

**DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE OFICINAS PREFABRICADAS  
CON BASE EN RETIE Y NTC2050, APLICADO E IMPLEMENTADO EN LA  
EMPRESA ABONOS DE COLOMBIA S.A.**

**DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA  
JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C.**

**2009**

Cartagena, Mayo 18 de 2009

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS

Ingenierías Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias

Estimados Señores:

La presente tiene como objeto presentarles la monografía titulada “Diseño de Instalación Eléctrica de oficinas prefabricadas con base en RETIE y NTC2050, aplicado e implementado en la empresa ABONOS DE COLOMBIA S.A.”, como requisito para optar por el título de ingenieros eléctricos.

Cordialmente,

---

Danilo Rafael Torres De la Rosa

---

Julio Ernesto Martelo Castaño

## **AUTORIZACION**

Cartagena de indias D.T. y C., Lunes 18 de Mayo de 2009

**DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA**, identificado con la Cedula de Ciudadanía # 1.047.371.133 de Cartagena, Autorizo a la **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR** para el uso de mi monografía titulada “**Diseño de Instalación Eléctrica de oficinas prefabricadas con base en RETIE y NTC2050, aplicado e implementado en la empresa ABONOS DE COLOMBIA S.A.**” y para su publicación en el catalogo online de la biblioteca.

**DANILO RAFAEL TORRES DE LA ROSA**

C.C. # 1.047.371.133 de Cartagena

Debe registrarse esta autorización ante un notario público.

## **AUTORIZACION**

Cartagena de indias D.T. y C., Lunes 18 de Mayo de 2009

**JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO**, identificado con la Cedula de Ciudadanía # 73.007.292 de Cartagena, Autorizo a la **UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR** para el uso de mi monografía titulada “**Diseño de Instalación Eléctrica de oficinas prefabricadas con base en RETIE y NTC2050, aplicado e implementado en la empresa ABONOS DE COLOMBIA S.A.**” y para su publicación en el catalogo online de la biblioteca.

**JULIO ERNESTO MARTELO CASTAÑO**

C.C. # 73.007292 de Cartagena

Debe registrarse esta autorización ante un notario público.

Cartagena, Mayo de 2009

Señores

Dirección de Programa

Ingenierías Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Cartagena de Indias

Estimados Señores:

A través de la presente me complace presentar el trabajo de monografía desarrollado por los estudiantes Danilo Rafael Torres De la Rosa y Julio Ernesto Martelo Castaño titulado “Diseño de Instalación Eléctrica de oficinas prefabricadas con base en RETIE y NTC2050, aplicado e implementado en la empresa ABONOS DE COLOMBIA S.A.”. Esta monografía es presentada como requisito para optar por el título de ingenieros electrónicos en el marco del Minor en Automatización industrial. El presente documento ha sido revisado y aprobado por mi parte como director del trabajo.

Cordialmente,

---

Msc Eduardo Gómez Vásquez

Profesor Asociado

Universidad Tecnológica de Bolívar

## **ARTICULO 105**

La Universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Cartagena, Mayo de 2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

Les damos las gracias a los ingenieros de Mantenimiento Eléctrico de ABOCOL S.A de Cartagena por toda la colaboración brindada durante la realización del proyecto, y de igual manera a nuestro director de monografía Ingeniero Eduardo Gómez Vásquez por dirigirnos en todo el proceso.

A todas aquellas personas que no mencionamos, que de una u otra forma nos colaboraron para que esta monografía fuera un éxito.

¡Muchas gracias!

Cartagena, Mayo de 2009

Dedicatoria de **Danilo Rafael Torres De la Rosa**

Los logros que he conseguido durante mi vida son gracia a la bendición de Dios, con El y el apoyo sincero y desinteresado de mis padres y demás familiares culmino una etapa de mi vida con la satisfacción del deber cumplido, gracias a Ellos y a todos en los que en cierto modo se convierte en pilares de mi formación, por su confianza plena y motivación en todo momento.

Cartagena, Mayo de 2009

Dedicatoria de **Julio Ernesto Martelo Castaño**

Los logros que he conseguido durante mi vida son gracia a la bendición de Dios, con El y el apoyo sincero y desinteresado de mis padres y demás familiares culmino una etapa de mi vida con la satisfacción del deber cumplido, gracias a Ellos y a todos en los que en cierto modo se convierte en pilares de mi formación, por su confianza plena y motivación en todo momento.



**DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE OFICINAS PREFABRICADAS  
CON BASE EN RETIE Y NTC2050, APLICADO E IMPLEMENTADO EN LA  
EMPRESA ABONOS DE COLOMBIA S.A.**

**Integrantes:**

**Danilo Rafael Torres De la Rosa**

**Julio Ernesto Martelo Castaño**

**Director:**

**Eduardo Gómez Vásquez**

**Universidad Tecnológica de Bolívar  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Cartagena de indias D.T y C.**

**2009**

## TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION.....	2
1 OBJETIVOS.....	4
2 JUSTIFICACION.....	5
3 GLOSARIO.....	10
4 SISTEMA DE CONSTRUCCION ROYALCO (PVC).....	12
5 DISEÑO ELECTRICO.....	14
5.1 DISEÑO DE ILUMINACION.....	16
5.2 CIRCUITOS RAMALES Y SUS PROTECCIONES ASOCIADAS.....	25
5.2.1 CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.....	29
5.2.2 CIRCUITOS NO REGULADOS Y PEQUEÑOS ARTEFACTOS ELÉCTRICOS.....	35
5.2.3 CIRCUITOS DE SALIDAS DE TOMACORRIENTES REGULADOS.....	41
5.2.4 CIRCUITOS RAMALES DE AIRES ACONDICIONADOS.....	46
5.3 DISEÑO DE ALIMENTADORES DE PANELES DE ILUMINACION, TOMACORRIENTES NO REGULADOS Y AIRES ACONDICIONADOS @ 208V.....	53
5.4 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS).....	57
5.5 TRANSFORMADORES.....	59
5.5.1 Análisis de Carga de transformador de principal. (4160/ 460 V)...	59
5.5.2 Transformador de distribución General (460/208-120 V).....	61
5.5.3 Transformador UPS (460/208-120 V).....	62
5.5.4 Protecciones de transformadores.....	63
5.5.5 Alimentadores de transformadores.....	64
5.6 ACOMETIDA PRINCIPAL Y PROTECCIONES.....	66
5.7 PANELES Y CUADROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA.....	67
5.7.1 Paneles de distribución de circuitos ramales (Alumbrado, Tomas No Regulados, Tomas Regulados y Aires Acondicionados @ 208 V).....	67
5.7.2 Cuadro Principal de distribución y de UPS @ 208 V y Cuadro Principal de distribución @ 460 V.....	69
5.8 DISTRIBUCION DE ESPACIOS.....	73
5.8.1 Distribución de Cuarto de Eléctrico.....	74
5.8.2 Distribución del cuarto de sistemas.....	76
5.9 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	78

5.9.1	Mallas de Sistema de puesta a tierra general y de Sistema de puesta a tierra aislado.....	78
5.9.2	Puesta a tierra de Cuadros de distribución y paneles de distribución.....	85
5.9.3	Puesta a tierra de Transformadores de distribución y de UPS.....	86
5.9.4	Sistema de alimentación interrumpida (UPS).....	88
5.9.5	Salidas de Alumbrado, Tomacorrientes convencionales y aislados.....	89
5.10	IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍA, CABLEADO Y ACCESORIOS....	90
5.10.1	Tubería y Canalizaciones.....	90
5.10.2	Muebles (Divisiones) de oficinas.....	93
5.10.3	Identificación de conductores.....	95
5.10.4	Tomacorrientes.....	97
5.10.5	Interruptores.....	97
6	PRESUPUESTO DE MATERIALES CERTIFICADOS POR EL RETIE.....	99
7	CONCLUSIONES.....	104
8	BIBLIOGRAFIA.....	107

## ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>A.1.</b> Plano de distribución de canaleta perimetral.....	110
<b>A.2.</b> Plano de Tendido de Tuberías Circuitos de Alumbrado.....	111
<b>A.3.</b> Plano Tendido de Tuberías de Circuitos No regulados.....	112
<b>A.4.</b> Plano de Tuberías Circuitos Regulados.....	113
<b>A.5.</b> Plano de Tuberías circuitos de Aires acondicionados.....	114
<b>A.6.</b> Plano de tubería de cableado de voz y datos.....	115
<b>A.7.</b> Circuito unifilar General.....	116
<b>A.8.</b> Unifilar de Tablero alumbrado General.....	117
<b>A.9.</b> Unifilar de Tablero de Tomacorrientes No Regulados.....	118
<b>A.10.</b> Unifilar de Tablero Tomacorrientes Regulados.....	119
<b>A.11.</b> Unifilar de Tablero de Aires acondicionados.....	120
<b>A.12.</b> Vista 3D Del Moblado.....	121

## LISTA DE IMÁGENES Y PLANOS

	<b>Pág.</b>
<b>Imagen 1.</b> Material de construcción.....	12
<b>Imagen 2.</b> Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania....	18
<b>Imagen 3.</b> Lámpara Fluorescente T8 4x18, de empotrada Marca Sylvania.....	18
<b>Imagen 4.</b> Luminaria de Fijación ALLEYKAT SHP.....	18
<b>Imagen 5.</b> CORTE A-A'.....	19
<b>Imagen 6.</b> Lámpara de emergencia Iluram.....	23
<b>Imagen 7.</b> Unidad de Aire Acondicionado 1, 1 ½ o 2 Ton.....	47
<b>Imagen 8.</b> Unidad de Aire acondicionado de 10 Ton.....	47
<b>Imagen 9.</b> UPS APC Symmetra.....	57
<b>Imagen 10.</b> Transformador Suntec de 75 kVA.....	61
<b>Imagen 11.</b> Transformador Suntec de 30 kVA – Fuente.....	63
<b>Imagen 12.</b> Panel de distribución Squire D y Tablero Minipragma Schneider.....	69
<b>Imagen 13.</b> Interruptor de engrape e interruptor automático C60N.....	69
<b>Imagen 14.</b> Interruptores NS__ H TM _ D Merlin Gerin.....	72
<b>Imagen 15.</b> Cable de cobre desnudo - Centelsa.....	80
<b>Imagen 16.</b> Electrodo de puesta a tierra Copper Ground.....	81
<b>Imagen 17.</b> Puesta a Tierra de Cuadros de distribución Trifásicos @ 460 V y 208 V.....	86
<b>Imagen 18.</b> Puesta a Tierra de Paneles de distribución Trifásicos Tensión No regulada y Regulada.....	86
<b>Imagen 19.</b> Puesta a tierra de Transformadores.....	88
<b>Imagen 20.</b> Configuración de Cableado Puesta a tierra de UPS.....	88
<b>Imagen 21.</b> Sistema de conexión de tierra de Salidas de Alumbrado, Tomacorrientes con polo a tierra y Tomacorriente con Tierra aislada.....	89
<b>Imagen 22.</b> Tubería conduit metálico rígido.....	91

<b>Imagen 23.</b> Tubería conduit PVC.....	91
<b>Imagen 24.</b> Canaletas plástica DEXSON 100x45 (2m) con divisor y accesorios.....	93
<b>Imagen 25.</b> Puesto de trabajo General.....	94
<b>Imagen 26.</b> Puesto de Trabajo de mayor categoría.....	95
<b>Imagen 27.</b> Oficina de jefe.....	95
<b>Imagen 28.</b> Cables eléctricos Centelsa.....	96
<b>Imagen 29.</b> Tomacorrientes.....	97
<b>Imagen 30.</b> Caja de pisos.....	97
<b>Imagen 31.</b> Interruptores.....	98
<b>Plano 1.</b> PLANOS ARQUITECTONICO - Corte A-A' Y Fachada de las Oficinas.....	6
<b>Plano 2.</b> PLANO ARQUITECTONICO – Vista Superior de las Oficinas.....	7
<b>Plano 3.</b> PLANOS ARQUITECTONICOS – Vista Superior Interior de las Oficinas .....	8
<b>Plano 4.</b> Distribución de Moblado.....	9
<b>Plano 5.</b> Distribución de Alumbrado Interior y Exterior con sus respectivos Circuitos.....	31
<b>Plano 6.</b> Distribución de Tomacorrientes No Regulados.....	37
<b>Plano 7.</b> Distribución de Tomacorrientes Regulados (Con tierra aislada).....	45
<b>Plano 8.</b> Distribución de Unidades de Aires Acondicionados.....	48
<b>Plano 9.</b> Distribución de cuarto eléctrico, tableros periféricos y Distribución de cuarto de sistema.....	77
<b>Plano 10.</b> Mallas de tierras, Sistema de puestas a tierras conectado por medio de bobina de choque.....	85
<b>Plano 11.</b> Espacios de canalizaciones de cables en muebles.....	94

## INTRODUCCIÓN

La dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad en la vida actual, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la fiabilidad y calidad de los productos, la compatibilidad de los equipos y su adecuada utilización y mantenimiento.

En la actualidad toda instalación eléctrica debe cumplir con unos parámetros mínimos en cuanto a funcionalidad y seguridad. Por tanto en una empresa un área de oficinas es una parte vital donde se concentra un grupo de personas que desarrollan labores del diario andar de la empresa y requieren de unos condiciones mínimas de confort y seguridad, por tanto toda construcción que se haga y disponga de instalaciones eléctricas es necesario realizarla con el cumplimiento de unos parámetros mínimos de RETIE y de la NTC2050. El cumplimiento de estas normatividades se pide debido a que en la actualidad a nivel nacional entro en vigencia el Reglamento de instalaciones eléctricas RETIE, El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

En la mayoría de los casos al momento de diseñar una instalación específicamente áreas de oficinas de las cuales solo basta con que cumplan con necesidades y requerimientos básicos puesto que no es pie de fuerza el cumplimiento estricto de normatividades debido a que no equivalen al 80% de la carga actualmente instalada en la empresa. Esta condición es la de nuestro caso por tanto buscamos la realización de un diseño de las instalaciones eléctricas con el mayor cumplimiento del RETIE y de la NTC2050 aunque es algo no obligatorio que amerite certificación, pero si es un diseño que

queremos que muestre calidad y seguridad para el personal que va hacer uso de estas instalaciones.

## 1 OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Realizar una memoria de diseño eléctrico de un grupo oficinas prefabricas; Aplicando una metodología de calculo en la cual todo los requerimientos eléctricos sean evaluados de conformidad con la reglamentación (RETIE) y la normativa vigente (NTC 2050), verificando además los aspectos particulares que demanda el tipo de edificación.

### **Objetivos Específicos:**

- Recopilar y analizar información correspondiente a RETIE, NTC2050 y otras normas en cuanto a instalaciones eléctricas de oficinas.
- Realizar diseño de instalación eléctrica teniendo en cuenta el cumplimiento de las diferentes normatividades.
- Realizar listado de costo de los elementos a utilizar en la construcción con base en el diseño eléctrico desarrollado.

## 2 JUSTIFICACION

Debido a que en la compañía Abonos de Colombia ABOCOL S.A., cuenta con un área dispuesta para la construcción oficinas prefabricadas, que además de su infraestructura requiere de unas instalaciones eléctricas las cuales cumplan con un grupo de condiciones de funcionalidad y seguridad; Se hace necesario la realización del diseño de estas y su posterior construcción tratando de cumplir a mayor cabalidad con el RETIE y la normatividad de la NTC2050, para brindar así una correcta operación y seguridad de las instalaciones diseñadas.

Para lo anterior se dispone de un espacio geográfico con 385.9 m<sup>2</sup>, donde se requiere de la construcción de los espacios detallados en la tabla 1.

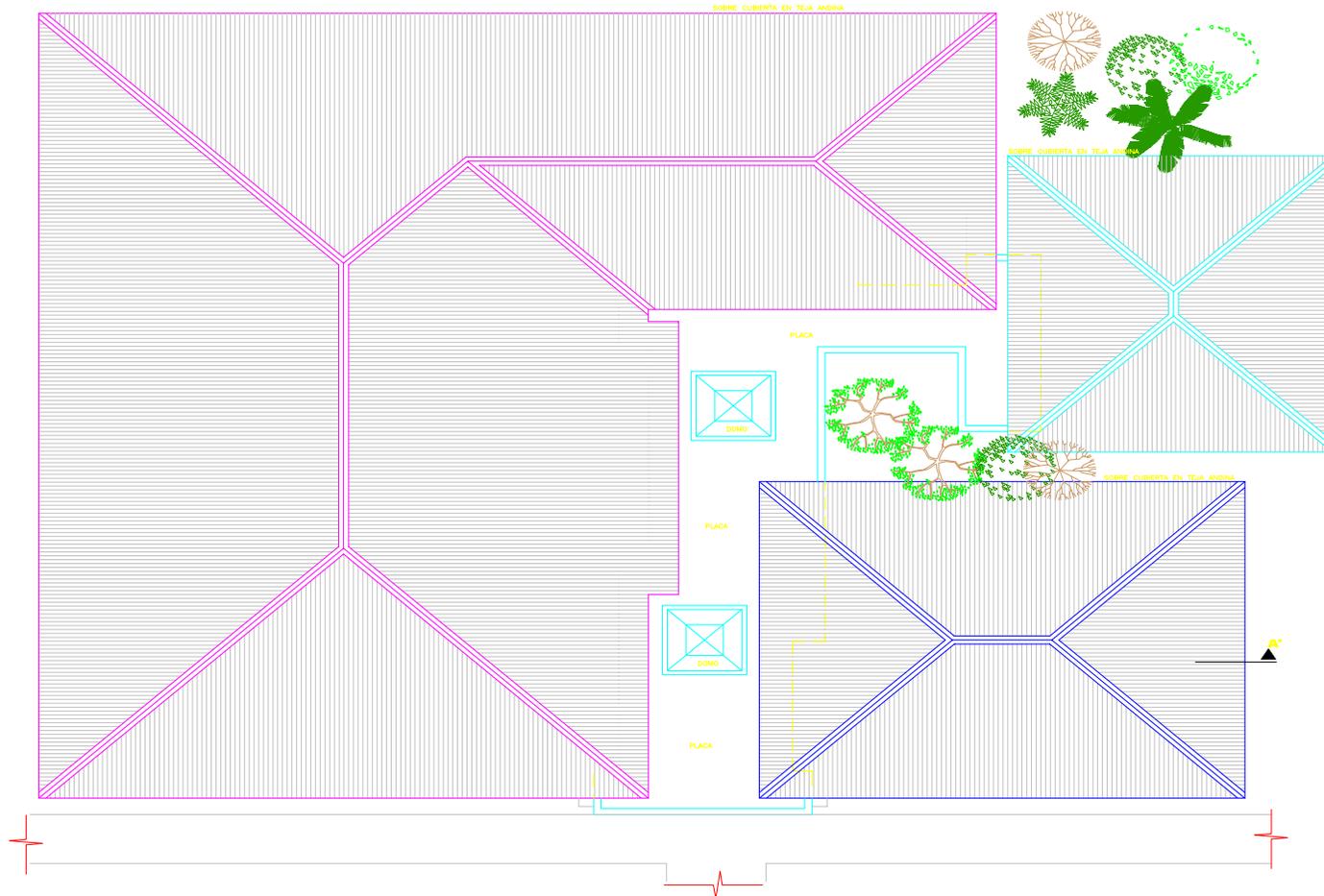
**Tabla 1. Distribución de Áreas.**

ESPACIO	CANTIDAD	DIMENSIONES	DIMENSION TOTAL
<b>AREA 1</b>			
Recepción	1	5 m <sup>2</sup>	55.25 m <sup>2</sup>
Oficinas personales.	4	9.75 m <sup>2</sup>	
Sala de reunión para 6 personas	1	4.9 m <sup>2</sup>	
<b>AREA 2</b>			
Puestos de trabajos.	34	4.08 m <sup>2</sup>	240.24 m <sup>2</sup>
Salas de reuniones para 6 personas	2	6.68 m <sup>2</sup>	
Cuarto de sistema	1	5.4 m <sup>2</sup>	
Salas de junta para 12 personas.	1	18.4 m <sup>2</sup>	
<b>AREA 3</b>			
Pasillo Principal	1	45,9 m <sup>2</sup>	45.9 m <sup>2</sup>
<b>AREA 4</b>			
Cocina	1	6.46 m <sup>2</sup>	32.4 m <sup>2</sup>
Baños de hombres	1	14.45 m <sup>2</sup>	
Baño de mujeres	1	10.5 m <sup>2</sup>	
<b>AREA 5</b>			
Cuarto Eléctrico.	1	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>
<b>AREA 6</b>			
Espacio para instalar unidades de Aires acondicionados.	2	Espacio exterior	
<b>Perímetro 7</b>			
Perímetro exterior	1	108 m	108 m

