

# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS  
DE LAS FABRICAS DESARROLLADAS POR CORPIVENSA.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por el Br. Suarez S., Zagid E.  
Para optar al título de  
Ingeniero Electricista.

Caracas, 2010

# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS  
DE LAS FABRICAS DESARROLLADAS POR CORPIVENSA.

PROF. GUIA: Ing. Alexander Cepeda  
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Henry Bastidas

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por el Br. Suarez S., Zagid E.  
Para optar al título de  
Ingeniero Electricista.

Caracas, 2010

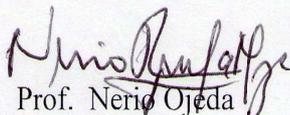
## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 12 de noviembre de 2010

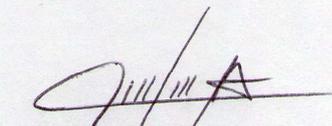
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Zagid E. Suárez S., titulado:

### **“PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LAS FÁBRICAS DESARROLLADAS POR CORPIVENSA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

  
Prof. Nerio Ojeda  
Jurado

  
Prof. Alexander Cepeda  
Prof. Guía

  
Prof. José Mora  
Jurado

## DEDICATORIA

A dios y a mi abuelo Valerio Poto, que dios tenga en su gloria, por darme la vida, y el impulso para seguir adelante con mis sueños, iluminándome y dándome mucha fuerza a la hora de vencer los obstáculos, para así alcanzar mis metas.

A mi Madre, Guadalupe Sojo por darme el ser, ya que sé que está orgullosa de mí, al obtener este triunfo, siempre tan pendiente de mis estudios, aunque yo no le permitía meterse en ellos, y aunque no parezca me alegraba cada vez que me hacía saber lo preocupada que estaba porque terminara mis estudios.

A mi Tía, Osiris Sojo por ser el padre que necesite, por haberme dado la sabiduría, fortaleza y sobretodo su incondicional apoyo para seguir adelante ya que sin su ayuda no habría podido superar esta etapa y alcanzado este triunfo.

A mi Abuela, Mercedes Sojo, por ser abuela, madre, padre, tía, amiga, sin ti no estuviera llegando a este triunfo, porque le distes el ser a mi madre y mi tía, dos mujeres tan importante en mi vida y en mi carrera, por eso y por otras cosas eres especial para mí porque fuiste la que me paraba todas las mañanas tempranito para ir a la universidad, preparándome todas las comidas y siempre estando pendientes de mis cosas.

A mi Hijo Zahit Alberto Suárez Huices, por ser la razón de mi vida y el motivo que me hizo terminar mi carrera. Te amo hijo.

A mi Esposa Katty Huices, por ser mi compañera, amiga incondicional y por regañarme tanto para que me graduara.

A mi Hermana Geyzha Suárez y sobrinos José Gregorio y Zahid Valerio Salazar, por ser parte de mi vida y para que esto les sirva de motivación para ser unos profesionales en sus respectivas vidas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios y a mi abuelo Valerio Poto, que dios tenga en su gloria, por darme la fuerza y mucha salud que me ha dado para concluir satisfactoriamente la meta que me había propuesto.

A la UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, por facilitarme las herramientas para construir mí triunfo, en especial a la escuela de ingeniería eléctrica por ser la mejor y la ms exigente.

A los profesores que día a día estuvieron allí impartiendo paso a paso los conocimientos necesarios en cada una de las diferentes aéreas de la carrera, y darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mis compañeros de clases que en la actualidad son mis amigos, con quienes compartí momentos especiales en el transcurso de esta etapa de mi vida. En especial a: Abelardo, Chinchilla, Gómez, Cristina, Gracias por su apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo que siempre estuvieron presente para guiar con su conocimiento la elaboración de este trabajo de grado. Especialmente a Henry Bastidas, Germán Figuera, Germán Hernández e Israel Rivas.

A Toda mi familia por ser los principales culpables de mí ser y evolución.

**SUAREZ S. ZAGID E.**

**PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES  
ELECTRICAS DE LAS FABRICAS DESARROLLADAS POR  
CORPIVENSA.**

**Profesor guía: Alexander Cepeda. Tutor industrial: Ing. Henry Bastidas.  
Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería  
Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: Corporación  
de Industrias Intermedias de Venezuela. 107 h. + anexos.**

**Palabras Claves:** Diseño de instalaciones eléctricas, Programa para tablas de carga, Proyectos industriales, Programa para realizar Cómputos.

**Resumen.** En este trabajo se encuentra la descripción y el funcionamiento del programa elaborado para el diseño de instalaciones eléctricas, con el cual se logra automatizar los procesos de: cálculos para circuitos ramales, calculo de protecciones, definición de tableros, tablas de carga, dimensionamiento de alimentadores, cómputos, estudio de cargas, entre otros. Además se presenta la metodología propuesta para el diseño de instalaciones eléctricas industriales que desarrolla CORPIVENSA bajo la implementación del programa diseñado.

# INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>2</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS</b> .....	<b>6</b>
2.1 PROPOSICIONES GENERALES. ....	8
2.2 CRITERIOS DE CÁLCULO.....	11
2.2.1 Selección de interruptores.....	11
2.2.2 Dimensionamiento de conductores por capacidad de corriente.....	12
2.2.3 Calculo de caída de tensión. ....	12
2.2.4 Balanceo de tableros.....	13
2.3 ILUMINACIÓN INTERIOR. ....	14
2.3.1 Insumos requeridos:.....	14
2.3.2 Metodología. ....	14
2.4 TOMACORRIENTES. ....	27
2.4.1 Insumos requeridos:.....	27

2.4.2	<i>Metodología.</i>	27
2.5	ILUMINACIÓN EXTERIOR Y ACOMETIDA PRINCIPAL.	33
2.5.1	<i>Insumos requeridos:</i>	33
2.5.2	<i>Metodología.</i>	34
2.6	EQUIPOS DE FUERZA.	43
2.6.1	<i>Insumos requeridos:</i>	43
2.6.2	<i>Metodología.</i>	43
2.7	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIA-BAJA TENSIÓN.	48
2.7.1	<i>Insumos requeridos:</i>	49
2.8	VOZ, DATA Y VIDEO.	54
2.8.1	<i>Insumos requeridos:</i>	54
2.8.2	<i>Metodología:</i>	55
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>65</b>
<b>PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.</b>		<b>65</b>
3.1	ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (ADIE).....	68
3.1.1.	<i>Condiciones y Limitantes.</i>	68
3.1.2.	<i>Estructura y funcionamiento del asistente para en diseño de instalaciones eléctricas.</i>	70
3.1.3.	<i>Procesos automatizados mediante el asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.</i>	86
3.2	METODOLOGÍA PARA LA PROYECCIÓN DE PLANOS.....	88
3.2.1	<i>Asignación de capas (layer).</i>	88
3.2.2	<i>Códigos de componentes para computar.</i>	91
3.2.3	<i>Cómputos métricos.</i>	94
3.3	MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS “ADIE”.....	95
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>98</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>		<b>102</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>107</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DISEÑOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS REALIZADAS.....	6
TABLA 2: DOCUMENTOS, PLANOS, Y CÓDIGOS DE LOS PRODUCTOS GENERADOS POR EL DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD.....	7
TABLA 3: CODIFICACIÓN DE CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR. ....	20
TABLA 4: CODIFICACIÓN DE CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES. ....	31
TABLA 5: CODIFICACIÓN DE CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS ILUMINACIÓN EXTERIOR Y ACOMETIDA PRINCIPAL. ....	38
TABLA 6: CODIFICACIÓN DE CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EQUIPOS DE FUERZA. ....	46
TABLA 7: CANTIDAD DE CABLES UTP POR TUBERÍA. ....	57
TABLA 8: DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN.....	58
TABLA 9: CODIFICACIÓN DE CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE VOZ, DATA Y VIDEO. ....	60
TABLA 10: SISTEMAS DE TENSIÓN DE LAS CARGAS PARA EL ADIE. ....	68
TABLA 11: CALIBRES DE CONDUCTORES UTILIZADOS POR EL ADIE. ....	69
TABLA 12: ESTRUCTURAS DE LAS CAPAS PARA LA PROYECCIÓN DE PLANOS.....	90
TABLA 13: CÓDIGOS DE COMPONENTES PARA COMPUTAR. ....	91

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA DE LA CARPETA ELECTRICIDAD. ....	9
FIGURA 2: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR. ....	15
FIGURA 3: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES. ....	28
FIGURA 4: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR. ....	34
FIGURA 5: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EQUIPOS DE FUERZA. ....	44
FIGURA 6: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MEDIA-BAJA TENSIÓN. ....	50
FIGURA 7: SISTEMA DE ELECTRICIDAD DIBUJADO POR EL ADIE. ....	54
FIGURA 8: DIAGRAMA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE VOZ, DATO Y VIDEO. ....	55
FIGURA 9: FORMULARIO DEL MENÚ PRINCIPAL, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	66
FIGURA 10: FUNCIONAMIENTO DEL ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	67
FIGURA 11: MENÚ PRINCIPAL, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	73
FIGURA 12: $\Delta V$ Y CC, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	75
FIGURA 13: EJEMPLO DE CARGA DISTRIBUIDA PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CORRIENTE Y CAIDA DE TENSION. ....	76
FIGURA 14: INSERTAR CIRCUITOS, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	78
FIGURA 15: HACER TABLAS DE CARGA, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	80
FIGURA 16: ESTUDIO DE CARGAS, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	83

FIGURA 17: CAPACIDADES DE CORTOCIRCUITO, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	84
FIGURA 18: CÓMPUTOS, ASISTENTE PAR EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS. .....	85
FIGURA 19: RESULTADOS, ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....	86
FIGURA 20: ARCHIVO GENERADO POR AUTOCAD PARA CÓMPUTOS MÉTRICOS. ....	94

## INTRODUCCION

Este Proyecto pretende cumplir con los requerimientos tanto técnicos como de ingeniería a fin de disminuir los tiempos en el diseño eléctrico de las fábricas creadas por la Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela S.A. (CORPIVENSA), las cuales reúnen las condiciones constructivas y tecnológicas para la elaboración de productos de primera calidad para la población en general, incluyendo instituciones privadas y del estado Venezolano.

Como objetivo principal se quiere presentar a la Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela S.A. (CORPIVENSA), una metodología y un programa para el diseño de las instalaciones eléctricas, donde los procesos a desarrollar nos proporcionen un sistema eléctrico confiable y eficiente que cumpla con las normas códigos y reglamentos vigentes en Venezuela.

La proyección de planos de instalaciones eléctricas debe ser muy detallada, y realizar los cálculos de la información proyectada es una actividad que toma un tiempo considerable, en vista de esto se diseña un software de programación y se define una metodología con la cual se puedan aprovechar los niveles de detalles presentes en los planos, con la finalidad de realizar los cálculos métricos de forma automática a través de la implementación del software.

El diseño de instalaciones eléctricas contiene pasos o procesos donde se realizan diversos cálculos y que además pueden ser elaborados de manera sistemática, en tal sentido se expone en este trabajo un programa que funciona como un asistente para el diseño de instalaciones eléctricas, con el cual se podrán realizar cálculos para circuitos ramales, selección de protecciones, definición de tableros, tablas de carga, dimensionamiento de alimentadores, cálculos y otros puntos que serán expuestos en el avanzar del siguiente texto.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

CORPIVENSA es el ente encargado del diseño de las fábricas integrantes del plan de industrialización nacional, que comprende el diseño y puesta en marcha de más de 200 fábricas socialistas, en el menor período de tiempo posible. Para las fábricas es necesaria la instalación de una red de energía que permita a la empresa beneficiarse de las ventajas que ésta reporta. Para lograr este objetivo es necesario realizar en forma técnica y eficiente el diseño de las instalaciones eléctricas de cada fábrica, tomando en cuenta los códigos, normas y reglamentos vigentes en Venezuela.

Actualmente, en el proceso de diseño de las instalaciones eléctricas, los cálculos son realizados en forma particular y manual en la mayoría de los casos; además, los diversos procesos son realizados por distintos integrantes del grupo interdisciplinario y luego parte de la información de cada desarrollo debe unirse para obtener resultados que forman parte esencial de la entrega de un proyecto, como por ejemplo: diagrama unifilar, dimensión de transformadores, tableros, alimentadores, tablas de carga, memoria de cómputos, entre otros. Todo esto causa un mayor tiempo de respuesta del grupo de electricistas.

A efecto de optimizar la metodología de trabajo nace el interés de diseñar las instalaciones eléctricas de la forma más automatizada posible, en consecuencia se propone el diseño de un programa que abarque distintos pasos o procesos del proyecto de instalaciones eléctricas, bajo una plataforma de fácil manejo, y amplio conocimiento de los integrantes del grupo de electricistas como lo es Microsoft Excel.

En este proyecto se deben analizar las actividades que se desarrollan en el diseño de instalaciones eléctricas y evaluar cuáles procesos deben ser parte de una automatización, tomando en cuenta su complejidad y tiempo de respuesta.

En esta investigación se dará respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los procesos para el diseño de las instalaciones eléctricas de las fábricas desarrolladas por Corpivensa?

¿Cuáles son los procesos que pueden ser optimizados para el diseño de las instalaciones eléctricas cumpliendo con las normas códigos y reglamentos vigentes en Venezuela?

¿Cómo diseñar los módulos de programación de los procesos a optimizar bajo Microsoft Excel y Visual Basic?

¿La creación de un programa para la optimización del diseño de las instalaciones eléctricas en la Coordinación de Edificaciones y Urbanismo Corpivensa disminuirá los errores, reducirá los tiempos de respuesta y aumentará la eficiencia del diseño?

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo general**

Crear un programa computacional para la optimización del diseño de las instalaciones eléctricas en la Coordinación de Edificaciones y Urbanismo de CORPIVENSA

## **Objetivos específicos**

Analizar los procesos para el diseño de las instalaciones eléctricas de las fábricas desarrolladas por CORPIVENSA.

Proponer una metodología para el diseño de las instalaciones eléctricas industriales de las fábricas desarrolladas por CORPIVENSA.

Establecer los procesos que serán objeto de optimización para el diseño de las instalaciones eléctricas.

Diseñar los módulos de programación de los procesos a optimizar bajo Microsoft Excel y Visual Basic.

## **METODOLOGIA**

Para alcanzar el objetivo concerniente al análisis de los procesos para el diseño de las instalaciones eléctricas de las fábricas desarrolladas por CORPIVENSA, se procederá a lo siguiente:

Investigar los procedimientos de diseño implementados actualmente por el grupo de electricistas, en todos los procesos inmersos en dicho diseño, con el fin de identificar los pasos realizados, cálculos, normativa utilizada, tiempo de respuesta, resultados entre otros.

Luego de tener dichos procesos delineados y especificados se procederá a una investigación teórica de los diversos procesos que se deben realizar para el diseño de instalaciones eléctricas a nivel industrial, describiendo las normas, reglamentos y códigos que deben ser implementadas, posteriormente se cotejarán los procesos actualmente desarrollados en CorpivenSA, con la investigación teórica realizada, esto con el objeto de proponer una metodología del diseño, modificar o respaldar la metodología actual, todo esto apoyado en los códigos normas y reglamentos vigentes en Venezuela.

Al cumplir con los objetivos anteriores se procederá a diseñar los módulos de programación de los procesos a optimizar bajo Microsoft Excel y Visual Basic [1], con previo análisis de la metodología de programación a ser aplicada, además en este punto se deben realizar los diagramas de flujo, manuales de usuario, descripción de cálculos y normativa utilizada.

Tomando como información principal los manuales de usuario desarrollados en el transcurso de la programación se debe elaborar una guía de operación, donde se explique claramente el funcionamiento, criterios y modo de uso, con la finalidad de obtener un solo manual del Programa.

Finalmente la última fase del trabajo comprende la elaboración de todo el proyecto escrito y visual, producto de las actividades realizadas y el informe que contendrá los resultados obtenidos.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

El presente trabajo expone la “**Metodología propuesta para el diseño de las instalaciones eléctricas industriales de las fábricas desarrolladas por CORPIVENSA**”, y la misma contiene elementos tanto de fondo como de forma, para el procedimiento técnico y general.

Antes de definir la propuesta para cada proceso de diseño, fue necesario conocer de forma general cual era la metodología que se implementaba al inicio de este trabajo de grado. También fue necesario, para poder desarrollar esta nueva propuesta internalizar en cada proceso de diseño; la mejor forma de hacerlo fue diseñando parte de las instalaciones eléctricas de algunas fábricas, esto permitió conocer al detalle las etapas de cada proceso y así poder desarrollar una metodología de diseño concreta, precisa, eficiente y que contribuya en lograr un avance significativo para el equipo de trabajo. En la Tabla 1 se muestran los ítems por fábrica desarrollados, para la obtención de la propuesta.

**Tabla 1: Diseños de instalaciones eléctricas realizadas.**

<b>Fábrica</b>	<b>Producto desarrollado.</b>
ALIM0121: Fabrica socialista para la transformación de cereales oleaginosas y vegetales.	Iluminación interior y tablas de carga.
ALIM0210: Fabrica socialista para el procesamiento de especies no tradicionales	Iluminación interior, iluminación de emergencia, tomacorrientes, tablas de carga.
ALIM0207: Fabrica socialista para el procesamiento de especies no	Iluminación exterior, acometida

tradicionales	principal.
---------------	------------

Para la descripción de la metodología para el diseño de instalaciones eléctricas según sea el producto requerido o proceso a desarrollar, se hace necesario enunciar los productos desarrollados por el departamento de electricidad de la coordinación de edificaciones de la corporación, los cuales son descritos en la Tabla 2.

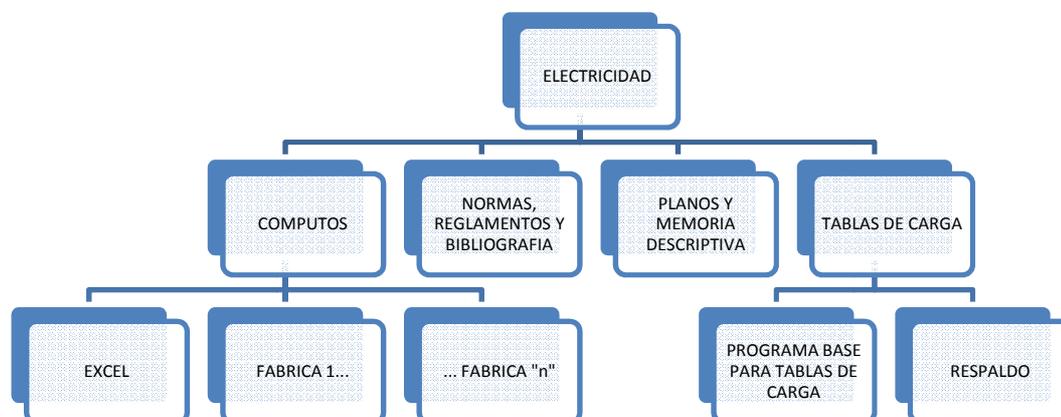
**Tabla 2: Documentos, planos, y códigos de los productos generados por el departamento de electricidad.**

Descripción	Código
Documentos	
MEMORIA DESCRIPTIVA Y COMPUTOS METRICOS	XXXXXXXXX-IEMD-DC-001-01-01-A
TABLAS DE CARGA	XXXXXXXXX-IETC-DC-002-01-01-A
Planos	
VOZ & DATO, ACCESO Y VIDEO	XXXXXXXXX-IEVA-PL-001-01-01-A
ILUMINACION INTERIOR, ILUMINACION DE EMERGENCIA Y TOMACORRIENTES	XXXXXXXXX-IEIT-PL-002-01-01-A
ILUMINACION EXTERIOR Y ACOMETIDA PRINCIPAL. DETALLES DE INSTALACIONES	XXXXXXXXX-IEIE-PL-003-01-02-A XXXXXXXXX-IEIE-PL-003-02-02-A

ELECTRICAS.	
DIAGRAMA UNIFILAR Y DE CORTO CIRCUITO	XXXXXXXXX-IEDU-PL-004-01-01-A
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	XXXXXXXXX-IETD-PL-005-01-02-A XXXXXXXXX-IETD-PL-005-02-02-A
EQUIPOS DE FUERZA	XXXXXXXXX-IECF-PL-006-01-01-A
CONTROL DE ENCENDIDO DE VENTILACIÓN FORZADA	XXXXXXXXX-IECE-PL-007-01-01-A

## 2.1 Proposiciones generales.

En este espacio se describe una propuesta para mantener una organización y una metodología de trabajo uniforme para el equipo de electricidad, esto con la finalidad de mantener un patrón para la elaboración de los proyectos de electricidad de las fábricas socialistas. A continuación, se describe el organigrama propuesto (ver Figura 1) para la carpeta de electricidad, la cual contiene los requerimientos básicos generales necesarios para el desarrollo de un proyecto.



**Figura 1: Diagrama de la carpeta Electricidad.**

La carpeta “ELECTRICIDAD” estará ubicada en la unidad de red de la corporación por tal razón será accesible desde cualquier computadora de la misma, lo que implica que todos los electricistas tendrán fácil acceso a esta información. En esta estarán situadas las diversas sub-carpetas que se pueden apreciar en la Figura 1, las cuales serán descritas a continuación.

- **Cómputos:** En esta carpeta estará situado una muestra del programa diseñado que se utilizará para realizar los cómputos métricos, de las instalaciones eléctricas de cada fábrica, así como un manual para la implementación del mismo; también estará presente un archivo sin extensión que será usado por el programa y que contiene las partidas de electricidad que serán entregadas a la dirección de ejecución para el cálculo del presupuesto. Contendrá las carpetas donde reposen los cómputos de cada sección, de las instalaciones eléctricas, en archivos sin extensión que también serán usados por el programa de cómputos a

fin de realizar de forma automática el llenado de las partidas con estos datos.

- Normas, reglamentos y bibliografía: Es la carpeta donde reposaran las normas tales como el Código Eléctrico Nacional [2], normas COVENIN, Reglamentos, bibliografías, videos, tutoriales entre otras herramientas necesarias para la ayuda del diseño. Estos archivos podrán ser separados en carpetas según sea el área en la que estén especializados, por ejemplo habrá una carpeta de iluminación donde se guardara la norma COVENIN 2249-93 Iluminancias en tareas y áreas de trabajo [3].
- **Planos y memoria descriptiva:** Aquí se encontrara un modelo de memoria descriptiva, la cual deberá ser utilizada para cada fabrica y modificada según las particularidades de la misma; además estarán los modelos de cada plano que deba ser entregado por el departamento de electricidad, la finalidad es que al inicio del diseño de una fábrica se tomen estos planos y se guarden en la carpeta de la fabrica en proceso, luego a estos planos se le debe insertar como referencia externa el plano de implantación de la fabrica (planta base), el cual debe contener el Urbanismo, la Arquitectura y la distribución de la maquinaria. La ventaja de esto es que se cumplirá con un patrón común para todas las fábricas, debido a que los planos modelos tendrán incluidos los formatos de entrega, leyendas, notas, capas, filtros y bloques de AutoCad [4] que se deben utilizar para la proyección.
- **Tablas de carga:** será donde se ubique la última versión del programa diseñado, el cual se encarga de realizar las tablas de carga, junto con su manual de implementación. dicho programa será el encargado de realizar de forma automática la selección de las protecciones de todos los circuitos ramales del sistema eléctrico, armar, balancear y llenar la tabla de carga de cada tablero, calcular la protección principal, la capacidad de las barras y alimentadores, así como también realizará los cálculos de alimentadores, interruptores y tableros. Adicionalmente en esta carpeta reposara una sub-carpeta que será utilizada para

respaldar la información del programa, allí estarán los módulos y códigos de programación.

Aparte del trabajo coordinado mediante las carpetas descritas anteriormente, es necesario que al inicio del diseño de cada fábrica se realice una reunión del departamento de electricidad donde estén presente los insumos que se disponen en el momento y la lista de insumos necesarios para el desarrollo del proyecto; el objetivo de dicha reunión es definir donde están las debilidades, que procesos se pueden iniciar, para así diseñar las estrategias a implementar para el desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas. De igual forma mientras que el diseño este en evolución se proponen reuniones periódicas a fin de evaluar el avance del mismo y revelar donde están las trabas para tomar las medidas necesarias para su solución. Es fundamental que en estas reuniones sea donde se decidan algunos elementos generales y de gran importancia en las instalaciones eléctricas, tales como:

- Tipo de generación.
- Ubicación de cuartos de electricidad.
- Ubicación de tableros del sistema.
- Tipo de iluminación secundaria (emergencia, respaldo, etc).

## 2.2 Criterios de cálculo.

A continuación se describen los criterios mediante los cuales se rige la metodología propuesta para en diseño de instalaciones eléctricas.

### 2.2.1 Selección de interruptores.

La selección de interruptores se realiza según la corriente de protección y el nivel de cortocircuito del tablero asociado al mismo. Para el cálculo de la corriente de protección se dispondrán de dos criterios; el primero es utilizado para circuitos de motores y la corriente es calculada como el 125% de la corriente nominal del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los motores restantes. En el segundo criterio la corriente de protección será calculada como el

125% de la corriente a plena carga del circuito. Posteriormente se seleccionara el interruptor con la corriente nominal inmediata superior a la corriente de protección calculada.

Luego el nivel de cortocircuito del interruptor se seleccionara como el inmediato superior a la corriente de cortocircuito de la barra del tablero donde se ubicara el mismo.

### 2.2.2 Dimensionamiento de conductores por capacidad de corriente.

El cálculo de la capacidad de corriente para conductores se realiza tomando en cuenta la sección 210 y la sección 310 del CEN; para este dimensionamiento se calcula la corriente derrateada que será igual a la corriente de plena carga dividido entre el factor de carga, factor de corrección por temperatura ambiente, y factor de corrección por cantidad de conductores portadores de corriente en la canalización; luego se debe elegir el calibre mínimo de conductor que tenga una corriente igual o superior a la corriente derrateada. De esta manera estaremos cumpliendo con la siguiente ecuación.

$$I_{cond} \geq \frac{I_{pc}}{f_c * f_{ta} * f_{nc}}$$

Donde:

- $I_{cond}$  = Corriente nominal del conductor [A].
- $I_{pc}$  = Corriente a plena carga [A].
- $F_c$  = Factor de carga.
- $F_{ta}$  = Factor de corrección por temperatura ambiente.
- $F_{nc}$  = Factor de ajuste por cantidad de conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

### 2.2.3 Calculo de caída de tensión.

Para este cálculo se utiliza la metodología descrita en el Manual de normas

y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas [5]. Sección 5.1 “CALCULO DE UN CIRCUITO CON VARIAS CARGAS”.

Las ecuaciones aplicadas son las siguientes.

$$kVAm = \sum_{i=1}^n P_i * D_i$$

$$\Delta V(\%) = \frac{kVAm * [R * fp + X * \sin(\cos^{-1} fp)]}{nc * 10 * 0,208^2 * k * \left(\frac{kV}{0,208}\right)^2}$$

Donde

- kVAm = Sumatoria de las Potencias en kilo Volt-Amper por distancia en metros.
- R = Resistencia del conductor ( $\Omega/m$ ).
- X = Reactancia del conductor en ( $\Omega/m$ ).
- fp = Factor de potencia.
- nc = Número de conductores por fase.
- $k * \left(\frac{kV}{0,208}\right)^2$  = factor de corrección para tensiones distintas a 3 $\phi$  208 V, donde k=1 para sistemas trifásicos, y 0,5 para sistemas monofásicos y bifásicos.
- kV = Tensión de alimentación del circuito en kilo-voltios.

#### 2.2.4 Balanceo de tableros.

Balanceo de los tableros se realizará persiguiendo la meta de obtener un desbalance de potencia entre barras, menor o igual a 10% ( $\Delta AB \leq 10\%$  Y  $\Delta AC \leq 10\%$  Y  $\Delta BC \leq 10\%$ ).

### 2.3 Iluminación interior.

Comprende el diseño, cálculo, y proyección, de las instalaciones eléctricas necesarias para la iluminación de los espacios internos de la fábrica. Este diseño debe cumplir con los requerimientos mínimos de iluminación y seguridad, para cada espacio.

Posteriormente se enuncian, los insumos necesarios y la metodología propuesta tanto en forma escrita como grafica (ver Figura 2: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Iluminación interior.).

