	-	1	2	6	10	16	23
250	-	-	-	1	1	5	8	13	19
300	-	-	-	1	1	4	7	11	16
350	-	-	-	1	1	3	6	10	15
400	-	-	-	1	1	3	6	9	13
500	-	-	-	1	1	3	5	8	11
600	-	-	-	-	1	1	4	6	9
700	-	-	-	-	1	1	3	6	8
750	-	-	-	-	1	1	3	5	8

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A4.2 Combinación conductores de distintos calibres en tuberías. Las áreas para los conductores corresponden al tipo TW, THW y TTU.

AWG O MCM	AREA OCUPADA POR LOS CABLES (PULGADAS^2)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	0,0327	0,0654	0,0981	0,1308	0,16354	0,1962	0,2289	0,2616	0,2943
12	0,0384	0,0768	0,1152	0,1536	0,1920	0,2304	0,2688	0,3072	0,3456
10	0,0460	0,0920	0,1380	0,1840	0,2300	0,2760	0,3220	0,3680	0,4140
8	0,0760	0,1520	0,2280	0,3040	0,3800	0,4560	0,5320	0,6080	0,6840
6	0,1238	0,2476	0,3714	0,4952	0,6190	0,7428	0,8666	0,9904	1,1142
4	0,1605	0,3210	0,4815	0,6420	0,8025	0,9630	1,1235	1,2840	1,4445
2	0,2067	0,4134	0,6201	0,8268	1,0335	1,2402	1,4469	1,6536	1,8603
1/0	0,3107	0,6214	0,9321	1,2428	1,5535	1,8642	2,1749	2,4856	2,7963
2/0	0,3578	0,7156	1,0734	1,4312	1,7890	2,1468	2,5046	2,8624	3,2202
3/0	0,4151	0,8302	1,2453	1,6604	2,0755	2,4906	2,9057	3,3208	3,7359
4/0	0,4840	0,9680	1,4520	1,9360	2,4200	2,9040	3,3880	3,8720	4,3560
250	0,5917	1,1834	1,7751	2,3668	2,9585	3,5502	4,1419	4,7336	5,3253
300	0,6837	1,3674	2,0511	2,7348	3,4185	4,1022	4,7859	5,4696	6,1533
350	0,7620	1,M5240	2,2860	3,0480	3,8100	4,5720	5,3340	6,0960	6,8580
400	0,8365	1,6730	2,5095	3,3460	4,1825	5,0190	5,8555	6,6920	7,5285
500	0,9834	1,9668	2,9502	3,9336	4,9170	5,004	6,8838	7,8672	8,8506
600	1,1940	2,3880	3,5820	4,7760	5,9700	7,1640	8,3580	,9,5520	10,7460
700	1,3355	2,6710	4,0065	5,3420	6,6775	8,0130	9,3485	10,6840	12,0195
750	1,4082	2,8164	4,2246	5,6328	7,0410	8,4492	9,8574	11,2656	12,6738

www.bdigital.ula.ve

% del área	Nº de Cables	AREA UTILIZABLE (PULGADAS^2)								
		½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	4"	5"	6"
53	1	0,16	0,28	0,46	1,08	1,78	3,91	6,74	10,60	15,31
31	2	0,09	0,16	0,27	0,63	1,04	2,29	3,94	6,20	8,96
41	3 ó más	0,12	0,21	0,34	0,82	1,34	2,95	5,09	8,00	11,56

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A4.2 Número máximo de conductores en cajas normalizadas COVENIN 200.