NOTA: Colores (Pared: Crema; Techo: Blanco; Piso: Crema)

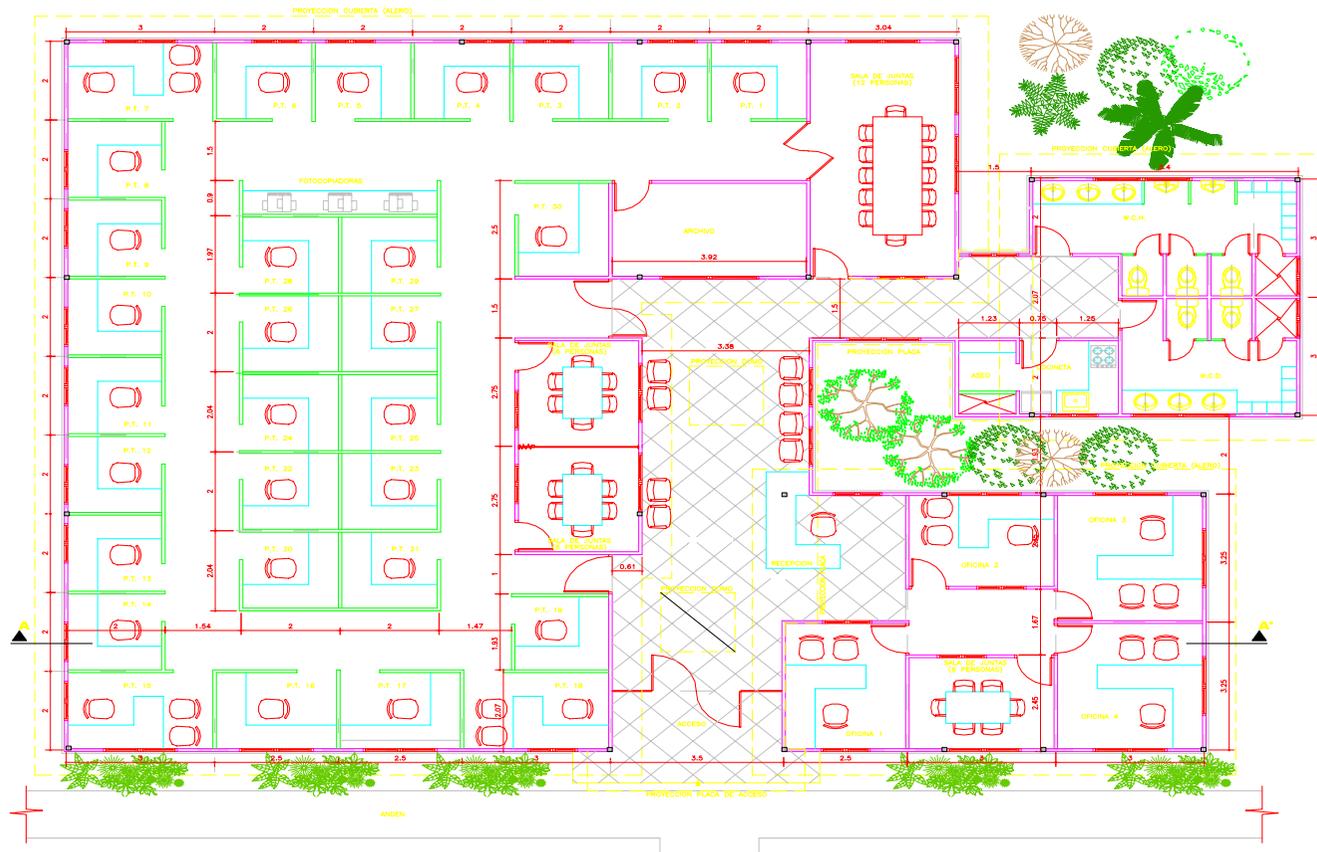


**Plano 2. PLANO ARQUITECTONICO – Vista Superior de las Oficinas.**



**Fuente: Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Planta Cubierta, Mayo 20 de 2008 – Plancha N° 2.**

**Plano 3. PLANOS ARQUITECTONICOS – Vista Superior Interior de las Oficinas.**



**Fuente: Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Planta General, Mayo 20 de 2008 – Plancha N° 1.**



### 3 GLOSARIO

**Componentes de una edificación:** Cualquier subsistema, subconjunto o elemento diseñado para usarlo o integrarlo o para que forme parte de una estructura y que puede contener elementos estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería y de protección contra incendios y otros sistemas que afecten a la salud y a la seguridad.

**Construcción cerrada:** Cualquier edificación, componente de ella, conjunto o sistema prefabricado de manera que ninguna de las partes ocultas de los procesos de fabricación se puedan inspeccionar antes de su instalación en el edificio sin desmontarla, estropearla o destruirla.

**Edificación prefabricada:** Cualquier edificación de construcción cerrada, hecha o montada en una fabrica o en lugar distintos a donde vaya a estar instalada, o montaje e instalación en el lugar donde vaya a estar instalado, pero que no sean casas prefabricadas, vivienda móviles, caravanas ni vehículos recreativos.

**Sistema de edificación:** Planos, edificaciones y documentos de un sistema de edificaciones prefabricadas o de un tipo o sistemas de componentes prefabricados que puede incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería, de protección contra incendios u otros sistemas que afecten a la salud y seguridad y que incluyan variaciones de los mismos permitidas específicamente por las normas, cuando esas variaciones se presenten como parte del sistema de edificación o como modificaciones del mismo.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Código Eléctrico Colombiano NTC2050, (Sección 545 Definiciones Edificaciones Prefabricadas)

**Salida para alumbrado:** salida destinada para la conexión directa de un portabombilla, una luminaria o un cordón colgante que termine en un casquillo o portabombilla.

**Salida para tomacorriente:** salida a la que están conectados uno o más tomacorrientes.

**Carga continua:** carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

**Acometida:** derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**Alimentador:** todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

**Circuito ramal:** conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

**Circuito ramal especial de conexión de artefactos eléctricos:** circuito ramal que alimenta a una o más salidas a las que se pueden conectar los artefactos; tales circuitos no deben contener elementos de iluminación conectados permanentemente que no formen parte de un artefacto.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Código Eléctrico Colombiano NTC2050, ( Sección 100 Generalidades-Definiciones)

#### 4 SISTEMA DE CONSTRUCCION ROYALCO (PVC)

Emplea técnica canadiense y está en producción desde 1971. Emplea perfiles de PVC rígido, piezas de anclaje, vigas y entrepiso, concreto y barras de refuerzo. Hace uso del PVC como material básico de construcción. Conforma un sistema industrializado y prefabricado. Maneja muros de carga con perfiles de PVC rígido que ensamblados permiten obtener las paredes que se llenan o no con concreto fluido; se obtiene así una construcción muy resistente. El sistema está certificado frente a la NSR-98.

La modulación del sistema permite que el diseño sea sencillo con una construcción rápida que la pueden adelantar obreros que con un poco de entrenamiento adquieren la experiencia necesaria. Se obtienen viviendas de buena apariencia, pero el sistema no permite construcciones en altura.

*Imagen 1. Material de construcción.*



*Fuente. <http://micigc.uniandes.edu.co/VIS/royalco.htm>*

**Ventajas:**

- Requiere de un mínimo mantenimiento y acepta recubrimiento o pintura base acrílica.
- Rapidez. Permite cumplir en un menor tiempo con los programas de construcción de escuelas, Casas, Bodegas, Etc.
- No requiere mano de obra especializada y es apto para Cualquier zona geográfica, con Asesoría Técnica de AAA y ACHIEVE, S. A.
- Son Construcciones seguras que cumplen con el reglamento de construcciones para edificaciones del Grupo A (de alta seguridad estructural) contra sismo, huracanes y fuego.
- Es Anti-graffiti y la limpieza se hace con agua y jabón.
- Precio bien competitivo, al garantizar la industrialización desde fábrica hasta su casa.
- Compatible con la instalación del sistema eléctrico.

## **5 DISEÑO ELECTRICO**

### **- Cargas eléctricas de las oficinas**

Los equipos requeridos para cumplir con las necesidades de confort, así como las herramientas de trabajo constituyen dentro del diseño eléctrico un ítem del cual dependen un sinnúmero de factores tales como la selección de conductores para los circuitos ramales y alimentadores, selección de las protecciones, tableros de alimentación, transformadores entre otros. Por lo anterior el cálculo y la selección correcta de estos deben estar sujetos al cumplimiento de la norma y el reglamento vigente en nuestro país.

### **- Selección de cargas**

La correcta selección de cargas a instalar, permite el posterior análisis de las características principales del diseño, tales como calculo de la capacidad de conductores, especificación y tipo de los dispositivos de protección, características de los tableros de interfaz y equipos de transformación; Este análisis depende de las necesidades solicitadas en la construcción del grupo de oficinas, siendo el listado de las cargas que aseguran los objetivos de confort y funcionalidad el que se menciona a continuación:

- Tomas No regulados y regulados.
- Iluminación interior y exterior de oficinas.
- Unidades de aires acondicionados de 10 TON.
- Mini york de 2, 1 ½ y 1 TON.
- Nevera y Dispensador de agua.
- Greca y Micro onda.
- Impresora y Plotter.
- Extractor.

**- Cálculo de corriente de cargas básicas.**

Con la determinación por unidad de los dispositivos seleccionados en un análisis de carga, obtenemos a su vez, el requerimiento total en cuanto a capacidad de corriente de los circuitos de alimentación de los mismos, o en su defecto evaluamos que el sistema eléctrico existente dispone de la capacidad para el suministro de energía de la ampliación dispuesta para la edificación del grupo de oficina.

Para el cálculo de la corriente que demanda cada dispositivo partimos de la siguiente:

**Tabla 2. Corrientes de Cargas básicas.**

<b>APARATO</b>	<b>POTENCIA x UN</b>	<b>POTENCIA (VA)</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>
Toma No regulado.	180 W @ 120 V	225	1,88
Toma Regulado.	180 W @ 120 V	225	1,88
Salida de alumbrado	64W @ 120 V	80	0,67
Salida de alumbrado Exterior	100 W @ 120 V	125	1,04
Unidad de aire acondicionado	10 TON. @ 460 V	13790	17.32
Mini york.	2 TON. @ 208 V	2760	7.25
Mini york.	1 ½ TON. @ 208V	2070	5.43
Mini york.	1 TON. @ 208 V	1380	3.62
Nevera.	200 W @ 120 V	250	2,08
Dispensador de agua.	550 W @ 120 V	687,5	5,73
Greca.	1200 W @ 120 V	1500	12,50
Micro onda.	1200 W @ 120 V	1500	12,50
Impresora	110 W @ 120 V	137,5	1,15
Plotter	1400 W @ 120 V	1750	14,58
Extractor	18 W @ 120 V	22,5	0,19

## 5.1 DISEÑO DE ILUMINACION

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.<sup>3</sup>

### A) Nivel de iluminación ( $E_m$ )

Este valor depende del tipo de actividad, de acuerdo con las necesidades del diseño los valores recomendados por el RETIE en la tabla 25 del artículo 16 son:

**Tabla 3. Niveles de Iluminancia.**

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA A [lx]		
	Mínimo	Médio	Maximo
Oficinas de tipo general.	300	500	750
Áreas de circulación, corredores.	50	100	150
Vestidores, baños.	100	150	200

Teniendo en cuenta lo contenido en la tabla, para el presente diseño seleccionamos los valores mínimos.

### B) Superficie local (S).

**Tabla 4. Superficie y perímetros.**

---

<sup>3</sup> Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE Artículo 16°. ILUMINACIÓN

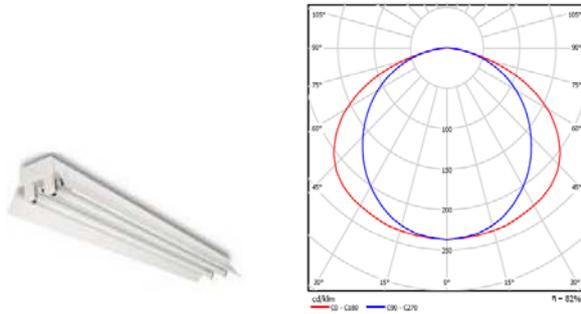
<b>Espacio</b>	<b>(S) [m<sup>2</sup>]</b>
Área 1	55.25
Área 2	240.24
Área 3	45.9
Área 4	32.4
<b>Espacio</b>	<b>(L) [m]</b>
Área 7	108

**C) Tipos de lámparas a utilizar.**

**Tabla 5. Tipos de Lámparas a utilizar.**

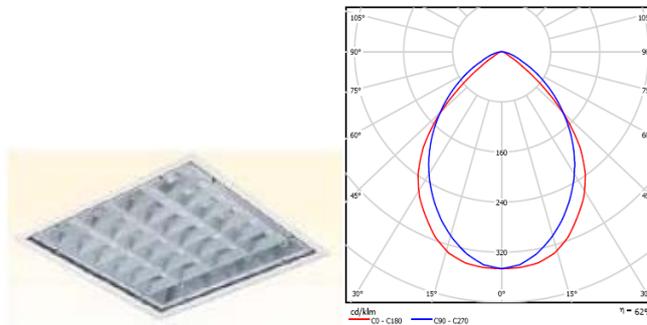
<b>Espacio</b>	<b>Sistema de iluminación</b>	<b>Tipo de lámparas</b>	<b>Tensión de operación [V]</b>	<b>Potencia [W]</b>	<b>Flujo Luminoso</b>	<b>Vida media [hrs.]</b>
Área 1	Directo	Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania	110 V	64	5200	20.000
Área 2	Directo	Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania	110 V	64	5200	20.000
Área 3	Directo	Luminarias de empotrar equipadas con lámparas fluorescentes de 26mm 4x18W Marca Sylvania	110 V	72	4800	18.000
Área 4	Directo	Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania	110 V	64	5200	20.000
Perímetro 7	Indirecto	ALLEYKAT SHP 70 W (Montaje vertical)	110 V	70 W	3800	16.000

**Imagen 2. Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania.**



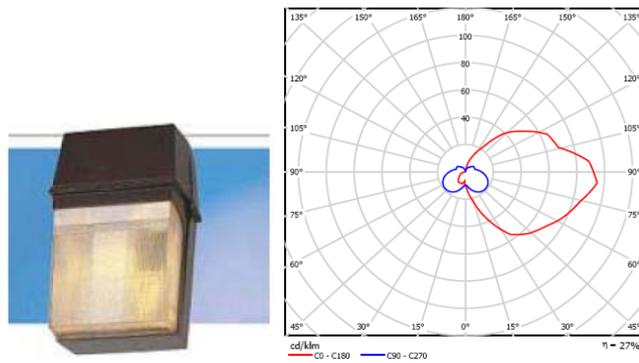
Fuente. Catálogos Dialux.

Imagen 3. Lámpara Fluorescente T8 4x18, de empotrada Marca Sylvania.



Fuente. Catálogos Dialux.

Imagen 4. Luminaria de Fijación ALLEYKAT SHP.



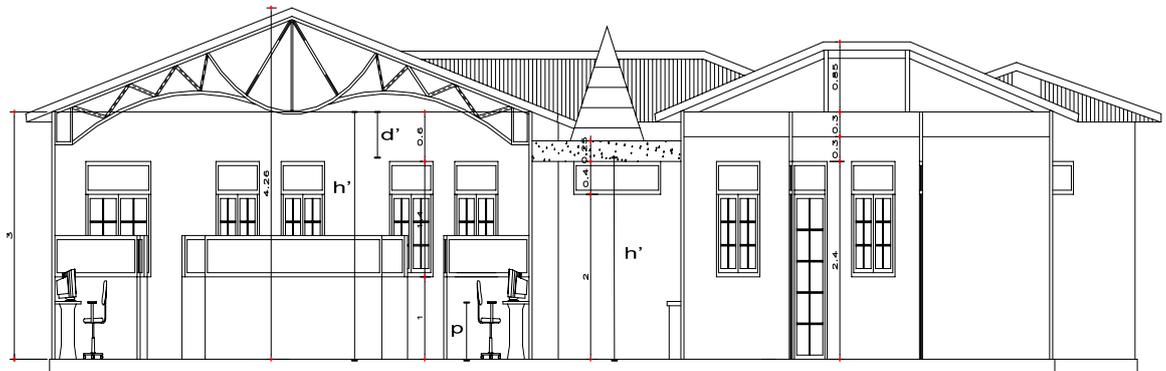
Fuente. Catálogos Dialux.

D) Constante ( $K$ ), la cual es el índice del local.

Para el cálculo del índice del local hay que determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido así como la altura del plano de trabajo.