#### 2.3.1 Insumos requeridos:

En el inicio del diseño de las fabricas se debe estudiar el tipo de iluminación secundaria que es necesaria utilizar en la fábrica en caso de interrupción del servicio eléctrico (emergencia, respaldo etc), dicha elección debe hacerse primordialmente en función de los tipos de iluminación que se describen en la norma Venezolana COVENIN 2249-93 [3], el tipo de operación y procesos de la fábrica en diseño y el tipo de generación secundaria que se plantea utilizar.

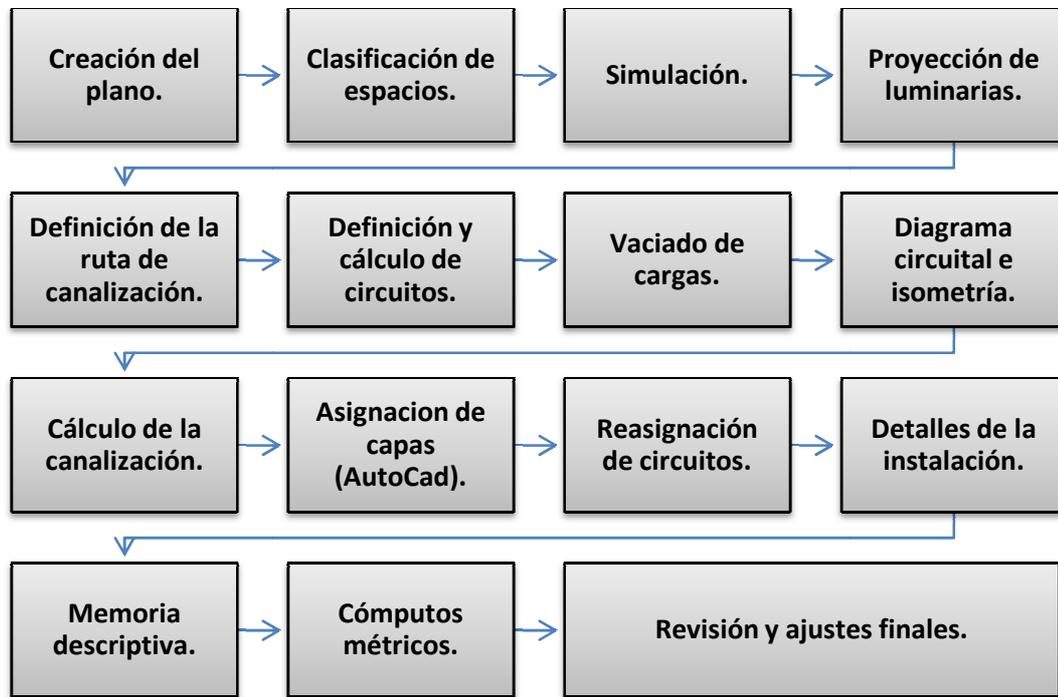
El resultado del estudio anterior será un insumo para esta parte del diseño, además a continuación se muestran los demás requerimientos necesarios.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo).
- 2) Ubicación de tableros eléctricos para iluminación interior.
- 3) Plano de ingeniería civil, Techo estructural.
- 4) Memoria descriptiva del líder de proyecto.

#### 2.3.2 Metodología.

A continuación se describe la propuesta para el diseño de instalaciones

eléctricas para la iluminación interior de las fábricas desarrolladas por Corpivensa, la cual fue estructurada en forma general en la Figura 2.



**Figura 2: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Iluminación interior.**

En primer lugar al tener el plano de la planta a trabajar se debe:

- 1) Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXX-IEIT-PL-002-01-01-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso colocando el código de la misma en donde están las “X”, luego se debe insertar como referencia externa el plano de implantación de la fábrica, así estaremos listos para proyectar en este plano las instalaciones eléctricas correspondientes a la iluminación interior.
- 2) El siguiente paso es ubicar y clasificar los diferentes espacios con la finalidad de seleccionar las iluminancias requeridas en cada uno de estos y los datos que se utilizaran para el cálculo de iluminación, con tal fin se debe referir a la norma Venezolana COVENIN 2249-93 [3] TABLA 1C Áreas o actividades de la industria (interior), donde se encuentran los distintos tipos de valores de iluminancias, mínima, normal y optima, para

cada espacio. Cabe acotar que en la clasificación se debe tener en cuenta todas las características de las áreas, tal como son: Altura, color de acabados de techo, piso y pared y plano de trabajo.

- 3) Al tener las áreas bien delimitadas, es decir con sus características e iluminancias respectivas, se procede a realizar la simulación de iluminación interior a través de un software especializado en el área (en el caso de Corpivensa se utiliza el software DIALUX. [6]). En el proceso de simulación es necesario tomar en cuenta que no se presenten cruces que nos ocasionen problemas con la instalación física de las lámparas, ejemplo: en espacios donde se puedan plantear detectores de incendio es necesario que dicho detector se ubique en el centro del área, por tal motivo no se debe proyectar una lámpara en esa posición. Así mismo se deben tomar en cuenta aquellos obstáculos de grandes proporciones que puedan desmejorar la iluminación, tales como rieleras que puedan ocasionar sombras no deseadas.
- 4) Al obtener mediante simulación la iluminación requerida por espacios y la ubicación de las luminarias, se debe exportar dichas luminarias al plano de AutoCad [4] creado en el paso 1, luego se procede a imprimir el plano con el fin de decidir los tableros que alimentaran a los circuitos ramales de iluminación y ubicar nuevos tableros en caso de que sea necesario, tomando como criterio la sectorización de cargas.
- 5) Posteriormente se proyecta en físico, en el plano impreso anteriormente, la definición de circuitos, y la posible canalización de los mismos. Luego esta información se debe proyectar en AutoCad [4] con la finalidad de obtener las distancias que son necesarias para hacer el cálculo de caída de tensión. Los nombres para cada circuito ramal de iluminación debe estar dado de la forma siguiente:

Antecedan los caracteres CI que significa circuito de iluminación interior, seguido de un punto y de una letra que diferenciará este circuito de todos los demás, ejemplo:

CI.A      Circuito de iluminación A

CI.B      Circuito de iluminación B

Estos nombres serán cambiados al final del proceso luego de que los tableros sean balanceados, los nuevos nombres de circuitos serán anteceditos por la letra C que significa circuito y luego el numero del interruptor donde éste quedo ubicado después del balanceo.

Cabe destacar que para la proyección de lámparas se ha planteado una metodología que consiste en representar las luminarias con bloques dinámicos que contengan los siguientes atributos:

- 1) Tablero de alimentación: será el nombre del tablero que alimenta al circuito ramal.
  - 2) Circuito inicial: es el nombre que se le coloca al circuito al principio del diseño cuando aún no sabemos en qué espacio del tablero va a estar conectado (CI.A).
  - 3) Circuito: este nos dirá el nombre del circuito luego del balanceo del tablero, ejemplo: C1 para el circuito monofásico que estará conectado al interruptor número uno del tablero de alimentación.
  - 4) Potencia del elemento: será la potencia aparente total del elemento, en el caso de lámparas fluorescentes se debe tomar en cuenta los bombillos y el balastro.
  - 5) Cajetín: describe el tipo de cajetín que es necesario utilizar para la colocación física del elemento, por ejemplo cajetín octogonal 4x4x2 pulgadas para las lámparas donde la canalización es empotrada.
  - 6) Conectores: define el número de conectores que se deben utilizar para acoplar tuberías a los cajetines.
- 6) Para dar por culminada la definición de circuitos se digitaliza la canalización en tres dimensiones para así obtener las distancias necesarias

para realizar el cálculo de caída de tensión de cada circuito, dicho resultado deberá ser menor al 3%, desde el tablero de alimentación hasta cualquier punto del circuito ramal, es importante aclarar que las distancias utilizadas serán las medidas en la isometría agregándole un 10% para así establecer un margen de seguridad previendo que en obra las instalaciones no son exactamente como se proyectan, además es obligatorio cumplir con el criterio de capacidad de corriente que será quien establezca cual es el calibre mínimo del conductor que se puede utilizar para alimentar el circuito ramal, luego con ese calibre o con alguno superior se debe asegurar que la caída de tensión sea menor al 3%, estos cálculos se deben realizar mediante el Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE). La explicación para la implementación de este programa, metodología y justificación bajo la cual se realizan los cálculos están descritos en el próximo capítulo, en la sección de Caída de Tensión y Capacidad de Corriente ( $\Delta V$  Y CC).

- 7) Con la finalidad de obtener los datos necesarios para las tablas de carga y el diagrama unifilar, se debe ingresar los circuitos definidos al ADIE, a través del mismo modulo, donde se realiza el dimensionamiento del conductor o mediante el módulo para la inserción de circuitos al sistema; Dicho procedimiento será descrito en el próximo capítulo.

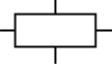
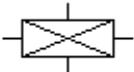
A partir de este punto pasa a jugar un papel importante el ADIE, ya que éste es el que se encargara del cálculo de las corrientes de protección y selección del interruptor de protección de los circuitos ramales, así como de realizar la tabla de carga de los tableros en conjunto con el resto de cargas del sistema, balanceo de los tableros, calculo de alimentadores, cómputos de interruptores, alimentadores y tableros y otros puntos que serán tratados más adelante. Es importante destacar que el factor de demanda utilizado para iluminación interior será de 100% cumpliendo con la Tabla 220.11 del CEN [2].

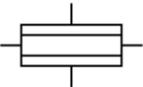
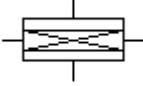
- 8) Al tener los circuitos y la canalización definitiva se debe realizar el diagrama circuital de iluminación interior, esto a su vez permitirá

contabilizar la cantidad de conductores que irán por las tuberías proyectadas para la canalización.

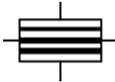
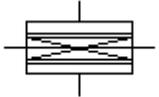
- 9) Dimensionar la canalización proyectada, para tal fin se debe remitir a las tablas del capítulo 9 del CEN [2], desde C-1 hasta C-12 A, las cuales nos expresa el número máximo de conductores que podrán pasar por una tubería dependiendo del diámetro de la misma, el calibre de los conductores y tipo de tubería.
- 10) Luego de tener el diagrama circuital definitivo es necesario pasar la canalización de las instalaciones eléctricas de iluminación y todos los elementos que la conforman a las capas de AutoCad [4] que se deben utilizar para la próxima implementación del programa que realiza los cálculos métricos en forma automática. Dichas capas se pueden observar en la metodología de implementación y descripción del programa están descritas en el siguiente capítulo en la sección de cálculos métricos.

**Tabla 3: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas de iluminación interior.**

<b>Iluminación interior</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Luminaria fluorescente 2 x 36 W. Superficial 120 V + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LFI_CO4X4X2 07_21_PD_01_LFI (sin cajetín)
		Utilizada para Áreas donde la altura no es mayor a 5 metros.
	Luminaria fluorescente 2 x 36 W, superficial 120 V, con equipo para emergencia + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LF1_CO4X4X2 07_21_PD_01_LF1 (sin cajetín)
		Utilizada para Áreas donde la altura no es

<b>Iluminación interior</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
		mayor a 5 metros.
	Luminaria fluorescente anti explosión 2 x 36 W, superficial 120 V, + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LFE_CO4X4X2 07_21_PD_01_LFE (sin cajetín)
		Para cuartos de electricidad.
	Luminaria fluorescente anti explosión 2 x 36 W, superficial 120 V, con equipo para emergencia + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LF4_CO4X4X2 07_21_PD_01_LF4 (sin cajetín)
		Para cuartos de electricidad

### Iluminación interior

Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Luminaria fluorescente 3 x 36 W. Superficial 120 V + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LF2_CO4X4X2
		Para altura de montaje no mayor a 6 metros.
	Luminaria fluorescente 3 x 36 W. Superficial 120 V, con equipo para emergencia + cajetín octogonal de 4x4x2 pulgadas	07_21_XX_01_LF3_CO4X4X2
		Para altura de montaje no mayor a 6 metros.
	Luminaria fluorescente circular de 1x 22 W. 120 V + cajetín	07_21_XX_01_LFC_CO4X4X2

<b>Iluminación interior</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	octogonal de 4x4x2 pulgadas	Para espacios pequeños, baños, lavaderos etc.
<b>S</b>	Interruptor (switch) simple, 1 fase con tapa de plástico, puente y tornillos, 15 A. + cajetín rectangular de 4x2x2 pulgadas.	07_21_XX_01_I1P_CR4X2X2 07_21_XX_01_I1P
		Para un circuito de iluminación a 120 V.
<b>2S</b>	Interruptor (switch) doble, 2 fases con tapa de plástico, puente y tornillos, 15 A. + cajetín rectangular de 4x2x2 pulgadas.	07_21_XX_01_I2P_CR4X2X2
		Para 2 circuitos de iluminación a 120 V o 1

<b>Iluminación interior</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
		circuito de dos controles.
<b>SS</b>	Interruptor de tres vías (switch) (three way), 1 fase, con tapa de plástico, puente y tornillos, 15A. + Cajetín rectangular de 4x2x2 pulgadas.	07_21_XX_01_I3V_CR4X2X2
		Para circuitos en áreas que dispongan de dos entradas.
—	Tubo metálico intermedio (IMC), con rosca, diámetro $\frac{3}{4}$ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_21_XX_0N_C10_CDT_314
		Tubería mayormente utilizada en el área de producción. La cantidad de conductores depende del diseño.

<b>Iluminación interior</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Tubería de hierro galvanizado, tipo EMT, diámetro $\frac{3}{4}$ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_21_XX_0N_C10_EMT_314
		Para áreas distintas a producción. La cantidad de conductores depende del diseño.
	Codificación fase, neutro, tierra y fase controlada, respectivamente.	07_21_XX_CONDUCTORES

**Nota:** los símbolos utilizados deben estar presentes en la leyenda del plano, y deben cumplir mientras sea posible con los símbolos recomendados en la norma COVENIN 398-84 [7].

- 11) Luego de tener los tableros balanceados, se procede a cambiar en el plano de iluminación interior los nombres de los circuitos definidos, por el número de circuito donde fue ubicado según el balanceo de cada tablero. De esta manera ya el plano estará listo para colocarlo en formato, agregar las notas correspondientes y finalmente ser entregado.
- 12) Realizar los detalles necesarios para la mejor comprensión de los planos.
- 13) Actualizar la memoria descriptiva con los datos, condiciones y criterios particulares que fueron utilizados en el diseño.
- 14) Luego de tener el plano definitivo se deben realizar los cálculos métricos de todos los elementos utilizados para las instalaciones diseñadas, para lo cual se debe utilizar la sección del ADIE destinada a cálculos métricos.
- 15) Realizar una revisión general antes de la entrega.

**Nota 1:** La iluminación de emergencia se debe simular tomando los valores de iluminancia de la TABLA 2 de la norma COVENIN 2249-93 [3], además se recomienda que mientras sea posible se utilicen las mismas luminarias con la que se proyecta la iluminación interior general, acotando que las mismas contarán con equipamiento para emergencia, esto reducirá los costos del proyecto y simplificará el diseño y la instalación, donde no sea posible tomar esta recomendación se debe colocar una lámpara de emergencia canalizándola y conectándola en algún conductor activo de los circuitos de tomacorrientes o iluminación de uso general más cercano.

**Nota 2:** Las Potencias de las lámparas de emergencia serán despreciadas debido a que sólo consumen de la red lo necesario para cargar la batería de la lámpara y esta potencia es muy pequeña.

## 2.4 Tomacorrientes.

Esta parte del proceso comprende el diseño, cálculo, y proyección, de las instalaciones eléctricas de tomacorrientes. El cual tiene como objetivo, dotar a las instalaciones de la fábrica con tomas de energía, que se utilizaran para la alimentación de equipos. Este diseño debe cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad, para cada espacio.

Posteriormente se enuncian, los insumos necesarios y la metodología propuesta tanto en forma escrita como grafica (ver Figura 3: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Tomacorrientes.).

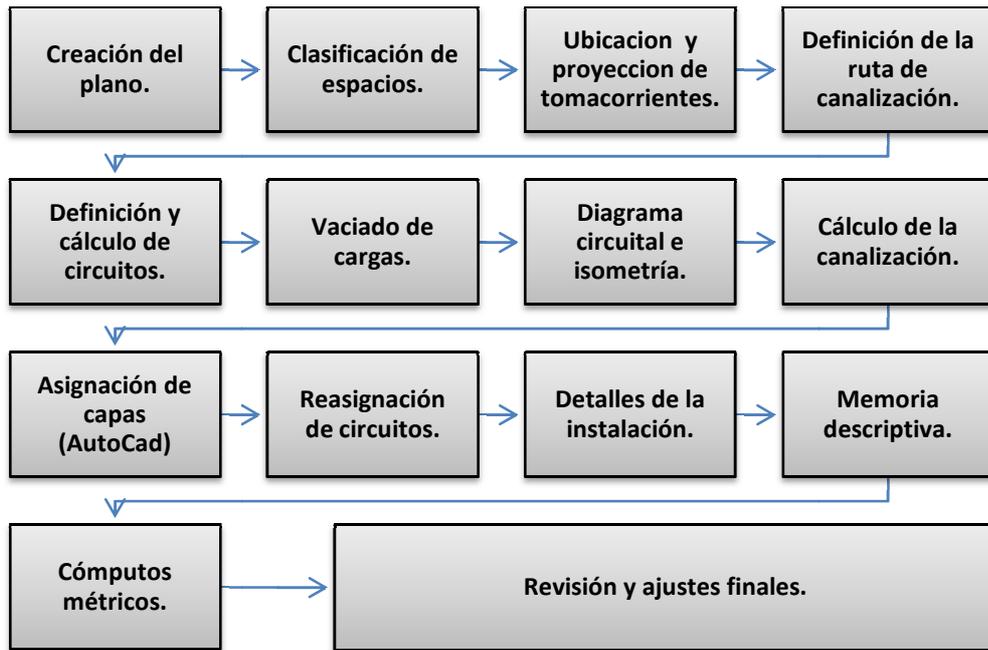
### 2.4.1 Insumos requeridos:

A continuación se enumeran los insumos requeridos para el diseño de instalaciones eléctricas de tomacorrientes.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo).
- 2) Especificaciones técnicas de la maquinaria.
- 3) Memoria descriptiva del líder de proyecto.

### 2.4.2 Metodología.

A continuación se expone en forma esquemática la metodología propuesta para el diseño de las instalaciones eléctricas para tomacorrientes (ver Figura 3)



**Figura 3: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Tomacorrientes.**

- 1) Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXX-IEIT-PL-002-01-01-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso, colocando el código de la misma en donde están las “X” y un “1” al final del nombre, esto con la finalidad de tener separados en principio los planos de iluminación y tomacorrientes, aunque después de la proyección se deberá unificar la información en un solo plano ya que de esta forma son entregados, luego se insertara como referencia externa el plano de planta base de la fábrica, así estaremos listos para proyectar en este plano las instalaciones eléctricas correspondientes a los tomacorrientes.
- 2) Ubicar los ambientes a trabajar a fin de conocer sus necesidades eléctricas para la posterior colocación de tomacorrientes de uso general.
- 3) Ubicar las salidas de los circuitos de toma corrientes, las cuales serán de 180 VA c/u, es decir un tomacorriente de dos salidas se proyectara para una potencia de 360 VA, tomando como recomendación lo descrito en la sección 220.3 (9) del CEN [2]. Esta ubicación dependerá primordialmente

de los puestos de trabajo proyectados en el plano de planta de arquitectura y de las actividades desarrolladas en cada espacio. Los tomacorrientes especiales (2 $\phi$ , 208 V) o de uso específico serán colocados puntualmente en el lugar más cercano a la máquina o artefacto que lo necesite, por lo tanto es importante tener los datos correspondientes a la maquinaria y la ubicación de la misma. Los tomacorrientes 2 $\phi$ , (208 V) destinados para uso general serán proyectados cada uno en un circuito ramal con una potencia de 8kVA.

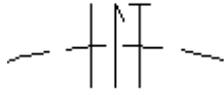
- 4) Al igual que para la definición de circuitos de iluminación, se tomara en cuenta el criterio de capacidad de corriente y caída de tensión. Por tal motivo se debe proyectar la canalización en tres dimensiones para obtener las distancias con las cuales realizaremos el cálculo de la caída de tensión.
- 5) El siguiente paso es definir los circuitos ramales de tomacorrientes, donde los circuitos de tomas de uso general (1 $\phi$ , 120V) tendrán una capacidad como mínimo de 15 A y máximo 50 A, debido a que serán circuitos de múltiples salidas y así estaremos cumpliendo con el Código Eléctrico Nacional sección 210.3. Para esta definición de circuitos se debe realizar a través del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE) el dimensionamiento del conductor por capacidad de corriente y caída de tensión, el procedimiento para tal fin será expuesto en los capítulos siguientes.
- 6) Con la finalidad de obtener los datos necesarios para las tablas de carga y el diagrama unifilar, ingresar los circuitos definidos al ADIE, en el momento de realizar el dimensionamiento del conductor mediante el mismo módulo, o en cualquier otro momento a través del módulo para la inserción de circuitos al sistema.
- 7) Al tener los circuitos cumpliendo con los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión, se realizara la proyección del diagrama circuital de las instalaciones eléctricas de tomacorrientes. Esto permitirá contabilizar la cantidad de conductores que pasan por cada tramo de la

canalización.

- 8) Dimensionar la canalización utilizada para la alimentación de los circuitos diseñados, para tal fin es necesario remitirse a las tablas del capítulo 9 del CEN [2], desde C-1 hasta C-12 A, las cuales se expresan el número máximo de conductores que podrán pasar por una tubería dependiendo del diámetro de la misma, el calibre de los conductores y tipo de tubería.
- 9) Luego de tener el diagrama circuital definitivo es necesario pasar la canalización de las instalaciones eléctricas de tomacorrientes y todos los elementos que la conforman a las capas de AutoCad que se deben utilizar para la implementación del programa que realiza los cálculos métricos, los símbolos y capas están descritos en la Tabla 4: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas de tomacorrientes.

**Tabla 4: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas de tomacorrientes.**

Tomacorrientes		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Tomacorriente, dos (2) fases, 208 V, 30 A	07_22_XX_01_TCE_CO4X4X2 07_22_XX_01_TCE (sin cajetín)
		Para circuito de uso general.
	Tomacorriente con tapa plástica, sencillo, una (1) fase, 120 V, 20 A	07_22_XX_01_TCG_CO4X4X2 07_22_XX_01_TCG(sin cajetín)
		Para circuitos de uso general.
	Tubo metálico intermedio (IMC), con rosca, diámetro $\frac{3}{4}$ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido	07_22_XX_0N_C10_CDT_314

Tomacorrientes		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	THHN, calibre 10 AWG.	Tubería mayormente utilizada en el área de producción. La cantidad de conductores depende del diseño.
	Tubería de hierro galvanizado, tipo EMT, diámetro ¾ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_22_XX_0N_C10_EMT_314
		Para áreas distintas a producción. La cantidad de conductores depende del diseño.
	Codificación fase, neutro y tierra, respectivamente.	07_22_XX_CONDUCTORES

- 10) Luego de tener los tableros balanceados según lo explicado en el punto 2.2.4, se procede a cambiar en el plano los nombres de los circuitos definidos por el número de circuito donde fue ubicado según el balanceo de cada tablero. De esta manera ya el plano estará listo para colocarlo en formato agregar las notas correspondientes y finalmente ser entregado.
- 11) Crear los detalles necesarios para la comprensión de las instalaciones diseñadas.
- 12) Actualizar la memoria descriptiva con los datos, condiciones y criterios particulares que fueron utilizados en el diseño.
- 13) Luego de tener el plano definitivo se deben realizar los cálculos métricos de todos los elementos utilizados para las instalaciones diseñadas, para lo cual se debe utilizar la sección del ADIE destinada a cálculos métricos.
- 14) Realizar una revisión general antes de la entrega.

**Nota:** La unificación de las instalaciones eléctricas de iluminación interior y de tomacorrientes en un mismo plano, se debe hacer luego de tener proyectado el diagrama circuital definitivo de ambas, luego se verificaran las intersecciones y se reordenara la proyección a nivel de dibujo para así obtener un plano presentable donde se entienda lo proyectado.

## 2.5 Iluminación exterior y acometida principal.

Esta sección comprende tanto la iluminación de las áreas externas de la fabrica (Fachadas, estacionamiento, cancha y camineras), como la acometida necesaria alrededor de la misma para la alimentación de los tableros y subtableros del sistema eléctrico diseñado. En la Figura 4 se esquematiza de forma general la metodología propuesta para este diseño.

### 2.5.1 Insumos requeridos:

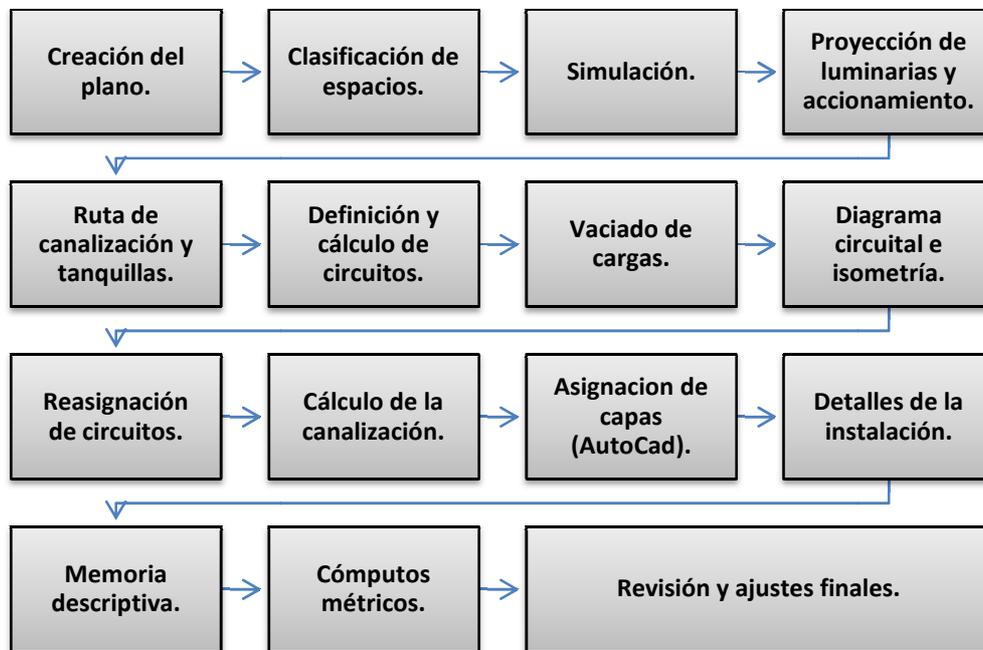
A continuación se pueden apreciar los insumos requeridos para el diseño.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo)

- 2) Ubicación de tableros del sistema eléctrico y cuartos de electricidad.
- 3) Tensión y ubicación de la línea de media tensión que alimentara la fábrica.
- 4) Memoria descriptiva del líder de proyecto.

### 2.5.2 Metodología.

En esta sección se exponen los pasos que forman parte de la propuesta para el diseño de instalaciones eléctricas de iluminación exterior y acometida principal. Dichos pasos se pueden apreciar en la Figura 4.



**Figura 4: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Iluminación Exterior.**

En primer lugar al tener el plano de la planta a trabajar debemos:

- 1) Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXX-IEIE-PL-003-01-02-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso, colocando el código de la misma en donde están las “X”, luego insertar como referencia externa el plano de planta base de la fábrica, así estaremos listos para proyectar en este plano las instalaciones eléctricas correspondientes a

la iluminación exterior.