Tipo		Dimensiones (1)									
		Pulgadas			Centímetros						
		h	Dc	v	h	Dc	v	#14	#12	#10	#8
PROFUNDA (h ≥ 3,81 cm.)*	Octogonal	1 ½	3 ¼	10,9	3,81	8,25	178,7	5	4	4	3
		1 ½	3 ½	11,9	3,81	8,89	195,0	5	5	4	3
		1 ½	4	17,1	3,81	10,16	280,3	8	7	6	5
		2 1/8	4	23,6	5,40	10,16	386,8	11	10	9	7
	Cuadrada	1 ½	4	22,6	3,81	10,16	370,4	11	10	9	7
		2 1/8	4	31,9	5,40	10,16	522,8	15	14	12	10
		1 ½	4 11/16	32,2	3,81	11,90	527,8	16	14	12	10
		2 1/8	4 11/16	46,4	5,40	11,90	760,5	23	20	18	15
	Dispositivos	1 ½	3x2	7,9	3,81	7,62x5,08	129,5	3	3	3	2
		2 ¼	3x2	10,7	5,08	7,62x5,08	175,4	5	4	4	3
		2	3x2	11,3	5,71	7,62x5,08	185,2	5	5	4	3
		2 ½	3x2	13	6,35	7,62x5,08	213,1	6	5	5	4
		2 ¾	3x2	14,6	6,99	7,62x5,08	239,3	7	6	5	4
		3 ½	3x2	18,3	8,89	7,62x5,08	300,0	9	8	7	6
		1 ½	4x2 1/8	11,1	3,81	10,16x5,40	182,0	5	4	4	3
		1 7/8	4x2 1/8	13,9	4,76	10,16x5,40	227,8	6	6	5	4
		2 1/8	4x2 1/8	15,6	5,40	10,16x5,40	255,7	7	6	6	5
POCO PROFUNDA (h < 3,81 cm.)			3 ¼			8,25		4	4	3	-
			4			10,16		6	6	4	-
		1 ¼	4x4		3,17	10,16 x 10,16		9	7	6	-
			4 11/16			11,90		8	6	6	-

(1) Tamaño comercial
h: Profundidad
Dc: Dimensión característica
V: Volumen útil

Para otras combinaciones que no figuran en la tabla se aplicará:.....

* Cuando sean usadas como cajas de paso y empalme regirá el Art. 370-18 CEN

Calibre del conductor	Espacio necesario en la caja por cada conductor	
	Pulg.³	cm³
#14 NORVEN	2,00	32,8
#12	2,25	36,9
#10	2,50	40,9
#8	3,00	49,2
#6	5,00	81,8

www.bdigital.ula.ve

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A5.1 Densidad de carga de alumbrado general de acuerdo al tipo de Local.

Tipo de Local	Carga Unitaria en Vatios por m^2
Auditorios	10
Bancos	35**
Barberías, peluquerías y salones de belleza	30
Iglesias	10
Clubes o casinos	20
Tribunales	20
* Unidades de vivienda	30
Garajes comerciales	5
Hospitales	20*
* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin cocina	20
Inmuebles comerciales e industriales	20
Hospedajes	15
Inmuebles de oficinas	35**
Restaurantes	20
Escuelas	30
Tiendas	30
Depósitos	2.5
Para locales citados y con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicará lo siguiente	
Sala de reuniones y auditorios	10
Recibos, corredores y roperos	5
Espacios para almacenamiento	2.5

www.bdigital.ula.ve

-Todos los tomacorrientes de 20 A o menos en viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de hoteles y moteles pueden considerarse como salidas para iluminación general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos, se exceptúan los tomacorrientes especificados en el artículo 220-3b.

- Cuando la cantidad real de tomacorriente de uso general es desconocida, se incluirá 10 W/m2 adicionales por ese concepto.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A5.2 Factores de demanda para alimentadores con cargas de alumbrado, tomas de uso general y lavadero.

Tipo de Local	Parte de la carga de iluminación a la que se aplica el factor de demanda (en Voltampere)	Factor de Demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3.000 o menos	100
	De 3.001 a 120.000	35
	A partir de 120.000	25
Hospitales*	Primeros 50.000 ó menos	40
	A partir de 50.000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen*	Primeros 20.000 ó menos	50
	De 20.001 a 100.000	40
	A partir de 100.000	30
Almacenes, depósitos	Primeros 12.500 ó menos	100
	A partir de 12.500	50
Todos los demás	Total de Voltampere	100

www.bdigital.ula.ve

Los factores de demanda de esta tabla no se aplican a la carga de los alimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y moteles donde toda la iluminación pueda estar utilizada al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y sala de baile.

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual

A5.3 Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa, tipo doméstico.

Número de Secadoras	Factor de Demanda (%)
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11 – 13	45
14 – 19	40
20 – 24	35
25 – 29	32,5
30 – 34	30
35 – 39	27,5
40 en adelante	25

A 5.4 Capacidades de corriente normalizada para protecciones eléctricas.

www.bdigital.ula.ve

CAPACIDAD NORMALIZADA EN AMPERES
15 – 20 – 25 30 – 35 – 40 – 45 50 – 60 – 70 – 80 – 90
100 – 110 – 125 – 150 – 175 – 200 – 225 – 300 – 350 – 400 – 450
500 – 600 – 700 – 800 – 100 – 1.200 – 1.600
2.000 – 2.500 – 3.000 – 4.000 – 5.000 – 6.000

Reconocimiento-No comercial- Compartir igual