En la mayoría de las áreas de las oficinas prefabricadas a construir en este proyecto no se dispone de cielo raso, en el diseño todos los techos tienen una pendiente prolongada por tanto se hace necesario en las áreas 1,2 y 4 de la instalación un sistema de rieles soportados de las estructuras del techo. En el área 3 se dispone de cielo raso.

**Imagen 5. CORTE A-A'**



**Fuente: Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Corte A-A' y Fachada, Mayo 20 de 2008 – Plancha N° 3.**

**Tabla 6. Alturas de suspensión de las luminarias.**

Espacio	d'	p	h'	$h = h' - (p + d')$
Área 1,2,4	0.6	0.7	3	1.7
Área 3	0	0	2.4	2.4

Con el valor de h se procede a realizar el cálculo del índice del local (k) a partir de la geometría del mismo, teniendo en cuenta que el sistema de iluminación a utilizar se encuentra dentro del grupo de Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa.

**Tabla 7. Índices de local de las diferentes áreas.**

Espacio	h	A(prom)	B(prom)	$k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$
Área 1	1.7	8.5	6.5	2.16
Área 2	1.7	11	22	4.35
Área 4	1.7	5.4	6	1.67
Área 3	2.4	3.5	13	1.2

E) Coeficiente de reflexión de: Techo ( $\rho_{Techo}$ ), Paredes ( $\rho_{Pared}$ ), Piso ( $\rho_{Piso}$ ).

De acuerdo con las características físicas de los materiales en los que se va a desarrollar el montaje de la infraestructura civil que corresponde a materiales prefabricados en Royalco de color blanco y crema los coeficientes de reflexión corresponden a:

**Tabla 8. Coeficientes de Reflexión.**

	Color	Factor de Réflexion ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0,7
Paredes	Medio	0,3
Suelo	Claro	0,3

F) Factor de utilización ( $\eta$ )

A partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

- o Área 1,2,4

**Tabla 9. Factores de Utilización, Lámpara Fluorescente T8 2x32, de sobreponer Marca Sylvania.**

$\rho_{Techo}$ [%]	80			70			50		
$\rho_{paredes}$ [%]	70	50	30	70	50	30	70	50	30
Índice de local	Factores de utilización								
1	0.90	0.86	0.83	0.88	0.85	0.81	0.81	0.78	0.75

2	0.82	0.75	0.69	0.80	0.73	0.68	0.70	0.66	0.62
3	0.74	0.66	0.57	0.72	0.64	0.58	0.61	0.56	0.52
4	0.68	0.58	0.50	0.66	0.56	0.50	0.54	0.48	0.43
5	0.62	0.50	0.42	0.59	0.49	0.42	0.48	0.41	0.36
6	0.57	0.44	0.38	0.55	0.44	0.37	0.42	0.36	0.31
7	0.52	0.40	0.33	0.50	0.39	0.32	0.38	0.31	0.26
8	0.48	0.36	0.28	0.46	0.35	0.28	0.34	0.28	0.23
9	0.44	0.32	0.25	0.42	0.31	0.25	0.30	0.24	0.20
10	0.29	0.22	0.18	0.28	0.22	0.18	0.21	0.17	0.26

○ Área 3

**Tabla 10. Factores de Utilización, Luminarias de empotrar equipadas con lámparas fluorescentes de 26mm 4x18W Marca Sylvania.**

ϕ Techo [%]	70			50			30		
	50	30	10	50	30	10	50	30	10
ϕ paredes [%]	Factores de utilización								
Índice de local	Factores de utilización								
0.7	0.27	0.22	0.20	0.26	0.22	0.19	0.25	0.22	0.19
0.9	0.33	0.29	0.26	0.33	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25
1.1	0.38	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.37	0.33	0.30
1.4	0.43	0.38	0.35	0.42	0.38	0.34	0.41	0.38	0.34
1.8	0.46	0.42	0.38	0.46	0.41	0.38	0.44	0.41	0.38
2.3	0.50	0.47	0.43	0.50	0.46	0.43	0.48	0.46	0.43
2.8	0.53	0.50	0.47	0.53	0.49	0.47	0.51	0.48	0.43
3.5	0.55	0.52	0.50	0.54	0.52	0.49	0.53	0.51	0.49
4.5	0.59	0.55	0.53	0.58	0.55	0.53	0.56	0.54	0.52
>4.5	0.60	0.57	0.55	0.59	0.57	0.55	0.57	0.56	0.54

**G) Tipo de mantenimiento ( $f_m$ )**

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de suciedad existente en el sitio a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de lámparas defectuosas. Para este diseño se requiere del desarrollo de un buen mantenimiento considerándose un  $f_m = 0.8$ .

**H) Flujo total ( $\Phi$ )**

Las consideraciones hechas hasta este punto, permiten determinar el flujo luminoso necesario para determinar el nivel de iluminación requerido para las instalaciones a construir. Determinándose el flujo total por:

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

**Tabla 11. Flujos totales en las diferentes áreas.**

Espacio		$\Phi_T$ [lm]
Área 1	Fu (0.66)	52320
Área 2	Fu(0.47)	319468
Área 4	Fu(0.76)	26398
Área 3	Fu(0.32)	17929

**I) Número de luminarias de alumbrado interior ( $n$ ):**

Para la obtención del número de lámparas la formula es:  $N = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L}$

De acuerdo a los tipos de lámparas seleccionadas la cantidad media que satisface las necesidades del diseño son las siguientes:

**Tabla 12. Numero de luminarias requeridas.**

Espacio	N
Área 1	10
Área 2	61
Área 4	5
Área 3	4

**J) Número de reflectores de alumbrado exterior ( $n$ ):**

De acuerdo a la distribución de la edificación y repartición del moblado los reflectores de iluminación exterior se distribuyen de manera uniforme en la edificación. Numero de Lámparas Requeridas: 8

**k) Alumbrado de emergencia**

Debe existir suministro ininterrumpido para iluminación en sitios y áreas donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación. Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben permanecer en funcionamiento un mínimo de 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.<sup>4</sup> De acuerdo con el artículo 16 del RETIE

**Imagen 6. Lámpara de emergencia Iluram.**



**Fuente. <http://www.iluram.com>**

Sistema automático estacionario para proveer iluminación de emergencia al faltar energía eléctrica. Equipo con dos luminarias halógenas a 12 V, el equipo consta de un cargador electrónico de estado sólido con regulador de voltaje., fusibles de protección e interruptores de apagado y encendido.

- Referencia L2M-12 H
- Contenido de la Caja: Metalica
- Voltaje de Baterias: 12 VDC
- Tipo de Luminarias: Halogenas
- Cantidad de luminarias: 2
- Vatiage por luminaria: 20 W
- Tiempo de operación 2 Lum : 4 Horas

---

<sup>4</sup> *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*  
Artículo 16°. ILUMINACIÓN, ítem 2.

Especial para operar en lugares donde la eficiencia lumínica y la duración son primordiales.<sup>5</sup>

Distribución aleatoria en las siguientes áreas: Cuarto de Sistema, Cuarto Eléctrico, Salidas y pasillo principal de la Edificación de las oficinas.

Numero de Lámparas Requeridas: 6

---

<sup>5</sup> [http://www.iluram.com/espanol/catalogo/09\\_is.htm#9is\\_1](http://www.iluram.com/espanol/catalogo/09_is.htm#9is_1)

## **5.2 CIRCUITOS RAMALES Y SUS PROTECCIONES ASOCIADAS.**

Los circuitos ramales requeridos dentro del diseño del grupo de oficinas, se determinan mediante la agrupación de acuerdo a sus características, en circuitos de Alumbrado General (Iluminación, Tomas No regulados y regulados), pequeños artefactos eléctricos y Circuitos con fines específicos. Cada circuito independiente amerita el cálculo tanto de la capacidad de los conductores de acuerdo a la carga, como de sus protecciones asociadas; para lo anterior, los parámetros básicos para el diseño cobijado por el reglamento técnico RETIE y la norma NTC 2050 son:

Los circuitos ramales de alumbrado general que se contemplan para este diseño y en cumplimiento con el artículo 210-3 de la NTC 2050 se pueden clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

Los conductores deben cumplir con una capacidad de corriente y sección transversal mínima de acuerdo a los requerimientos y uso del circuito. Teniendo una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que se va alimentar, según artículo 210-19 de la NTC 2050.

En cumplimiento con el artículo 220-3 inciso b, refiriéndose a la tabla 220-3 norma NTC 2050, la carga mínima por metro cuadrado de la superficie de suelo no debe ser menor a los mencionados en VA/m<sup>2</sup>, además de tener presente en cuanto al artículo 220-3 inciso a) que la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Los requisitos a cumplir, en cuanto a las necesidades y requerimientos básicos de un circuito ramal, se encuentran definidos por los artículos 210-23 y 210-24 de la NTC 2050, en la tabla 210-24

**Tabla13. Resume de requisitos de los circuitos ramales de la NTC2050**

Intensidad nom. del circuito	15 amperios	20 amperios	30 amperios	40 amperios	50 amperios
Conductores (Sección mínima):					
Cables del circuito*	14	12	10	8	6
Tomas de corriente derivadas	14	14	14	12	12
Cables y cordones de aparatos	Véase Sección 240-4				
<b>Protección contra sobreintensidad</b>	<b>15 amperios</b>	<b>20 amperios</b>	<b>30 amperios</b>	<b>40 amperios</b>	<b>50 amperios</b>
Dispositivos de toma de corriente: Portalámparas permitidos Intensidad admisible de la toma**	De cualquier tipo 15 A máx.	De cualquier tipo 15 o 20 A	Reforzados 30 A	Reforzados 40 o 50 A	Reforzados 50 A
<b>Carga máxima</b>	<b>15 amperios</b>	<b>20 amperios</b>	<b>30 amperios</b>	<b>40 amperios</b>	<b>50 amperios</b>
Carga permisible	Véase Sección 210-23(a)	Véase Sección 210-23(a)	Véase Sección 210-23(b)	Véase Sección 210-23(c)	Véase Sección 210-23(c)

\* Estos números se refieren a conductores de cobre.

\*\* Para la intensidad de los aparatos de iluminación por descarga conectados con cordón y clavija, véase Sección 410-30(c).

**Fuente: Código eléctrico Colombiano NTC2050, Tabla 210-24 Resume de requisitos de los circuitos ramales**

Además del número de circuitos ramales convencionales deben existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en Artículo 210-52 para pequeños artefactos.

Los circuitos ramales para alimentación de equipos informáticos deben cumplir los ítems mencionados en el artículo 645-5.

Los aires acondicionados que dispongan de una sola unidad de motor y son para uso en oficinas independientes, pasillos y cuartos deben cumplir con los incisos a), b),c) y d) en cuanto a requisitos de circuitos ramales, de acuerdo con el artículo 440-62 del ítem G

Las unidades de aires acondicionados equipadas con motocompresores y otras cargas, y de uso en grandes espacios como es el del caso del salón de los puestos de trabajos deben tener presente los artículos del ítem D de la sección 440 de la norma NTC2050 en cuanto a las especificaciones de sus circuitos ramales.

Los conductores eléctricos con base en la tabla 310-16 de la NTC2050 tienen especificadas sus capacidades de corriente para un nivel de tensión entre 0 y 2000V estando dentro de los niveles de tensión a manejar en el diseño de la instalación eléctrica.

La capacidad de corriente nominal que soporta un conductor de determinado calibre seleccionado se encuentra afectada por factores que depende tanto de la topología del circuito como de agentes externos. Partiendo de la selección normalizada del conductor se procede a evaluar cuanto se afecta la capacidad de estos por el número de conductores en una misma canalización, temperatura ambiente y la caída de tensión por longitud. De la sección 210-19, inciso a), para los conductores de los circuitos ramales se recomienda tener un calibre que evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% de la salida (Tomacorriente) mas lejana, para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas.

Todos los conductores de circuitos ramales y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad de corriente nominal o ajuste: 1) que no supere a la especificada en el Artículo 240-3 para los conductores según su capacidad de corriente como se especifica en el artículo 310-15, 2) que no supere a la especificada en las Secciones: 210 de circuitos ramales, 422 de artefactos eléctricos y 440 para equipos de aire acondicionado y refrigeración estando estas secciones referenciadas en el Artículo 240-2.

Para la selección del conductor de puesta a tierra de los equipos, se remite a la tabla 250-95 de la NTC 2050 en la cual se tabula el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos.

**Tabla 14. Sección mínima de los conductores de tierra de equipos para canalizaciones y equipos de la NTC 2050.**

Intensidad o posición máxima del dispositivo automático de protección contra sobreintensidad en el circuito antes de los equipos, conductos, etc. (amperios)	Sección	
	Cable de cobre nº	Cable de aluminio o de aluminio revestido de cobre* nº.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2

Fuente: Código Eléctrico Colombiano NTC2050, Tabla 250-95 Sección mínima de los conductores de tierra de equipos para canalizaciones y equipos

**- Criterios de carga mínima por unidad de área**

El reglamento técnico exige una carga mínima instalada para alumbrado de uso general la cual no debe ser menor a los valores estipulados en la tabla 220-3 b) de la NTC 2050 dependiendo del tipo de ocupación para el cual se este diseñando; Para el caso de Edificio de oficina el valor de la carga no debe ser menor a 38VA/m<sup>2</sup>; con este concepto verificamos que cumpla con la carga instalada.

De acuerdo con los planos cubriendo las áreas de las oficinas principales, pasillos, salas de juntas, salón de puestos de trabajos, baños, cocinas, cuarto eléctrico se obtiene un área de 373.79 m<sup>2</sup>

$$\text{Carga min.} = 373.79 \text{ m}^2 \cdot 38 \frac{\text{VA}}{\text{m}^2} = 14204.02\text{VA}$$

## - Regulación de Tensión

Uno de los aspectos primordiales al dimensionarlos conductores que forman parte de una instalación eléctrica, es el Porcentaje de Caída de Tensión para cada uno de los circuitos ramales y alimentadores.

Para circuitos monofásicos:

$$\%V = \frac{2 \cdot Z \cdot L \cdot I}{V_{F-N}} \cdot 100$$

**Ecuación 1.**

Para circuitos Trifásicos:

$$\%V = \frac{Z \cdot L \cdot I}{V_{Linea}} \cdot 100$$

**Ecuación 2.**

**L:** Longitud del circuito en Km.

**I:** Corriente del circuito en A.

**Z<sub>EF</sub>:** Impedancia eficaz en ohm/Km.

**V<sub>F-N</sub>:** Tensión Fase- Neutro.

**V<sub>línea</sub>:** Tensión de línea.

### 5.2.1 CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

La distribución de la edificación y el material de las estructura es PVC prefabricado "Royalco" y en el 70% del diseño de la edificación no se dispone de cielo raso, puesto que agrupar un numero muy grande de carga es una dificultad, debido que no se quieren métodos de canalizaciones para alambrado que queden a la vista, por tanto no se agrupan los circuitos tratando de minimizar la cantidad de circuitos ramales si no buscando una alta confiabilidad y operación, y a la vez una armonía del alambrado y del sistema de iluminación con el entorno.

### 5.2.1.1 Cuantificación de cargas

En cumplimiento con el estudio de iluminación realizado para los diferentes espacios de las oficinas y sus necesidades de acuerdo a su distribución se dispone de las siguientes cargas.

**Tabla 15. Cuantificación de cargas de Alumbrado.**

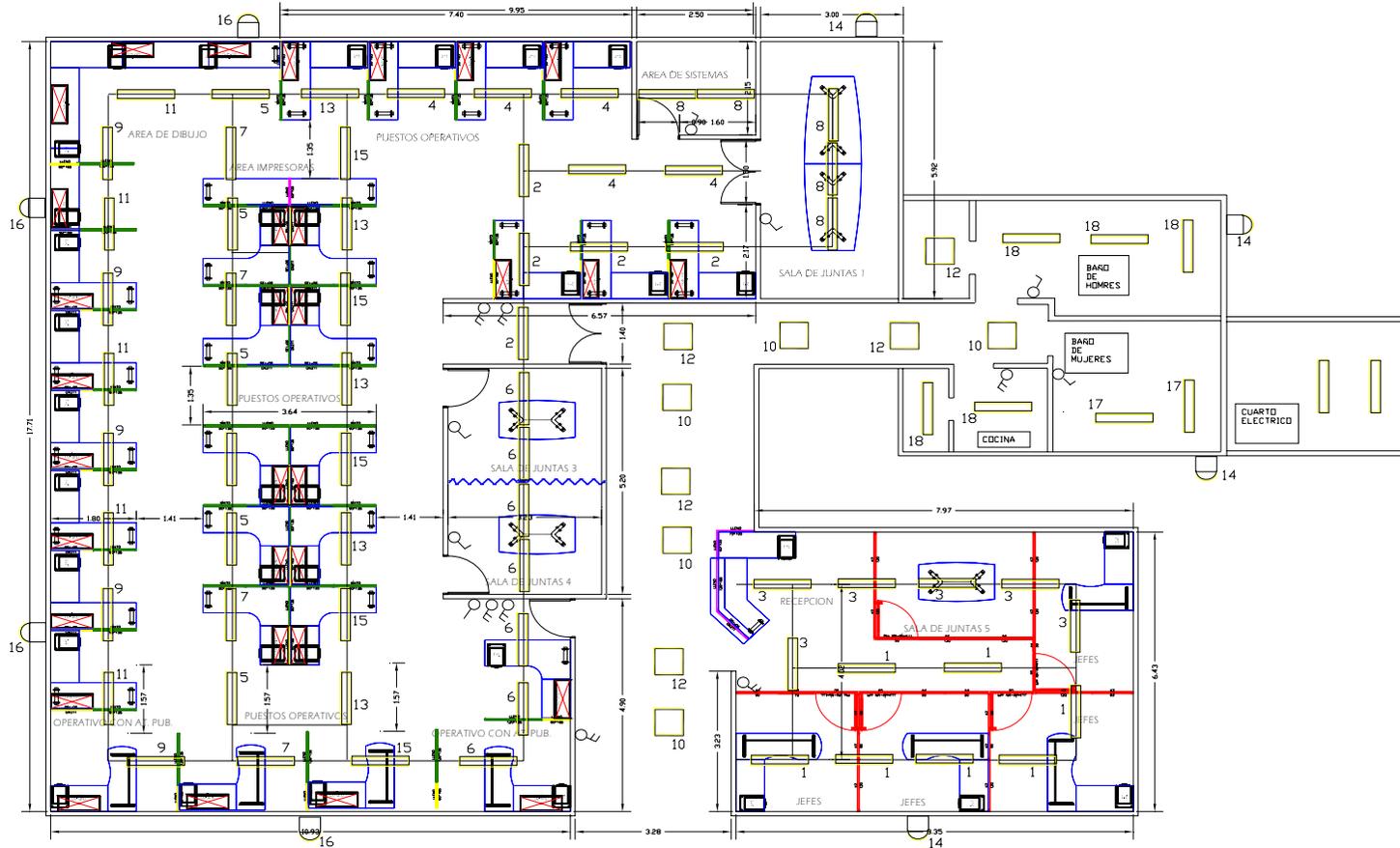
<b>APARATO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>
Salida de alumbrado interior 64 W @ 110 V	72	4608
Salida de alumbrado interior 72 W @ 110 V	10	720
Salidas de alumbrado exterior 100 W @ 110 V	8	800
<b>POTENCIA TOTAL</b>		6128

De acuerdo a lo especificado artículo 220-3 inciso a) de NTC2050, además de considerarse todas las cargas de alumbrado del diseño de las oficinas como cargas continuas puesto que su tiempo de operación es mayor de tres horas, la capacidad nominal de los circuitos ramales no debe ser menor al 1.25 del total de la cargas agrupadas en cada uno de los circuitos.