- 2) El siguiente paso es ubicar y clasificar los diferentes espacios con la finalidad de seleccionar las iluminancias requeridas en cada uno de estos y los datos que se utilizaran para el cálculo de iluminación, con tal fin se debe referir a la norma Venezolana COVENIN 2249-93 [3] Tabla 1D y Tabla 1E, donde se encuentran los distintos valores de iluminancias para cada espacio.
- 3) Al tener las áreas bien delimitadas y con sus iluminancias respectivas se procede a realizar la simulación de iluminación exterior a través de un software especializado en el área (en Corpivensa se utiliza el software DIALUX [6]). La iluminación exterior se canalizara mediante bancadas, y se recomienda utilizar postes de uno y dos brazos con bombillo vapor de sodio de alta presión de 250 W con separación de 20 a 30 metros, torres de patio con reflectores y bombillos de haluros metálicos (metal halide) de 400 W, y las fachadas se canalizaran a través de tuberías embutidas o adosadas, utilizando reflectores rectangulares con bombillos de haluros metálicos (metal halide) de 100, 150, 200 y 250 W según sea el caso.
- 4) Al obtener mediante simulación la iluminación requerida por espacios, exportar dichas luminarias al plano de AutoCad [4] que creamos en el paso 1, luego procederemos a imprimir el plano con el fin de decidir los tableros que alimentaran a los circuitos y la ubicación de los sistemas de accionamiento. Para el accionamiento de circuitos de iluminación exterior se recomienda utilizar fototoceldas que activen a un grupo de contactores los cuales serán los encargados de energizar los circuitos.
- 5) Posteriormente proyectaremos en digital, la definición de circuitos tentativa, y la posible canalización de los mismos, a fin obtener las distancias que son necesarias para hacer el cálculo de caída de tensión. Los nombres para cada circuito ramal de iluminación exterior debe estar dado de la forma siguiente:

Antecedan los caracteres CIE que significa circuito de iluminación exterior, seguido de un punto y de una letra que diferenciara este circuito de todos los

demás, ejemplo:

CIE.A Circuito de iluminación A

CIE.B Circuito de iluminación B

Estos nombres serán cambiados al final del proceso luego de que los tableros sean balanceados, los nuevos nombres de circuitos serán anteceditos por la letra C que significa circuito y luego el numero del interruptor donde éste quedo ubicado después del balanceo.

En este punto también se realiza el trazado de la canalización tentativa para la alimentación de los tableros del sistema. Dicha canalización se realizara mediante bancadas que irán desde los cuartos de transformación hasta tanquillas aledaña al galpón, luego la alimentación se realizará por escalerillas o tuberías de diversas dimensiones. Las dimensiones de las tuberías en las bancadas deberán ser de 4 pulgadas y las dimensiones de las bancadas, tanquillas, tuberías y escalerillas se definirán según la cantidad de conductores que se prevean utilizar, su calibre, y su nivel de tensión.

- 6) Para dar por culminada la definición de circuitos se deben obtener las distancias necesarias para realizar el cálculo de caída de tensión de cada circuito, dicho resultado deberá ser menor al 3%, desde el tablero de alimentación hasta cualquier punto del circuito ramal, es importante aclarar que las distancias utilizadas serán las medidas en el plano isométrico agregándole un 10% para así establecer un margen de seguridad, además es obligatorio cumplir con el criterio de capacidad de corriente que será quien establezca cual es el calibre mínimo del conductor que se puede utilizar para alimentar el circuito ramal, luego con ese calibre o con alguno superior se debe asegurar que la caída de tensión sea menor al 3%, estos cálculos se deben realizar mediante el Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE). La explicación para la implementación de este programa, metodología y justificación bajo la cual se realizan los cálculos están descritos en el próximo capítulo.

- 7) Con la finalidad de obtener los datos necesarios para las tablas de carga y el

diagrama unifilar, ingresar los circuitos definidos al ADIE, a través del mismo modulo donde se calcula se realiza el dimensionamiento del conductor o mediante el modulo para la inserción de circuitos al sistema. Dicho procedimiento será descrito en el próximo capítulo.

Es importante destacar que el factor de demanda utilizado para iluminación exterior será de 100% cumpliendo con la tabla 220.11 del CEN [2].

- 8) Al tener los circuitos y la ruta de canalización definitiva se debe realizar el diagrama circuital de iluminación exterior, esto a su vez nos permitirá saber la cantidad de conductores, para iluminación exterior, que irán por las tuberías, para así codificar los tramos de tubería mediante las capas correspondientes necesarias para utilizar el programa para cálculos métricos.
- 9) Luego de tener todos los tableros del sistema, balanceados según lo enunciado en el punto 2.2.4, y con su alimentador, entonces procederemos a cambiar en el plano de iluminación exterior los circuitos definidos por el número de circuito donde fue ubicado según el balanceo de cada tablero.
- 10) Con la información que proporciona el ADIE sobre los alimentadores de tableros y transformadores, se debe realizar el cálculo definitivo de la canalización.
- 11) Asignar las capas de AutoCad [4] que se deben utilizar para la implementación del programa que realiza los cálculos métricos, los símbolos y capas están descritos en la Tabla 5: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas iluminación exterior y acometida principal.

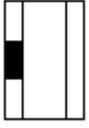
**Tabla 5: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas iluminación exterior y acometida principal.**

<b>Iluminación exterior y acometida principal</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Poste de un brazo con 23 metros de conductor calibre 10 AWG.	07_31_EE_25_C10_PTE_1BR 07_31_EE_XX_XXX_PTE_1BR
		Para circuitos de alumbrado de vialidad.
	Poste de un brazo con 28 metros de conductor calibre 10 AWG.	07_31_EE_28_C10_PTE_2BR 07_31_EE_XX_XXX_PTE_2BR (sin conductores)
		Para circuitos de alumbrado de vialidad.

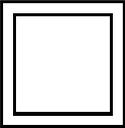
**Iluminación exterior y acometida principal**

Símbolo	Descripción	Capa o layer
—	Tubo metáico intermedio (IMC), con rosca, diámetro ¾ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_31_XX_0N_C10_CDT_314
		Tubería mayormente utilizada en el área de producción. La cantidad de conductores depende del diseño.
—	Tubería de hierro galvanizado, tipo EMT, diámetro ¾ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_31_XX_0N_C10_EMT_314
		Para áreas distintas a producción. La cantidad de conductores depende del diseño.

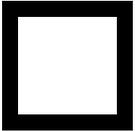
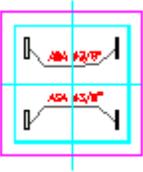
### Iluminación exterior y acometida principal

Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Codificación fase, neutro y tierra, respectivamente.	07_31_EE_CONDUCTORES
	Reflector rectangular con bombillo de haluros metálicos (metal halide) de 100 W	07_31_EE_XX_XXX_MH_100W
		Utilizado para iluminación de fachadas.
	Reflector rectangular con bombillo de haluros metálicos (metal halide) de 250 W	07_31_EE_XX_XXX_MH_250W
		Utilizado para iluminación de fachada, y de cancha deportiva

**Iluminación exterior y acometida principal**

Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Reflector rectangular con bombillo de haluros metálicos (metal halide) de 400 W	07_31_EE_XX_XXX_MH_400W
		Utilizado para iluminación de fachada
	Bancada de # ductos, con NN conductores calibre 1/0 AWG.	07_31_EE_NN_1-0_BAN#DUC
		Para canalización de iluminación exterior, y distribución en baja tensión.
	Tanquilla de dos ductos.	07_31_EE_01_TT1
		Utilizada para iluminación exterior y

### Iluminación exterior y acometida principal

Símbolo	Descripción	Capa o layer
		distribución en baja tensión.
	Tanquilla de cuatro ductos.	07_31_EE_01_TT2
		Utilizada para iluminación exterior y distribución en baja tensión.
	Tanquilla de seis ductos.	07_31_EE_01_TT3
		Utilizada para distribución en baja tensión.

- 12) Realizar los detalles necesarios del diseño, para la mejor comprensión del mismo (tanquillas, bancadas, sujeción, etc.).
- 13) Actualizar la memoria descriptiva con los datos, condiciones y criterios particulares que fueron utilizados en el diseño.
- 14) Mediante la implementación del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas, realizar los cálculos métricos de las instalaciones diseñadas.
- 15) Realizar una revisión final.

## 2.6 Equipos de fuerza.

Esta sección comprende el diseño de las instalaciones eléctricas necesarias para energizar los equipos de fuerza de la fábrica. En la Figura 5 se esquematiza de forma general la metodología propuesta para este diseño

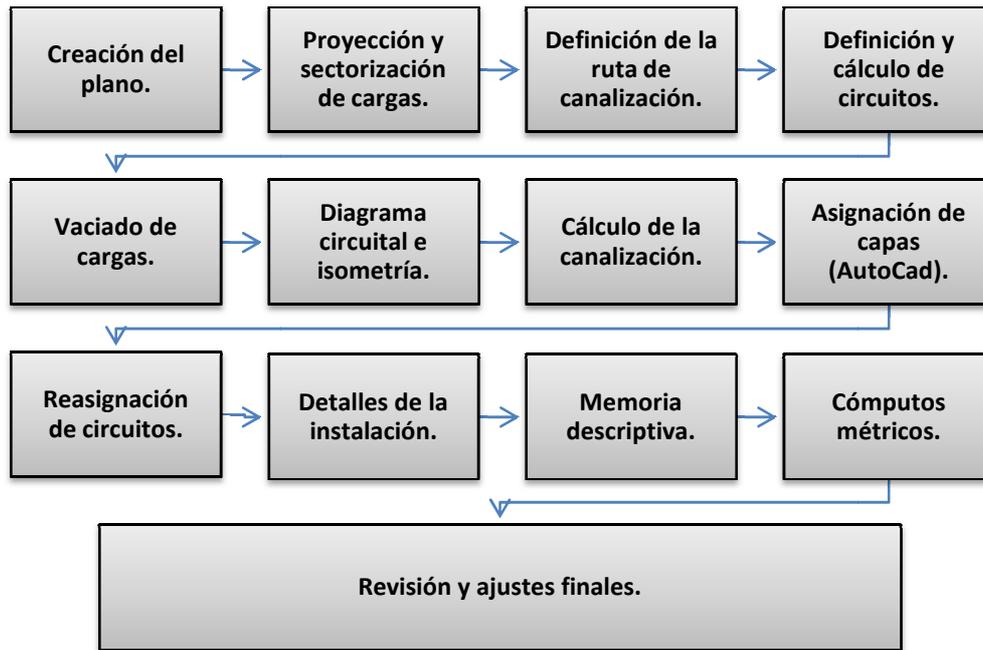
### 2.6.1 Insumos requeridos:

A continuación se expresan los insumos necesarios para este diseño.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo).
- 2) Especificaciones técnicas de la maquinaria.
- 3) Catálogos de la maquinaria.
- 4) Memoria descriptiva de maquinaria.
- 5) Memoria descriptiva del líder de proyecto.

### 2.6.2 Metodología.

En esta sección se exponen los pasos que forman parte de la propuesta para el diseño de instalaciones eléctricas para equipos de fuerza. Dichos pasos se pueden apreciar en el diagrama expuesto en la Figura 5.



**Figura 5: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas para Equipos de Fuerza.**

- 1) Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXX-IECF-PL-006-01-01-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso colocando el código de la misma en donde están las “X”, luego insertar como referencia externa el plano de planta base de la fábrica, así estaremos listos para proyectar en este plano las instalaciones eléctricas correspondientes a los equipos de fuerza.
- 2) Proyectar y sectorizar las cargas según la distribución de la maquinaria, y las especificaciones técnicas de la misma, para definir de que tablero serán alimentadas.
- 3) Definir y proyectar la ruta de canalización en tres dimensiones para obtener las distancias con las cuales realizaremos el cálculo de la caída de tensión.
- 4) El siguiente paso es la definición de los circuitos ramales para dichas cargas, al igual que para la definición de circuitos de iluminación se debe tomar en cuenta el criterio de capacidad de corriente y caída de tensión.
- 5) Con la finalidad de obtener los datos necesarios para las tablas de carga y el

diagrama unifilar, ingresar los circuitos definidos al Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE), a través de los módulos correspondientes. Los circuitos deben ser nombrados con los caracteres “CF.” (circuito para equipos de fuerza), seguida del carácter que diferencia a cada circuito de los demás. (CF.A, CF.B).

- 6) Al tener los circuitos definidos y cumpliendo con los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión, según lo expuesto en los puntos 2.2.3 y 2.2.4, realizar la proyección del diagrama circuital de las instalaciones eléctricas que alimentaran a los equipos de fuerza.
- 7) Dimensionar la canalización según la cantidad de conductores y calibres de los mismos.
- 8) Luego de tener el diagrama circuital definitivo es necesario pasar la canalización de las instalaciones eléctricas de tomacorrientes y todos los elementos que la conforman a las capas de AutoCad [4] que se deben utilizar para la implementación del programa que realiza los cálculos métricos. Estas capas se pueden apreciar en la Tabla 6: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas para equipos de fuerza.

**Tabla 6: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas para equipos de fuerza.**

<b>Equipos de fuerza</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Tomacorriente, dos (2) fases, 208 V, 30 A	07_61_XX_01_TCE_CO4X4X2 07_61_XX_01_TCE (sin cajetín)
		Para circuitos específicos.
	Tomacorriente con tapa plástica, sencillo, una (1) fase, 120 V, 20 A	07_61_XX_01_TCG_CO4X4X2 07_61_XX_01_TCG(sin cajetín)
		Para circuitos específicos.
	Tubería de hierro galvanizado, tipo conduit, con rosca, diámetro ¾ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado	07_61_XX_0N_C08_CDT_314

<b>Equipos de fuerza</b>		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
—	revestido THHN, calibre 8 AWG.	Tubería mayormente utilizada en el área de producción. La cantidad de conductores y el calibre depende del diseño.
—	Tubería de hierro galvanizado, tipo EMT, diámetro ¾ pulgada, con “N” conductores de cobre trenzado revestido THHN, calibre 10 AWG.	07_61_XX_0N_C10_EMT_314
		Para áreas distintas a producción. La cantidad de conductores y el calibre depende del diseño.
	Codificación fase, neutro y tierra.	07_61_XX_CONDUCTORES

- 9) Luego de tener los tableros balanceados (criterio explicado en el punto 2.2.4), se procede a cambiar en el plano los nombres de los circuitos definidos por el número de circuito donde fue ubicado según el balanceo de cada tablero.
- 10) Realizar los detalles necesarios del diseño (sujeción, canalización, elementos, etc.).
- 11) Actualizar la memoria descriptiva con los datos, condiciones y criterios particulares que fueron utilizados en el diseño.
- 12) Mediante la implementación del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas, realizar los cálculos métricos de las instalaciones diseñadas.
- 13) Realizar una revisión final.

## 2.7 Sistema de distribución media-baja tensión.

A continuación se tiene la propuesta para el diseño, cálculo y proyección, del sistema de distribución de las fábricas desarrolladas por Corpivensa.

El sistema de distribución en baja tensión de las fabricas desarrolladas por Corpivensa Comprende los siguientes puntos.

- a) Ubicación del centro de transformación.
- b) Ubicación de tableros principales.
- c) Ubicación de sub-tableros.
- d) Ubicación del centro de generación.
- e) Acometida principal.
- f) Tablas de carga.
- g) Calculo de cortocircuito.
- h) Cálculo y selección de transformadores.
- i) Diagrama unifilar.
- j) Cálculos métricos.

Generalmente las fábricas diseñadas en la corporación contienen un espacio

destinado para el cuarto principal de electricidad el cual estará situado como un modulo de servicio externo al galpón de producción y edificio administrativo de la fábrica, dicho modulo se ubica de manera que este lo más cercano posible al galpón de producción y a la línea de alimentación de media tensión que dará la energía eléctrica a la fabrica. Es común implantar en este cuarto una sub-estación de transformación y exterior al mismo se ubica un generador de respaldo o emergencia con su respectivo tanque de combustible.

Además, dentro del edificio administrativo se dispondrá de un cuarto de electricidad donde serán ubicados en lo posible los tableros de esta área, este cuarto de electricidad es alimentado generalmente con un sistema de tensión trifásico cinco hilos a 480V, y en el cuarto se dispondrá de un transformador trifásico seco 480-208/120 con su respectivo tablero principal.

Gran parte de la información del sistema de distribución de la fábrica es obtenida mediante la implementación del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE), diseñado en el presente trabajo especial de grado.

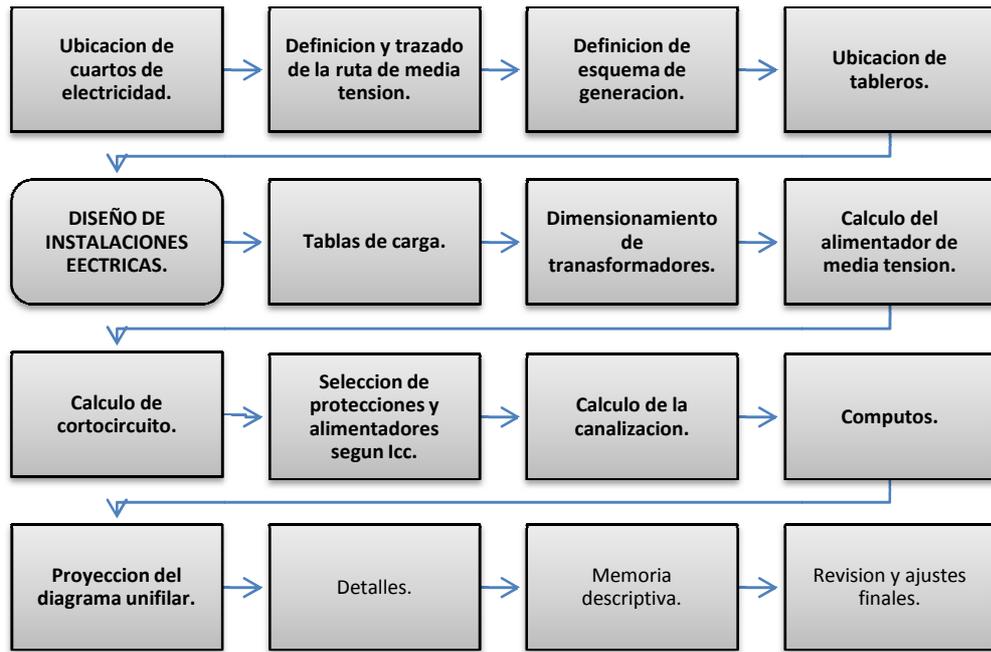
#### 2.7.1 Insumos requeridos:

Posteriormente se indican los insumos necesarios para el diseño.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo).
- 2) Ubicación y nivel de la línea de distribución de media tensión (13.8 kV, 34.5 kV o 24 kV), aledaña a la fabrica.
- 3) Nivel de cortocircuito de la línea de distribución de media tensión.

#### 2.7.2 Metodología.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de distribución de las fábricas serán los descritos a continuación.



**Figura 6: Diagrama para el diseño del sistema de distribución media-baja tensión.**

- 1) Con el plano de implantación de la fábrica se debe definir la ubicación de los cuartos de electricidad.
- 2) El trazado para la ruta de media tensión se realiza a partir de conocer la ubicación del tendido eléctrico de la zona, para así localizar el poste más cercano. Y es aquí donde se hará la derivación colocando un poste doble estructura.

Según la distancia existente entre la línea principal y el cuarto de transformación, Corpivensa tomara como criterio colocar postes a una distancia no mayor de 100 metros, por ser zona rural, teniendo en cuenta que si existen cruces con ángulos significativos, se colocaran postes de doble estructura, con la finalidad de vencer la fuerza resultante que se deriva de las tensiones de los conductores.

En el caso de que la distancia de la línea principal al cuarto de transformación sea pequeña, se deben canalizar los alimentadores de forma subterránea.

- 3) Realizar el análisis correspondiente para definir el esquema de generación para

la fábrica.

4) Ubicar los tableros principales y sub-tableros del sistema eléctrico. Es recomendable colocar un tablero exclusivo para las áreas de la cocina y el cuarto de Voz y Data; además, en el edificio administrativo se recomienda el uso de un sub-tablero específico para las cargas de aire acondicionado. En el área de producción se recomienda la ubicación de grupos de tableros sectorizados según las cargas y el área de la fábrica, dichos grupos contendrán los sub-tableros específicos para las cargas de:

- Iluminación y tomacorrientes de uso general.
- Maquinarias.
- Ventilación forzada.
- Refrigeración.
- Aire acondicionado.

5) Luego de tener ubicados todos los tableros del sistema iniciara el diseño de todas las instalaciones de la fabrica antes descritas, y al tener en el asistente ADIE las cargas de los circuitos diseñados, se debe proceder a realizar mediante el mismo asistente las tablas de carga de los tableros del sistema. Mediante esta implementación se obtendrán los siguientes puntos.

- Interruptores de protección de los circuitos ramales.
- Interruptores de protección de los tableros (Interruptor principal).
- Balanceo de tableros.
- Dimensión del tablero según número de circuito.
- Dimensión de las barras del tablero.
- Dimensión de los alimentadores de tableros (fase, neutro y tierra).
- Tabla de carga y dibujo de los tableros con toda la información correspondiente al mismo.

6) Luego de tener todos los tableros armados se debe ejecutar el estudio de cargas para el dimensionamiento de transformadores, este estudio se realiza a través del ADIE. Al finalizar el estudio se debe calcular el alimentador del transformador e

introducir cada uno como carga del tablero principal o sistema que lo alimenta.

Con el fin de actualizar la información de los tableros donde estarán conectados los transformadores se debe correr el programa para hacer nuevamente estos tableros.

- 7) Con la trayectoria definida a través de los pasos 1 y 2, y la carga total de la fábrica, se procede a realizar el cálculo de caída de tensión y capacidad de corriente para la selección del conductor que alimentara a la fábrica.
- 8) En este punto el sistema eléctrico de la fábrica estará listo para realizar el cálculo de cortocircuito del sistema, para tal fin se tomara la información contenida en las tablas de carga y mediante un software externo se realizara dicho cálculo (en el caso de Corpivensa se utiliza el software ETAP [8]).
- 9) Los resultados del cálculo de cortocircuito deben introducirse a través del ADIE con la finalidad de realizar el dimensionamiento de todas las protecciones del sistema según el nivel de cortocircuito correspondiente; además, el programa realizara la verificación de todos los alimentadores de tableros mediante el dimensionamiento por capacidad de cortocircuito de conductores según el procedimiento descrito por la IEEE std. 141-1993 [9], capítulo V, sección 5.6.2 Feeders conductors.

En este punto se modificaran las protecciones y alimentadores que no cumplan con los criterios, dichos cambios serán resaltados en color amarillo en las tablas de carga, con la finalidad de alertar al usuario. En el caso de que hubiese cambio en los calibres o cantidades de conductores de los alimentadores de tableros, se deberá realizar nuevamente el cálculo de cortocircuito para verificar que todos los alimentadores cumplen con el criterio.

- 10) Luego de tener el sistema completamente definido se deben realizar los cálculos métricos de alimentadores, tableros y protecciones, para esto también se utilizará el ADIE.
- 11) Con los resultados de alimentadores de tableros se debe calcular la canalización

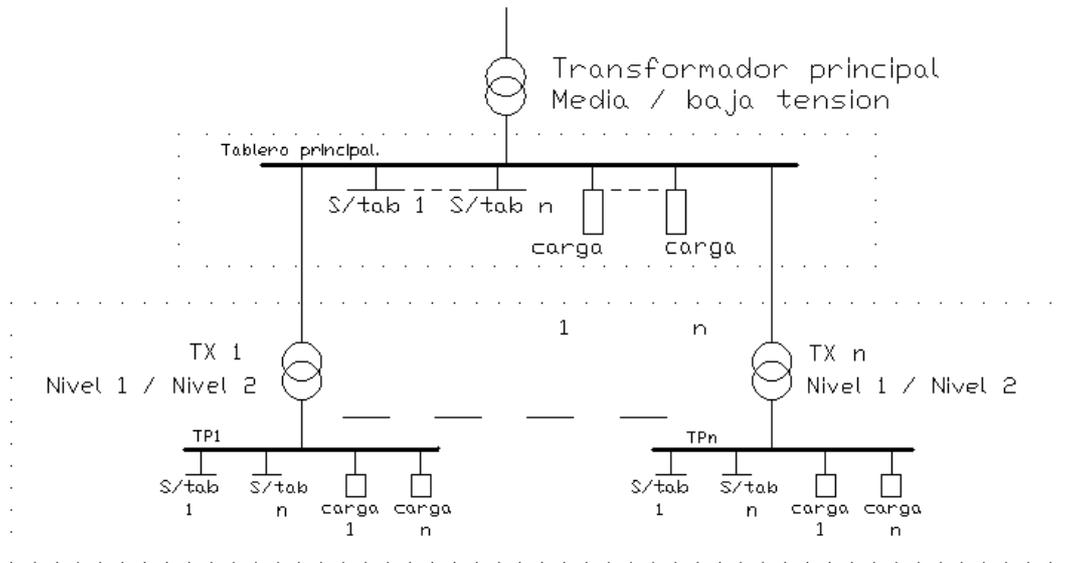
necesaria, esta canalización se proyectara en el mismo plano de iluminación exterior y será realizada mediante bancadas en las afueras de la estructura e internamente será realizada por escalerillas, bandejas y tuberías.

- 12) Al llegar a este punto estaremos listos para la proyección definitiva del diagrama unifilar de la fábrica y se debe realizar lo siguiente: Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXXX-IEDU-PL-004-01-01-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso colocando el código de la misma en donde están las “X”. En este plano será proyectado el diagrama unifilar y de cortocircuito de la fábrica.

Con la información del ADIE, proyectar el diagrama unifilar.

El ADIE cuenta con una función que es capaz de realizar el dibujo del diagrama unifilar de determinado tipo de sistema.

Luego de tener el diseño definitivo podemos ingresar al asistente en la pestaña de estudio de cargas y al realizar dicho estudio podemos seleccionar el transformador principal de la fábrica y pulsar el botón “UNIFILAR”, de esa forma se comenzara a dibujar el diagrama unifilar de la fábrica en una hoja de Excel perteneciente al libro del programa. El sistema que el programa es capaz de dibujar es un sistema radial simple de dos niveles de tensión como el mostrado en la Figura 7, este es el que generalmente se implementa en el diseño de las fábricas de Corpivensa.



**Figura 7: Sistema de electricidad dibujado por el ADIE.**

El diagrama unifilar dibujado por el asistente se puede utilizar como referencia para la proyección del diagrama en AutoCad [4] o para el cálculo de cortocircuito, además la imagen también puede ser llevada a AutoCad [4] y ser modificada para su entrega.

- 13) Realizar los detalles necesarios del diseño (Disposición y conexión de equipos de la sub-estación, canalización, etc.).
- 14) Actualizar la memoria descriptiva con los datos, condiciones y criterios particulares que fueron utilizados en el diseño.
- 15) Realizar una revisión final.

## 2.8 Voz, data y video.

A continuación se podrá apreciar la metodología propuesta para el diseño de las instalaciones eléctricas de Voz, Dato y Video, la misma se muestra en la Figura 8.

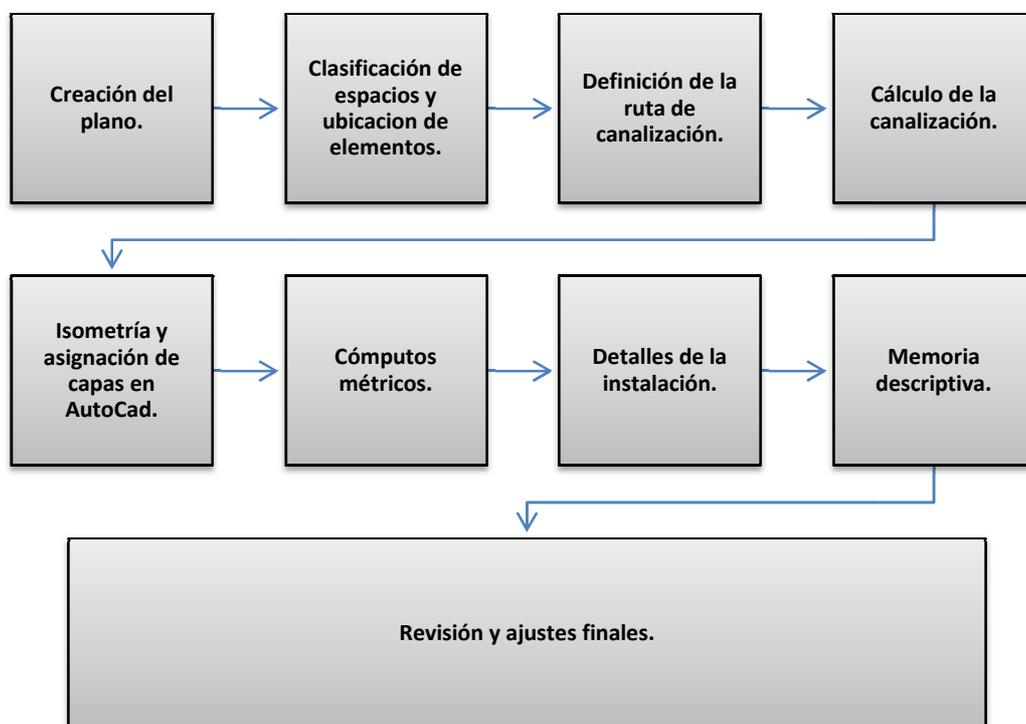
### 2.8.1 Insumos requeridos:

En este punto se tienen los insumos necesarios para el desarrollo del diseño.