La capacidad mínima de corriente de los conductores sin aplicarle ningún factor ajuste de corrección, su capacidad de corriente debe ser igual o mayor solamente al 1.25 de la carga continua puesto que no se consideraron cargas no continuas.

Teniendo el total de cargas y las restricciones y requerimientos anteriores es posible agrupar de forma balanceada las cargas definiendo así los circuitos ramales de alumbrado. Puesto que se va tener un tablero de distribución específico para alumbrado con sus protecciones asociadas.

**Plano 5. Distribución de Alumbrado Interior y Exterior con sus respectivos Circuitos**



Fuente: Plano. Distribución de Alumbrado Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A

### 5.2.1.2 Circuitos Ramales de alumbrado y Protecciones Asociadas

**Tabla 16. Circuitos ramales de alumbrado en la Fase R.**

Ubicación	Numero de Luminarias	Carga de alumbrado (VA)	Carga de alumbrado (A)	Carga Total (A)	Circuito F-N
Luminarias pasillo oficinas principal	7	560	4,7	5,87	1R
Pasillo Circundantes cuarto de sistema	5	400	3,3	4,12	2R
Fila 2 central puestos de trabajos centrales	5	400	3,3	4,12	7R
Cuarto de sistema y sala de junta principal	5	400	3,3	4,12	8R
Fila 3 puestos de trabajos paralelos sala de junta Multiplex	5	400	3,3	4,12	13R
Alumbrado Exterior Trasero	4	500	4,2	5,25	14R
<b>TOTAL</b>	31	2660	22,1	27,60	

**Tabla 17. Circuitos ramales de alumbrado en la Fase S.**

Ubicación	Numero de Luminarias	Carga de alumbrado (VA)	Carga de alumbrado (A)	Carga Total (A)	Circuito F-N
Oficinas principales y recepción	6	480	4	5	3S
Entrada secundaria a puesto de trabajo circundantes a cuarto de sistema	5	400	3,3	4,12	4S
Fila 1 puestos de trabajos paralela oficinas viejas	5	400	3,3	4,12	9S
Pasillo entrada principal	5	450	3,75	4,68	10S
Fila 3 puestos de trabajos paralelos sala de junta Multiplex	5	400	3,3	4,12	15S
Alumbrado Exterior Delantero	4	500	4,2	5,25	16S
<b>TOTAL</b>	30	2630	21,85	27,29	

**Tabla 18. Circuitos ramales de alumbrado en la Fase T.**

Ubicación	Numero de Luminarias	Carga de alumbrado (VA)	Carga de alumbrado (A)	Carga Total	Circuito F-N
Fila 2 central puestos de trabajos centrales	5	400	3,3	4,12	5T
Salas de junta compartidas y puestos de trabajo fila 4	7	560	4,7	5,87	6T
Fila 1 puestos de trabajos paralela oficinas viejas	5	400	3,3	4,12	11T
Pasillo entrada principal	5	450	3,75	4,68	12T
Baño Mujeres	2	160	1,3	1,62	17T
Cocina y Baño hombre	5	400	3,3	4,12	18T
<b>TOTAL</b>	29	2130	17,65	24,53	

En cumplimiento con la NTC2050 y con base a los cálculos obtenidos la capacidad de corriente de los circuitos ramales no superan los 15 A, por tanto el calibre mínimo seleccionado de los conductores es 14 AWG para todos los circuitos ramales de alumbrado, que de acuerdo a lo referenciado a la tabla 310-16 de la NTC2050, tiene una capacidad de corriente de 20 A @ 75° C.

El artículo 210-19 inciso c) de la NTC2050 hace referencia por medio de la lista del artículo 210-2 que las casas prefabricadas en sus circuitos ramales deben tener una capacidad suficiente para sus cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG).

**Tabla 19. Selección de conductores de circuitos de alumbrado y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de (A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
1R	15	20	8,44	1,65	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
2R	15	9,5	8,44	0,55	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
7R	15	34,5	8,44	1,99	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
8R	15	15	8,44	0,86	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN

13R	15	3,5	8,44	0,20	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
14R	20	50	5,25	2,32	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN

**Tabla 20. Selección de conductores de circuitos de alumbrado y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de _(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
3S	15	24	8,44	1,68	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
4S	15	8	8,44	0,46	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
9S	15	37	8,44	2,14	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
10S	15	16	8,44	1,05	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
15S	15	32	8,44	1,85	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
16T	15	50	5,25	2,32	CABLE ENCAUC.12 AWG THWN

**Tabla 21. Selección de conductores de circuitos de alumbrado y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de _(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
5T	15	35	8,44	2,03	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
6T	15	17	8,44	1,40	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
11T	15	36,5	8,44	2,12	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
12T	15	17	8,44	1,12	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
17T	15	25	8,44	0,56	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN
18T	15	37	8,44	2,14	CABLE ENCAUC. 14 AWG THWN

En la distribución de los circuitos ramales de alumbrado es necesario definir que tipo de conductor es el mas apropiado para la instalación, posteriormente de haberlo seleccionado, hay que aplicar diversos factores de corrección como verificar la regulación de tensión, teniendo que seleccionar un conductor de mayor calibre para los circuitos 14R y 16T puesto que no cumplían con el porcentaje máximo del 3% expresado en el artículo 210-19 inciso a) nota 4 de la NTC2050.

La protección contra sobrecorriente de cada uno de los circuitos ramales se debe seleccionar de acuerdo a las especificaciones del artículo 240-6 de la

NTC2050, teniendo en cuenta los valores nominales especificados y tomando el valor de la corriente nominal de cada circuito.

El calibre de tierra de los equipos depende del dispositivo del circuito ramal, para es

**Tabla 22. Selección de protecciones de circuitos ramales de alumbrado.**

Circuito	Protección de sobrecorriente (A) @ 120 V		Calibre mínimo conductor(Cobre) de puesta a tierra de equipos (AWG)
1R 2R 7R 8R 13R 3S 4S 9S 10S 15S 5T 6T 11T 12T 17T 18T	15	Monopolar	14
14R , 16 T	20	Monopolar	12

## **5.2.2 CIRCUITOS NO REGULADOS Y PEQUEÑOS ARTEFACTOS ELÉCTRICOS.**

El diseño de la edificación en su gran mayoría corresponde a puestos de trabajo por muebles y divisiones de oficinas personales de áreas comprendidas entre 3.4m<sup>2</sup> y 6m<sup>2</sup> Por tanto el diseño no se acoge a lo mencionado en la NTC2050 específicamente artículo 210-52 inciso a) que hace referencia a unidades de vivienda, mas sin embargo se mantiene el cumplimiento de las distancias 1.8m entre tomacorrientes de puestos de trabajos, y la no distribución de salidas en espacios no considerados como paredes y de circulación de personal. El número mínimo de circuitos ramales se determina a partir de la carga total calculada y capacidad nominal de los circuitos utilizados.

Puesto que la edificación dispone de una zona de cocina por tanto se hace necesario el cumplimiento del inciso b) artículo 220-4 de la NTC2050, el cual menciona que además de los circuitos ramales para otros fines, deben existir uno o mas circuitos ramales de 20 A para las salidas de tomacorrientes especificadas en el artículo 210-52 para pequeños artefactos.

En cuanto a la zona de baños acogiéndose al inciso d) del artículo 210-52 de la NTC2050 referenciado a unidades de viviendas, se debe instalar por lo menos un tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamos, debiendo estar alimentado por lo menos de un circuito ramal de 20 A.

Tendiéndose en cuenta para las zonas de la cocina y baños de acuerdo con el artículo 210-8 de la NTC2050: inciso a) numeral 6) referenciado a cocinas de unidades de viviendas y al inciso b) 1) referenciado a cuartos de baños. Los tomacorrientes monofásicos instalados en estos lugares de la edificación deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI).

### 5.2.2.1 Cuantificación de cargas

En cumplimiento con la distribución y necesidades en la edificación se dispone de las siguientes cargas como en las salidas de tomas no reguladas.

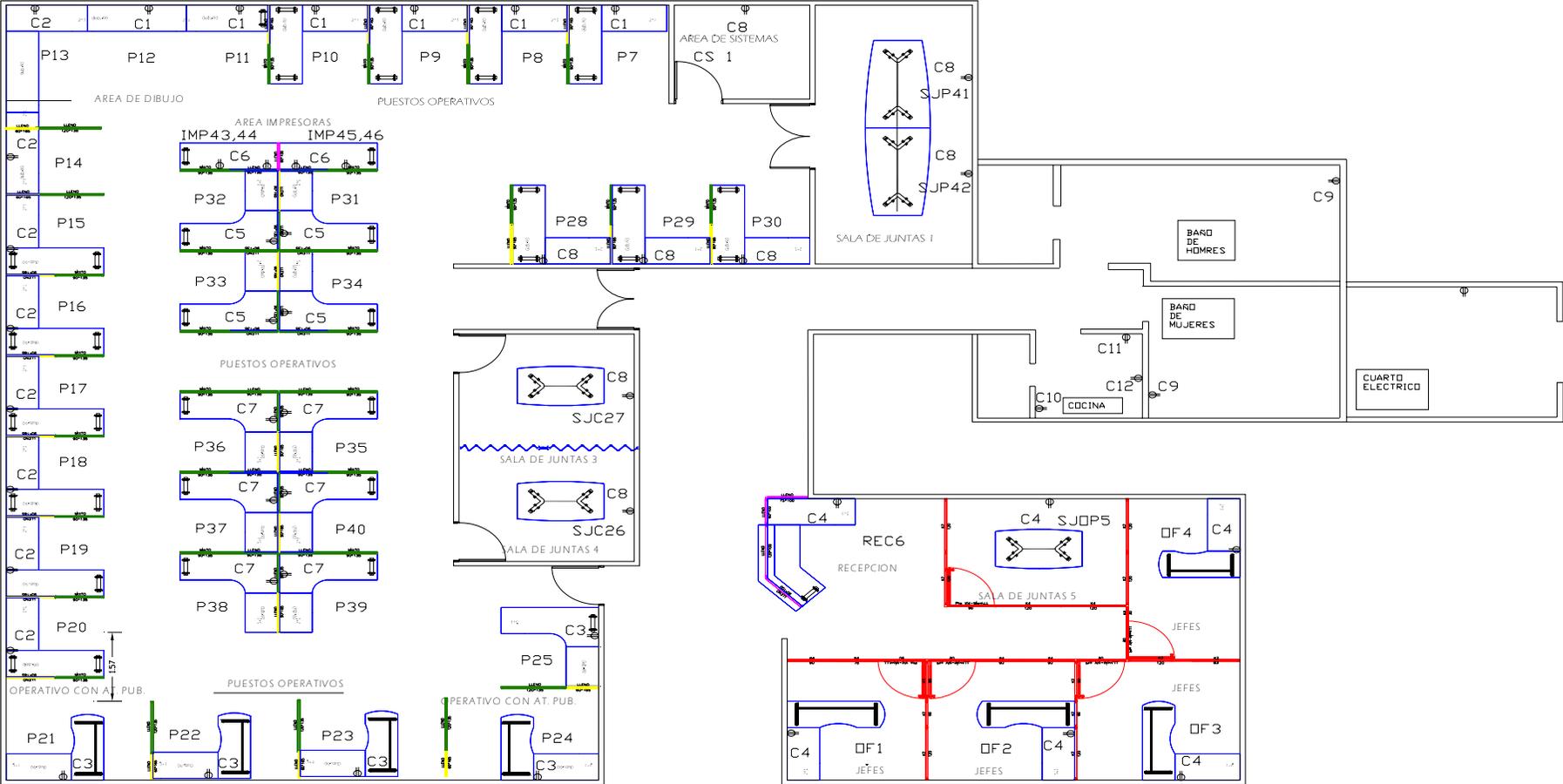
**Tabla23. Cuantificación de cargas de No Reguladas.**

<b>SALIDAS DE TOMA CORRIENTES</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (w)</b>
Salida Eléctrica puestos de trabajo -180 W @ 110 V	39	7020
Salida Eléctrica Salas de junta - 180 W @ 110 V	5	900
Salida Eléctrica Baños - 180 W @ 110 V	2	360
<b>TOTAL</b>	44+ 2GFCI	8280

**Tabla24. Cuantificación de cargas de Pequeños Artefactos.**

<b>PEQUEÑOS ARTEFACTOS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (w)</b>
Nevera - 200 W @ 110 V	1	200
Dispensador de agua - 550 W @ 110 V		550
Greca - 1200 W @ 110 V	1	1200
Micro Ondas - 1200 W @ 110 V	1	1200
Impresora - 110 W @ 110 V	1	110
Plotter - 1500 W @ 110 V	1	1400
<b>TOTAL</b>	2 + 3 GFCI	4660

**Plano 6. Distribución de Tomacorrientes No Regulados**



**Fuente: Plano. Distribución de Tomacorrientes No Regulados. Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A.**

### 5.2.2.2 Circuitos Ramales de Salidas de Tomas y Protecciones Asociadas

Teniendo el total de las cargas de acuerdo a los requerimientos de la instalación es posible agruparlas de forma balanceada, definiendo así los circuitos ramales de salidas de tomacorrientes no regulados y de pequeños artefactos.

**Tabla 25. Circuitos ramales de Salidas No Reguladas en la Fase R.**

Ubicación	Numero de Salidas	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-N
P7, P8, P9, P10, P11, P12	6	1080	9	11,25	R1
P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20	8	1800	15	18,75	R2
P35, P36, P37, P38, P39, P40	6	1350	11,25	14,06	R7
SJC 26, SJC 27, P28, P29, P30, SJP41, SJP42, CS	8	1800	15	18,75	R8
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>6030</b>	<b>50,25</b>	<b>62.81</b>	

**Tabla 26. Circuitos ramales de Salidas No Reguladas en la Fase S.**

Ubicación	Numero de Salidas	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-N
P21, P22, P23, P24, P25	5	1125	9,37	11,71	S3
OF1, OF 2, OF 3, OF 4, SJOP 5, REC 6	7	1575	13,75	17,18	S4
BM -BH	2	450	3,75	4,68	S9
Nevera – Dispensador de agua *	1	937,5	7,81	9,76	S10
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>4087,5</b>	<b>34,68</b>	<b>43.33</b>	

**Tabla 27. Circuitos ramales de Salidas No Reguladas en la Fase T.**

Ubicación	Numero de Salidas	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-N
P31, P32, P33, P34	4	900	7,5	11,71	T5
IMP 43;44, IMP 45;46 *	2	1887,5	15,72	19,65	T6
Microondas *	1	1500	12,5	15,65	T11
Greca *	1	1500	12,5	15,65	T12
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>5787,5</b>	<b>48,22</b>	<b>60.25</b>	

*Nota: Equipos con (\*) son pequeños artefactos eléctricos*

En cumplimiento con la NTC2050 y con base a los cálculos obtenidos la capacidad de corriente de los circuitos ramales no superan los 20 A, por tanto el calibre mínimo seleccionado de los conductores es 12 AWG para todos los circuitos ramales de tomacorriente, que de acuerdo a lo referenciado a la tabla 310-16 de la NTC2050, tiene una capacidad de corriente de 25 A @ 75° C.

De acuerdo con la NTC2050, El artículo 210-19 inciso c) hace referencia por medio de la lista del artículo 210-2 que las casas prefabricadas en sus circuitos ramales deben tener una capacidad suficiente para sus cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG).

**Tabla 28. Selección de conductores de circuitos de Salida No Reguladas y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de ___(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
R1	20	22	5,25	2,16	Cable Monopolar CAL.12 THW
R2	20	29	3,28	2,9	Cable Monopolar CAL.10 THW
R7	20	25	3,28	1,92	Cable Monopolar CAL.10 THW
R8	20	16	5,25	2,62	Cable Monopolar CAL.12 THW

**Tabla 29. Selección de conductores de circuitos de Salida No Reguladas y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de ___(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
S3	20	38	3,28	2,43	Cable Monopolar CAL.10 THW
S4	20	28	3,28	2,62	Cable Monopolar CAL.10 THW
S9	20	15	5,25	0,61	Cable Monopolar CAL.12 THW
S10	20	9	5,25	0,76	Cable Monopolar CAL.12 THW

**Tabla 30. Selección de conductores de circuitos de Salida No Reguladas y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de ___(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
T5	20	15	5,25	1,53	Cable Monopolar CAL.12 THW
T6	20	16	5,25	2,75	Cable Monopolar CAL.12 THW
T11	20	10	5,25	1,36	Cable Monopolar CAL.12 THW
T12	20	8	5,25	1,09	Cable Monopolar CAL.12 THW

En la distribución de los circuitos ramales de tomacorrientes no regulados es necesario definir que tipo de conductor es el mas apropiado para la instalación, posteriormente de haberlo seleccionado, hay que aplicar diversos factores de corrección como verificar la regulación de tensión, teniendo que seleccionar un conductor de mayor calibre para los circuitos R2, R7, S3 y S4 puesto que no cumplen con el porcentaje máximo del 3% expresado en el artículo 210-19 inciso a) nota 4 de la NTC2050.

La protección contra sobrecorriente de cada uno de los circuitos ramales se debe seleccionar de acuerdo a las especificaciones del artículo 240-6 de la NTC2050, teniendo en cuenta los valores nominales especificados y tomando el valor de la corriente nominal de cada circuito.

El calibre de tierra de los equipos depende del dispositivo del circuito ramal, para esto se tiene en cuenta la tabla 250-95 de la NTC2050.

**Tabla 31. Selección de protecciones de circuitos ramales de Salidas No Reguladas.**

Circuito	Protección de sobrecorriente (A) @ 120 V		Calibre mínimo conductor(Cobre) de puesta a tierra de equipos (AWG)
R1 R2 R7 R8 S3 S4 S9 S10 T5 T6 T11 T12	20	Monopolar	12

### 5.2.3 CIRCUITOS DE SALIDAS DE TOMACORRIENTES REGULADOS

Los circuitos ramales para alimentación de equipos informáticos deben tener los requerimientos con base a la NTC2050 el artículo 645-5 inciso a), indica que los conductores de todos los circuitos ramales que alimenten a equipos de procesamiento de datos deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la carga total conectada. Y con base al inciso b) su medio de conexión deben ser Cables y clavijas aptos para computadores y equipos de proceso de datos.

#### 5.2.3.1 Cuantificación de cargas

En cumplimiento con la distribución y necesidades en la edificación se dispone de las siguientes cargas como en las salidas de tomas no reguladas.

*Tabla 32. Cuantificación de cargas de Salidas Reguladas*

APARATO	Cantidad	Potencia (w)
Salida Eléctrica puestos de trabajo -250 W @ 120 V	45	11250

#### 5.2.3.2 Circuitos Ramales de Salidas de Tomas Regulados y Protecciones Asociadas

Teniendo presente el total de las cargas de acuerdo a los requerimientos de la instalación es posible agruparlas de forma balanceada, definiendo así los circuitos ramales de salidas de tomacorrientes regulados.

**Tabla33. Circuitos ramales de Salidas Reguladas en la Fase R**

Ubicación	Numero de Salidas	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-N
P7, P8, P9	3	937,5	7,81	9,77	1R
P10, P11, P12, P13	4	1250	10,42	13,02	2R
P31, P32, P33, P34	4	1250	10,42	13,02	5R
P35, P39, P40	3	937,5	7,81	9,77	6R
CS1, CS2, CS3	3	937,5	7,81	9,77	9R
SJC26, SJC27, P28, P29, P30	5	1562,5	13,02	16,28	10R
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>6875</b>	<b>57,29</b>	<b>71,61</b>	

**Tabla 34. Circuitos ramales de Salidas Reguladas en la Fase S**

Ubicación	Numero de Salidas	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-N
P14, P15, P16, P17	4	1250	10,42	13,02	3S
P18, P19, P20, P21	4	1250	10,42	13,02	4S
P36, P37, P38	3	937,5	7,81	9,77	7S
P22, P23, P24, P25	4	1250	10,42	13,02	8S
OF 4, SJOP 5, REC 6	3	937,5	7,81	9,77	11S
OF 1, OF 2, OF 3	3	937,5	7,81	9,77	12S
SJP41, SJP42	2	625	5,21	6,51	13S
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>7187,5</b>	<b>59,90</b>	<b>74,87</b>	

En cumplimiento con la NTC2050 y con base a los cálculos obtenidos la capacidad de corriente de los circuitos ramales no superan los 15 A, por tanto el calibre mínimo seleccionado de los conductores es 12 AWG para todos los circuitos ramales de tomacorriente, que de acuerdo a lo referenciado a la tabla 310-16 de la NTC2050, tiene una capacidad de corriente de 25 A @ 75° C.

De acuerdo con la NTC2050, El artículo 210-19 inciso c) hace referencia por medio de la lista del artículo 210-2 que las casas prefabricadas en sus circuitos ramales deben tener una capacidad suficiente para sus cargas conectadas y una sección transversal no menor a 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG).

**Tabla 35. Selección de conductores de circuitos de Salida Reguladas y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de ___(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
1R	20	14	5,25	1,20	Cable Monopolar CAL.12 THW
2R	20	21	5,25	2,39	Cable Monopolar CAL.12 THW
5R	20	19	5,25	2,16	Cable Monopolar CAL.12 THW
6R	20	24	5,25	2,05	Cable Monopolar CAL.12 THW
9R	20	4	5,25	0,34	Cable Monopolar CAL.12 THW
10R	20	12	5,25	1,71	Cable Monopolar CAL.12 THW

**Tabla 36. Selección de conductores de circuitos de Salida Reguladas y Cálculo de regulación.**

Circuito	Circuito de ___(A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
3S	20	29	3,28	2,06	Cable Monopolar CAL.10 THW
4S	20	37	3,28	2,63	Cable Monopolar CAL.10 THW
7S	20	24	5,25	2,05	Cable Monopolar CAL.12 THW
8S	20	29	3,28	2,06	Cable Monopolar CAL.10 THW
11S	20	20	5,25	1,71	Cable Monopolar CAL.12 THW
12S	20	31	5,25	2,65	Cable Monopolar CAL.12 THW
13S	20	11	5,25	0,63	Cable Monopolar CAL.12 THW

En la distribución de los circuitos ramales de tomacorrientes regulados es necesario definir que tipo de conductor es el mas apropiado para la instalación, posteriormente de haberlo seleccionado, hay que aplicar diversos factores de corrección como verificar la regulación de tensión, teniendo que seleccionar un conductor de mayor calibre para los circuitos 8R, 3S y 4S puesto que no cumplen con el porcentaje máximo del 3% expresado en el artículo 210-19 inciso a) nota 4 de la NTC2050.

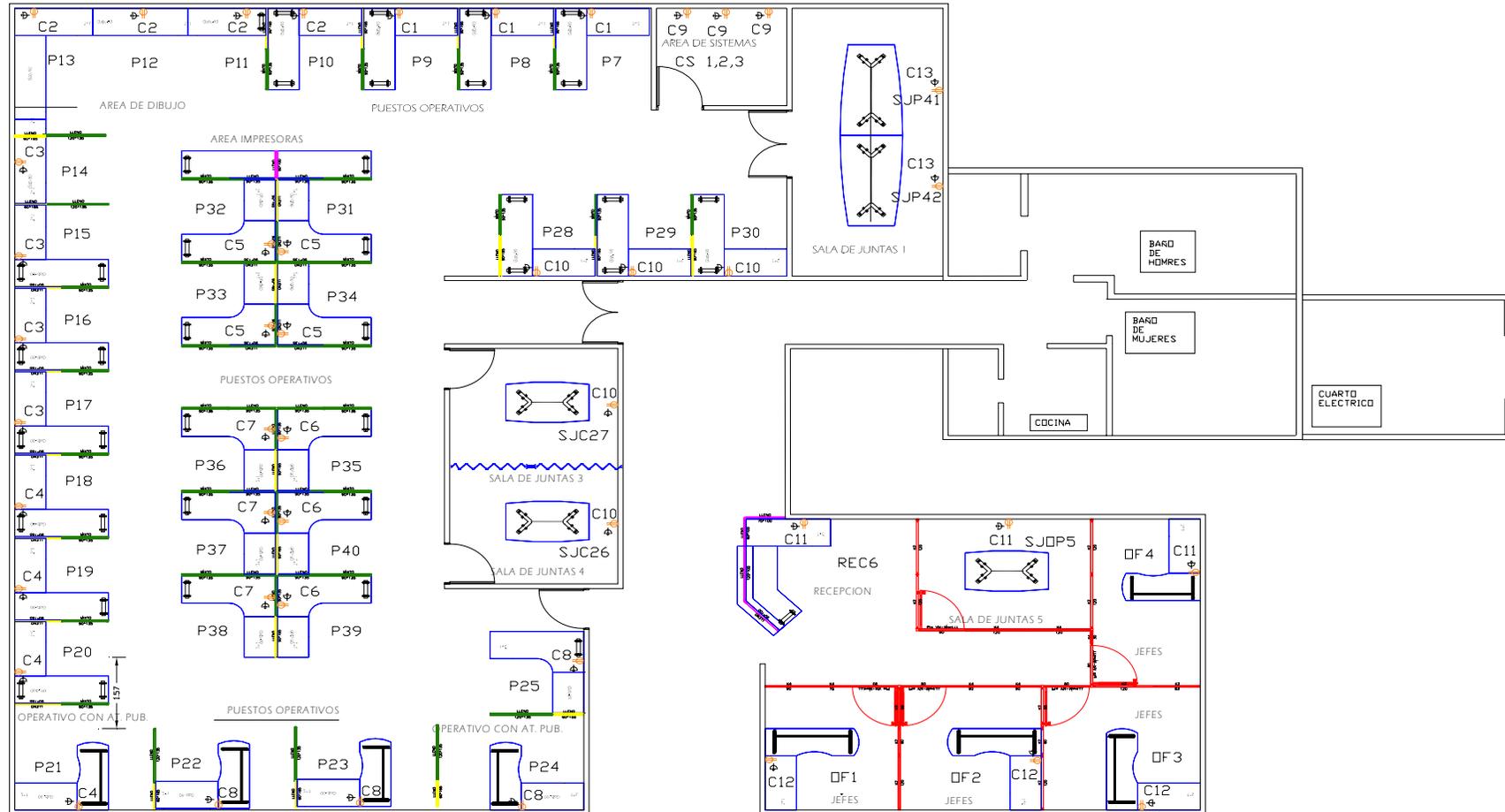
La protección contra sobrecorriente de cada uno de los circuitos ramales se debe seleccionar de acuerdo a las especificaciones del artículo 240-6 de la NTC2050, teniendo en cuenta los valores nominales especificados y tomando el valor de la corriente nominal de cada circuito.

El calibre de tierra de los equipos depende del dispositivo del circuito ramal, para esto se tiene en cuenta la tabla 250-95 de la NTC2050.

**Tabla 37. Selección de protecciones de circuitos ramales de Salidas Reguladas.**

Circuito	Protección de sobrecorriente (A) @ 120 V		Calibre mínimo conductor(Cobre) de puesta a tierra de equipos (AWG)
1R 2R 5R 6R 9R 10R 3S 4S 7S 8S 11S 12S 13S	20	Monopolar	12

**Plano 7. Distribución de Tomacorrientes Regulados (Con tierra aislada).**



Fuente: Plano. Distribución de Tomacorrientes Regulados (Con tierra aislada) Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A.

#### **5.2.4 CIRCUITOS RAMALES DE AIRES ACONDICIONADOS**

Los circuitos ramales para alimentación de equipos de aires acondicionados a instalar en las oficinas independientes, salas de junta, cuarto de sistema y pasillos principales. Puesto que disponen de una sola unidad motor, se debe tener en cuenta de acuerdo a la NTC2050 el ítem G en el artículo 440-62 el cual se refiere a los aires con estas características especificando como requisitos de los circuitos ramales como: inciso a) A efectos de cálculo de los requisitos del circuito ramal se debe considerar que vaya conectado con cordón y clavija, su designa como monofásico para no más de 40 A y 250 V nominales y aparezca en su placa de características la corriente total a la carga nominal, en lugar de las corrientes individuales de cada motor. Para así seleccionar la capacidad del circuito ramal de acuerdo con el inciso b) como es solo una carga por circuito la corriente a carga nominal rotulada no debe superar el 80% de la capacidad del circuito.

Las unidades de aire acondicionado a instalar están equipadas con dos motocompresores, motores además de cargas combinadas de las cuales dispone la unidad y dentro de las especificaciones del fabricante disponen de las especificaciones con un rotulado de acuerdo con el artículo 440-4 inciso b). En concordancia con lo mencionado, según el artículo 440-35 de la NTC2050 la capacidad de corriente de los conductores no debe ser menor a la capacidad mínima del circuito ramal rotulada en la placa característica del equipo.

### 5.2.4.1 Cuantificación de cargas

**Tabla38. Cuantificación de cargas de Aires Acondicionados.**

APARATO	Cantidad	Potencia (VA)
Mini york 2 TON. @ 220 V.	3	2760
Mini york 1 ½ TON. @ 220 V.	1	2070
Mini york 1 TON. @ 220 V.	6	1380
Unidad de aire acondicionado 10 TON. @ 460 V	2	13700
<b>POTENCIA TOTAL</b>		16994

**Imagen 7. Unidad de Aire Acondicionado 1, 1 ½ o 2 Ton.**



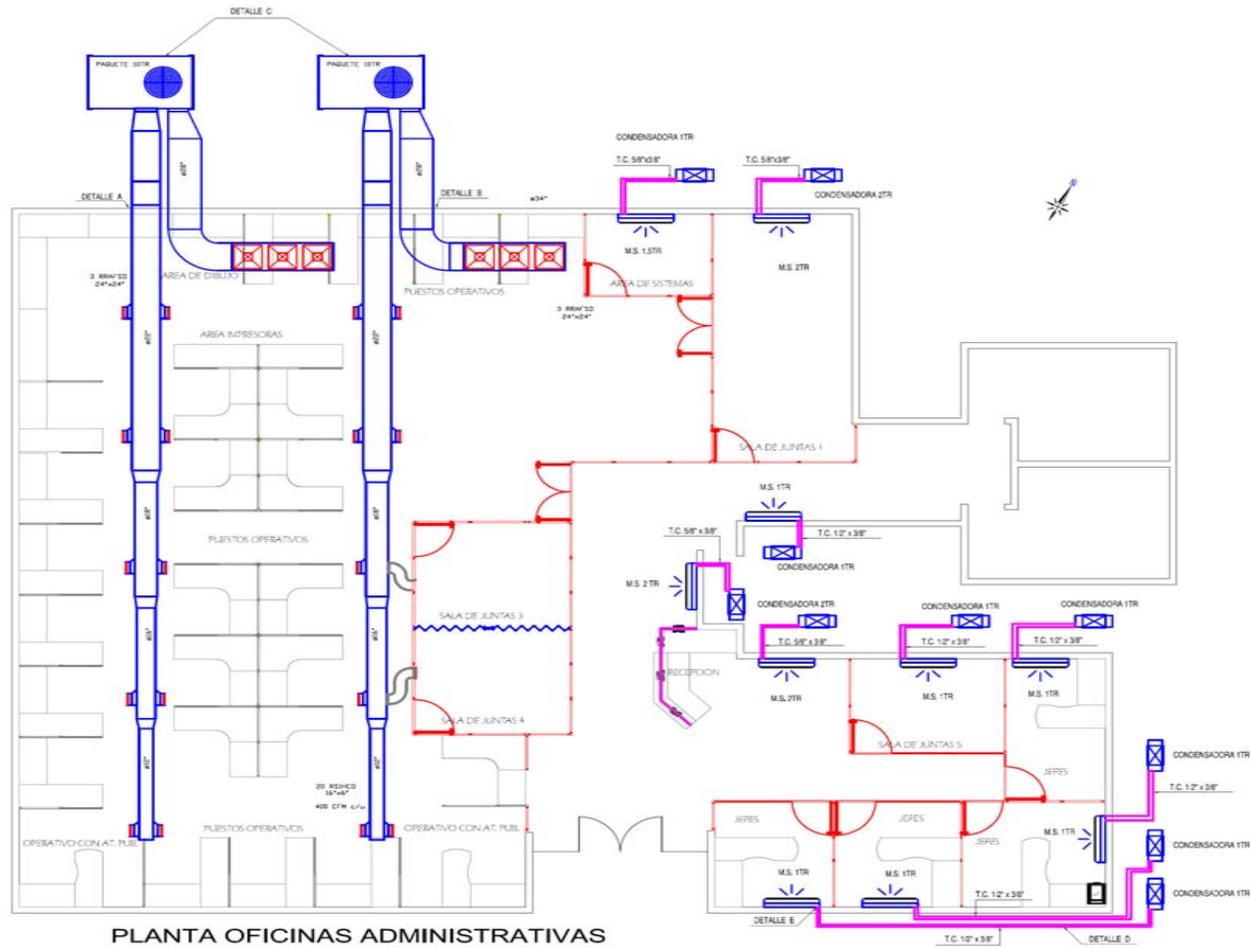
**Fuente. Brochure\_TLCA-TLHA-R22-60Hz**

**Imagen 8. Unidad de Aire acondicionado de 10 Ton.**



**Fuente. <http://www.bid-on-equipment.com/detail~id~30546.htm>**

**Plano 8. Distribución de Unidades de Aires Acondicionados.**



**Fuente: Aires acondicionados Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A**

### 5.2.4.2 Circuitos Ramales de aires mini split @ 208 V, unidades de aire @ 460 V y Protecciones Asociadas.

Teniendo el total de las cargas de acuerdo a los requerimientos de la instalación es posible agruparlas de forma balanceada, definiendo así los circuitos ramales de salidas de los aires acondicionados.

**Tabla 39. Distribución de Aires Acondicionados entre Fases R-S.**

Ubicación	Numero de Mini Splits	Carga (TON)	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-F
Oficina 1	1	1	1380	6,63	8,3	1 R-S
Pasillo Principal	1	2	2760	13,26	16,6	2 R-S
Oficina 4	1	1	1380	6,63	8,3	3 R-S
<b>TOTAL</b>	3	4	5520	26,52	33,2	R-S

**Tabla 40. Distribución de Aires Acondicionados entre Fases T-R.**

Ubicación	Numero de Mini Splits	Carga (Hp)	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-F
Oficina 2	1	1	1380	6,63	8,3	4 T-R
Recepción	1	2	2760	13,26	16,6	5 T-R
Pasillo Principal Cafetería	1	1	1380	6,63	8,3	6 T-R
Sala de juntas oficinas principales	1	1	1380	6,63	8,3	7 T-R
<b>TOTAL</b>	4	5	6900	33,15	41,5	T-R

**Tabla 41. Distribución de Aires Acondicionados entre Fases S-T.**

Ubicación	Numero de Mini Splits	Carga (TON)	Carga (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito F-F
Oficina 3	1	1	1380	6,63	8,3	8 S-T
Cuarto de sistema	1	1.5	2070	9,95	12,4	9 S-T
Sala de juntas Principal	1	2	2760	13,26	16,6	10 S-T
<b>TOTAL</b>	3	4.5	6210	29,84	37,3	S-T

En cuanto a las unidades @ 460 V, de acuerdo a los catálogos del fabricante, el sistema en general tiene demanda de una potencia de 10.96 Kw. con un

factor de potencia de 0.8 y las corrientes de los compresores y motores equivalen a:

- Compresor 1: 9.5 A @ 460 V.
- Compresor 2: 7.5 A @ 460 V.
- Motor fan 1: 0.75 Hp @ 460 V.
- Motor fan 2: 3 Hp @ 460 V. T<sup>6</sup>

**Tabla 42. Distribución de Aires Acondicionados Trifásicos.**

Ubicación	Numero	Carga (TON)	Carga del sistema (VA)	Carga (A)	Carga Total	Circuito R-S-T
Unidad 1	1	10	13700	29.78	37.23	1
Unidad 2	1	10	13700	29.78	37.23	2

De los cálculos obtenidos, la capacidad de corriente de siete de los circuitos ramales no superan los 15 A y otros 3 no superan los 20 A, por tanto el calibre mínimo seleccionado de los conductores es 12 AWG para todos los circuitos ramales de los aires @ 208 V, así como lo indica el artículo 440-60, que de acuerdo a lo referenciado a la tabla 310-16 de la NTC2050, tiene una capacidad de corriente de 25 A @ 75° C. En cuanto a las unidades @ 460 V, los circuitos ramales no superan los 40 A, por lo que el calibre mínimo seleccionado inmediatamente superior es 8 AWG, que de acuerdo a lo referenciado a la tabla 310-16 de la NTC2050, tiene una capacidad de corriente de 25 A @ 75° C.