- 1) Plano de implantación de arquitectura, (planta general, maquinaria, urbanismo).
- 2) Ubicación de tableros de electricidad.
- 3) Plano de ingeniería civil, techo estructural.
- 4) Memoria descriptiva del líder de proyecto.

### 2.8.2 Metodología:

En esta sección se explica de forma esquemática (Figura 8) y detallada la metodología propuesta.



**Figura 8: Diagrama para el diseño de las instalaciones eléctricas de Voz, Dato y Video.**

En primer lugar al tener el plano de la planta a trabajar debemos:

- 1) Abrir desde la carpeta de electricidad el plano XXXXXXXX-IEVA-PL-001-01-01-A y guardarlo en la carpeta de instalaciones eléctricas de la fábrica en proceso colocando el código de la misma en donde están las “X”, luego se debe

insertar como referencia externa el plano de implantación la fábrica, así estaremos listos para proyectar en este plano las instalaciones eléctricas correspondientes a voz, data y video.

- 2) El siguiente paso consiste en la ubicación y clasificación de los diferentes espacios de la arquitectura, se hace un análisis de las necesidades de comunicación en cada uno de los departamentos y/o oficinas asignando puntos de voz o data, con la finalidad de asegurar cubrir dichas necesidades, dejando además puntos de reserva en un 10% para un futuro crecimiento en cuanto a usuarios. Cabe acotar que en la clasificación se debe tener en cuenta como parte del diseño el acondicionamiento del cuarto de voz y data el cual está previamente considerado en la arquitectura bajo las normas y estándares de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA-568-A [10] y ANSI/TIA/EIA-569. [11]

La distribución de los puntos serán asignados de la siguiente manera:

- Puntos de Voz: se ubicaran donde la comunicación por medio de un teléfono sea necesaria, como por ejemplo: la directiva de la empresa, las secretarías, los técnicos en informática, el personal de recursos humanos, recepción, S.H.A., enfermería, despacho de mercancía, etc. Así mismo, será ubicado el servicio de fax donde sea necesario, comúnmente se ubican en el área de trabajo de la secretaria.
- Puntos de data: se ubicaran donde la transmisión de datos permita a la empresa beneficiarse de una mayor agilidad en su gestión, mayor control en los procesos de producción y en casos de espacios donde la videoconferencia sea necesaria, como lo es el área de formación y adiestramiento y biblioteca.
- Puntos de cámaras: estarán distribuidas a lo largo del exterior de la fábrica, garantizando un área de cobertura casi en la totalidad del exterior de esta, así como también los accesos donde se pueda generar algún forzamiento de acceso a la fábrica como pudieran ser las salidas de emergencia, entradas y/o salidas de materia prima o producto terminado

y entradas principales. Además como criterio de diseño, se dispondrán de cámaras en pasillos internos de la fábrica donde los accesos sean limitados y en el área de producción.

- 3) Al tener los puntos de voz y data distribuidos, así como la ubicación relativa de las cámaras de seguridad se procede a imprimir el plano con el fin de definir los circuitos ramales de las cámaras de seguridad, los tableros que alimentaran a dichos circuitos y la posible ruta de canalización. Los nombres de estos circuitos serán asignados de la siguiente forma:

Antecedan los caracteres CV que significa circuito de video, seguido de un punto y de una letra que diferenciara este circuito de todos los demás, ejemplo:

CV.A Circuito de video A

CV.B Circuito de video B

Estos nombres serán cambiados al final del proceso luego de que los tableros sean balanceados, los nuevos nombres de circuitos serán antecidos por la letra C que significa circuito y luego el numero del interruptor donde éste quedo ubicado después del balanceo.

Para la canalización de los puntos de voz y data, se debe considerar la posible utilización de bandejas porta cables.

- 4) Calcular las dimensiones de la canalización. Los criterios utilizados para la canalización del cableado para voz y data (UTP) y del cable coaxial (RG59), se especifican en la Tabla 7, según la norma ANSI/EIA/TIA-569 [11]:

**Tabla 7: Cantidad de cables UTP por tubería.**

Medida de la tubería en pulgadas		Número de cables.
		Diámetro externo del cable UTP:
Cm	Pulgadas	6,1 mm (0,25 pulgadas)
1,6	½	0
2,1	¾	3
2,7	1	6

3,5	1 ¼	10
4,1	1 ½	15
5,3	2	20
6,3	2 ½	30
7,8	3	40

Como criterio de diseño en Corpivensa se estandarizo el uso de las tuberías en tres diámetros específicos: 2”, 1” y ¾” respectivamente, luego esta información se debe proyectar en AutoCad [4] con la finalidad de obtener las distancias que son necesarias para hacer el cálculo de caída de tensión y de los recorridos punto a punto de voz y data que estén dentro del margen establecido a los 100m, como todos los cables definidos por TIA/EIA-568-B [12].

La Tabla 8 (según norma COVENIN 3539:1999 [13]) es la usada para la separación de canalizaciones de telecomunicaciones y líneas de energía eléctrica del cableado:

**Tabla 8: Distancia mínima de separación**

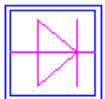
Cableado de AC, < de 480 V Condición	Distancia mínima de separación		
	< 2kVA	2-5 kVA	> 5 kVA
Líneas de energía sin blindaje o equipos eléctricos cercanos a rutas abiertas o no metálicas.	127 mm o 5 pulgadas	305 mm o 12 pulgadas	610 mm o 24 pulgadas
Líneas de energía sin blindaje o equipos eléctricos cercanos a una ruta formada por un conducto de metal conectado a tierra.	64 mm o 2.5 pulgadas	152 mm o 6 pulgadas	305 mm o 12 pulgadas
Líneas de energía contenidas en un conducto de metal conectado a tierra (o un blindaje equivalente) cercanas a una ruta cercana por un conducto de metal conectado a tierra.	— —	76 mm o 3 pulgadas	152 mm o 6 pulgadas

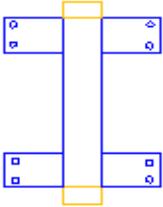
Es importante destacar que la corporación toma como criterio, la

independencia entre las canalizaciones de telecomunicaciones y líneas de media tensión, sin embargo en el caso de que sea necesaria la relación entre estos tipos de líneas se deberá cumplir con lo descrito en la norma COVENIN 734-1976 [14].

- 5) Una vez culminado el trazado en físico de las canalizaciones se debe digitalizar en isometría, todos los elementos representativos del diseño para ello a cada elemento se le asigna una capa o layer, con el fin de computar todos los materiales necesarios, la Tabla 9 mostrada a continuación describe cada uno de los símbolos representados en capas o layer, para voz y data.

**Tabla 9: Codificación de capas para la proyección de instalaciones eléctricas de voz, data y video.**

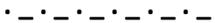
VOZ, DATA Y VIDEO		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Salida doble hembra, rj-45 voz y dato.	07_11_PD_01_VD1
	Salida hembra, rj-45 voz.	07_11_PD_01_SV1
	Salida hembra, rj-45 dato.	07_11_PD_01_SD1
	Switch	07_11_PD_01_SWI

VOZ, DATA Y VIDEO		
Símbolo	Descripción	Capa o layer
	(fxb) caja de distribución principal C.A.N.T.V.	07_11_PD_01_FXB
	(pbx) central telefónica.	07_11_PD_01_PBX
	Rack de piso en cuarto de servidores con organizadores verticales	07_11_PD_01_RAC
	Lector magnético de acceso con teclado	07_12_PD_01_LMA

**VOZ, DATA Y VIDEO**

Símbolo	Descripción	Capa o layer
<p>ACU</p> 	Unidad principal de control de acceso	07_12_PD_01_UCA
	Cámara de seguridad para interiores y exteriores	07_12_PD_01_CAM
	TV para monitoreo de video seguridad	07_12_PD_01_TVM
	Unidad video grabadora para seguridad	07_12_PD_01_DVR

**VOZ, DATA Y VIDEO**

Símbolo	Descripción	Capa o layer
	Unidad transreceptora inalámbrica de video para seguridad	07_12_PD_01_UTI
	2 cables #10 AWG THHN en tubería flexible 3/4", para cámaras	07_12_PD_02_C10_FLX_314
	Cable UTP CAT6, en tubería EMT diámetro "ttt"	07_11_PD_XX_UTP_EMT_TTT
	Cable coaxial RG59, en tubería EMT diámetro "ttt"	07_12_PD_XX_R59_EMT_TTT

Los símbolos que representan la cantidad de cables por tuberías se leen de la siguiente manera 07\_11 es el código que identifica los elementos de voz y data, mientras que el código 07\_12 identifica a los elementos de video, los elementos en bloque se representan seguidos del código por las iniciales que estos representan, en cuanto a la cantidad de cables por tuberías seguido del código se representa con “XX” la cantidad de cables y con “TTT” el diámetro de tubería según la norma. En este mismo orden de ideas se procede para algún otro elemento que sea necesario para el diseño.

- 6) Realizar los cálculos métricos.
- 7) Una vez elaborados los cálculos con la ayuda de la asignación de capas representativas y además de la vinculación del AutoCad [4] con la exportación en un archivo Excel [1], se procede a esquematizar el plano de entrega del diseño considerando los detalles de instalación de los elementos, representados gráficamente en el plano, indicando los materiales necesarios para la instalación.
- 8) Actualizar la información de la memoria descriptiva.
- 9) Realizar la revisión final del plano definitivo.

## CAPITULO III

### PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

En este capítulo se ilustraran los procesos de diseño de instalaciones eléctricas que forman parte de los programas desarrollados, describiendo la metodología empleada para los cálculos correspondientes a dichos procesos. Además se presentara el programa describiendo su funcionamiento, datos de entrada, resultados e importancia de los mismos.

Cuando el diseño de instalaciones eléctricas está en manos de un equipo de trabajo conformado por muchas personas, surgen diversos inconvenientes relacionados con los criterios utilizados, metodología empleada y la centralización de información. Enfocándose en dichos inconvenientes se desarrolla un programa que sea capaz de realizar los cálculos necesarios para el diseño manteniendo una uniformidad en los criterios y la metodología a emplear, además de centralizar la información de cada área para lograr de mejor manera concatenar los datos necesarios para la continuidad o culminación del diseño.

El programa desarrollado se enfoca en una fábrica a la vez, y mediante su implementación se logra realizar, los cálculos necesarios para la definición de circuitos ramales siempre utilizando la misma metodología y manejando los parámetros necesarios para cada caso, centralización de los datos de los circuitos diseñados y cálculo de la corriente de protección, posteriormente el programa logra ubicar en cada tablero los circuitos que le corresponden realizando la selección del interruptor de protección necesario para cada uno, al tener esta información se realizara un balanceo de cargas y el llenado de la tabla de carga, para luego realizar el cálculo del interruptor principal del tablero, las barras del mismo y para culminar el tablero se realizara el cálculo de los alimentadores necesarios. Adicionalmente el programa podrá realizar el estudio de cargas para la selección de los transformadores que forman parte del sistema eléctrico diseñado y el usuario estará en la capacidad de elegir el transformador necesario para cada caso, luego se calcularan los alimentadores necesarios para los transformadores y se insertaran como carga de los tableros correspondientes donde

estén conectados, al llegar a este punto se deben construir nuevamente los tableros donde se conectaron los transformadores a fin de actualizar la carga del mismo. Después de tener las tablas de carga de todos los tableros del sistema es necesario obtener las corrientes de cortocircuito del sistema mediante un software de simulación de cortocircuito (no incluido en el programa desarrollado), los datos de la simulación de cortocircuito deben ser ingresados al programa con la finalidad de que este realice el ajuste de las protecciones y de los alimentadores por capacidad de cortocircuito. Al finalizar el diseño el programa está en la capacidad de realizar los cálculos de los elementos utilizados y calculados mediante su implementación así como de realizar diversas hojas de salida donde se expresaran los resultados necesarios. A continuación se ilustra, el diagrama general del funcionamiento del programa diseñado al cual se nombro, **ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS. (ADIÉ)** (Figura 10), y el menú principal del mismo (Figura 9).

**Figura 9: Formulario del Menú principal, asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

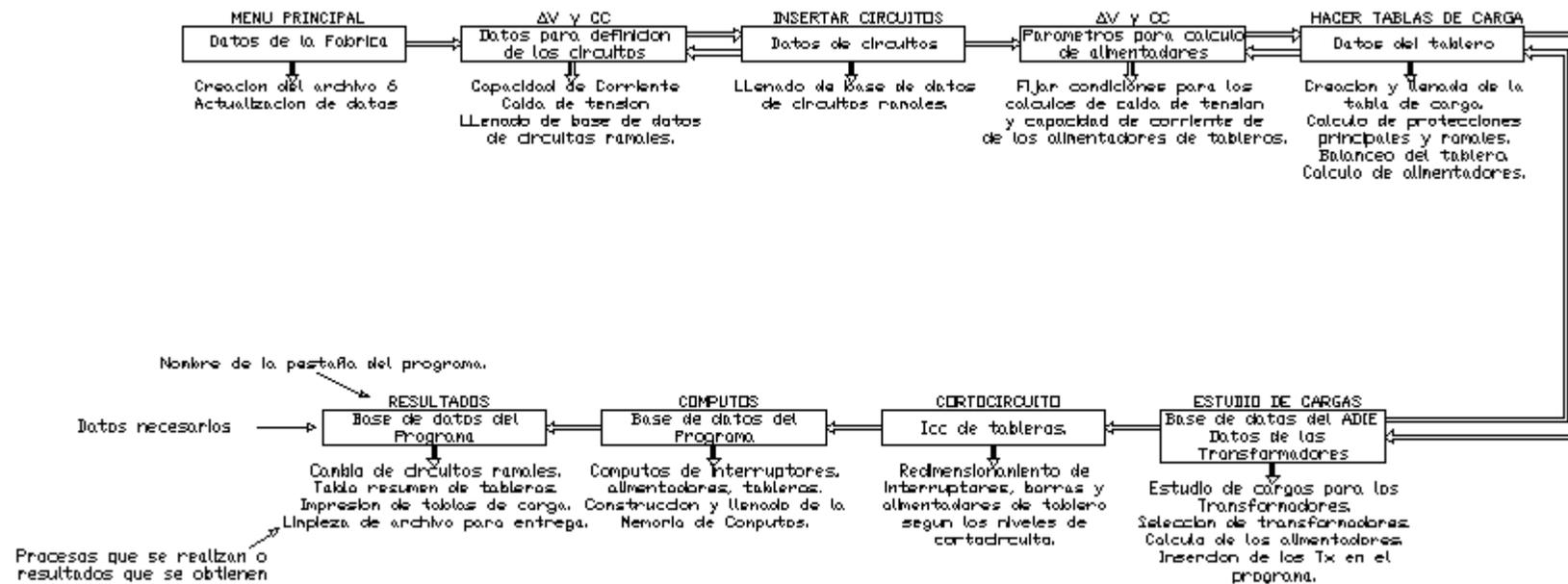


Figura 10: Funcionamiento del asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.

### 3.1 Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE).

El asistente para el diseño de instalaciones eléctricas es un programa desarrollado en Excel con módulos en Visual Basic [1], realizado con la finalidad de obtener un diseño eficiente, de calidad, que cumpla con las normas y reglamentos vigentes en Venezuela, simplificando los procesos de diseño y reduciendo los tiempos de respuestas.

Este asistente consiste en un libro de Excel [1], donde se encontrarán diversas bases de datos necesarias para los cálculos que se realizaran mediante la implementación de los módulos de programación desarrollados en Visual Basic, y a medida que se van corriendo dichos módulos las bases de datos donde se guarda la información relacionada con el sistema eléctrico de la fabrica se va modificando automáticamente, además a través del programa se van creando las hojas de salidas para el cual ha sido diseñado el programa, así como lo son las tablas de carga y memoria de cómputos entre otros.

#### 3.1.1. Condiciones y Limitantes.

El asistente para el diseño instalaciones eléctricas, es un programa diseñado para sistemas de baja tensión y como todo programa tiene varias condiciones y limitantes para su correcto funcionamiento, dichas condiciones son mencionadas a continuación.

- a) Diseñado para sistemas de baja tensión.
- b) Los tableros del sistema deben ser Trifásicos de 480 V o 208 V, con protección principal.
- c) Las cargas para el dimensionamiento de alimentadores deben pertenecer a uno de sistemas de la Tabla 10: Sistemas de tensión de las cargas para el ADIE.

**Tabla 10: Sistemas de tensión de las cargas para el ADIE.**

Tipos de sistema	Tensión (V)
------------------	-------------

Tipos de sistema	Tensión (V)
120 V CA, 1F, 2H, 60 Hz	120
208 V CA, 2F, 2H, 60 Hz	208
220 V CA, 2F, 2H, 60 Hz	220
240 V CA, 2F, 2H, 60 Hz	240
277 V CA, 1F, 2H, 60 Hz	277
480 V CA, 1F, 2H, 60 Hz	480
208 V CA, 3F, 4H, 60 Hz	208
416 V CA, 3F, 4H, 60 Hz	416
480 V CA, 3F, 4H, 60 Hz	480

Nota: En esta tabla no está incluido el conductor de puesta a tierra.

- d) Los conductores con los que trabaja el programa son de cobre con aislamiento THHN, THW o TW y los calibres son los expresados en la Tabla 11.

**Tabla 11: Calibres de conductores utilizados por el ADIE.**

Calibre de conductores AWG o Kcmil					
# 18	# 16	# 14	# 12	# 10	# 8
# 6	# 4	# 2	# 1/0	# 2/0	# 3/0
# 4/0	# 250	# 300	# 350	# 400	# 500
# 600	# 700	# 750	# 800	# 900	# 1000

Los calibres mínimos para la alimentación de circuitos ramales deben cumplir con lo expuesto en la Tabla 210.24 del CEN [2].

- e) Los factores considerados para el estudio de cargas son de demanda y simultaneidad únicamente y deben ser introducidos por el usuario al momento de insertar los circuitos del sistema.
- f) Sólo se pueden introducir las corrientes de cortocircuito de cuarenta (40) tableros a través del formulario de programación en el caso que la cantidad de tableros sea mayor los valores de corriente de cortocircuito se deben introducir directamente desde la hoja del libro de Excel [1] llamada “Capacidades de Cortocircuito”.
- g) La verificación del cumplimiento del criterio de capacidad de cortocircuito de los conductores solo es realizada para los alimentadores de tablero.

### 3.1.2. Estructura y funcionamiento del asistente para en diseño de instalaciones eléctricas.

El libro de este programa está estructurado de la siguiente forma:

- 1) **Bases de datos utilizadas por el programa:** Son las hojas donde reposan los datos utilizados por los módulos de programación para el diseño de las instalaciones. A continuación se enuncian cada una de estas hojas y los datos que contienen, es necesario destacar que algunas hojas contienen varias bases de datos debido a que de esta forma se logra economizar un poco el tamaño del libro de Excel [1].
  - Capacidades de Corriente: En esta hoja se encuentran los datos de las capacidades de corriente de los conductores según el calibre y la canalización, así como los factores de corrección por temperatura y los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Estos datos son utilizados al momento de realizar el dimensionamiento del conductor por capacidad de corriente y es importante destacar que los datos provienen de las tablas 310.15, 310.16 y 310.17 del Código Eléctrico Nacional. Adicional a los datos mencionados anteriormente, en esta hoja se halla la tabla 250.122 “Calibre de conductores de puesta a tierra de equipos y canalizaciones” del CEN [2]. La cual es utilizada para la selección de los conductores de tierra de los tableros.
  - Cómputos Manuales y Códigos: Esta contiene los códigos que utiliza el programa en el modulo de cómputos métricos para realizar automáticamente los mismos, además en esta hoja se podrán colocar cómputos adicionales que no realice el programa.
  - Grados de Protección: Aquí se encuentra una tabla llamada “Equivalencias sobre los grados de protección de cajas y gabinetes según normas COVENIN / IEC y ANSI / NEMA”. [15]. Esta es utilizada como referencia para que el usuario elija el grado de protección del gabinete del tablero
  - Interruptores: En esta hoja encontraremos dos tablas provenientes de la revisión de los catálogos comerciales de interruptores y barras de tablero, estas tablas se realizaron con la finalidad de que el programa las utilice al

momento de seleccionar la corriente nominal y de cortocircuito de los interruptores de circuitos ramales, interruptores principales y barras de los tableros.

- Niveles de tensión: Contiene los tipos de sistemas de tensión de alimentación de cargas, factores de demanda y simultaneidad y tipos de aislante de conductores comúnmente utilizados.
  - Resistencias y Reactancias: es aquí donde se localizan los datos sobre las resistencias y reactancias de los conductores según la temperatura nominal del mismo y tipo de canalización (datos utilizados para el cálculo de la caída de tensión), además está el área de los conductores en circular mils la cual es utilizada al momento de realizar la verificación de los conductores por capacidad de cortocircuito. Los datos mencionados provienen Tabla 9: Resistencia y reactancia de corriente alterna (ca) para cables de 600 Voltios, 3 fases, 60 Hz, 75 °C (167 °F) Tres conductores sencillos en conductos. Del CEN [2].
  - Tablero modelo: Esta hoja contiene el modelo de la tabla de carga de los tableros, la misma será utilizada para construir las tablas de carga de todos los tableros eléctricos del sistema.
- 2) **Bases de datos de las cargas del sistema:** Son las hojas donde se colocaran los datos correspondientes a los circuitos eléctricos que forman parte del sistema de la fábrica, estas hojas están creadas con la finalidad de incluir las cargas clasificadas según su tipo y ubicación dentro de la fábrica. A continuación se nombran las diversas hojas especificando las cargas que deben ser colocadas en ellas.
- Aire Acond ADM → Circuitos de aire acondicionado del edificio administrativo.
  - Aire Acond Áreas Comunes → Circuitos de aire acondicionado de los módulos de servicios y demás edificaciones externas al galpón de producción y al edificio administrativo.
  - Bombas → Circuitos que alimenten las bombas de la fabrica.
  - Iluminación Exterior → Circuitos que alimentan los elementos de utilizados para la iluminación de fachadas, camineras, canchas entre otros.

- Iluminación Interior Producción → Circuitos de iluminación pertenecientes al galpón de producción y módulos de servicios.
  - Maquinarias → Circuitos alimentadores de las maquinarias inmersas en el proceso de producción de la fábrica.
  - Tableros → En esta hoja el programa guardara la información de los sub-tableros para que sean incluidos como cargas de los tableros principales.
  - Tomas Administración → Circuitos de tomacorrientes del área administrativa.
  - Tomas Producción → Circuitos de tomacorrientes del galpón de producción y módulos de servicio.
  - Ventilación Administración → Circuitos alimentadores de los elementos utilizados para la ventilación forzada del edificio administrativo.
  - Ventilación Producción → Circuitos alimentadores de los elementos utilizados para la ventilación forzada de los módulos de servicio y galpón de producción.
- 3) También encontraremos un hoja llamada “PROGRAMAS” y a través de ella podremos entrar a los formularios del programa en Visual Basic, y en esta hoja se colocaran los nombres de los tableros que forman parte del sistema eléctrico, así como los cómputos de alimentadores, interruptores y tableros.
  - 4) De igual forma se tendrá una hoja llamada “Hoja de Cálculo”, esta se utiliza para realizar los cálculos para el dimensionamiento de alimentadores por los métodos de capacidad de corriente y caída tensión.
  - 5) **Hojas de salidas:** Son aquellas donde tendremos los productos generados por el programa, estas hojas se describen a continuación.
    - Cambio de circuitos: Contiene un resumen elaborado con los nombres originales que se le asignaron a los circuitos en el diseño y los números de los interruptores donde se conectaran estos circuitos según el balanceo de cargas, esta hoja se realiza con la finalidad de que el usuario actualice en los planos los nombres de los circuitos.
    - Cómputos: En esta hoja se unirán los cómputos de electricidad de todas las áreas de diseño.
    - Partidas: Aquí estarán contenidas las partidas codificadas de electricidad.

- Estudio de Cargas: Es la hoja donde se resumirá la información del estudio de cargas realizado para cada transformador del sistema.
- 6) **Formularios de Visual Basic:** El programa trabaja con un formulario dividido en varias pestañas. A continuación se describen cada una de las pestañas junto con los datos de entrada procesos realizados y salidas obtenidas.
- **MENÚ PRINCIPAL.**

The screenshot shows a Windows-style application window titled "ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS". The active tab is "MENU PRINCIPAL". The form contains the following elements:

- A text input field for "CODIGO DE REFERENCIA".
- Two checked checkboxes: "ESTE ARCHIVO SE UTILIZARA PARA ->" with options "TABLAS DE CARGA" and "COMPUTOS".
- A dropdown menu for "UNIDAD RAIZ" with the value "H" selected.
- A grid of text input fields for location data: "NOMBRE DE LA FABRICA", "MUNICIPIO", "CODIGO COMPLETO (TC)", "POBLADO", "ESTADO", "UBICACION", and "PARROQUIA".
- A wide button labeled "CONSTRUIR ARCHIVO" at the bottom.

**Figura 11: Menú principal, Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

Al iniciar desde un libro de Excel [1] en blanco y correr el programa, se ingresa al formulario con una pestaña llamada “MENÚ PRINCIPAL” (Figura 11), en la misma se indicaran los datos principales de la fábrica objeto del diseño de instalaciones eléctricas.

- Código de referencia: Es el código mediante el cual el programa va a reconocer a la fábrica.
- Unidad Raíz: es la unidad de la computadora donde se encuentra la carpeta llamada electricidad, es necesario debido a que de esta carpeta se tomaran los datos para construir el archivo del programa.
- Se debe seleccionar si el programa será utilizado solo para cálculos métricos o para tablas de carga y cálculos métricos. La opción para solo

cómputos, está diseñada para realizar los cálculos métricos de la información plasmada en los planos de la fábrica, mientras que la opción de tablas de carga y cálculos se diseñó para realizar lo concerniente con el sistema de distribución en baja tensión y los cálculos completos de las fábricas.

Si se elige la opción para realizar las tablas de carga entonces el sistema habilita los siguientes campos para introducir los datos de la fábrica, en el caso de solo cálculos estos datos no son necesarios ya que los cálculos se realizarán y se guardarán en archivos externos que serán utilizados cuando se vayan a realizar los cálculos generales de todas las instalaciones eléctricas.

- Nombre de la fábrica.
- Código completo (TC): Es el código que será asignado al documento que contiene las tablas de carga, este código normalmente va relacionado con el código de la fábrica.
- Estado: Estado donde estará ubicada la fábrica.
- Parroquia.
- Municipio.
- Poblado.
- Ubicación.

Al completar estos datos y pulsar el botón “CONSTRUIR ARCHIVO” el programa buscará en la carpeta de Electricidad ubicada en la unidad raíz antes mencionada, y abrirá el programa base donde se encuentra el libro modelo utilizado por el programa, luego buscará las hojas necesarias y las colocará en el libro en blanco donde se inició el proceso, al culminar este paso se cerrará el archivo base y en el formulario del programa se habilitarán las pestañas necesarias para la ejecución de los módulos de programación, el botón construir archivo ya no estará presente.

- **$\Delta V$  y CC:** Esta hoja es diseñada para realizar los cálculos de Capacidad de corriente y caída de tensión de los circuitos ramales (Figura 12), además de

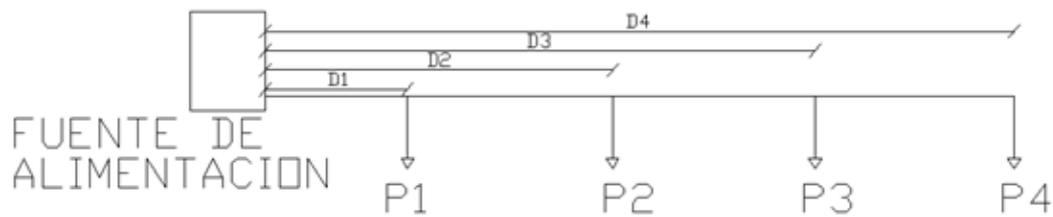
que a través de la misma se deben fijar los criterios mediante los cuales se va a realizar el dimensionamiento de los alimentadores de tableros y transformadores.

Figura 12:  $\Delta V$  y CC, Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.