**Tabla 43. Selección de conductores y Cálculo de regulación.**

Circuito @ 208 V	Circuito de __ (A)	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm / km)	%Regulación Del circuito	Conductor
1 R-S	15	58	5,25	2,43	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN
2 R-S	20	36	3,28	1,88	CABLE ENCAUC. 10 AWG THWN
3 R-S	15	44	5,25	1,84	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN

<sup>6</sup> Manuales de usuario TRANE – Packaged Electric Unit 10 Ton TSC-SVF01A-EN

**Tabla 44. Selección de conductores y Cálculo de regulación.**

<b>Circuito @ 208 V</b>	<b>Circuito de __ (A)</b>	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito</b>	<b>Conductor</b>
4 T-R	15	52	5,25	2,17	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN
5 T-R	20	32	5,25	2,68	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN
6 T-R	15	32	5,25	1,34	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN
7 T-R	15	30	5,25	1,25	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN

**Tabla 45. Selección de conductores y Cálculo de regulación.**

<b>Circuito @ 208 V</b>	<b>Circuito de __ (A)</b>	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito</b>	<b>Conductor</b>
8 S-T	15	48	5,25	2,01	CABLE ENCAUC. 12 AWG THWN
9 S-T	15	48	3,28	1,87	CABLE ENCAUC. 10 AWG THWN
10 S-T	20	45	3,28	2,35	CABLE ENCAUC. 10 AWG THWN

**Tabla 46. Selección de conductores y Cálculo de regulación.**

<b>Circuito @ 460 V</b>	<b>Circuito de __ (A)</b>	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito</b>	<b>Conductor</b>
1 R-S-T	50	35	2,10	1,01	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN
2 R-S-T	50	30	2,10	0,86	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN

En la distribución de los circuitos ramales de aires @ 208 V como @ 460 V de los aires acondicionados es necesario definir que tipo de conductor es el mas apropiado para la instalación, posteriormente de haberlo seleccionado, hay que aplicar diversos factores de corrección como verificar la regulación de tensión, teniendo que seleccionar un conductor de mayor calibre en cuanto a los circuitos para los circuitos 2 R-S, 9 S-T y 10 S-T de las unidades @ 208 V, puesto que no cumplen con el porcentaje máximo del 3% expresado en el artículo 210-19 inciso a) nota 4 de la NTC2050.

La protección contra sobrecorriente de cada uno de los circuitos ramales se debe seleccionar de acuerdo a las especificaciones del artículo 240-6 de la NTC2050, Teniendo en cuenta que para los aires acondicionados de una sola unidad de acuerdo con el artículo 440-62 inciso a) 4) de la NTC2050, la

capacidad de corriente del dispositivo de protección del circuito ramal contra corto circuito y falla a tierra no supere el menor de estos dos valores: la capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal o la del tomacorriente.

Los circuitos ramales de las unidades @ 460 V equipadas con varios motocompresores y motores requieren de dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra el cual se selecciona de acuerdo con las especificaciones de los valores rotulados por el fabricante en concordancia con el inciso C) del artículo 422 de la NTC2050.

Los acondicionadores de una sola unidad @ 208 V deben estar puestos a tierra, de acuerdo con los Artículos 250-42, 250-43 y 250-45, de acuerdo con el artículo 440-61 de la NTC2050.

El calibre de tierra de los equipos depende del dispositivo del circuito ramal, para esto se tiene en cuenta la tabla 250-95 de la NTC2050.

**Tabla 47. Selección de protecciones de circuitos de aires acondicionados @ 208 V.**

<b>Circuito @ 208 V</b>	<b>Protección de sobrecorriente (A) @ 208 V</b>		<b>Calibre mínimo conductor(Cobre) de puesta a tierra de equipos (AWG)</b>
1 R-S, 3 R-S 4 T-R, 6 T-R, 7 T-R 8 S-T, 9 S-T	15	Bifásico	14
2 R-S, 5 T-R, 10 S-T	20	Bifásico	12

**Tabla 48. Selección de protecciones de circuitos de aires acondicionados @ 460V.**

<b>Circuito @ 460 V</b>	<b>Protección de sobrecorriente (A) @ 460 V</b>		<b>Calibre mínimo conductor(Cobre) de puesta a tierra de equipos (AWG)</b>
1 R-S-T, 2 R-S-T	50	Trifásico	8

### **5.3 DISEÑO DE ALIMENTADORES DE PANELES DE ILUMINACION, TOMACORRIENTES NO REGULADOS Y AIRES ACONDICIONADOS @ 208V**

Para el cálculo del circuito alimentador es necesario establecer factores de demanda dependiendo de los tipos de cargas que están sujetas a los circuitos ramales para obtener las corrientes de cada uno de los alimentadores que de acuerdo a características y requerimientos del diseño las cargas se encuentran distribuidas, por tanto se hace necesario determinar alimentadores para los circuitos ramales de: Alumbrado, Tomas no regulados, Tomas regulados y Aires acondicionados @ 208 V; lo anterior se soporta en que todos los circuitos no estarán en operación al tiempo o son consideradas cargas continuas.

Para la determinar los factores de demanda, el procedimiento a seguir, y los artículos que lo soportan según RETIE y NTC2050 son el siguiente:

- Alumbrado : Los factores de demanda aplicados a la carga de alumbrado son establecidos según la tabla 220-11 del mismo artículo en la NTC2050, para la presente instalación que corresponde a una oficina este tipo de ocupación no aparece discriminada por tanto se asume como “Todos los demás” al cual el factor de demanda se considera al 100% de la carga de alumbrado
- Tomas no regulados y Tomas regulados : Los factores de demanda aplicados a la carga de tomacorrientes teniendo en cuenta que la edificación de oficinas no corresponde a residencial de acuerdo con la tabla 220-13 del mismo artículo en la NTC2050, parte de la carga comprendida entre 10 000 VA o menos, se le aplica el 100% como factor de demanda y a partir de 10 000 VA se le aplica el 50%

- Aires acondicionados @ 208 V: De acuerdo con el artículo 220-15 de la NTC2050, las cargas para calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100% de la carga conectada.

Para los cálculos de las corrientes de líneas de los alimentadores de alumbrado y tomas no regulados, asumiendo un factor de potencia de 0.8 se pueden sumar fasorialmente todas las cargas totales, y por medio de un análisis de malla determinar la corriente del neutro.

Mientras que para los cálculos de las corrientes de Líneas de los aires acondicionados se hace necesario obtenerlas por medio de un análisis de mallas pero fasorialmente puesto que las corrientes de Fase-Fase se encuentran desfasadas 30 grados con respecto a las corrientes de Líneas las cuales se encuentran desfasadas 120 grados.

**Tabla 49. Resultados de corrientes de cargas por fase.**

<b>FASE</b>	<b>ALUMBRADO CORRIENTE (A)</b>	<b>ALUMBRADO CORRIENTE (A) * 125%</b>	<b>TOMAS NO REGULADO CORRIENTE (A)</b>	<b>TOMAS NO REGULADO CORRIENTE (A) * 125%</b>
I <sub>R</sub>	22,1	27,60	50,25	62,81
I <sub>S</sub>	21,85	27,29	34,68	43,33
I <sub>T</sub>	17,66	24,53	48,22	62,66
I <sub>N</sub>	2.,34	2,93	15,52	19,40

**Tabla 50. Resultados de corrientes de cargas por línea.**

<b>FASE</b>	<b>AIRES ACONDICIONADOS @ 208 V CORRIENTE (A)</b>	<b>AIRES ACONDICIONADOS @ 208 V CORRIENTE (A) * 125%</b>
I <sub>R</sub>	51,856	64,82
I <sub>S</sub>	48,864	61,08
I <sub>T</sub>	54,616	68,27
I <sub>N</sub>	0,008	0,01

La capacidad de corriente de los conductores de los alimentadores de acuerdo con el artículo 220-10 inciso a) de la NTC2050, deben tener la suficiente capacidad para alimentar las cargas conectadas.

La capacidad de corriente de los conductores de un alimentador no debe ser menor a 30 A según el inciso a) del artículo 215-2 de la NTC2050 cuando la carga servida sea:

- Más de dos circuitos ramales bifilares para un alimentador trifilar.
- Dos o más circuitos ramales bifilares para un alimentador bifilar.

La Tabla 310-16 de la NTC 2050 y sus notas aclaratorias indican las capacidades de corriente para conductores hasta 2000 V para la selección de los conductores de acuerdo a las capacidades requeridas.

Debido a que los cada uno de los alimentadores tienen un neutro común, todos sus conductores deben estar encerrados por el mismo conducto o medio de canalización de acuerdo con el artículo 215-3 de la NTC2050

**Tabla 51. Selección de conductores de alimentadores.**

<b>Alimentadores</b>	<b>Fase R</b>	<b>Fase S</b>	<b>Fase T</b>	<b>Neutro</b>
Alumbrado	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 8 AWG THWN
Tomas no regulado	CABLE ENCAUC. 6 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 6 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 6 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 6 AWG THWN
Aires acondicionados @ 208 V	CABLE ENCAUC. 4 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 4 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 4 AWG THWN	CABLE ENCAUC. 4 AWG THWN

Se verifica la regulación de Tensión de los alimentadores con base en la Nota 2 inciso b del artículo 215-2 de la NTC2050.

**Tabla 52. Cálculos de Regulación de Alimentadores.**

<b>Alimentadores</b>	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito Alimentador</b>
Alumbrado	42	2,10	2,341
Tomas no regulado	32	1,32	2,71
Aires acondicionados @ 208 V	6	0,832	0,33

Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con el artículo 215-3 y según lo establecido en la parte A de la sección 240. Por tanto en cumplimiento con los puntos 1), 2) y 3) del inciso b. del artículo 240-3. Las protecciones seleccionadas para los alimentadores son:

**Tabla 53. Selección de Protecciones de Alimentadores.**

<b>FASE</b>	<b>Protección de sobrecorriente (A) @ 208 v</b>	
Alumbrado	20 - 30	Trifásico
Tomas no regulado	50 - 63	Trifásico
Aires acondicionados @ 208 V	50 - 63	Trifásico

Teniéndose principalmente en cuenta que Los conductores a proteger no hacen parte de los circuitos ramales, El valor nominal del dispositivo de protección no supere los 800 A.

Los alimentadores deben tener un medio de puesta a tierra de acuerdo con el artículo 215-6 de la NTC2050, para la conexión de los circuitos ramales que requieran de la conexión de conductores de puesta a tierra para los equipos.

**Tabla 54. Conductor de puesta a Tierra principal para equipos.**

<b>FASE</b>	<b>Conductor de puesta a tierra (AWG)</b>
Alumbrado	10
Tomas no regulado	8
Aires acondicionados @ 208 V	8

#### **5.4 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS)**

Son equipos que por su concepción autónoma, permiten realizar suministro aún cuando no exista suministro de red debido a interrupciones y perturbaciones en el suministro de la red eléctrica. Por tanto haciendo uso de UPS, con baterías incorporadas, cargador de baterías y ondulador, la finalidad de este último, es convertir la corriente continua procedente de los acumuladores, en corriente alterna, de iguales características que la red, pero exenta de los problemas de ruidos y variaciones que la afectan. Las prestaciones más generales que deben aportar dichos equipos son: Aislar la carga que se alimenta de la red. - Estabilizar el voltaje y la frecuencia de salida. -Evitar picos y efectos parásitos de la red eléctrica. -Almacenar energía en las baterías, las cuales la suministrarán por un periodo fijo de tiempo.

Al seleccionar una fuente de alimentación hay que tener en cuenta el tipo de actividad desarrollada en el edificio y el tipo de servicio que ha de prestar, para el caso del presente diseño hay que alimentar de manera ininterrumpida a todos los equipos informáticos y de comunicación.

Tendiendo en cuenta que con base a la distribución física de las oficinas se obtuvieron un total de 45 salidas para tomas regulados, asumiendo un factor de potencia de 0,8 se tiene total de 11250 W – 14062 VA.

De acuerdo con las cargas obtenidas se selecciona la UPS:

***Imagen 9. UPS APC Symmetra.***



***Fuente. User's Manual APC Symmetra.***

Especificaciones técnicas:

De salida:

- Output Power Capacity: 11.2 kW / 16 kVA
- Max Configurable Power: 11.2 kW / 16 kVA
- Nominal Output Voltage: 120V, 208V
- Output Voltage Note: Configurable for 120/208 or 120/240 output voltage
- Efficiency at Full Load: 87%
- Output Voltage Distortion: Less than 5% at full load
- Output Frequency (sync to mains) : 57 - 63 Hz for 60 Hz nominal
- Crest Factor : up to 5 : 1
- Waveform Type: Sine wave
- Output Connections: (1) Hard Wire 4-wire (2PH + N +G)
- Bypass : Internal Bypass (Automatic and Manual)

De entrada:

- Nominal Input Voltage: 208V
- Input Frequency: 45 - 65 Hz (auto sensing)
- Input Connections: Hard Wire 3-wire (2PH + G)3
- Input voltage range for main operations: 155 - 276V
- Other Input Voltages: 240

Por recomendaciones del fabricante se requiere en cuanto a las protecciones, calibre mínimo de potencia y cable de tierra las siguientes especificaciones:

**Tabla 55. Especificaciones del cableado de entrada.**

<b>Voltaje de entrada</b>	<b>Amperaje nominal</b>	<b>Protección de sobrecorriente del alimentador</b>	<b>Cable de alimentador</b>	<b>Cable de Tierra</b>
208 V	80 A	100 A (80 -100 A)	3 AWG X 2	Cable Centelsa CAL. 3 AWG THW

**Tabla 56. Especificaciones del cableado de salida.**

<b>Voltaje de Salida</b>	<b>Amperaje nominal</b>	<b>Protección de sobrecorriente de la alimentador</b>	<b>Cable de alimentador</b>	<b>Cable de Tierra</b>
120/208/240 V	80 A	90 A (80 -100 A)	3 AWG X 2	Cable Centelsa CAL. 3 AWG THW

Fuente: User's Manual APC Symmetra - <http://www.apcc.com>

## **5.5 TRANSFORMADORES**

La topología del sistema eléctrico principal es trifásica en general. Debido a los requerimientos de la instalación eléctrica de las nuevas oficinas y a los niveles de tensión que contempla el diseño 460/208-120 V, se hace necesario de la instalación un grupo de transformadores adicionales puestos que los instalados para las oficinas actuales se encuentran con un porcentaje alto de cargabilidad.

Teniendo presente la distribución civil de la instalación y sus materiales de fabricación Royalco, es recomendable el uso de transformadores tipo seco, puesto que se utilizan en interiores para distribución de energía eléctrica en baja tensión, en lugares donde los espacios reducidos y los requerimientos de seguridad en caso de incendio imposibilitan la utilización de transformadores refrigerados en aceite. Son de aplicación en grandes edificios, hospitales, industrias, y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

### **5.5.1 Análisis de Carga de transformador principal. (4160/ 460 V).**

De las instalaciones actuales el sistema eléctrico principal cuenta con un transformador de 400 KVA de (4160/ 460 V) con conexión Delta – Y, para la alimentación de las áreas de oficinas y talleres por tanto se hace necesario un

estudio de cargabilidad de este con la finalidad de ver si tiene viabilidad para conectar a este las nuevas cargas a instalar.

Capacidades de transformadores conectados en el sistema actual:

- Oficinas principales: 100 KVA 3  $\Phi$  de (460/ 208-120 V).
- Taller eléctrico: 50 kVA 3  $\Phi$  de (460/ 208-120 V).
- Taller mecánico: 50 kVA 3  $\Phi$  de (460/ 208-120 V).
- Taller de Torno: 20 kVA 3  $\Phi$  de (460/ 208-120 V).
- Tomas de soldadura 80 A @ 460 V 3  $\Phi$   $\approx$  50 kVA.

---

**TOTAL CARGA: 270 KVA**

Datos de cargas registrados durante varios periodos del día normal de trabajo:

**Tabla 57. Registros de cargas del transformador P.pal.**

	<b>Corriente [A] @ 4160 V</b>	<b>Potencia [kVA] @ 4160 V</b>
8: 30 AM	11	79,2
10:30 AM	30	215,9
12:30 PM	25	179,9
2:30 PM	28	201,5
4:30 PM	13	93,6

**Nota:** (Registrado de Amperímetro en el Cubículo del interruptor del transformador de 400 kVA)

De acuerdo con el análisis del grupo de transformadores y cargas conectadas se puede apreciar en las tablas que se tiene una disponibilidad aproximada de entre lo medido de 175 kVA y lo inspeccionado de 130 kVA. Capacidad suficiente para la nueva carga a conectar de las nuevas oficinas.

### 5.5.2 Transformador de distribución General (460/208-120 V)

Para el calculo del transformador se tiene en cuenta los cuadros de carga de Alumbrado, Tomas no regulados y Aires acondicionados @ 208 V a parte de tener presente una capacidad de reserva para futuras ampliaciones.

En cuanto a las cargas mencionadas sin tener en cuenta los factores de demandas de los equipos el total de cargas es el siguiente:

**Tabla 58. Cuadro General de cargas @ 208 V**

	Alumbrado	Tomacorrientes No regulados	Aires acondicionados @ 208 V	Carga Total x Fase
<b>Fase R (VA)</b>	2652	6030	6222,72	14904,72
<b>Fase S (VA)</b>	2622	4161,6	5863,68	12647,28
<b>Fase T (VA)</b>	2119,2	5786,4	6553,92	14459,52

En consideración con los cálculos de las cargas a conectar de alumbrado, tomacorrientes No regulados y aires acondicionados y teniendo en cuenta futuras ampliaciones puesto que la empresa se encuentra en un proceso de expansión, se selecciona un transformador de distribución con las siguientes características, las cuales debe tener en su rotulado como lo indica el artículo 450-12 de la NTC2050:

**Imagen 10. Transformador Suntec de 75 kVA**



**Fuente.** <http://www.suntec.com.co/>

**Tabla 59. Características de Selección**

<b>Transformador de distribución</b>	<b>Datos</b>
Capacidad (KVA).	75
Número de fases.	3
Tensión y conexión primaria.	460 V
Tensión y conexión secundaria.	208 / 120 V
Corriente Nominal primaria.	94,2A
Corriente Nominal secundaria.	208,5 A
Frecuencia.	60 Hz
Líquido aislante.	NA
Modo de conexión	<b>DY</b>

### **5.5.3 Transformador UPS (460/208-120 V).**

En el diseño por topología del sistema eléctrico y por solicitud con el fin de aislar el sistema de la UPS se ha de instalar un transformador específico para la alimentación de la misma, la cual alimenta los equipos de informáticos y de comunicaciones.