Los datos necesarios para esta pestaña son:

- **Datos de la carga**
- Sistema de tensión de alimentación.
- Factor de potencia.
- Nombre del circuito.
- Posteriormente debe ingresar los datos de la carga distribuida indicando la descripción, potencia (kVA) y la distancia de la misma hasta la fuente de alimentación.

Ejemplo: Para un circuito ramal distribuido como se muestra en la Figura 13.



Los datos introducidos deben ser:

Descripción salida 1	Potencia 1 (kVA)	Distancia 1 (D1*1,1)
Descripción salida 2	Potencia 2 (kVA)	Distancia 2 (D2*1,1)
Descripción salida 3	Potencia 3 (kVA)	Distancia 3 (D3*1,1)
Descripción salida 4	Potencia 4 (kVA)	Distancia 4 (D4*1,1)

**Figura 13: Ejemplo de carga distribuida para el cálculo de capacidad de corriente y caída de tensión.**

A cada una de las distancias se le agrega un 10% adicional previendo que en obra las instalaciones no son idénticas a las proyectadas en el diseño, y así establecemos un determinado margen de seguridad.

- **Datos del alimentador.**
- Número de conductores por fase.
- Temperatura nominal de operación del conductor a utilizar.
- Tipo de canalización: Aire libre, metálica, no metálica.
- **Datos para capacidad de corriente.**
- Factor de carga.
- Temperatura ambiente.
- **Datos para caída de tensión.**
- Calibre del alimentador.

**Capacidad de corriente:** este cálculo se realiza tomando en cuenta la sección 210 y la sección 310 del CEN [2].

- Se calcula la corriente derrateada que será igual a la corriente de plena carga dividido entre el factor de carga, factor de corrección por temperatura ambiente y factor de corrección por cantidad de conductores portadores de corriente en la canalización.

$$I_d = \frac{I_{pc}}{f_c * f_{ta} * f_{nc}}$$

Donde:

- $I_d$  = Corriente derrateada [A].
- $I_{pc}$  = Corriente a plena carga [A].
- $F_c$  = Factor de carga.
- $F_{ta}$  = Factor de corrección por temperatura ambiente.
- $F_{nc}$  = Factor de ajuste por cantidad de conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

- Luego se busca en la tabla de capacidades de los conductores, que corresponda con el tipo de canalización escogido, el calibre mínimo que tenga una corriente igual o superior a la corriente derrateada. De esta forma ya estará dimensionado el conductor por capacidad de corriente. El siguiente paso es, partiendo del calibre de este conductor buscar el calibre que satisface la caída de tensión deseada.
- Caída de tensión: Para este cálculo se utiliza la metodología descrita en el Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas, Sección 5.1 “CALCULO DE UN CIRCUITO CON VARIAS CARGAS”. [1].

Con los datos de la carga distribuida se calcula kVAm

$$kVAm = \sum_{i=1}^n P_i * D_i$$

Luego es aplicada la siguiente ecuación.

$$\Delta V(\%) = \frac{kVAm * [R * fp + X * \sin(\cos^{-1} fp)]}{nc * 10 * 0,208^2 * k * \left(\frac{kV}{0,208}\right)^2}$$

Donde

- kVAm = Sumatoria de las Potencias en kilo Volt-Amper por distancia en metros.
- R = Resistencia del conductor ( $\Omega/m$ ).
- X = Reactancia del conductor en ( $\Omega/m$ ).
- fp = Factor de potencia.
- nc = Numero de conductores por fase.
- $k * \left(\frac{kV}{0,208}\right)^2$  = factor de corrección para tensiones distintas a 3 $\phi$  208 V, donde k=1

para sistemas trifásicos, y 0,5 para sistemas monofásicos y bifásicos.

- kV = Tensión de alimentación del circuito en kilo-voltios.

El calibre obtenido como solución del punto anterior debe ser introducido como dato para el cálculo de la caída de tensión del circuito, si este calibre no cumple con el criterio deseado por el usuario entonces se debe ir incrementando el calibre hasta que se cumpla dicho criterio.

- **Insertar circuito:** Mediante esta pestaña, mostrada en la Figura 14, se introducirán los circuitos del sistema en las hojas que forman parte de las bases de datos de las cargas del sistema.

The screenshot shows the 'ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS' software interface. The 'INSERTAR CIRCUITOS' tab is active. The interface includes a menu bar with options like 'MENU PRINCIPAL', 'ΔV y CC', 'INSERTAR CIRCUITOS', 'HACER TABLAS DE CARGA', 'ESTUDIO DE CARGAS', 'CAPACIDADES DE CORTOCIRCUITO', 'COMPUTOS', and 'RESULTADOS'. Below the menu bar, there is a 'Hoja de trabajo' dropdown menu. Two radio buttons are present: 'Ip = 1.25 \* Imax + Suma(Inom)' (selected) and 'Ip = 1.25 \* Inom'. A table with columns for 'Circuito', 'Factor', '# Elementos', 'Descripción', 'Potencia Aparente (VA)', 'Factor de potencia', 'Potencia Activa (W)', 'Calibre del conductor', 'Caída de Tension', 'Tablero Asociado', 'Corriente de proteccion', and 'Tension' is shown. The table contains several rows of data, including a row with 'Nueva definicion de cir' and another with 'A'. Below the table, there are buttons for 'Insertar definicion de circuito' and 'Calcular'. At the bottom, there are dropdown menus for 'Factor de demanda' and 'Factor de simultaneidad', a checkbox for 'Reemplazar circuito', and an 'Insertar Circuito' button.

**Figura 14: Insertar circuitos, asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

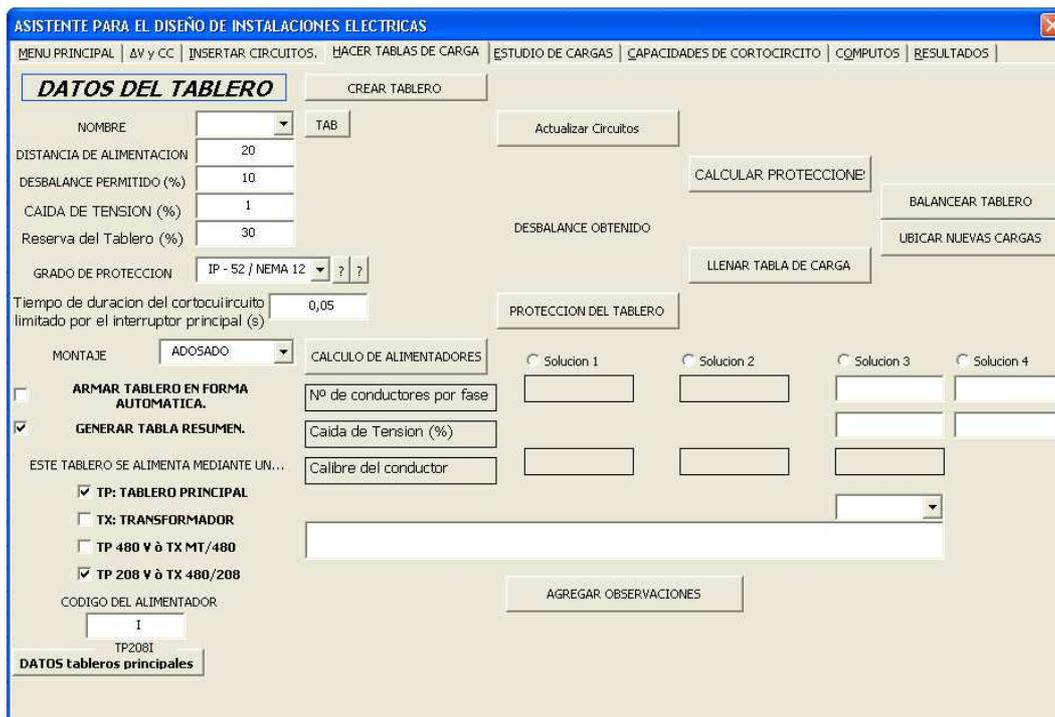
- Hoja de trabajo: es el nombre de la hoja donde se van a introducir los circuitos según el tipo de carga para el cual ha sido diseñado.
- Posteriormente se elige el criterio para el cálculo de la corriente de protección del circuito.

El primer criterio es utilizado para circuitos de motores y la corriente de protección es calculada como el 125% de la corriente nominal del motor mayor más la suma de las corrientes nominales de los motores restantes.

En el segundo criterio la corriente de protección será calculada como el 125% de la corriente a plena carga del circuito.

- Luego se deben indicar todos los datos referentes al circuito que deseamos insertar:
- Nombre del circuito.
- Factor: 1 para monofásico dos hilos, 2 para monofásico 3 hilos, 1,7320 para trifásico.
- Número de elementos.
- Descripción del circuito.
- Potencia aparente (VA) por cada unidad.
- Factor de potencia de la carga.
- Calibre y tipo de aislamiento del conductor.
- Caída de tensión.
- Tablero que alimenta al circuito.
- Tensión de alimentación.
- Factor de demanda.
- Factor de simultaneidad.

➤ **Hacer tablas de carga:** Esta pestaña se puede apreciar en la Figura 15.



**Figura 15: Hacer tablas de carga, asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

Fue diseñada con la finalidad de crear las tablas de carga y el dibujo de los tableros del sistema eléctrico de la fábrica. Mediante la implementación de esta sección del programa se realiza la selección del grado de protección del tablero, así como el tipo de montaje y el tablero principal o transformador que lo alimenta. El programa es capaz de destinar una nueva hoja en el libro de Excel [1] y colocar allí la tabla de carga del tablero, busca los circuitos asociados al mismo seleccionándoles el interruptor de protección necesario, luego realiza el balanceo de cargas para obtener un desbalance entre barras igual o menor al deseado por el usuario, realiza el llenado de la tabla de carga según el balanceo obtenido, para después realizar el cálculo y selección de la protección principal y el alimentador necesario para el tablero. Es importante destacar que el programa realiza el cálculo de los alimentadores de tablero mediante el criterio de capacidad de corriente y caída de tensión utilizando los parámetros para los cálculos de tablero existentes en la pestaña “ΔV y CC” del programa, y además nos proporciona tres soluciones de alimentadores mediante conductores y una en el caso de alimentación con barras.

Para la creación de las tablas de carga de tableros se deben ingresar los siguientes datos:

- Elegir el tablero al cual se le va a realizar la tabla de carga.
  - Distancia del tablero a su fuente de alimentación (Tomar en cuenta un 10% adicional por seguridad).
  - Desbalance máximo de potencia, entre barras (%).
  - Caída de tensión máxima (1% recomendado para alimentadores de tableros)
  - Porcentaje de reserva del tablero.
  - Elegir el grado de protección necesario para el tablero, según la zona donde esté ubicado.
  - Además se debe indicar cuál es el tiempo de duración del cortocircuito limitado por el tiempo de actuación de los interruptores que se utilizaran (En Corpivensa se utiliza un tiempo equivalente a 3 ciclos).
  - Elegir el tipo de montaje (Empotrado, superficial o auto-soportado).
  - Seleccionar si se quiere armar el tablero en forma automática o no.
  - Seleccionar si se quiere realizar una tabla resumen del tablero.
  - Indicar la fuente de alimentación del tablero.
- **Estudio de cargas:** Esta función fue creada para hacer el estudio de carga necesario para el dimensionamiento de transformadores (Figura 16), esta aplicación ofrece un resumen de la carga que será conectada a cada transformador y con este resumen el usuario podrá elegir el transformador necesario, realizar el cálculo del alimentador, he insertarlo como parte del sistema, para tal fin hay que indicar:
- Potencia del transformador escogido.
  - Distancia del transformador a su fuente de alimentación.
  - Caída de tensión máxima permitida.
  - Tensión en el primario del transformador.
  - Fuente de alimentación.

Luego de insertar los transformadores se deben armar nuevamente las tablas de cargas afectadas por los mismos, posteriormente se podrá ingresar al

módulo de estudio de cargas y en la parte donde se encuentra el botón “Unifilar” seleccionamos el transformador principal del sistema y presionamos el botón “Unifilar”. De esta manera el programa comenzara a dibujar el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas de la fábrica.

Esta función es diseñada como un extra para el programa ya que es muy limitada en cuanto a su funcionamiento y solo es capaz de dibujar un sistema radial simple de dos niveles de tensión el cual es el que generalmente se implementa en el diseño de las fábricas de Corpivensa (Figura 7).

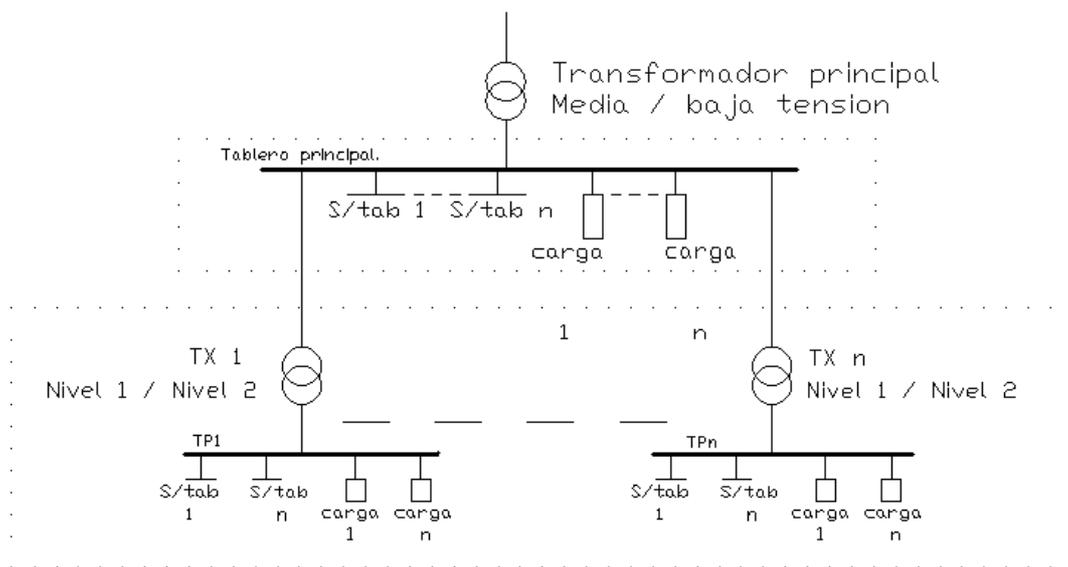


Figura 7: Sistema de electricidad dibujado por el ADIE.

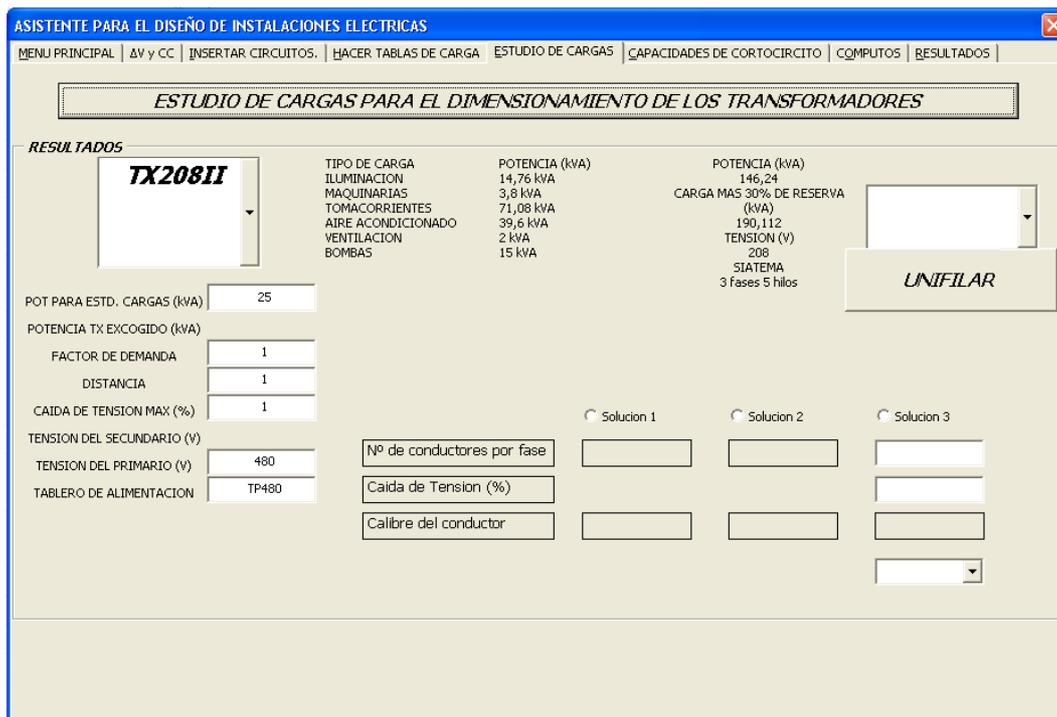


Figura 16: Estudio de cargas, Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.

➤ **Capacidades de cortocircuito:** Para el ajuste de las corrientes de cortocircuito de los interruptores y la verificación de los alimentadores por capacidad de cortocircuito, se necesita el cálculo de las corrientes de cortocircuito de las barras mediante un software de simulación, los resultados deben introducirse en el programa, a través de la pestaña mostrada en la Figura 17.

La verificación del cumplimiento del criterio de cortocircuito para cables se realiza según lo expresado en IEEE std. 141-1993, capítulo V, sección 5.6.2 y la ecuación aplicada es la siguiente.

$$\left(\frac{I}{A}\right)^2 * t = 0,0297 * \log_{10} \frac{(T2 + 234)}{(T1 + 234)}$$

Dónde.

- I = Corriente de cortocircuito (A).
- A = Área de la sección del conductor en circular mils.
- t = Tiempo de duración del cortocircuito limitado por el dispositivo de protección (s).
- T1 = Temperatura inicial del conductor (°C).

- $T_2$  = Es la temperatura final del conductor ( $^{\circ}\text{C}$ ).

**Figura 17: Capacidades de cortocircuito, Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

- **Cómputos:** esta pestaña contiene tres recuadros llamados “COMPUTOS GENERALES”, “COMPUTOS PARCIALES” y “MEMORIA DE COMPUTOS” (ver Figura 18).

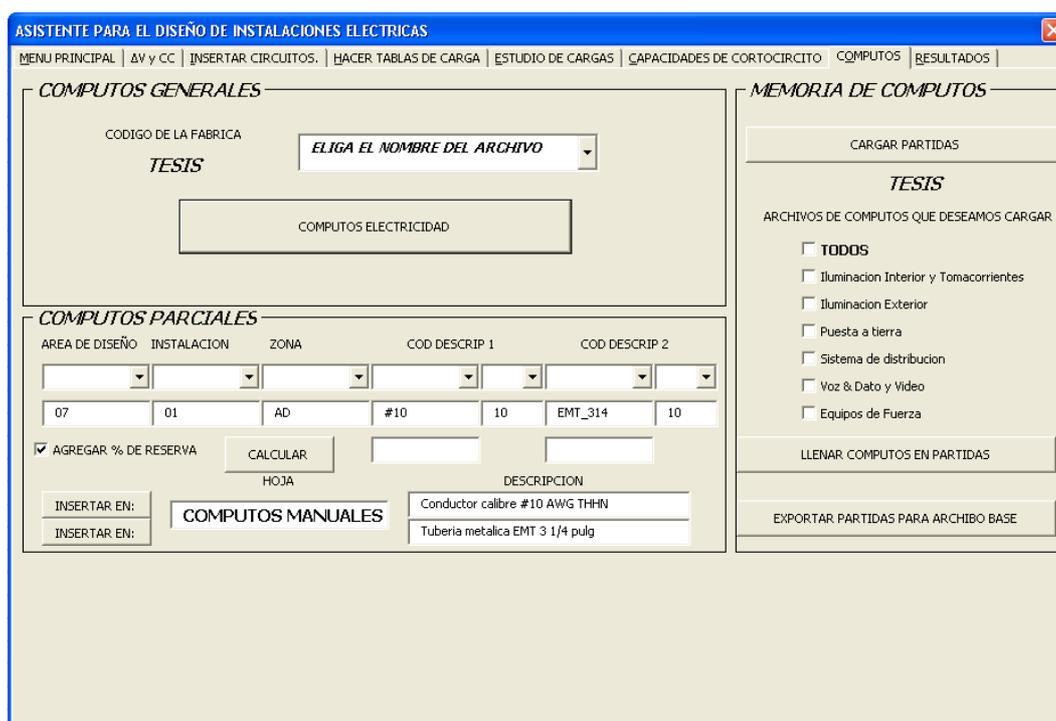
- **Cómputos generales:** En el caso de los cómputos métricos se tienen dos casos, el primero se refiere a los cómputos de los elementos reflejados en planos, el segundo es referente a los cómputos de los elementos reflejados en las tablas de carga.

Para elementos reflejados en planos: En primer lugar debe ser aplicada la metodología apropiada para la proyección de las instalaciones eléctricas utilizando la estructura adecuada para las capas de los objetos y utilizando los códigos de los elementos que reconocerá el programa (Esta metodología será explicada posteriormente), desde el plano se genera una tabla de datos de los elementos que lo conforman y la misma será la tabla de datos para realizar el cálculo de los cómputos métricos.

Para los elementos reflejados en las tablas de carga se debe elegir de la

sección llamada “CÓMPUTOS GENERALES” el archivo llamado “**Sistema de distribución**”, y esta sección deberá ser utilizada desde el libro de Excel [1] que tiene las tablas de carga debido a que es acá donde reposa la información necesaria para el cálculo.

- **Cómputos parciales:** En el caso de elementos con códigos que no se encuentren registrados en el programa se puede utilizar la sección “CÓMPUTOS PARCIALES” y allí indicaremos toda la información de la capa relacionada con el elemento a computar y se podrá insertar dicho cómputo en la hoja de cómputos manuales del programa.
- **Memoria de cómputos:** Para realizar la memoria de cómputos, mediante la pestaña de ilustrada en la Figura 18, se debe indicar cuáles serán los archivos que se desean cargar para realizar dicha memoria (Llenado de las partidas).



**Figura 18: Cómputos, Asistente par el diseño de instalaciones electricas.**

- **Resultados:** En esta parte del programa no se coloca dato alguno y fue diseñada para crear o actualizar las hojas de resultados del programa (ver Figura 19).



**Figura 19: Resultados, Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.**

- “Actualizar cambio de circuitos”. Actualizará la hoja de Excel [1] llamada “cambio de circuitos”, recordando que al inicio se colocan los circuitos con letras, ahora en esta hoja aparecerá el nombre de cada uno de los circuitos y al lado el nombre nuevo referido a su ubicación en el tablero después del balanceo, esta información estará ordenada por tablero.
- “Crear tabla resumen de tableros” Creará una tabla con información de los tableros (tensión, carga, alimentador y caída de tensión), esta tabla será colocada en la hoja de Excel [1] llamada “Programas”.
- “Imprimir tablas de carga” al presionar este botón se imprimirán las tablas de carga a través de la impresora configurada como predeterminada en la computadora.

3.1.3. Procesos automatizados mediante el asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.

Mediante la implementación del ADIE se logra automatizar los siguientes puntos:

- 1) Dimensionamiento de conductores para circuitos ramales: Se dimensionan los conductores utilizando los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión.
- 2) Cálculo de protecciones para circuitos ramales: Se calcula la corriente de protección como el 125% de la corriente nominal del circuito ramal, en el caso de circuitos de varios motores la corriente de protección será el 125% de la corriente nominal del motor mayor mas la sumatoria de las corrientes nominales de los motores restantes, Luego con el valor de la corriente de protección se busca el valor inmediato superior de los interruptores comerciales. La corriente de cortocircuito es elegida según el nivel de cortocircuito de las barras del tablero, las cuales son obtenidas mediante un software externo al programa y luego serán introducidas al mismo.
- 3) Ubicación de circuitos en sus respectivos tableros: El programa se encarga de ubicar cada circuito en la hoja del tablero que le corresponda.
- 4) Balanceo de tableros: se realiza el balanceo de las cargas conectadas en cada tablero, persiguiendo la meta de obtener un desbalance de potencia entre barras menor a 10%.
- 5) Cálculo de protección principal de tableros: Se selecciona la protección principal de los tableros buscando el valor de corriente normalizado, según la sección 240.6 del CEN, igual o superior a la corriente de protección. Para los tableros la corriente de protección será calculada con la carga conectada al mismo mas el porcentaje de reserva del tablero, y la corriente de cortocircuito es elegida según el nivel de cortocircuito de las barras del tablero al igual que en el caso de interruptores para circuitos ramales.
- 6) Dimensionamiento de tableros: La cantidad de circuitos del tablero, así como la capacidad nominal y de cortocircuito de las barras, serán seleccionadas por el ADIE; Tomando en cuenta, para la cantidad de circuitos, el balanceo de cargas y un 10% de espacio de reserva para futuras ampliaciones. En el caso de la selección de las capacidades de las barras se tomara como referencia las capacidades seleccionadas para el interruptor principal.

- 7) Dimensionamiento de alimentadores de tableros aplicando los criterios de capacidad de corriente, caída de tensión y capacidad de cortocircuito.
- 8) Estudio de cargas para la selección de transformadores.
- 9) Cálculo de los alimentadores de transformadores, aplicando los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión descritos en los puntos 2.2.2 y 2.2.3.
- 10) Ajuste de todas las protecciones según las corrientes de cortocircuito del sistema.
- 11) Cómputos de interruptores, alimentadores y tableros.
- 12) Cómputos de los elementos reflejados en planos.
- 13) Elaboración y llenado de la memoria de cómputos.

### 3.2 Metodología para la proyección de planos.

Con la finalidad de realizar los cómputos de los elementos reflejados en planos que forman parte del sistema de electricidad de la fábrica, se diseña una metodología para la asignación de capas (layer) para los elementos de AutoCad [4], de esta manera al realizar una extracción de datos desde AutoCad [4] a Excel [1] el asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE) podrá procesar esa base de datos, hacer los cómputos correspondientes y crear un archivo auxiliar donde se guardaran dichos cálculos. Estos archivos auxiliares serán guardados en la carpeta de la fábrica de trabajo con un nombre específico relacionado con el plano al cual se realizaron los cómputos. Posteriormente luego de tener los cómputos de todos los planos y los provenientes del archivo de tablas de carga el ADIE está en la capacidad de centralizar toda la información necesaria y construir una hoja de cómputos generales de la fábrica, además de construir la memoria de cómputos y llenarla con la información correspondiente.

#### 3.2.1 Asignación de capas (layer).

Mediante la capa de un bloque o dibujo de AutoCad [4] es posible computar dos

elementos distintos, el primero relacionado con una cantidad y la distancia característica del elemento dibujado, y el segundo relacionado únicamente con la distancia característica.

Las capas de AutoCad [4] se deben estructurar según se muestra en la Tabla 12: Estructuras de las capas para la proyección de planos.

- a. Número de dos dígitos relacionado con el Área de diseño (07 para electricidad).
- b. Número de dos dígitos relacionado con la especialidad de diseño (21 para iluminación interior).
- c. Dos caracteres para describir el área de la fábrica donde está el elemento (PD para producción)
- d. Número de dos dígitos que indica la cantidad del primer elemento a computar (00, 01, 02, ---, 99).
- e. Código de tres caracteres para describir el primer elemento (LFI para luminaria fluorescente industrial 2 x 36 W).
- f. Código de siete caracteres para describir el segundo elemento a computar (CO4X4X2 para cajetín octogonal de 4 x 4 x 2 pulgadas).
- g. Cada uno de los grupos de caracteres descritos anteriormente deben ir separados por un guion bajo (\_).
- h. Opcionalmente al final de la capa antes estructurada se puede colocar cualquier texto que describa más claramente los componentes a computar.

**Tabla 12: Estructuras de las capas para la proyección de planos.**

Ubicación		cantidad	código 1	código 2	
Área de diseño	Instalación de diseño	zona de la industria	# elem 1	elem 1	elem 2
07	01	AD	01	LFI	CO4X4 X2
01	21	Ilum. Interior.	AC	Área común.	01
02	22	Tomacorrientes.	AB	Adm. Planta Baja.	.
03	31	Ilum. Exterior.	AA	Adm. Planta Alta.	.
04	41	Diagrama unifilar.	EE	Exterior.	.
05	51	Puesta a tierra y pararrayos.	PD	Producción.	99
06	61	Equipos de fuerza.			
07	71	Control de encendido de ventilación forzada.			
08	08				
09	09				

### 3.2.2 Códigos de componentes para computar.

A continuación en la Tabla 13, se muestran los componentes que se computan mediante la implementación del ADIE, es importante resaltar que cualquier elemento que sea necesario computar y que no esté en esta lista puede ser agregado al programa en la hoja de Excel [1] llamada “cómputos manuales y códigos” debido a que allí estarán todos los códigos que el programa utiliza como base de datos.

**Tabla 13: Códigos de componentes para computar.**

<b>Codigo1</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Reserva</b>
#10	Conductor calibre #10 AWG THHN 600 V	10
#08	Conductor calibre #8 AWG THHN 600 V	10
#06	Conductor calibre #6 AWG THHN 600 V	10
#04	Conductor calibre #4 AWG THHN 600 V	10
C10	Conductor calibre #10 AWG THHN 600 V	10
C08	Conductor calibre #8 AWG THHN 600 V	10
C06	Conductor calibre #6 AWG THHN 600 V	10
C04	Conductor calibre #4 AWG THHN 600 V	10
ALT	Altavoz	0
A20	Cable arvidal 2/0	10
A40	Cable arvidal 4/0	10
C10	Conductor calibre #1/0 AWG THHN 600 V	10
C20	Conductor calibre #2/0 AWG THHN 600 V	10
C30	Conductor calibre #3/0 AWG THHN 600 V	10
C40	Conductor calibre #4/0 AWG THHN 600 V	10
BRD	Barra roscada	10
BVS	Bombillo Vapor de Sodio	0
CDP	Caja de paso	0
CSE	Cámara de seguridad, externa	0
CSI	Cámara de seguridad interna	0
CDT	CONDULET T	0
CLB	CONDULET LB	0
CLL	CONDULET LL	0
CLR	CONDULET LR	0
CTB	CONDULET TB	0
ESC	Escalerilla	10

<b>Codigo1</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Reserva</b>
I1P	Interruptor Simple	0
I2P	Interruptor doble	0
I3P	Interruptor triple	0
I3V	Interruptor de tres vías	0
LEM	Lámpara de emergencia	0
LF2	Luminaria fluorescente industrial de 3x36W EMERGENCIA	0
LF1	Luminaria fluorescente industrial de 2x36W EMERGENCIA	0
LF3	Luminaria fluorescente industrial de 3x36W	0
LFE	Luminaria fluorescente industrial de 2x36W ANTI-EXPLOSION	0
LF4	Luminaria fluorescente industrial de 2x36W ANTI-EXPLOSION con equipo para emergencia	0
LFC	Luminaria fluorescente circular de 1x22W	0
LFI	Luminaria fluorescente industrial de 2x36W	0
LSS	Lámpara de señalización de salida	0
RAK	Rack	0
RFP	Reflector parabólico de 250W	0
SDH	Salida doble hembra	0
SHD	Salida de datos	0
SHV	Salida de voz	0
SWH	Switch	0
TCE	Toma corriente de uso especial	0
TCG	Toma corriente de uso general	0
TLF	Tanquilla telefónica	0
TT1	Tanquilla tipo 1	0
TT2	Tanquilla tipo 2	0
TT3	Tanquilla tipo 3	0
TT4	Tanquilla tipo 4	0
TT5	Tanquilla tipo 5	0
TT6	Tanquilla tipo 6	0
UTP	Cable UTP nivel 6	10
BAN2DUC	Bancada de dos ductos de 4 pulgadas	10
BAN4DUC	Bancada de cuatro ductos de 4 pulgadas	10
BAN6DUC	Bancada de seis ductos de 4 pulgadas	10
BCO2DUC	Bancada de dos ductos de 3 pulgadas (VIALIDAD)	10

<b>Codigo1</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Reserva</b>
BCO4DUC	Bancada de cuatro ductos de 3 pulgadas (VIALIDAD)	10
BCO6DUC	Bancada de seis ductos de 4 pulgadas (VIALIDAD)	10
BAN22DC	Bancada de dos niveles de dos ductos cada nivel, ductos de 4 pulgadas	10
BAN12DU	Bancada de dos niveles de SEIS ductos cada nivel, ductos de 4 pulgadas	10
CDT_314	Tubería conduit rígida de 3/4 de pulgada	10
CDT_100	Tubería conduit rígida de 1 pulgada	10
CDT_112	Tubería conduit rígida de 1 1/2 pulgada	10
CDT_114	Tubería conduit rígida de 1 1/4 pulgada	10
CDT_200	Tubería conduit rígida de 2 pulgada	10
12X12X4	Cajetín rectangular 12x12x4 pulgadas	0
CO4X4X2	Cajetín octogonal 4x4x2 pulgadas	0
CONBASE	Base para poste	0
CP30X40	Caja de paso 30x40	0
CR4X4X2	Cajetín rectangular 4x4x2 pulgadas	0
CR8X8X4	Cajetín rectangular 8x8x2 pulgadas	0
CR4X2X2	Cajetín rectangular 4x2x2 pulgadas	0
EMT_314	Tubería EMT de 3/4 de pulgada	10
EMT_100	Tubería EMT de 1 pulgada	10
EMT_112	Tubería EMT de 1 1/2 pulgada	10
EMT_114	Tubería EMT de 1 1/4 pulgada	10
EMT_200	Tubería EMT de 2 pulgada	10
FLX_102	Tubería flexible de 1/2 pulgada	10
FLX_314	Tubería flexible de 3/4 de pulgada	10
FOTCLDA	Foto celda	0
MH_100W	Reflectores rectangulares MH 100W	0
MH_150W	Reflectores rectangulares MH 150W	0
MH_250W	Reflectores rectangulares MH 250W	0
MH_400W	Reflectores rectangulares MH 400W	0
PTE_1BR	Poste de 8 metros con un brazo de 2 m	0
PTE_2BR	Poste de 8 metros con dos brazo de 2 m	0
PTE_DEP	Poste metálico de 10 m con cruceta de 1,2 m	0
PVC_314	Tubería PVC de 3/4 pulgada	10
PVC_100	Tubería PVC de 1 pulgada	10
PVC_112	Tubería PVC de 1 1/2 pulgada	10
PVC_114	Tubería PVC de 1 1/4 pulgada	10
PVC_200	Tubería PVC de 2 pulgada	10

<b>Codigo1</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Reserva</b>
PVC_400	Tubería PVC de 4 pulgada	10
TORREPT	Torre de patio	0

Nota: Los porcentajes de reserva son sugeridos (utilizados por Corpivensa), y el usuario tendrá la posibilidad de variarlos en la hoja “Cómputos manuales y códigos” perteneciente al ADIE.

### 3.2.3 Cómputos métricos.

Para realizar los cómputos métricos de la información contenida en planos se deben realizar las capas del dibujo siguiendo la codificación explicada en los puntos 3.2.1 utilizando los códigos de 3.2.2, Luego realizar los siguientes pasos.

- Realizar la extracción de datos desde AutoCad [4] a Excel [1], seleccionando como salida los datos de la capa y distancia (ver sección 1.4 ADIE para el cálculo de cómputos de planos.). De esta forma AutoCad [4] crea un archivo estructurado como se muestra en la Figura 20.

	A	B	C	D
1	Count	Name	Layer	Length
2	1	Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	5,7075
3	1	Line	07_01_PD_02_C10_PVC_314	1,6595
4	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	4,0000
5	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	4,0000
6	1	Arc	07_03_AD_CONDUCTORES	4,7052
7	1	Arc	07_03_AD_CONDUCTORES	2,3676
8	1	3D Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	3,3545
9	1	Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	10,6739
10	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	6,0003
11	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	4,0000
12	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	4,0000
13	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	3,2000
14	1	Line	07_01_AA_02_C10_EMT_314	3,2000
15	1	Arc	07_01_PD_arcos_120 V	2,0638
16	1	3D Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	3,2970
17	1	3D Polyline	07_01_PD_03_C10_PVC_314	2,3719
18	1	3D Polyline	07_01_PD_03_C10_PVC_314	2,3115
19	1	3D Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	3,3015
20	1	3D Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	4,6581
21	1	3D Polyline	07_01_PD_02_C10_PVC_314	2,2247

**Figura 20: Archivo generado por AutoCad para cómputos métricos.**

- Abrir este archivo y agregar una nueva hoja en blanco con el nombre Hoja1.

- Presionar las teclas Alt + F11 para ingresar al editor de Visual Basic. Estando en el editor, entrar en Archivos y presionar importar Archivo, ingresamos a la carpeta donde se encuentran los formularios y módulos del ADIE y los abrimos. De esta forma quedaran los programas introducidos en el archivo de Excel [1].
- Cerrar el editor de Visual Basic [1].
- Correr el macro llamado Entrada desde Excel [1], de esta forma se ingresa al asistente para el diseño de instalaciones eléctricas, allí colocaremos el código de la empresa.
- Luego donde se pregunta para que se utilizara este archivo, seleccionar la opción llamada cómputos, posteriormente presionar el botón construir archivo. De esta forma se colocaran en el archivo las hojas que el ADIE utiliza para los cómputos métricos.
- Ahora entrar en la pestaña del programa llamada cómputos y en la sección cómputos generales, seleccionar de la lista desplegable el nombre del archivo para los cómputos nombre ligado al plano del cual se realizo la extracción de datos.
- Presionar el botón cómputos electricidad, y así el ADIE procesara la base de datos de la extracción realizada desde AutoCad [4] y el resultado de dicho procesamiento se colocara en el archivo de Excel [1] y se creara el archivo auxiliar correspondiente.

### 3.3 Manual de implementación del asistente para el diseño de instalaciones eléctricas “ADIE”.

En esta sección se describen las partes que conforman el manual realizado para la implementación del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE), manual donde se describe en forma detallada los procedimientos necesarios para la correcta utilización del programa, iniciando desde el proceso de instalación, avanzando

a través de los distintos procesos que se desarrollan con el mismo, para luego finalizar en la presentación de resultados. Dicho manual se podrá apreciar en el ANEXO N° 1.

Segmentos del manual de implementación de ADIE.

El manual del ADIE está estructurado en diversas partes, a fin de simplificar la implementación del mismo, las partes que conforman dicho manual se nombran a continuación incluyendo una descripción de su contenido y utilidad.

- 1) Instalación del programa: En este punto se describen los pasos necesarios para la instalación del ADIE.
- 2) Iniciar el ADIE por primera vez: Es acá donde se explica la secuencia de pasos necesarios para iniciar el asistente desde un archivo de Microsoft Excel [1], esto comprende los puntos de verificación del idioma del ordenador, importación de archivos del programa y ejecución del mismo, entre otros
- 3) ADIE para el cálculo de circuitos ramales, tablas de carga y cómputos: en esta sección del manual se encontrarán los datos necesarios para utilizar el ADIE para la elaboración de cálculos para la definición de circuitos ramales, tablas de cargas, cómputos entre otras funciones. Esta sección se encuentra dividida en siete partes que explican distintas funciones, las mismas se pueden apreciar a continuación.
  - a) Capacidad de corriente y caída de tensión: Acá se explica cómo se utiliza el ADIE con el fin de hacer los cálculos de capacidad de corriente y caída de tensión, para la definición de circuitos ramales.
  - b) Insertar circuitos: Se describen las dos formas posibles de insertar circuitos ramales a la base de datos de la fábrica que se esté trabajando mediante el ADIE.
    - Insertar circuitos luego de realizar los cálculos para el dimensionamiento de conductores.
    - Insertar circuitos sin realizar los cálculos para el dimensionamiento de conductores.
  - c) Hacer tablas de carga: Es donde se enuncia paso a paso el procedimiento para realizar las tablas de carga de los tableros pertenecientes al sistema eléctrico diseñado, las funciones más relevantes de este punto son balanceo de potencia,

cálculo de alimentadores, selección de interruptores, construcción y llenado de la tabla de carga. .

- d) Estudio de cargas: En esta se encontrara la metodología necesaria para realizar el estudio de cargas de los transformadores pertenecientes al sistema eléctrico de la fábrica, así como la selección de transformadores y cálculo de los alimentadores necesarios para el mismo.
  - e) Capacidades de cortocircuito: lo enunciado en este punto se refiere a la inserción de los niveles de cortocircuito de los tableros a fin de que estos datos sean utilizados para la selección de interruptores y verificación del criterio de cortocircuito para cables.
  - f) Cómputos: Es donde se explica cómo se implementa el ADIE para la elaboración de los cómputos de los elementos reflejados en las tablas de carga (interruptores, alimentadores y tableros), así como la elaboración de la memoria de cómputos; esta sección consta de tres partes, las cuales se mencionan a continuación.
    - Cómputos generales.
    - Cómputos parciales.
    - Memoria de cómputos.
  - g) Resultados: Esta última sección describirá los botones a través de los cuales se obtienen los resultados del ADIE.
- 4) ADIE para el cálculo de cómputos de planos: Esta es la sección donde se encontrara la metodología necesaria para realizar los cómputos métricos a partir de la información plasmada en planos; acá se describirán los siguientes aspectos.
- Codificación que se debe aplicar para las capas de los elementos de dibujo.
  - Forma de extraer los datos desde AutoCad [4] a Excel [1].
  - Calculo de los cómputos.
  - Memoria de cómputos.

## CONCLUSIONES

En cuanto a “Analizar de los procesos para el diseño de instalaciones eléctricas de las fabricas desarrolladas por Corpivensa”, se preciso que la metodología aplicada para cada proceso era consistente y correcta, pero representaba debilidad debido a los siguientes aspectos: múltiples repeticiones de cálculos, centralización de la información relacionada con el diseño de las instalaciones eléctricas, edición manual de mismos grupos de datos en diversos documentos o planos.

Con respecto a “Proponer una metodología para el diseño de instalaciones eléctricas industriales de las fábricas desarrolladas por Corpivensa”, se obtuvo una metodología para los diversos procesos inmersos en el diseño de instalaciones eléctricas industriales, además de una metodología para la proyección de planos y una propuesta de una carpeta de electricidad para la centralización de la información relacionada con el diseño de las instalaciones eléctricas de las fabricas. La metodología para el diseño de instalaciones eléctricas contiene elementos tanto de fondo como de forma para el procedimiento técnico y general; los procesos definidos dentro de esta metodología son: Iluminación interior, iluminación exterior y acometida principal, tomacorrientes, equipos de fuerza, voz-data-video y Sistema de distribución. La metodología para la proyección de planos se tiene la finalidad de que los planos cumplan con una determinada estructura de dibujos y capas a través de las cuales se podrán obtener de forma sistemática los cómputos métricos de las instalaciones proyectadas, mediante la extracción de datos y la ejecución de un programa (ADIE).

En relación con “Establecer los procesos que serán objetos de optimización para el diseño de instalaciones eléctricas”, se logra establecer, tomando en cuenta el análisis de los procesos para el diseño de las instalaciones eléctricas, que el programa desarrollado contendrá módulos o funciones que representen avances en los siguientes aspectos: centralización de la información para la elaboración de tablas de carga diagrama unifilar y cómputos, cálculos para el dimensionamiento de alimentadores, selección de protecciones, estudio de cargas para el dimensionamiento de transformadores, construcción y llenado de tablas de carga, elaboración de cómputos y

memoria de cómputos.

Con referencia a “Diseñar los módulos de programación de los procesos a optimizar bajo Microsoft Excel [1] y Visual Basic”, se obtuvo un programa de computación, llamado Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas ADIE, el cual es capaz de:

- Realizar los cálculos para la definición de circuitos ramales, mediante los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión.
- A partir de la información de los circuitos pertenecientes al sistema eléctrico de la fábrica, Crea las tablas de carga de los tableros, ubica los circuitos que pertenecen al mismo, realiza el balance de potencia entre barras, llena a tabla de carga, dibuja el tablero con sus cargas y datos relevantes, selecciona los interruptores de protección principal y de circuitos ramales, selecciona las capacidades de las barras del tablero, calcula los alimentadores aplicando los criterios de capacidad de corriente y caída de tensión.
- Luego de tener todas las tablas de carga construidas y con todos los datos correspondientes, con el programa obtenido se podrá: realizar el estudio de carga para la selección de los transformadores que integran el sistema eléctrico diseñado, realizar la selección de la potencia del transformador y realizar el cálculo de los alimentadores necesarios para el mismo.
- Al tener definidos todos los tableros y transformadores con sus cargas y alimentadores, y con los resultados de las corrientes de cortocircuito de las barras de los tableros, (estos deben ser obtenidos mediante el cálculo de cortocircuito a través de una aplicación externa al programa desarrollado en este trabajo), el ADIE estará en la capacidad de realizar el ajuste de las corrientes de cortocircuito de todas las protecciones (principales y ramales) y barras de tableros, además realizara la verificación de que los alimentadores de tableros cumplan con el criterio de cortocircuito para cables.
- Adicional a lo antes expuesto, se logro que el ADIE realizara los cómputos de los elementos reflejados en las tablas de carga (Protecciones, alimentadores y tableros), además siguiendo la metodología para la

proyección de planos y realizando una extracción de datos, también se obtendrán los cómputos de la información plasmada en planos a través del ADIE.

- Después de haber realizado los cómputos de la información contenida en planos y la información contenida en las tablas de carga, el programa podrá unir toda la información de cómputos y realizar el llenado de la memoria de cómputos.

Con respecto a “Crear un programa para la optimización del diseño de las instalaciones eléctricas en la Coordinación de Edificaciones y Urbanismo de Corpivensa”, se logro obtener una herramienta computacional que representa un avance en cuanto a diseño de instalaciones eléctricas se refiere. Dicha herramienta es el asistente para el diseño de instalaciones eléctricas ADIE, mediante el cual se logra una reducción significativa de los tiempos de respuesta y una disminución de los errores, debido a que gran parte de los cálculos edición y escritura de la información es realizada mediante módulos de programación.

Para finalizar es importante describir cuales son las limitantes o condiciones del programa computacional obtenido (ADIE).

- Diseñados para sistemas de baja tensión.
- Está diseñado para trabajar solo con tableros trifásicos de 480 V y 208 V con protección principal.
- Los aislantes considerados son TW, THW, y THHN.
- Los factores considerados para el estudio de cargas son de demanda y simultaneidad únicamente y deben ser introducidos por el usuario al momento de insertar los circuitos.
- La verificación del cumplimiento del criterio de cortocircuito de los conductores solo es realizada para los alimentadores de tableros.

## **RECOMENDACIONES.**

El Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE) desarrollado en este trabajo de grado es una herramienta poderosa que proporciona muchas ventajas al momento de diseñar, sin embargo esta herramienta puede seguir creciendo a fin de lograr un programa que contenga un mayor número de aplicaciones, por tal motivo se recomienda desarrollar nuevos módulos de programación en referencia a los siguientes puntos:

- a. Cálculo de canalización: Se recomienda el desarrollo de un modulo que dimensione tuberías, cajas de paso y bancadas, tomando en cuenta lo enunciado en el CEN [2].
- b. Dimensionamiento de alimentadores en media tensión: Referido al cálculo de los alimentadores que entregaran la energía eléctrica a la fábrica, dicho modulo debe tomar en cuenta los criterios de capacidad de corriente, capacidad de cortocircuito y caída de tensión.

Además se recomienda que CORPIVENSA defina y ejecute una estrategia para la validación científica del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE).

El módulo del ADIE diseñado para realizar cálculos métricos de la información plasmada en planos tiene la versatilidad necesaria para realizar los cálculos no solo de las instalaciones eléctricas si no de cualquier área del diseño de la fábrica, solo bastara con realizar la proyección de planos siguiendo la metodología diseñada, crear la base de datos de códigos y la base de datos de partidas. En cuanto a cambios en la programación solo se deben realizar cambios de forma y no de fondo, por ejemplo si el programa se va a aplicar en el área de mecánica, dentro del código del programa se debe cambiar la carpeta “Electricidad” por una carpeta llamada “Mecánica”. Por tal razón se recomienda crear las bases de datos antes nombradas e implementar la metodología para la proyección de planos, para la posterior aplicación del modulo de cálculos para realizar de forma automática los cálculos métricos del resto de las instalaciones industriales diseñadas en la corporación (mecánica, civil, maquinaria etc.).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Microsoft. Excel 2007  
<http://www.microsoft.com>
- [2] Código Eléctrico Nacional (CEN 200:2004).
- [3] COVENIN 2249: 1993 Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo.
- [4] Autodesk. AutoCad.  
<http://usa.autodesk.com/company/>
- [5] Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas. Ministerio de obras publicas. Caracas Venezuela (1968).
- [7] COVENIN 398-1984. Símbolos gráficos para instalaciones eléctricas en inmuebles.
- [8] Enterprise Software Solution for power system. Etap 7.  
<http://www.Etap.com/>
- [9] IEEE Std 141-1993. Electric power distribution for industrial plants.
- [10] ANSI/TIA/EIA-568A-1995. Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- [11] ANSI/TIA/EIA 569-1998. Estándar de recorridos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- [12] ANSI/TIA/EIA 568B-2001. Normas de alambrado de telecomunicaciones para edificios comerciales.
- [13] COVENIN 3539-1999. Sistema de cableado estructurado para servicios de telecomunicaciones en edificios comerciales. Diseño e instalación.
- [14] Código de Seguridad Nacional (COVENIN 734: ver la más actualizada).

[15] Sin autor. (2008). Tableros eléctricos. Caracas Venezuela: editorial independiente “Master Circuito”.

## BIBLIOGRAFIA

1. Penissi, O. (2010). Canalizaciones Eléctricas Residenciales. (10ma Edición). Caracas, Venezuela: Editorial Independiente.
2. Ereú, M. (2004). Alumbrado Público-Criterios, Diseños y Recomendaciones. Caracas, Venezuela: Editado por el autor.
3. Código Eléctrico Nacional (CEN 200:2004).
4. FONDONORMA 159:2005, Tensiones Normalizadas del Servicio Eléctrico.
5. COVENIN 2641:1989, Interruptores Fotoeléctricos para Alumbrado Público.
6. COVENIN 542:1999, Tableros eléctricos para alumbrado y artefactos de distribución hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales con interruptores automáticos en caja moldeada.
7. IEEE Std 241-1990. Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings.
8. IEEE Std 399-1997. Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis.
9. COVENIN 2249: 1993 Iluminación en Tareas y Áreas de Trabajo.
10. Sin Autor. (2005-2007). Catálogo Profesional de Lámparas, Luminarias y Postes. Caracas, Venezuela: Editorial Independiente “OBRALUX”.
11. Sin autor. (2008). Tableros eléctricos. Caracas Venezuela: editorial independiente “Máster Circuito”.

12. Manual de normas y criterios para proyectos de instalaciones eléctricas. Ministerio de obras publicas. Caracas Venezuela (1968).
13. COVENIN 3399:1998, Grados de protección proporcionados por las envolventes (cajas y gabinetes) utilizados en media y baja tensión contra las influencias del medio ambiente.
14. Código de Seguridad Nacional (COVENIN 734: ver la más actualizada)
15. IEEE Std 241-1990. Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings.
16. IEEE Std 141-1993. Electric power distribution for industrial plants.
17. COVENIN 398-1984. Símbolos gráficos para instalaciones eléctricas en inmuebles.
18. COVENIN 734-1976. Código nacional de seguridad en instalaciones de suministro de energía eléctrica y de comunicaciones.
19. Microsoft. Excel 2007  
<http://www.microsoft.com>
20. Autodesk. AutoCad.  
<http://usa.autodesk.com/company/>
21. Enterprise Software Solution for power system. Etap.  
<http://www.etap.com>
22. ANSI/TIA/EIA 568-A-1995. Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales.
23. ANSI/TIA/EIA 569-1998. Estándar de recorridos y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales.
24. ANSI/TIA/EIA 568B-2001. Normas de alambrado de telecomunicaciones para edificios comerciales.

25. COVENIN 3539-1999. Sistema de cableado estructurado para servicios de telecomunicaciones en edificios comerciales. Diseño e instalación. ANSI/TIA/EIA 569

## ANEXOS

ANEXO N° 1: MANUAL DE IMPLEMENTACION DEL ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS “ADIE”.	1
ANEXO N° 2: MODELO DE TABLA DE CARGA, PARA LOS TABLEROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO REALIZADOS POR EL ADIE.	23
ANEXO N° 3: DIAGRAMA DE UN TABLERO DE ELECTRICIDAD HECHO CON EL ADIE.	24
ANEXO N° 4: RESUMEN DE UN ESTUDIO DE CARGAS HECHO CON EL ADIE.	25
ANEXO N° 5: TABLA RESUMEN DE TABLERO HECHA POR EL ADIE.	26
ANEXO N° 6: CAPACIDADES NOMINALES PARA ALIMENTADORES EN DUCTOS, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 310.16 DEL CEN.	27
ANEXO N° 7: CAPACIDADES NOMINALES PARA ALIMENTADORES, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 310.17 DEL CEN.	28
ANEXO N° 8: FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE APLICABLES A LAS CAPACIDADES NOMINALES PARA ALIMENTADORES AL AIRE LIBRE, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 310.17 Y 310.17 DEL CEN.	29
ANEXO N° 9: FACTORES DE AJUSTE POR CANTIDAD DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTES APLICABLES A LAS CAPACIDADES NOMINALES PARA ALIMENTADORES, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 310.17 Y 310.17 DEL CEN.	29
ANEXO N° 10: CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES, UTILIZADOS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 250.122 DEL CEN.	30
ANEXO N° 11: RESISTENCIA Y ÁREA PARA CABLES DE 600 VOLTIOS, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 9 DEL CEN.	31
ANEXO N° 12: REACTANCIA DE CORRIENTE ALTERNA (CA) PARA CABLES DE 600 VOLTIOS, UTILIZADAS POR EL ADIE. CONSTRUIDA CON DATOS DE LA TABLA 9 DEL CEN.	32
ANEXO N° 13: CAPACIDADES NOMINALES Y DE CORTOCIRCUITO PARA LAS BARRAS DE TABLEROS UTILIZADAS POR EL ADIE, DICHAS CAPACIDADES PROVIENEN DE CATÁLOGOS DE ESPECIFICACIONES DE TABLEROS DE FABRICANTES (ABB, GENERAL	

ELECTRIC, MÁSTER CIRCUITO Y CAIVE).....	33
ANEXO N° 14: PROGRAMA ADIE.....	38

## **ANEXO N° 1**

### **ANEXO N° 1: MANUAL DE IMPLEMENTACION DEL ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS “ADIE”.**

En este manual se describe en forma detallada el procedimiento para la correcta implementación del asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE), iniciando desde el proceso de instalación del programa, avanzando a través de los distintos procesos que se desarrollan con el mismo para luego finalizar en la presentación de resultados.

#### **1.1 Instalación del programa.**

Para la instalación del programa se debe tomar la carpeta llamada “ELECTRICIDAD” que fue ilustrada en el capítulo uno, y guardarla directamente en una unidad de disco duro del PC, unidad de red o disco portátil, de esta manera la carpeta tendrá una ubicación similar a la mostrada en los siguientes ejemplos.

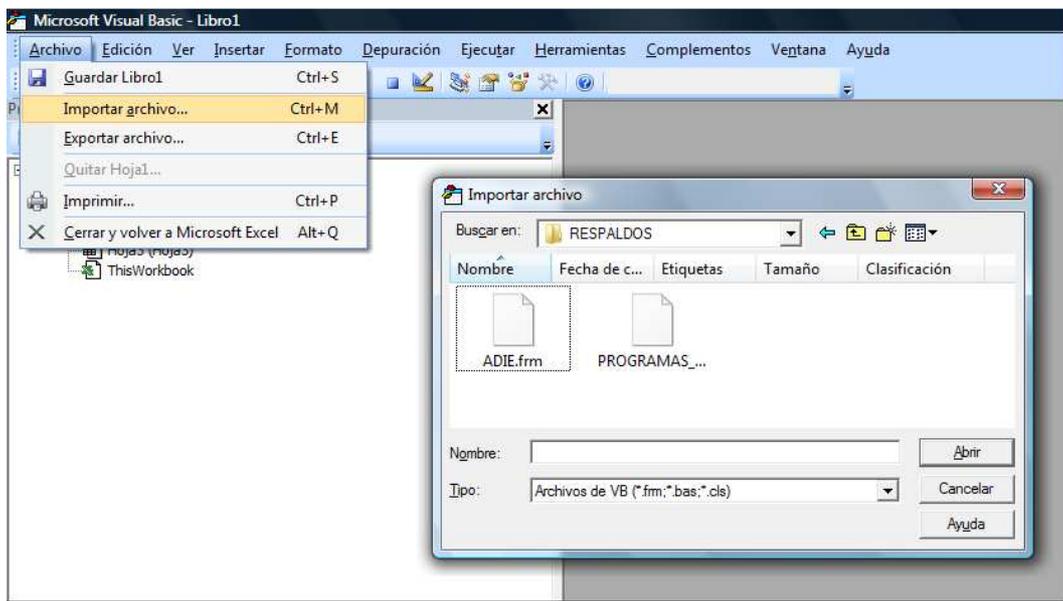
- C:\ELECTRICIDAD
- D:\ELECTRICIDAD
- H:\ELECTRICIDAD

Es necesario guardar esta carpeta de esta forma debido a que al utilizar el ADIE. Se debe indicar la unidad raíz donde se encuentra esta carpeta, recordemos que es allí donde el asistente tomara datos y guardara resultados. Para los ejemplos mostrados anteriormente, la unidad raíz que se debe colocar en el menú principal será C, D o H respectivamente.