En cuanto a las cargas mencionadas sin tener en cuenta los factores de demandas de los equipos el total de cargas es el siguiente:

**Tabla 60. Cuadro General de cargas @ 208 V**

	<b>Tomacorrientes Regulados</b>
<b>Fase R (VA)</b>	8520
<b>Fase S (VA)</b>	8984,4

En consideración con los cálculos de las cargas a conectar de Tomas Regulados y teniendo en cuenta futuras ampliaciones puesto que la empresa se encuentra en un proceso de expansión, se selecciona un transformador de

distribución con las siguientes características, las cuales debe tener en su rotulado como lo indica el artículo 450-12 de la NTC2050:

**Imagen 11. Transformador Suntec de 30KVA**



Fuente. <http://www.suntec.com.co/>

Transformador de UPS	Datos
Capacidad	30 kVA
Número de fases.	2
Tensión y conexión primaria.	460 V
Tensión y conexión secundaria.	208 / 120 V
Corriente Nominal primaria.	43,5 A
Corriente Nominal secundaria.	96,5 A
Frecuencia.	60 Hz
Líquido aislante.	NA
Modo de conexión	

**Tabla 61. Características de Selección**

#### 5.5.4 Protecciones de transformadores.

Las protecciones de los transformadores en el sistema de distribución es una de las partes importantes del sistema de potencia, las cuales están directamente relacionados con el usuario final, manteniéndose altos niveles de seguridad y confiabilidad en el sistema eléctrico. Conforme con la NTC2050 de acuerdo con el artículo 450-3 inciso b) los transformadores con tensiones nominales de 600 V o menos estando en concordancia con las tensiones que manejan los transformadores (De distribución general y de UPS) deben cumplir los apartados 1) y 2).

1) Primario. Todos los transformadores de 600 V nominales o menos deben ir protegidos por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente en el primario, de valor nominal o ajuste de disparo no mayor al 125 % de la corriente nominal del primario del transformador.

2) Primario y secundario. Cuando un transformador de 600 V nominales o menos tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario de capacidad nominal o ajuste de disparo para que se abra a valores no mayores al 125 % de la corriente nominal del secundario, no se requiere que tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador al primario tenga una corriente nominal o esté ajustado para que se abra a valores no mayores al 250 % de la corriente nominal del primario.<sup>7</sup>

### **Transformador de distribución General (460/208-120 V) y Transformador UPS (460/208-120 V)**

De acuerdo con los datos de placa del transformador seleccionado, teniendo en cuenta las corrientes y los ítems de la NTC2050 mencionados, las protecciones seleccionadas para el primario y secundario del transformador son las siguientes:

**Tabla 62. Protección de transformador**

<b>Transformador Trifásico de 75 kVA</b>	<b>Protección de sobrecorriente (A)</b>	
Lado de alta a 460 V	80-100	Trifásica
Lado de baja a 208 / 120 V	200-250	Trifásica

**Tabla 63. Protección de transformador.**

<b>Transformador Trifásico de 30 kVA</b>	<b>Protección de sobrecorriente (A)</b>	
Lado de alta a 460 V	50-63	bifásica
Lado de baja a 208 / 120 V	80-100	bifásica

### **5.5.5 Alimentadores de transformadores.**

La selección adecuada de los conductores de llegada y salida de los transformadores de distribución en conjunto con los conductor de neutro y de tierra es de mucha importancia en el punto de tengan la capacidades de

<sup>7</sup> Código eléctrico Colombia NTC2050, Artículo 450-3 inciso b)

corriente que maneje el transformador y las cargas instaladas, teniendo en cuenta a la vez los factores de corrección aplicar a dichos conductores.

**Tabla 64. Transformador de distribución de 75 kVA (460/208-120 V)**

	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito</b>	<b>Conductor</b>
Primario del transformado 460 V	6	0,164	0,04	CABLE ENCAUC. 2 AWG THWN
Secundario del transformador 208 / 120 V	6	0,523	0,62	Cable Centelsa CAL. 4/0 AWG

**Tabla 65. Transformador UPS 30 kVA (460/208-120 V)**

	<b>Longitud del Circuito</b>	<b>Resistencia (ohm / km)</b>	<b>%Regulación Del circuito</b>	<b>Conductor</b>
Primario del transformado 460 V	7	1,32	0,17	CABLE ENCAUC. 6 AWG THWN
Secundario del transformador 208 / 120 V	5	0,832	0,38	CABLE ENCAUC. 4 AWG THWN

El tipo de conexión de los transformadores a instalar es Delta – Y aterrizado, Debido a que cada uno de los alimentadores del secundario de los transformadores tienen un neutro común, todos sus conductores deben estar encerrados por el mismo conducto o medio de canalización de acuerdo con el artículo 215-3 de la NTC2050, de igual forma que los del lado del primario del transformador.

Los alimentadores deben tener un medio de puesta a tierra de acuerdo con el artículo 215-6 y 450-10 de la NTC2050, para la conexión de los circuitos ramales que requieran de la conexión de conductores de puesta a tierra para los equipos y de las partes no portadoras de corrientes de corriente de las instalaciones de los transformadores.

**Tabla 66. Conductor de puesta a tierra de transformadores.**

<b>FASE</b>	<b>Conductor de puesta a tierra (AWG)</b>
Transformador de 75 kVA	2
Transformador de 30 kVA	2

## **5.6 ACOMETIDA PRINCIPAL Y PROTECCIONES**

La acometida principal es una parte esencial de la instalación eléctrica, de su correcta selección depende directamente el correcto funcionamiento del conjunto de la instalación con todos sus cargas conectadas.

La acometida para las nuevas instalaciones viene derivado del transformador de 400 KVA de (4160/ 460 V) con conexión Delta – Y.

Teniendo presente que el nivel de tensión que se maneja en la acometida es de 460 V a este nivel de tensión las cargas se encuentran agrupadas con las capacidades de los transformadores de distribución general, de UPS y cargas estimadas que estos manejan, además de las unidades de aires acondicionado de 10 TON, por tanto el balance de cargas estimado a conectar y suministro energía por parte del alimentador es el siguiente:

- Transformador de 75 kVA 3  $\Phi$
- Transformador de 30 kVA 2  $\Phi$
- Unidades de Aires Acondicionados 27,4 kVA 3  $\Phi$

---

**TOTAL CARGA: 132,4 KVA @ 460 V = 166,73 A**

Al tener presente la disposición de carga de las instalaciones a instalar al 100% por el proceso de expansión en que se encuentra la empresa, las protecciones de sobrecorriente y el conductor seleccionado son el siguiente:

**Tabla 67. Protección principal**

	Protección de sobrecorriente (A)	
Acometida 460 V	200 - 250	Trifásica

**Tabla 68. Selección de conductores y cálculo de regulación.**

	Longitud del Circuito	Resistencia (ohm/m)	%Regulación Del circuito	Conductor
Alimentador 460 V	60	0,164	0,88	Cable Centelsa CAL. 4/0 THW

**Tabla 69. Conductor de de puesta a tierra.**

	Conductor de puesta a tierra (AWG)
Acometida	2

## **5.7 PANELES Y CUADROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA**

Parte muy importante de un proyecto de instalaciones eléctricas son los Tableros Eléctricos, ya que su función principal es ser el sitio de maniobra y protección de toda la instalación y sus usuarios, y de su correcto diseño dependen tanto su funcionalidad como su crecimiento.

### **5.7.1 Paneles de distribución de circuitos ramales (Alumbrado, Tomas No Regulados, Tomas Regulados y Aires Acondicionados @ 208 V)**

Los paneles de distribución consisten en paneles sencillos o conjuntos de paneles diseñados para ser ensamblados en forma de un sólo panel que incluye: barrajes, elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y que pueden estar equipados con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza. Los paneles de distribución son diseñados para instalación en gabinetes o cajas o montados sobre la pared y son accesibles solo por su frente.

Los Paneles de distribución deben tener unos parámetros nominales no inferiores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, De acuerdo con la NTC 2050 que hace referencia a los tableros de distribución en la sección 384 inciso C, teniendo presente el artículo 384-15 que se refiere al número máximo de dispositivos de protección a disponer en un panel de distribución, así como el artículo 384-16 haciendo mención a que cada tablero de distribución debe disponer de un dispositivo de protección individualmente.

Los tableros de distribución seleccionados de acuerdo a las necesidades de los circuitos ramales previamente diseñados así como sus alimentadores, además los tableros de distribución deben estar debidamente rotulados por el fabricante con:

**Tabla 70. Paneles de Distribución de la Instalación.**

<b>Panel de distribución</b>	<b>Numero de circuitos y disposición</b>	<b>Especificación</b>	<b>Tensión y Corriente nominal</b>
Alumbrado	24 Circuitos, Panel Trifásico	( 3 fases + barra para neutro + barra para tierra instaladas.)	120 – 208 V 400 A
Tomacorrientes No regulados	24 Circuitos, Panel Trifásico	( 3 fases + barra para neutro + barra para tierra instaladas.)	120 – 208 V 400 A
Tomacorrientes Regulados	18 Circuitos, Panel Bifásico	( 2 fases + barra para neutro + barra para tierra instaladas + barra de tierra aislada)	120 – 208 V 400 A
Aires acondicionados @ 208 V	24 Circuitos, Panel Trifásico	( 3 fases + barra para neutro + barra para tierra instaladas.)	120 – 208 V 400 A

*Imagen 12. Panel de distribución Squire D y Tablero Minipragma Schneider*



*Fuente: Square D y mini pragma by <http://www.schneider-electric.com.mx>*

*Imagen 13. Interruptor de engrape e interruptor automático C60N*



*Fuente: <http://ecatalog.schneider-electric.com>*

### **5.7.2 Cuadro Principal de distribución y de UPS @ 208 V y Cuadro Principal de distribución @ 460 V**

Los cuadros de distribución consisten en paneles sencillos o conjuntos de paneles en los que se montan, por delante y/o por detrás, uno o varios de los siguientes elementos: barrajes, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión, e instrumentos. Los cuadros de distribución pueden ser accesibles por delante y/o por detrás y no necesariamente deben ir colocados dentro de armarios.

Los cuadros de distribución de acuerdo con el RETIE en el artículo 17, ítem 9, deben cumplir los requisitos establecidos para tableros eléctricos, adoptados de las normas NTC 3475, NTC 3278, NTC-IEC 60439-3 y NTC 2050 en el inciso B de la sección 384, sólo son aplicables a los de baja tensión principales y de distribución, y su cumplimiento será comprobado mediante Certificado de Conformidad.

Es de tener en cuenta los subitem 9.1, 9.2 y 9.3 de RETIE en cuanto a especificaciones de las partes conductoras, terminales de alambrado así como el Rotulado del tablero. De acuerdo con los requerimientos el diseño y suministro de los queda a carga de una compañía dedicada a la fabricación de tableros eléctricos auto soportados.

Con base a la distribución de la instalación en la edificación, los requerimientos para la fabricación y diseño de los tableros principales de distribución son los siguientes:

**Tabla 71. Especificaciones de Cuadro de distribución principal @ 460 V.**

<b>Cuadro de distribución</b>			
<b>Tensión y Corriente nominal</b>	<b>Especificación</b>	<b>Alimentadores y disposición</b>	<b>Protecciones Seleccionadas</b>
208 V – 120 V 600 A 65 KA Icu	3 F CU N CU T CU (Tablero conectado a transformados de 75 kVA de 460 / 208-120 V)	Totalizador Lado 208-120 V Trafo 75 kVA	200 – 250 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Aires Acondicionados	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Tomas No Regulados	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)

		Alumbrado	20 – 25 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Reserva	50 -63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)

**Tabla 72. Especificaciones de Cuadro de distribución Regulado @ 208 V.**

<b>Cuadro de distribución de UPS</b>			
<b>Tensión y Corriente nominal</b>	<b>Especificación</b>	<b>Numero de circuitos y disposición</b>	<b>Protecciones Seleccionadas</b>
208 V – 120 V 200 A	2 F CU N CU T CU	Totalizador Lado 208- 120 V Transformador 30 kVA - (UPS)	80 -100 A (240V 100 kA 440V 65 kA)

**Tabla 73. Especificaciones de Cuadro de distribución principal @ 208 V.**

<b>Cuadro de distribución P.pal</b>			
<b>Tensión y Corriente nominal</b>	<b>Especificación</b>	<b>Numero de circuitos y disposición</b>	<b>Protecciones Seleccionadas</b>
460 V 920 A 65 KA Icu	3 F CU N CU T CU (Tablero conectado a transformados de 400 kVA de 4160/ 460V)	Totalizados Principal 460 V	200-250 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Totalizador Lado 460 V Trafo 75 kVA	80-100 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Aire Acondicionado 1	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Aire Acondicionado 2	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)

		Totalizados Lado 460 Trafo 30 KVA - (UPS)	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Reserva	50 – 63 A (240V 100 kA 440V 65 kA)
		Reserva	20 – 25 A (240V 100 kA 440V 65 kA)

**Imagen 14. Interruptores NS\_\_ H TM\_ D Merlin Gerin.**



**Fuente. Lista de precios Merlin Gerin by Schneider Electric**

La sección necesaria de las barras se determina en función de la corriente de utilización y del índice de protección de la carcasa, previa comprobación de los requisitos térmicos de cortocircuito.

La denominación de las corrientes viene dada por las definiciones de la norma internacional IEC 60947-1 relativas a las condiciones habituales de utilización para un calentamiento de las barras.

El esfuerzo térmico admisible para la barra debe ser mayor que el limitado por los aparatos de protección.

La distancia entre los soportes se determina en función del esfuerzo electrodinámico del cortocircuito.

Los esfuerzos ejercidos entre las barras al producirse un cortocircuito son proporcionales al valor peak de la intensidad de cortocircuito, la que define como el valor máximo presumible de la corriente que circula al producirse la falla en ausencia de un dispositivo de protección. Depende del tipo y de la potencia de la fuente.

- La corriente real de cortocircuito será generalmente más débil, teniendo en cuenta la caída de tensión dada por la longitud y la sección de los conductores
- La corriente peak limitada se determina a partir de las características del aparato de protección. Representa el valor máximo (peak), limitado por éste.

Cuanto menor sea la distancia entre soportes, mayor será la lcc admisible. Con los soportes es posible también modificar la distancia entre barras  $D$  (mm). Cuanto mayor sea la distancia entre éstas, mayor será la lcc admisible.

## **5.8 DISTRIBUCION DE ESPACIOS**

El conjunto de las cargas que corresponden a un área específica para una edificación de tamaño considerable, debe tener asociado un cuarto de control de las instalaciones eléctricas correspondientes. Teniendo presente el cumplimiento de las normas de seguridad para las personas que han de habitar la edificación y en cuanto a los equipos a instalar, darles su correcta localización e instalación, así como el buen dimensionamiento y aspectos constructivo del cuarto eléctrico o de sistemas.

En la localización de un cuarto eléctrico y de sistemas se deben considerar los siguientes aspectos:

- Se debe procurar la simetría en la distribución del área atendida.
- Se debe ocupar una zona comunal y no una zona privada.
- Facilidades de acceso y evacuación.
- Facilidades de aireación y ventilación.
- El número y tamaño de los componentes a instalar. además de reservas de espacio para incrementos futuros.
- Los espacios de trabajo y resguardo requeridos por la norma NTC 2050.

### **5.8.1 Distribución de Cuarto de Eléctrico.**

La carga a controlar es un conjunto de la carga total de la edificación y por consiguiente las dimensiones de los cuartos eléctricos se determinan considerando:

El número y tamaño de los componentes, siendo los equipos a instalar los siguientes:

- Transformador de 75 kVA y 30 kVA
- Tablero de alimentación P.pal 460 V y Tablero de distribución de 208 V
- Panel de distribución Aires Acondicionados @ 208 V
- Alumbrado de emergencia y Extractor
- Tuberías y Bandejas

Para los espacios de trabajo, facilidades de acceso y evacuación, de acuerdo con la NTC 2050 en los incisos a), b), c), d), e) y f) del artículo 110-16 se tiene en cuenta:

- El espacio de acceso y de trabajo debe permitir el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro.
- El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo debe ser igual al ancho del equipo, sin bajar de 75 cm.

- La profundidad del espacio de trabajo en la dirección de acceso hacia las partes energizadas debe cumplir los valores de la Tabla 110-16.a) de la NTC 2050 para instalaciones hasta 600 V.
- Considerando una parte energizada de un lado de cada uno de los tableros principales y puestas a tierra del otro se cumple con la condición 2 en cuanto al espacio de trabajo de acuerdo con el artículo 110-16 en el inciso a), ítem 1 de la NTC2050.
- La altura mínima del espacio de trabajo hacia el techo debe ser mayor que la altura del equipo, sin bajar de 1,90 m.
- Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo, además, Debe existir suministro interrumpido de iluminación.

En cuanto a la disposición de los transformadores puesto que son tipo seco con capacidades menores de 112,5 kVA de acuerdo con el inciso a) del artículo 450,21 deben instalarse con una separación mínima de 0,30m de cualquier material combustible. Además se debe disponer de una ventilación adecuada para disipar aumentos de temperaturas de acuerdo con el artículo 450-9.

Las bandejas para cables se deben diseñar y especificar como sistemas completos de acuerdo con la sección 318, es decir, el conjunto de componentes debe permitir un montaje perfectamente articulado y el número y la naturaleza de las piezas adicionadas en obra debe ser mínima y debe asegurar tanto la continuidad eléctrica como la función de soportar los cables.

El diseño debe indicar claramente las dimensiones de cada uno de los módulos de bandeja, la forma y localización de los soportes, el número y calibres de los conductores, la forma de fijación y el detalle de los accesorios requeridos y puntos para conexión a tierra.