#### **1.2 Iniciar el ADIE por primera vez.**

Para iniciar el asistente con la finalidad de realizar los cálculos, cálculos de circuitos o las tablas de carga por primera vez para una determinada fábrica se deben realizar los pasos que se describen a continuación.

- 1) Verificar que el idioma del computador sea español.
- 2) Abrir un archivo de Microsoft Excel que contenga una hoja en blanco llamada “Hoja1” (Preferiblemente un archivo en blanco o de pocas hojas). Este archivo no debe contener ninguna hoja que tenga el mismo nombre de algunas de las hojas que utiliza el ADIE.
- 3) Verificar que el separador decimal de Excel sea la coma (,).
- 4) Presionar las teclas Alt + F11, de esa forma se ingresará al editor de Visual Basic.
- 5) Desde el editor de Visual Basic, ingresar en el menú de herramientas “Archivo” y luego en el sub menú “Importar archivo”, de esta forma se desplegara la ventana mostrada en la figura 1.

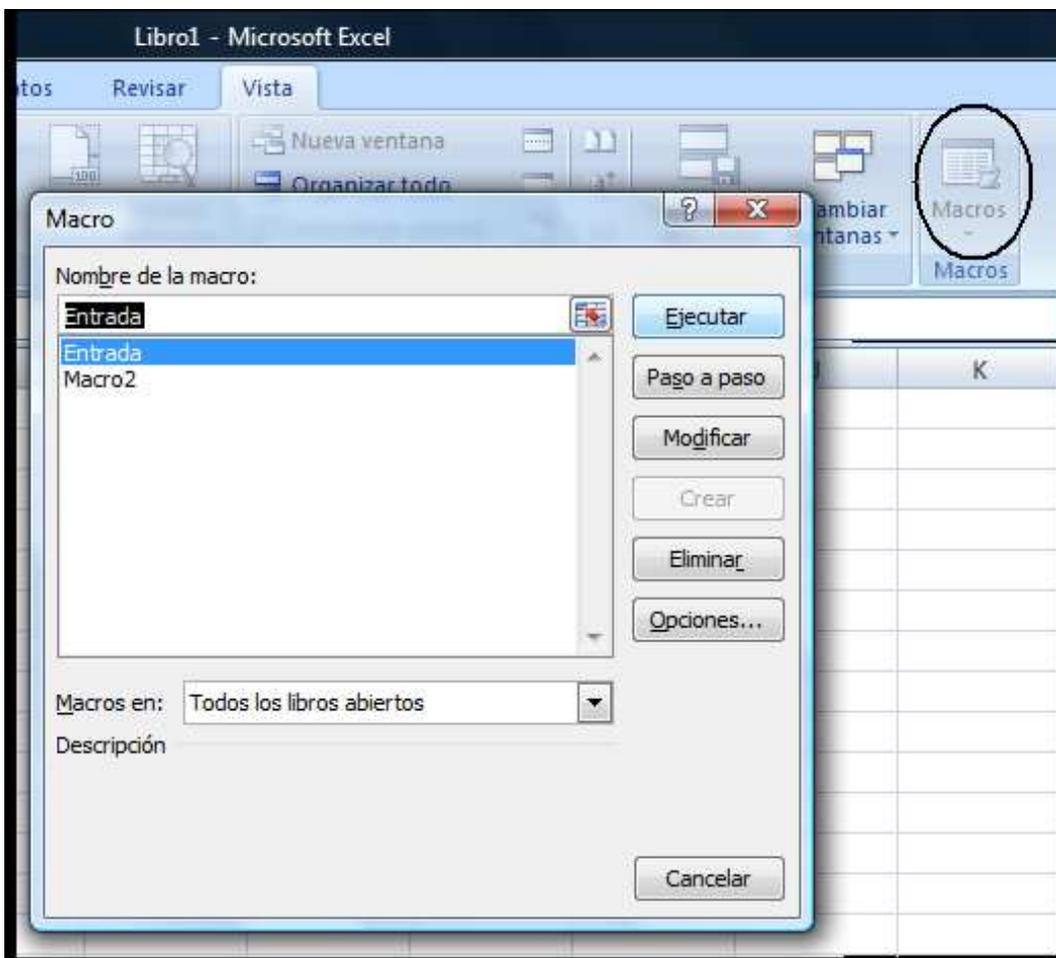


**Figura 1: Importar archivos del ADIE.**

- 6) En la ventana mostrada en la Figura 1, seleccionar el archivo “ADIE.frm” y pulsar el botón abrir.
- 7) Repetir el paso “5)” y desde la ventana mostrada en la figura 1 seleccionar el

archivo “PROGRAMAS\_ELECTRICIDAD.bas” y pulsar el botón abrir.

- 8) Cerrar el editor de Visual Basic. En este punto ya el archivo de Excel contendrá los módulos de programación del Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas.
- 9) Desde el libro de Excel se debe ingresar en el menú de herramientas “Macros” así se abrirá la ventana de la figura 2.



**Figura 2: Ingresar a Macros en Excel.**

- 10) Seleccionar el macro llamado entrada y presionar Ejecutar. De esta forma abrirá el Asistente para el diseño de instalaciones eléctricas, en el Menú

principal, tal y como se muestra en la figura 3.

ASISTENTE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

MENU PRINCIPAL

CODIGO DE REFERENCIA

ESTE ARCHIVO SE UTILIZARA PARA ->  TABLAS DE CARGA  COMPUTOS

UNIDAD RAIZ ---->

NOMBRE DE LA FABRICA  MUNICIPIO

CODIGO COMPLETO (TC)  POBLADO

ESTADO  UBICACION

PARROQUIA

CONSTRUIR ARCHIVO

Figura 11Figura 3 ubicada en la pagina 73.

### 1.3 ADIE para el cálculo de circuitos, tablas de carga y cómputos.

En el caso de que se quiera utilizar el asistente para el diseño de instalaciones eléctricas (ADIE) para el cálculo de circuitos, tablas de carga y cómputos seguir los siguientes pasos.

- 1) En el menú principal del asistente, colocar el código de referencia de la fábrica a trabajar.
- 2) Seleccionar la opción “TABLAS DE CARGA” donde se pregunta para que se utilizará el archivo. Al realizar este paso automáticamente se seleccionara también la opción llamada “Cómputos”, debido a que después de realizar las tablas de carga se necesitaran los módulos correspondientes para realizar los cómputos de toda la información reflejada en el archivo.
- 3) Escribir el nombre de la unidad raíz donde se instalo el programa (Ver punto

1.1).

- 4) Colocar los datos de la fábrica (nombre, Código, estado, parroquia, municipio, poblado, ubicación).

Nota: En caso de no tener algún dato de la fábrica se puede dejar el espacio en blanco, y podrá ser colocado posteriormente en cualquier punto del proceso ingresando al menú principal y presionando el botón actualizar datos de la fábrica.

- 5) Presionar el botón construir archivo. En este punto se construirá en forma automática todo el archivo de Excel necesario para el correcto funcionamiento del asistente y se habilitaran todas las pestañas del programa.

### 1.3.1 Capacidad de corriente y caída de tensión.

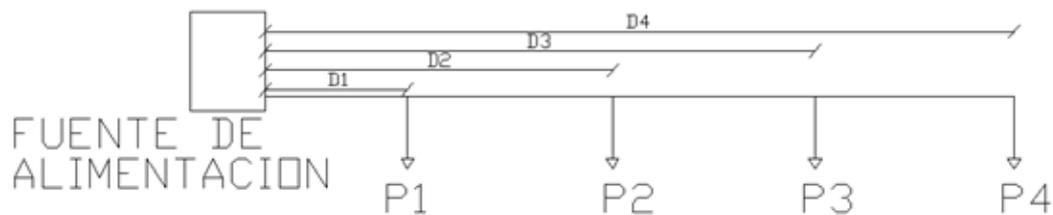
Para realizar el dimensionamiento de los alimentadores de circuitos ramales se debe ingresar en la pestaña del asistente “ $\Delta V$  y CC”, estando allí se deben seguir las instrucciones siguientes.

- 1) Seleccionar el sistema de tensión que alimenta a la carga.
- 2) Indicar en porcentaje el factor de potencia del circuito ramal.
- 3) Indicar el nombre del circuito.
- 4) Insertar los datos de la carga distribuida. En este punto hay que pulsar el botón reiniciar para borrar los datos del circuito anterior, luego se debe introducir los siguientes datos.
  - Descripción. Este dato no puede estar en blanco.
  - Potencia en kVA. El separador decimal es la coma (,).
  - Distancia en metros. Distancia desde el punto hasta la fuente de alimentación.

Al colocar los datos de la primera carga se debe pulsar el botón insertar,

luego se deben colocar los datos de la siguiente carga y pulsar insertar nuevamente.

Ejemplo: Para un circuito ramal distribuido de la forma mostrada en la figura 4.



Los datos introducidos deben ser:

Descripción salida 1	Potencia 1 (kVA)	Distancia 1 ( $D1*1,1$ )
Descripción salida 2	Potencia 2 (kVA)	Distancia 2 ( $D2*1,1$ )
Descripción salida 3	Potencia 3 (kVA)	Distancia 3 ( $D3*1,1$ )
Descripción salida 4	Potencia 4 (kVA)	Distancia 4 ( $D4*1,1$ )

**Figura 4: Ejemplo de carga distribuida para el cálculo de capacidad de corriente y caída de tensión.**

A cada una de las distancias se le agrega un 10% adicional previendo que en obra las instalaciones no son idénticas a las proyectadas en el diseño, y así establecemos un determinado margen de seguridad.

- 5) Ingresar los datos del alimentador del circuito ramal.
  - Número de conductores por fase.
  - Temperatura nominal del conductor
  - Tipo de canalización.
  - Número de conductores portadores de corriente en la canalización.
- 6) Insertar en porcentaje el factor de carga para el conductor.
- 7) Seleccionar la temperatura ambiente del lugar donde se realizara la

instalación del circuito.

- 8) Presionar el botón “CC”. Al presionar este botón se realizara el cálculo de capacidad de corriente y aparecerá en pantalla el calibre mínimo necesario para cumplir con dicho criterio.
- 9) Para la caída de tensión es necesario seleccionar el calibre que se obtiene como resultado del paso anterior.
- 10) Presionar el botón “ $\Delta V$ ”. de esta forma se calculara el porcentaje de caída de tensión del circuito y aparecerá en pantalla.
- 11) Si la caída de tensión no cumple con el criterio deseado se debe incrementar el calibre del conductor y presionar nuevamente el botón “ $\Delta V$ ”.

### 1.3.2 Insertar circuitos.

Para insertar nuevos circuitos en el programa hay dos opciones la primera es insertar circuitos luego de realizar los cálculos de capacidad de circuito y caída de tensión colocando los resultados obtenidos, la segunda opción es insertar nuevos circuitos sin realizar los cálculos de capacidad de corriente y caída de tensión en ese momento.

#### 1.3.2.1 Insertar circuitos luego de realizar los cálculos para dimensionamiento de conductores.

En la pestaña del asistente “ $\Delta V$  y CC” en el recuadro “Insertar circuitos” tenemos la opción de insertar en el sistema el circuito al cual se le realizaron los cálculos de capacidad de corriente y caída de tensión, para tal fin se debe hacer lo siguiente.

- 1) Seleccionar la hoja de trabajo donde se va a insertar el circuito.
- 2) Colocar el nombre del tablero que alimentará al circuito ramal.
- 3) Colocar los factores de demanda y simultaneidad característicos del circuito.

- 4) Presionar el botón Insertar circuito.

De esta forma se insertara en el sistema el circuito calculado tomando como calibre del conductor el elegido para la caída de tensión y el aislamiento será el correspondiente a la temperatura escogida en datos del alimentador.

#### 1.3.2.2 Insertar circuitos sin realizar los cálculos para el dimensionamiento de conductores.

Para insertar circuitos que previamente han sido calculados o que no se necesite el cálculo de caída de tensión y capacidad de corriente, se utiliza la pestaña llamada “Insertar circuitos”, al ingresar en esta se debe:

- 1) Seleccionar la hoja de trabajo.
- 2) Seleccionar el factor asociado a la cantidad de fases de la carga (1 – Monofásico 2 hilos, 2 – Monofásico 3 hilos, 1,735080 – Trifásico).
- 3) En los campos “# elementos” colocar la cantidad de elementos del circuito, esto es en el caso que se tenga la potencia de cada unidad, en el caso de que se tenga la potencia global estos campos deben ser igual a uno (1).
- 4) Escribir o seleccionar la descripción del circuito. Si se elige una descripción de la lista desplegable entonces la opción seleccionada traerá consigo los datos correspondientes al factor, tensión y potencia del circuito.
- 5) Insertar el valor de la potencia activa o aparente. Solo se debe insertar un valor el otro debe quedar en cero (0) o en blanco y será calculado posteriormente a través del factor de potencia.
- 6) Insertar el factor de potencia de la carga.
- 7) Seleccionar el calibre y el aislante del conductor.
- 8) Insertar la caída de tensión, (opcional)
- 9) Ingresar el tablero asociado a la carga que se está introduciendo.

- 10) Introducir la corriente de protección asociada al circuito. Esto se utiliza en el caso de que el circuito ya tenga una protección asociada, sin embargo, si en el cálculo la corriente de protección da mayor al dato colocado entonces el programa sustituirá dicha corriente por la calculada.
- 11) Seleccionar o introducir el nivel de tensión.
- 12) Presionar el botón calcular.
- 13) Si desea guardar la carga descrita para ser utilizada más adelante mediante la lista desplegable de la descripción, pulsar “Insertar definición de circuito”.
- 14) Seleccionar los factores de demanda y simultaneidad asociada a la carga.
- 15) Revisar la información que será guardada y pulsar “Insertar circuito”
- 16) Si en la misma hoja de trabajo se encuentra un circuito con el mismo nombre y ubicado en el mismo tablero, el asistente dará una advertencia de circuito duplicado y no serán insertados los datos, si se desea sustituir el circuito anterior por el nuevo hay que seleccionar la opción “Reemplazar circuito” y luego pulsar “Insertar circuito”.

### 1.3.3 Hacer tablas de carga.

Las tablas de carga de los tableros inmersos en el sistema eléctrico de la fábrica deben realizarse mediante la pestaña “Hacer tablas de carga” del asistente para el diseño de instalaciones eléctricas. Con dicha finalidad elaboraremos los siguientes pasos.

- 1) Si el tablero al que se le va a realizar la tabla de carga es un tablero principal, primero hay que presionar el botón “Datos tableros principales”, ubicado en la parte inferior izquierda de la pestaña.
- 2) Presionar el botón “TAB”, así se actualizará la lista desplegable donde seleccionaremos el tablero a construir.
- 3) Seleccionar el tablero al que se le elaborara la tabla de carga.

- 4) Ingresar la distancia del alimentador del tablero en metros.
- 5) Ingresar el valor del desbalance entre barras permitido. Si en este punto se coloca el valor cero (0) el programa intentara buscar el mejor desbalance posible en 300 iteraciones.
- 6) Colocar el valor en porcentaje de la caída de tensión permitida para el alimentador.
- 7) Ingresar en porcentaje el valor de la reserva del tablero, este valor es referido a potencia no a espacios de circuitos.
- 8) Seleccionar el grado de protección necesario para el tablero. Adicionalmente a la derecha de este campo hay dos signos de interrogación, los cuales al pulsarlos abrirán un mensaje que enunciara el significado del grado de protección elegido, según normas COVENIN 540 / IEC - 144 y 159, y ANSI / NEMA 250
- 9) Colocar el tiempo estimado de duración de la corriente de cortocircuito limitado por el tiempo de actuación del interruptor principal.
- 10) Seleccionar el tipo de montaje del tablero.
- 11) Seleccionar si deseamos armar el tablero automáticamente.
- 12) Seleccionar si deseamos generar una tabla resumen del tablero.
- 13) Seleccionar el tipo de elemento que alimenta al tablero, (Tablero principal o transformador)
- 14) Colocar el nombre del elemento que alimenta el tablero.
- 15) Presionar “Crear tablero”.

Nota: Si en el paso “11)” seleccionamos que si se quiere armar el tablero en forma automática, entonces se debe saltar al paso 22), debido a que los puntos desde el “16)” hasta el “21)” se realizarán en forma automática.

- 16) Presionar “Actualizar circuitos”.
- 17) Presionar “Calcular protecciones”.
- 18) Balanceo del tablero.
  - a. En el caso de estar actualizando un tablero que ya este hecho y que no se quiera modificar la ubicación de circuitos obtenida previamente, si la cantidad de circuitos nuevos para agregar al tablero son menos de cuatro, no utilizar el botón balancear, en su lugar presionar “Ubicar nuevas cargas” el cual mostrara los nuevos circuitos y el usuario podrá decir en que fases conectarlos y ver el desbalance obtenido, el numero de las fases debe ingresarse siempre de menor a mayor (1 2 3).
  - b. En el caso de estar haciendo un tablero nuevo o que no importe la información previa del mismo, pulsar el botón “Balancear tablero”.
- 19) Presionar “Llenar tabla de carga”.
- 20) Presionar “Protección del tablero”.
- 21) Presionar “Calculo de alimentadores”
- 22) Selección del alimentador.
  - a. Seleccionar una opción de los resultados del cálculo de alimentadores.
  - b. En el supuesto que ninguna de las opciones sea satisfactoria según el criterio del usuario, el mismo podrá a través de la opción “solución 3” colocar la cantidad de alimentadores por fase y el calibre del conductor, automáticamente el cálculo de caída de tensión se realizará nuevamente para esa configuración insertada.
- 23) Agregar observaciones.

#### 1.3.4 Estudio de cargas.

Luego de haber realizado todos los tableros del sistema eléctrico (incluyendo los tableros principales), se debe hacer el estudio de cargas para la selección de los transformadores del sistema.

En función de realizar dicho estudio se debe ingresar a la pestaña “Estudio de cargas” del ADIE y luego presionar el botón “Estudio de cargas para el dimensionamiento de transformadores”.

El programa iniciara el estudio de carga el cual tardara varios segundos en completarse, luego de haberse completado, en esta pestaña se podrá visualizar los resultados del estudio para cada transformador.

Para la visualización de resultados y selección de cada transformador se debe seguir la siguiente serie de pasos.

- 1) Seleccionar de la lista desplegable ubicada arriba a la izquierda el transformador que se va a elegir. Al realizar este paso se visualizara el resumen del estudio de carga realizado para ese transformador.
- 2) Seleccionar la potencia del transformador.
- 3) Colocar la distancia del alimentador.
- 4) Colocar el porcentaje de caída de tensión máximo permitido.
- 5) Colocar la tensión del primario del transformador.
- 6) Colocar el nombre del tablero o dispositivo que alimenta al transformador.
- 7) Presionar “Calcular alimentador TX”
- 8) Seleccionar la solución deseada o manipular la opción “Solución 3” para definir una solución.
- 9) Presionar el botón correspondiente a insertar el transformador como circuito del tablero que lo alimenta.

10) Luego de elegir los transformadores e insertarlos en el sistema, es necesario realizar nuevamente las tablas de carga de los tableros principales que alimentan a los transformadores, esto con la finalidad de actualizar los mismos y que aparezca en la tabla de carga el transformador como parte de los circuitos que el tablero alimenta.

11) Posteriormente se podrá ingresar nuevamente al modulo de estudio de cargas y en la parte donde se encuentra el botón “Unifilar” seleccionamos el transformador principal del sistema y presionamos el botón “Unifilar”. De esta manera el programa comenzara a dibujar el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas de la fábrica.

Esta función es diseñada como un extra para el programa ya que es muy limitada en cuanto a su funcionamiento y solo es capaz de dibujar un sistema radial simple de dos niveles de tensión el cual es el que generalmente se implementa en el diseño de las fábricas de Corpivensa. Dicho sistema se esquematiza en la Figura 7.

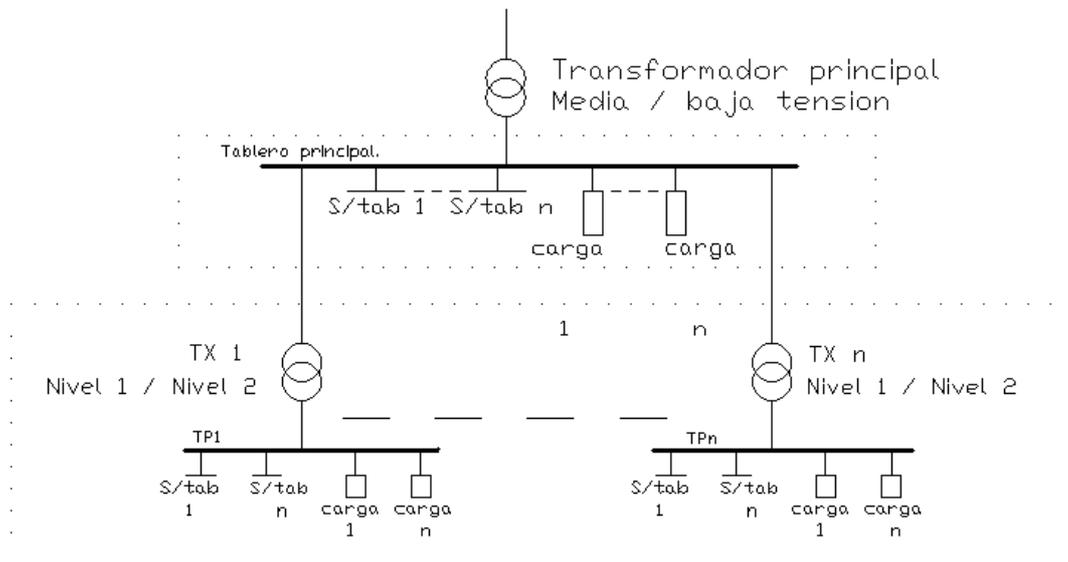


Figura 5: Sistema de electricidad dibujado por el ADIE.

### 1.3.5 Capacidades de cortocircuito.

La pestaña “Capacidades de cortocircuito” se utilizará para ingresar los niveles de cortocircuito que deben soportar los tableros del sistema, redimensionar las protecciones y verificar los alimentadores de tableros según la capacidad de cortocircuito.

- 1) Presionar cargar tableros. Esto nos mostrara los nombres de los tableros y a su lado un espacio donde se debe colocar la corriente de cortocircuito del mismo.
- 2) Colocar los niveles de cortocircuito de cada tablero.
- 3) Presionar “Insertar valores y Calcular”.

Luego de presionar el botón mencionado en el punto tres, el programa realizará el redimensionamiento de todos los interruptores y barras del sistema según la capacidad de corriente, además se verificará por capacidad de cortocircuito los alimentadores de los tableros y en caso de no cumplir con el criterio se aumentara el calibre del mismo. Es importante destacar que los interruptores o alimentadores que sufran modificaciones serán resaltados en color amarrillo en la hoja de la tabla de carga.

### 1.3.6 Cómputos.

Esta aplicación del asistente contiene varias secciones relacionadas con la elaboración de los cómputos métricos, los cuales serán abordados a continuación.

#### 1.3.6.1 Cómputos generales.

En esta sección se realizan los cómputos de tableros, alimentadores e interruptores, para tal fin solo se debe seleccionar el archivo “Sistema de distribución” y presionar el botón “Cómputos electricidad”. De esta forma se realizaran los cómputos y se mostraran en la hoja “Programas”, además se creara un archivo auxiliar con los resultados de estos cómputos, el mismo será guardado en la carpeta: “**unidad\_raiz**:\electricidad\computos\**codigo\_referencia**\**nombre** las letras en **negrita** son los campos variables según los datos de la fábrica.

#### 1.3.6.2 Cómputos parciales.

Esta sección se realizó para colocar los cómputos de elementos que no se realicen de forma automática mediante la implementación del programa. En este caso como no se cuenta con información de planos se debe hacer lo siguiente.

- 1) Colocar los códigos correspondientes a los elementos a computar.
- 2) Colocar la cantidad de dicho elemento.
- 3) Colocar el nombre de la hoja donde queremos que aparezca el cómputo.
- 4) Presionar “Insertar en”

#### 1.3.6.3 Memoria de cómputos.

Esta sección se hizo con la finalidad de elaborar la memoria de cómputos de las instalaciones eléctricas de la fábrica, y es necesario seguir los siguientes pasos.

- 1) Presionar “Cargar partidas”. Esta acción actualizará la hoja de Excel llamada partidas y colocará allí las partidas de electricidad que estén en el archivo de texto base.
- 2) Seleccionar que áreas del sistema eléctrico se van a incluir en la memoria de cómputos. El área que se vaya a incluir debió haberse computado previamente a través de la extracción de datos de su plano.
- 3) Presionar “Llenar cómputos en partidas”. Así se traerá toda la información de los cómputos que se guarda en archivos externos de texto y se llenarán las partidas de electricidad con esta información.

El último botón de esta pestaña se utiliza para exportar las partidas y códigos de cómputos al archivo externo de texto que el programa utiliza como base de datos, es importante que la hoja de partidas y de códigos mantengan la misma estructura al ser modificadas para agregar partidas o códigos nuevos.

### 1.3.7 Resultados

En esta pestaña se encuentran los botones que se utilizan para actualizar las hojas de resultados del programa, a continuación se enuncia la función realizada al presionar cada botón.

- “Actualizar cambio de circuitos”. Actualizará la hoja de Excel llamada “cambio de circuitos”, recordando que al inicio se colocan los circuitos con letras, ahora en esta hoja aparecerá el nombre de cada uno de los circuitos y al lado el nombre nuevo referido a su ubicación en el tablero después del balanceo, esta información estará ordenada por tablero.
- “Crear tabla resumen de tableros” Creará una tabla con información de los tableros (tensión, carga, alimentador y caída de tensión), esta tabla será colocada en la hoja de Excel llamada “Programas”.
- “Imprimir tablas de carga” al presionar este botón se imprimirán las tablas de carga a través de la impresora configurada como predeterminada en la computadora.

### 1.4 ADIE para el cálculo de cómputos de planos.

El asistente para el diseño de instalaciones eléctricas se diseña también para realizar en forma automática los cómputos métricos de la información contenida en los planos de AutoCad. Para implementar correctamente el asistente con el fin expuesto anteriormente, demos realizar la siguiente lista de pasos.

- 1) En primer lugar el dibujo del plano debe ser realizado utilizando la metodología de capas para la realización de los cómputos. Las capas de AutoCad se deben estructurar de la siguiente forma:
  - a. Numero de dos dígitos relacionado con el Área de diseño (07 para electricidad).
  - b. Numero de dos dígitos relacionado con la especialidad de diseño (01 para iluminación interior).

- c. Dos caracteres para describir el área de la fábrica donde está el elemento (PD para producción)
- d. Numero de dos dígitos que indica la cantidad del primer elemento a computar (00, 01, 02, ---, 99).
- e. Código de tres caracteres para describir el primer elemento (LFI para luminaria fluorescente industrial 2 x 36 w).
- f. Código de siete caracteres para describir el segundo elemento a computar (CO4X4X2 para cajetín octogonal de 4 x 4 x 2 pulgadas).
- g. Cada uno de los grupos de caracteres descritos anteriormente deben ir separados por un guion bajo (\_).
- h. Opcionalmente al final de la capa antes estructurada se puede colocar cualquier texto que describa más claramente los componentes a computar.

En la Tabla 1: Estructura de las capas para la proyección de planos. Se puede apreciar de forma esquemática la construcción de las capas.

**Tabla 1: Estructuras de las capas para la proyección de planos.**

Ubicación			cantidad	código 1	código 2			
Área de diseño	Instalación de diseño	zona de la industria	# elem 1	elem 1	elem 2			
07	01	AD	01	LFI	CO4X4 X2			
01		21	Ilum. Interior.	AC	Área común.	01		
02		22	Tomacorrientes.	AB	Adm. Planta Baja.	.		
03		31	Ilum. Exterior.	AA	Adm. Planta Alta.	.		
04		41	Diagrama unifilar.	EE	Exterior.	.		
05		51	Puesta a tierra y pararrayos.	PD	Producción.	99		
06		61	Equipos de fuerza.					
07	Electricidad	71	Control de encendido de ventilación forzada.					
08		08						
09		09						

- 2) Realizar la extracción de datos desde AutoCad a Excel, eligiendo como salidas las longitudes y las capas de los dibujos.

Para realizar esta extracción se recomienda crear un plano en AutoCad que solo contenga los elementos de dibujo que formen parte de las instalaciones a las cuales se le realizaran los cálculos; Dicha extracción de datos se realiza desde el menú “herramientas”, seleccionando la opción “Extracción de datos”, al realizar este paso se desplegará una ventana donde se deberá elegir entre las siguientes opciones:

- a) Realizar una nueva extracción. (opción recomendada)
- b) Usar una extracción anterior como plantilla.
- c) Editar una extracción de datos existente.

Luego al pulsar el botón siguiente, se debe seleccionar el origen de los datos, para tal fin se selecciona la opción “dibujos/conjunto de planos” e “incluir dibujo actual”; en la próxima ventana se deberán elegir los objetos de donde se extraerán los datos (se recomienda seleccionar todos los objetos). Posteriormente se mostrarán todas las propiedades que se pueden extraer de los dibujos; en este punto debe elegir obligatoriamente la opción “capa o layer” y “longitud”, debido a que estas propiedades son las utilizadas por el ADIE para calcular los cálculos. En la siguiente ventana se mostrará una tabla que contendrá los datos resultantes de la extracción, donde se debe verificar que estén presentes las columnas de cantidad, capa, y longitud; en el próximo paso se tendrán las opciones siguientes:

- a) Insertar la tabla de resultados en el dibujo.
- b) Crear un archivo (.xls, .csv, .mdb o .txt).

Para los fines propuestos se debe elegir la opción de crear un archivo con extensión “.xls” (Excel), este archivo debe ser ubicado y nombrado de forma tal que el usuario tenga fácil acceso al mismo.

Siguiendo lo antes descrito AutoCad generara un archivo donde estarán los datos resultantes de la extracción realizada, y este será la base de datos de donde se obtendrán los cómputos de las instalaciones diseñadas.

- 3) Abrir el archivo de Excel generado por AutoCad.
- 4) Verificamos que en el archivo Excel halla una hoja en blanco llamada “Hoja1”.
- 5) Seguir los pasos reseñados en el punto 1.2 Iniciar el ADIE por primera vez.
- 6) Correr el ADIE, el cual ingresará en el menú principal.
- 7) Colocar el código de referencia de la fabrica y seleccionar la opción cómputos métricos sin que este seleccionada la opción de tablas de carga.
- 8) Presionar el botón “Construir archivo”. De esta forma se crearan las hojas necesarias en el archivo de Excel.
- 9) Para realizar los cómputos de la base de datos extraída de un plano se debe usar la sección Cómputos Generales; la metodología se encuentra descrita en el punto 1.4.1 “Cómputos generales.”.
- 10) Para realizar la memoria de cómputos se debe utilizar la sección “Memoria de cómputos”, aplicando la metodología descrita en el punto 1.4.3.

#### 1.4.1 Cómputos generales.

En esta sección se realizan los cómputos a partir de la extracción de datos realizada desde el plano y solo se debe seleccionar el archivo correspondiente al plano del cual se le extrajeron los datos, luego presionar el botón “Cómputos electricidad”. De esta forma se realizarán los cómputos y se mostrarán en la hoja “Programas” además se creara un archivo auxiliar con los resultados de estos cómputos, que será guardado en la carpeta: “**unidad\_raiz**:\electricidad\computos\**codigo\_referencia**\**nombre**” las letras en **negrita** son los campos variables según los datos colocados en el menú principal del ADIE.

#### 1.4.2 Cómputos parciales.

Esta sección se utiliza para computar elementos individualmente especificando la estructura de la capa asociada al mismo, y su utilidad principal es revisar, debido a que estos cómputos no se guardarán en el archivo externo que se utilizara para hacer el llenado de la memoria de cómputos. En este caso se deben indicar lo siguiente.

- 5) Colocar todos los datos de la capa de AutoCad asociada al elemento.
- 6) Seleccionar si se va a aplicar el porcentaje de reserva.
- 7) Presionar “Calcular”. En la hoja se mostraran los resultados del cómputo del (los) elemento (s) solicitado (s).
- 8) Estos cómputos se pueden introducir en la hoja de cómputos manuales presionando los botones “Insertar en”. Los Cómputos manuales realizados desde cómputos de planos no se incluyen en el archivo que se genera en la sección cómputos generales.

#### 1.4.3 Memoria de cómputos.

Esta sección se hace con la finalidad de elaborar la memoria de cómputos de las instalaciones eléctricas de la fábrica, y las instrucciones son las siguientes.

- 4) Presionar “Cargar partidas”. Esta acción actualizará la hoja de Excel llamada partidas y colocará allí las partidas de electricidad que estén en el archivo de texto base.
- 5) Seleccionar que áreas del sistema eléctrico se van a incluir en la memoria de cómputos. El área que se vaya a incluir debió haberse computado previamente a través de la extracción de datos su plano.
- 6) Presionar “Llenar cómputos en partidas”. Así se traerá toda la información de los cómputos que se guarda en archivos externos de texto y se llenarán las partidas de electricidad con esta información.

El último botón de esta pestaña se utiliza para exportar las partidas y códigos de

cómputos al archivo externo de texto que el programa utiliza como base de datos, es importante que la hoja de partidas y de códigos mantengan la misma estructura al ser modificadas para agregar partidas o códigos nuevos.

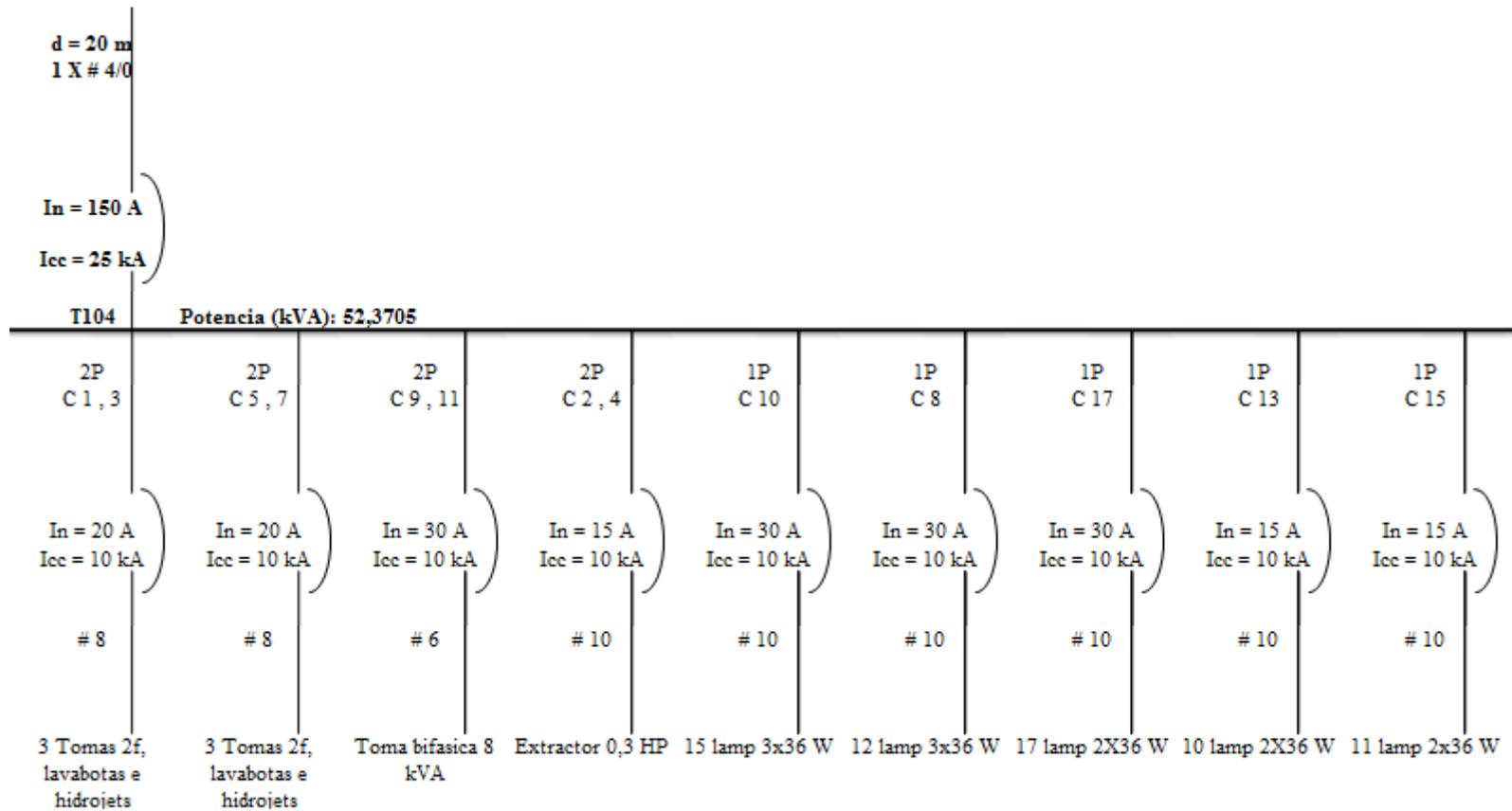
## ANEXO N° 2

ANEXO N° 2: Modelo de tabla de carga, para los tableros del sistema eléctrico realizados por el ADIE.

Nombre de la Fabrica:		Estado:		Municipio:		Fecha: 20/09/2010									
Código:		Parroquia:		Poblado:		Ubicación:									
<b>TABLERO</b>		<b>ALIMENTADOR</b> A/W/G/MCM		Aislante		Color									
Ubicación:	Ver Plano N°:	Fases:	%ΔV	Distancia (m)		Ubicación en Planos:									
Tensión	Tipo:	Neutro:				CARGA INSTALADA (kVA)									
Corriente Nominal	Montaje	Tierra:				CARGA INSTALADA MAS RESERVA									
Barras Principales	Sistema					0									
Configuración de entrada (ø):		<b>INTERRUPTOR PRINCIPAL</b>				TENSION									
Alto:	Profundidad:	Marca:	Sensor (A):		CARGA INSTALADA EN BARRAS										
Ancho:	Altura desde el suelo:	Capacidad (Amp):	Volto:		A:	B:	C:								
		Polos:	KAcc:												
POTECIA	DESCRIPCION	CONDUCTOR		PROTECCIÓN			CONDUCTOR		DESCRIPCION	POTENCIA					
kVA	CARGA	AISLANTE	CALIBRE A/W/G/MCM	Ic (kA)	AMP.	FASES	Nº	Nº	FASES	AMP.	Ic (kA)	CALIBRE A/W/G/MCM	AISLANTE	CARGA	kVA
						1	1	2	1						
						2	3	4	2						
						3	5	6	3						
						1	7	8	1						
						2	9	10	2						
						3	11	12	3						
OBSERVACIONES:															

### ANEXO N° 3

ANEXO N° 3: Diagrama de un tablero de electricidad hecho con el ADIE.



## ANEXO N° 4

ANEXO N° 4: Resumen de un estudio de cargas hecho con el ADIE.

RESUMEN DEL ESTUDIO DE CARGAS		
TRANSFORMADOR	TX208I	POTENCIA (kVA)
		269,97
ILUMINACION	99,13	CARGA MAS 30% DE RESERVA
MAQUINARIAS	127,6	350,961
TOMACORRIENTES	35,24	TENSION (V)
AIRE	4	208
VENTILACION	2	SIATEMA
BOMBAS	2	3 fases 4 hilos

RESUMEN DE CIRCUITOS ALIMENTADOS POR EL TRANSFORMADOR								
TRANSFORMADOR	TIPO DE CARGA	DESCRIPCION	POTENCIA	TENSION	F <sub>d</sub>	F <sub>s</sub>	CONSUMO	TABLER
TX208I	ILUMINACION	14 LAMP 2x36w	1,68	120,00	1,00	1,00	1,68	T101
TX208I	ILUMINACION	4 RFT 250 W ALP	1,00	120,00	1,00	1,00	1,00	T101
TX208I	ILUMINACION	4RFT 400 W TORRE DE PATIO	2,00	120,00	1,00	1,00	2,00	T101
TX208I	MAQUINARIAS	Toma para hidro	5,60	208,00	1,00	0,40	2,24	T102
TX208I	MAQUINARIAS	CAJA INDUSTRIAL VIGILANCIA	8,00	208,00	0,5	1,00	4,00	T102
TX208I	TOMACORRIENTES	3 TOMACORRIENTES	1,08	120,00	0,80	1,00	0,86	T101
TX208I	TOMACORRIENTES	7 TOMACORRIENTES	2,52	120,00	0,80	1,00	2,02	T104
TX208I	AIRE ACONDICIONADO	A/A EQUIPO COMPACTO	10,00	120,00	0,80	1,00	8,00	T204
TX208I	VENTILACION	EXTRACTORES	3,00	120,00	1,00	0,80	2,40	T304

## ANEXO N° 5

ANEXO N° 5: Tabla resumen de tablero hecha por el ADIE.

Tablero	Potencia (kVA)	Distancia (m)	Tension (V)	Corriente (A)	Alimentdor (AWG/kcmil)	Caída de tension (%)
T101	55,7115	5	208	118,9536	1 X # 250	0,3232
T102	29,952	5	208	63,9526	1 X # 1/0	0,1580
T103	102,661	10	208	219,1988	2 X # 4/0	0,3274
T104	52,3705	20	208	111,8200	1 X # 4/0	0,6680
T105	27,69	10	208	59,1229	1 X # 1/0	0,2922
T106	40,807	10	208	87,1299	1 X # 3/0	0,3032
T107	8,268	10	208	17,6536	1 X # 8	0,4496
T108	11,583	5	208	24,7317	1 X # 6	0,2042
T109	25,844	10	208	55,1814	1 X # 1/0	0,2727
T110	24,011	10	208	51,2676	1 X # 2	0,3695
T111	53,846	10	208	114,9704	1 X # 250	0,3124
T112	34,424	10	208	73,5011	1 X # 2/0	0,3044
T353	85,93	10	480	79,5059	1 X # 2/0	0,1427
T354	53,56	10	480	49,5559	1 X # 2	0,1548
T401	51,48	10	208	109,9186	1 X # 250	0,2987
T753	96,85	10	480	89,6096	1 X # 3/0	0,1351
T754	246,35	10	480	227,9331	1 X # 800	0,1497
TP208I	500,23155	5	208	1068,0800	7 X # 500	0,1381
TP208II	246,5879	10	208	526,5074	3 X # 500	0,3176
TP480	1202,227	5	480	1112,3495	5 X # 800	0,0731

## ANEXO N° 6

ANEXO N° 6: Capacidades nominales para alimentadores en ductos, utilizadas por el ADIE. Construida con datos de la tabla 310.16 del CEN.

En ductos			
CALIBRE	60°C	75°C	90°C
AWG o MCM			
# 18	0	0	14
# 16	0	0	18
# 14	20	20	25
# 12	25	25	30
# 10	30	35	40
# 8	40	50	55
# 6	55	65	75
# 4	70	85	95
# 2	95	115	130
# 1/0	125	150	170
# 2/0	145	175	195
# 3/0	165	200	225
# 4/0	195	230	260
# 250	215	255	290
# 300	240	285	320
# 350	260	310	350
# 400	280	335	380
# 500	320	380	430
# 600	355	420	475
# 700	385	460	520
# 750	400	475	535
# 800	410	490	555
# 900	435	520	585
# 1000	455	545	615

## ANEXO N° 7

ANEXO N° 7: Capacidades nominales para alimentadores, utilizadas por el ADIE.  
Construida con datos de la tabla 310.17 del CEN.

Al aire libre			
CALIBRE	60°C	75°C	90°C
AWG o MCM			
# 18	0	0	18
# 16	0	0	24
# 14	25	30	35
# 12	30	35	40
# 10	40	50	55
# 8	60	70	80
# 6	80	95	105
# 4	105	125	140
# 2	140	170	190
# 1/0	195	230	260
# 2/0	225	265	300
# 3/0	260	310	350
# 4/0	300	360	405
# 250	340	405	455
# 300	375	445	505
# 350	420	505	570
# 400	455	545	615
# 500	515	620	700
# 600	575	690	780
# 700	630	755	855
# 750	655	785	885
# 800	680	815	920
# 900	730	870	985
# 1000	780	935	1055

## ANEXO N° 8

**ANEXO N° 8:** Factores de corrección por temperatura ambiente aplicables a las capacidades nominales para alimentadores al aire libre, utilizadas por el ADIE.  
Construida con datos de la tabla 310.17 y 310.17 del CEN.

Temp. Amb. °C	Factores de Corrección por Temp.		
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1	1	1
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76
56-60	-	0,58	0,71
61-70	-	0,33	0,58
71-80	-	-	0,41

## ANEXO N° 9

**ANEXO N° 9:** Factores de Ajuste por cantidad de conductores portadores de corrientes aplicables a las capacidades nominales para alimentadores, utilizadas por el ADIE.  
Construida con datos de la tabla 310.17 y 310.17 del CEN.

Número de Conductores por Ducto	Derrateo
<b>TABLA 310.15 (B) (2) (a) C.E.N.</b>	100%
de 1 a 3, o al aire libre	100%
de 4 a 6	80%
de 7 a 9	70%
de 10 a 20	50%
de 21 a 30	45%
de 31 a 40	40%
de 41 en adelante	35%
<b>TABLA 310.11 C.E.N.</b>	100%
de 1 a 3, o al aire libre	100%
de 4 a 6	80%
de 7 a 24	70%
de 25 a 42	60%

## ANEXO N° 10

**ANEXO N° 10:** Calibre de los conductores de Puesta a Tierra de equipos y canalizaciones, utilizados por el ADIE. Construida con datos de la tabla 250.122 del CEN.

Regimen o ajuste maximo de dispositivos de Sobrecorriente Automaticos ubicado del lado de la	Cobre	Aluminio o Aluminio Recubierto de Cobre	CORPIVENSA	Regimen o ajuste maximo de dispositivos de Sobrecorriente Automaticos ubicado	Cobre	Aluminio o Aluminio Recubierto de Cobre	CORPIVENSA
15	# 14	# 12	# 10	400	# 2	# 1/0	# 2
20	# 12	# 10	# 10	500	# 2	1/0	# 1/0
30	# 10	# 8	# 10	600	# 1/0	# 2/0	# 1/0
40	# 10	# 8	# 10	700	# 1/0	# 3/0	# 1/0
50	# 10	# 8	# 10	800	# 1/0	# 3/0	# 2/0
60	# 10	# 8	# 8	900	# 2/0	# 4/0	# 2/0
70	# 8	# 6	# 8	1000	# 2/0	# 4/0	# 3/0
100	# 8	# 6	# 6	1200	# 3/0	# 250	# 4/0
125	# 6	# 4	# 6	1250	# 4/0	# 350	# 4/0
150	# 6	# 4	# 6	1400	# 4/0	# 350	# 4/0
175	# 6	# 4	# 6	1600	# 4/0	# 350	# 250
200	# 6	# 4	# 4	1800	# 250	# 400	# 250
225	# 4	# 2	# 4	2000	# 250	# 400	# 350
250	# 4	# 2	# 4	2500	# 350	# 600	# 350
300	# 4	# 2	# 2	3200	# 350	# 600	# 350
350	# 2	# 1/0	# 2	4000	# 350	# 600	# 350

## ANEXO N° 11

ANEXO N° 11: Resistencia y Área para cables de 600 Voltios, utilizadas por el ADIE.  
Construida con datos de la tabla 9 del CEN.

Calibre AWG o kcmil	Resistencia (Ohm/m)				Area en circular mils
	20 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
# 18	2,2164E-02	2,5649E-02	2,6955E-02	2,8262E-02	1620
# 16	1,3938E-02	1,6128E-02	1,6950E-02	1,7772E-02	2580
# 14	7,9953E-03	9,5987E-03	1,0200E-02	1,0801E-02	4110
# 12	5,1734E-03	6,2109E-03	6,6000E-03	6,9891E-03	6530
# 10	3,0570E-03	3,6701E-03	3,9000E-03	4,1299E-03	10380
# 8	2,0067E-03	2,4091E-03	2,5600E-03	2,7109E-03	16510
# 6	1,2620E-03	1,5151E-03	1,6100E-03	1,7049E-03	26240
# 4	7,9953E-04	9,5987E-04	1,0200E-03	1,0801E-03	41740
# 2	5,1734E-04	6,2109E-04	6,6000E-04	6,9891E-04	66360
# 1/0	3,3706E-04	4,0465E-04	4,3000E-04	4,5535E-04	105600
# 2/0	2,5867E-04	3,1055E-04	3,3000E-04	3,4945E-04	133100
# 3/0	2,1086E-04	2,5314E-04	2,6900E-04	2,8486E-04	167800
# 4/0	1,7245E-04	2,0703E-04	2,2000E-04	2,3297E-04	211600
# 250	1,4658E-04	1,7598E-04	1,8700E-04	1,9802E-04	250000
# 300	1,2620E-04	1,5151E-04	1,6100E-04	1,7049E-04	300000
# 350	1,1052E-04	1,3269E-04	1,4100E-04	1,4931E-04	350000
# 400	9,7981E-05	1,1763E-04	1,2500E-04	1,3237E-04	400000
# 500	8,2304E-05	9,8810E-05	1,0500E-04	1,1119E-04	500000
# 600	7,2114E-05	8,6577E-05	9,2000E-05	9,7423E-05	600000
# 700	4,8803E-05	5,8591E-05	6,2261E-05	6,5931E-05	700000
# 750	6,1924E-05	7,4343E-05	7,9000E-05	8,3657E-05	750000
# 800	4,3113E-05	5,1760E-05	5,5002E-05	5,8244E-05	800000
# 900	3,9056E-05	4,6889E-05	4,9826E-05	5,2763E-05	900000
# 1000	3,5499E-05	4,2618E-05	4,5288E-05	4,7958E-05	1000000

## ANEXO N° 12

**ANEXO N° 12:** Reactancia de corriente alterna (ca) para cables de 600 Voltios, utilizadas por el ADIE. Construida con datos de la tabla 9 del CEN.

Reactancia (Ohm/m)		
Calibre	Ducto magnetico	Ducto no magnetico
AWG o kcmil		
# 18	2,8354E-04	2,4841E-04
# 16	2,7976E-04	2,3740E-04
# 14	2,4000E-04	1,9000E-04
# 12	2,2300E-01	1,7700E-04
# 10	2,0700E-04	1,6400E-04
# 8	2,1300E-04	1,7100E-04
# 6	2,1000E-04	1,6700E-04
# 4	1,9700E-04	1,5700E-04
# 2	1,8700E-04	1,4800E-04
# 1/0	1,8000E-04	1,4400E-04
# 2/0	1,7700E-04	1,4100E-04
# 3/0	1,7100E-04	1,3800E-04
# 4/0	1,6700E-04	1,3500E-04
# 250	1,7100E-04	1,3500E-04
# 300	1,6700E-04	1,3500E-04
# 350	1,6400E-04	1,3100E-04
# 400	1,6100E-04	1,3100E-04
# 500	1,5700E-04	1,2800E-04
# 600	1,5700E-04	1,2800E-04
# 700	1,5789E-04	1,2500E-04
# 750	1,5700E-04	1,2500E-04
# 800	1,5648E-04	1,2430E-04
# 900	1,5379E-04	1,2295E-04
# 1000	1,5132E-04	1,2171E-04

### ANEXO N° 13

**ANEXO N° 13:** Capacidades nominales y de cortocircuito para las barras de tableros utilizadas por el ADIE, dichas capacidades provienen de catálogos de especificaciones de los fabricantes: ABB, General Electric y Máster Circuito.

N° de circuitos	208 V						
	In (A)	Icc (kA)					
12	100	10	25	65	100		
18	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	225	65	100	150	200		
	400	65	100	150	200		
	600	65	100	150	200		
24	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	250	10	25	65	100	150	200
	400	10	25	65	100	150	200
	600	10	25	65	100	150	200
	800	65	100	200			
	1000	65	100	200			
	1200	65	100	200			
	1350						
	1600						
	2000						
	2500						
	3000						
	4000						
	5000						
30	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	250	10	25	65	100	150	200
	400	10	25	65	100	150	200
	600	10	25	65	100	150	200
	800	65	100	200			
	1000	65	100	200			
	1200	65	100	200			
	1350						
	1600						
	2000						
	2500						

N° de circuitos	208 V						
	In (A)	Icc (kA)					
	3000						
	4000						
	5000						
36	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	250	10	25	65	100	150	200
	400	10	25	65	100	150	200
	600	10	25	65	100	150	200
	800	65	100	200			
	1000	65	100	200			
	1200	65	100	200			
	1350						
	1600						
	2000						
	2500						
	3000						
	4000						
	5000						
42	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	250	10	25	65	100	150	200
	400	10	25	65	100	150	200
	600	10	25	65	100	150	200
	800	65	100	200			
	1000	65	100	200			
	1200	65	100	200			
	1350						
	1600						
	2000						
	2500						
	3000						
	4000						
	5000						
54	100	10	25	65	100		
	125	10	25	65	100		
	250	10	25	65	100	150	200
	400	10	25	65	100	150	200
	600	10	25	65	100	150	200

N° de circuitos	208 V						
	In (A)	Icc (kA)					
	800	65	100	200			
	1000	65	100	200			
	1200	65	100	200			
	1350						
	1600						
	2000						
	2500						
	3000						
	4000						
	5000						

N° de circuitos	480 V						
	In (A)	Icc (kA)					
12	100	18	35	65			
18	100	18	35	65			
	125	18	35	65			
	225	35	65	100	150	200	
	400	35	65	100	150	200	
	600	35	65	100	150	200	
24	100	18	35	65	100	150	200
	125	18	35	65	100	150	200
	250	18	35	65	100	150	200
	400	18	35	65	100	150	200
	600	18	35	65	100	150	200
	800	35	65	100	200		
	1000	35	65	100	200		
	1200	35	65	100	200		
	1350	200					
	1600	200					
	2000	200					
	2500	200					
	3000	200					
	4000	200					
	5000	200					
30	100	18	35	65			
	125	18	35	65			
	250	18	35	65	100	150	200
	400	18	35	65	100	150	200

N° de circuitos	480 V						
	In (A)	Icc (kA)					
	600	18	35	65	100	150	200
	800	35	65	100	200		
	1000	35	65	100	200		
	1200	35	65	100	200		
	1350	200					
	1600	200					
	2000	200					
	2500	200					
	3000	200					
	4000	200					
	5000	200					
36	100	18	35	65			
	125	18	35	65			
	250	18	35	65	100	150	200
	400	18	35	65	100	150	200
	600	18	35	65	100	150	200
	800	35	65	100	200		
	1000	35	65	100	200		
	1200	35	65	100	200		
	1350	200					
	1600	200					
	2000	200					
	2500	200					
	3000	200					
	4000	200					
	5000	200					
42	100	18	35	65			
	125	18	35	65			
	250	18	35	65	100	150	200
	400	18	35	65	100	150	200
	600	18	35	65	100	150	200
	800	35	65	100	200		
	1000	35	65	100	200		
	1200	35	65	100	200		
	1350	200					
	1600	200					
	2000	200					
	2500	200					
	3000	200					

N° de circuitos	480 V						
	In (A)	Icc (kA)					
	4000	200					
	5000	200					
54	100	18	35	65			
	125	18	35	65			
	250	18	35	65	100	150	200
	400	18	35	65	100	150	200
	600	18	35	65	100	150	200
	800	35	65	100	200		
	1000	35	65	100	200		
	1200	35	65	100	200		
	1350	200					
	1600	200					
	2000	200					
	2500	200					
	3000	200					
	4000	200					
	5000	200					

## **ANEXO N° 14**

**ANEXO N° 14:** Programa ADIE, solo en versión digital.