### **5.8.2 Distribución del cuarto de sistemas.**

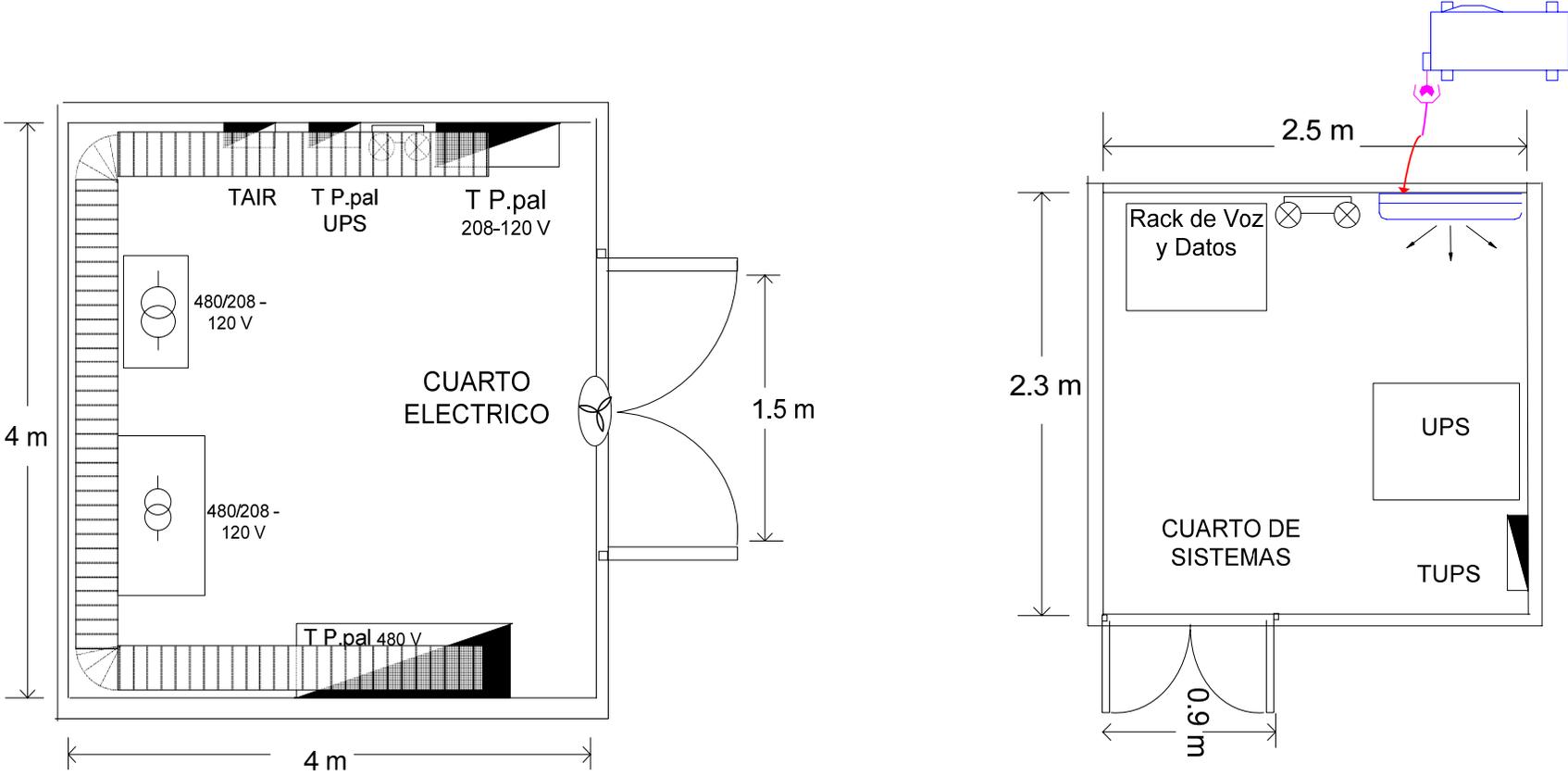
El objetivo principal de cuarto de sistema es almacenar de manera segura los Racks principales de comunicaciones así como los equipos de alimentación interrumpida (UPS), brindándole protección y confiabilidad de operación al sistema Informático, Voz y dato del conjunto de oficinas.

Los equipos a instalar incluyen siguientes componentes:

- UPS de 15 kVA
- Rack de comunicación
- Aire Acondicionado
- Alumbrado de emergencia
- 

Las salas de equipos informáticos deben cumplir con unos requisitos especiales regidos en la sección 645 de la NTC2050.

**PLANO 9. Distribución de cuarto eléctrico, tableros periféricos y Distribución de cuarto de sistema.**



8

<sup>8</sup> Distribución de espacios de Cuarto eléctrico y de sistemas - Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A.

## **5.9 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

El soporte de la seguridad en el empleo y operación de las instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones de una edificación radica fundamentalmente en el sistema de referenciación y conexión a tierra de las mismas instalaciones, sus equipos asociados y el conjunto estructural de la edificación.

El conjunto de elementos necesarios para una adecuada referenciación a tierra de una instalación y las edificaciones asociadas se denomina Sistema de Puesta a Tierra.

La normatividad sobre los materiales y la ejecución de un Sistema de Puesta a Tierra para edificaciones prefabricadas de acuerdo con el artículo 545-11 de la NTC2050, además está definida en la Sección 250 de la NTC2050 y en el artículo 15 del RETIE.

El sistema de puesta a tierra consta básicamente de:

- Electroodos de puesta a tierra.
- Barrajes o conductores equipotenciales.
- Conductores de enlace.
- Puentes de conexión equipotencial.
- Conectores y/o soldaduras.

### **5.9.1 Mallas de Sistema de puesta a tierra general y de Sistema de puesta a tierra aislado.**

Los cálculos del diseño del sistema de puesta a tierra están basados al método IEEE80.

Los parámetros tenidos en cuenta para el diseño de las dos mallas son: La condición geométrica de la malla seleccionando una malla cuadrada, el material de la capa superficial y el conductor a emplear en la malla.

Para los cálculos del diseño se necesita de unas constantes, estas se obtienen de mediciones en el terreno seleccionado para la construcción de la malla y de datos de estudios de cortocircuitos realizados en el sistema eléctrico.

**Tabla 74. Constantes para el calculo de la mallas de tierra.**

<b>Constantes</b>		<b>Dato1</b>	<b>Dato2</b>
<b><math>\rho</math></b>	Resistividad del terreno [ $\Omega\text{m}$ ]	40	45
<b>I</b>	Corriente de falla monobásica a tierra en el secundario[kA]	4.2	2,08
<b>I<sub>o</sub></b>	Corriente de falla monofásica a tierra en el primario [A]	1882	941
<b>T<sub>o</sub></b>	Tiempo de despeje de la falla [s]	0,4	0,4
<b>K<sub>f</sub></b>	Constante de materiales a diferentes temperaturas de fusión y una temperatura ambiente de 40 °C (Cobre duro cuando se utiliza Soldadura exotérmica)	7,06	7,06

### **5.9.1.1 Conductor a utilizar y tipo de electrodos**

El conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta a tierra o no, no debe ser menor de lo especificado en la tabla 250-94 de la NTC2050.

**Tabla 75. Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a. de la NTC2050.**

Sección del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo		Sección del conductor al electrodo de tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio revestido de cobre*
2 o menos	1/0 o menos	8	6
1 o 1/0	2/0 o 3/0	6	4
2/0 o 3/0	4/0 o 250 Kcmils	4	2
Más de 3/0 a 350 Kcmils	Más de 250 Kcmils a 500 Kcmils	2	1/0
Más de 350 Kcmils a 600 Kcmils	Más de 500 Kcmils a 900 Kcmils	1/0	3/0
Más de 600 Kcmils a 1100 Kcmils	Más de 900 Kcmils a 1750 Kcmils	2/0	4/0
Más de 1100 Kcmils	Más de 1750 Kcmils	3/0	250 Kcmils

**Fuente: Código eléctrico Colombiano NTC2050, Tabla 250-94 Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.**

Puesto que el mayor conductor de entrada en la acometida es 4/0 AWG la sección del conductor al electrodo de tierra es 2 AWG de cobre desnudo, mientras que el conductor de la malla de tierra es 2/0.

**Imagen 15. Cable de cobre desnudo - Centelsa.**

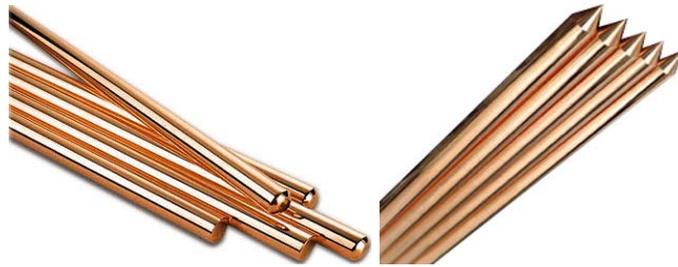


**Fuente. <http://www.centelsa.com.co> - Cables de cobre desnudo.**

La sección 250 de la norma NTC 2050, parte H, describe las condiciones de instalación del electrodo de puesta a tierra. El artículo 250-81 describe la relación entre los distintos componentes metálicos de la edificación o estructura con los electrodos de puesta a tierra.

El artículo 250-83 c) establece una longitud mínima para electrodos de barras y tuberías de 2.4 m y una sección transversal dependiendo del material y forma del electrodo para metales no ferrosos (Cobre) de 12,7 mm.

**Imagen 16. Electrodo de puesta a tierra Copper Ground.**



**Fuente.** <http://store.electrical-insulators-and-copper-ground-bars.com/>

El electrodo de puesta a tierra debe cumplir con los requerimientos citados en la norma NTC2050 artículos 250-81 y 250-83.

Se debe tener presente los requisitos que el RETIE establece para la instalación de los electrodos, en el ítem 3.1 del artículo 15, además de la parte K de la sección 250 de la NTC2050, en cuanto a la conexión de los conductores de puesta a tierra.

### **5.9.1.2 Tensiones de paso y contacto máximas tolerables**

Para una persona de 50 kg.

$$C_s = \frac{0,9 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 \cdot h_s + 0,09} \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$V_{Paso\_Tolerable} = \frac{(1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,116}{\sqrt{t_c}} \quad [\text{V}] \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$V_{Contacto\_Tolerable} = \frac{(1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot 0,116}{\sqrt{t_c}} \quad [\text{V}] \quad \text{Ecuación 5.}$$

### 5.9.1.3 Configuración inicial

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D} + 1\right) \cdot L_2 + \left(\frac{L_2}{D} + 1\right) \cdot L_1 \text{ [m]} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Para mallas cuadradas o rectangulares:

$$L_T = L_C + N \cdot L_V \text{ [m]} \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$A = L_1 \cdot L_2 \text{ [m}^2\text{]} \quad \text{Ecuación 8.}$$

### 5.9.1.4 Calculo de la resistencia de puesta a tierra

$$R_g = \rho \cdot \left[ \frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20/A}} \right) \right] \text{ [\Omega]} \quad \text{Ecuación 9.}$$

### 5.9.1.5 Calculo del máximo potencial a tierra

$$L_G = 1.8 \cdot I_o \text{ [A]} \quad \text{Ecuación 10.}$$

$$GPR = I_G \cdot R_g \text{ [V]} \quad \text{Ecuación 11.}$$

Si  $GPR > V_{\text{Contacto Tolerable}}$ , entonces deben calcularse las tensiones de malla y de paso en caso de falla.

### 5.9.1.6 Calculo de tensión de malla en caso de falla

$$L_T = (L_1 + L_2) \cdot 2 \text{ [m]} \quad \text{Ecuación 12.}$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_p} ; \quad n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} ; \quad n_c = \left( \frac{L_1 \cdot L_2}{A} \right)^{\frac{0.7 \cdot A}{L_1 L_2}} ; \quad n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \quad \text{Ecuación 13.}$$

$$K_h = \sqrt{1 + h} \quad \text{Ecuación 14.}$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n \quad \text{Ecuación 15.}$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[ \ln \left[ \frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left[ \frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right] \right] \quad \text{Ecuación 16.}$$

$$V_{malla} = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_m \cdot K_i}{L_C + \left[ 1,55 + 1,22 \cdot \left( \frac{L_V}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \right) \right] \cdot N \cdot L_V} \quad [\text{V}] \quad \text{Ecuación 17.}$$

Si  $V_{malla} > V_{contacto}$ , se debe cambiar la configuración de la malla;  $V_{malla} < V_{contacto}$  se puede pasar a calcular la tensión de paso.

### 5.9.1.7 Cálculo de tensión de paso en caso de falla

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right] \quad \text{Ecuación 18.}$$

$$V_{Paso} = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_S \cdot K_i}{0,75 \cdot L_C + 0,85 \cdot N \cdot L_V} \quad [\text{V}] \quad \text{Ecuación 19.}$$

Si  $V_{paso} > V_{paso \text{ tolerable}}$  cambiar la configuración de la malla; si  $V_{paso} < V_{paso \text{ tolerable}}$ , el diseño ha terminado.<sup>9</sup>

**Tabla 76. Variables en el cálculo de la mallas de tierra.**

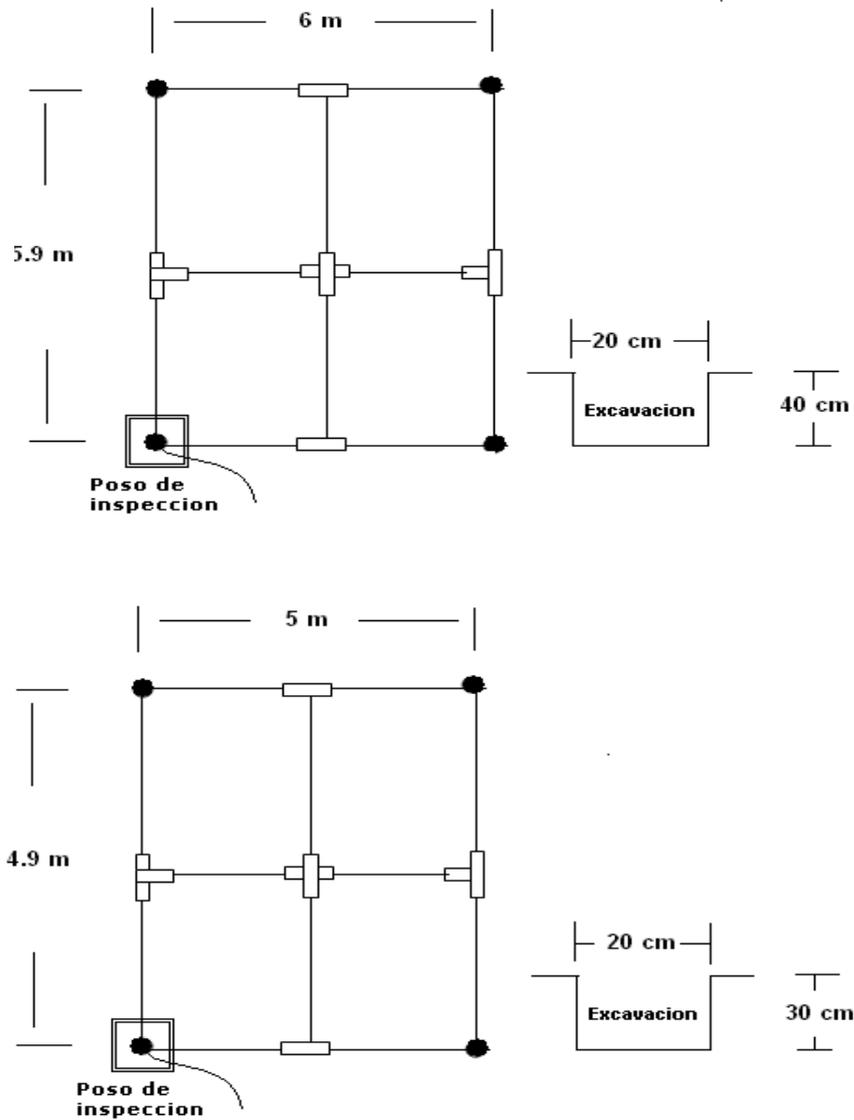
<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dato1</b>	<b>Dato2</b>
<b>A<sub>c</sub></b>	Sección transversal de conductor a utilizar en [mm <sup>2</sup> ]	67,44	67,44
<b>ρ<sub>s</sub></b>	Resistividad aparente de la capa de grava [Ωm]	10000	10000
<b>h<sub>s</sub></b>	Espesor de la capa superficial (entre 0.1 y 0.15 m)	0,15	0,1
<b>*C<sub>s</sub></b>	Coefficiente en función del terreno y la capa superficial	0,77	0,69
<b>*V<sub>paso tolerable</sub></b>	Tensión de paso tolerable [V]	8658,74	7788,24
<b>*V<sub>contacto tolerable</sub></b>	Tensión de contacto tolerable [V]	2302,24	2084,62
<b>L<sub>1</sub></b>	Largo de la malla [m]	6	5

<sup>9</sup> Tierras soporte de la seguridad Eléctrica – Fabio Casas Ospina. – Pág. 114-117

<b>L<sub>2</sub></b>	Ancho de la malla [m]	5,9	4,9
<b>D</b>	Lado de la cuadrícula o espaciamiento entre conductores (entre 3 y 7m)	2,9	2,5
<b>*L<sub>c</sub></b>	Longitud del conductor horizontal [m]	36,31	29,5
<b>L<sub>v</sub></b>	Longitud de un electrodo Tipo varilla	2,4	2,4
<b>N</b>	Numero de electrodos tipo varilla	4	4
<b>*L<sub>t</sub></b>	Longitud total de conductor [m]	45,91	39,1
<b>*A</b>	Área disponible para construir la puesta a tierra. [m <sup>2</sup> ]	35,4	24,5
<b>h</b>	Profundidad de enterramiento de los conductores (entre 0.3 y 0.5m)	0,4	0,3
<b>*R<sub>g</sub></b>	Resistencia de la puesta a tierra [Ω]	0,92	1,23
<b>*I<sub>g</sub></b>	[A]	3387,6	1693,8
<b>*GPR</b>	Máximo potencial de tierra [V]	3120,53	2088,35
<b>*L<sub>p</sub></b>	Longitud del perímetro [m]	23,8	19,8
<b>*n<sub>a</sub></b>		2,98	2,97
<b>*n<sub>b</sub></b>		1	1,
<b>*n<sub>c</sub></b>		1	1
<b>*n</b>	Factor de geometría	2,983	2,979
<b>*K<sub>h</sub></b>	Factor de corrección por la profundidad de enterramiento de la malla	1,085	1,085
<b>K<sub>i</sub></b>	Factor de corrección por geometría de la malla	1,085	1,085
<b>K<sub>ii</sub></b>	1 para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro	1	1
<b>d</b>	Diámetro del conductor seleccionado [m]	0,0093	0,0093
<b>*K<sub>m</sub></b>	Factor de espaciamiento para tensión de malla.	0,838	0,829
<b>*V<sub>malla</sub></b>	Tensión de malla en caso de falla [V]	2295,63	1417,76
<b>*K<sub>s</sub></b>	Factor de espaciamiento para tensión de paso	0,548	0,707
<b>*V<sub>paso</sub></b>	Tensión de paso entre n punto sobre la esquina exterior de la malla y un punto diagonalmente a 1 metro fuera de la malla. [V]	2280,90	1931,54

**Nota:** Constates con (\*) de formulas.

**Plano 10. Mallas de tierras, Sistema de puestas a tierras conectado por medio de bobina de choque.**

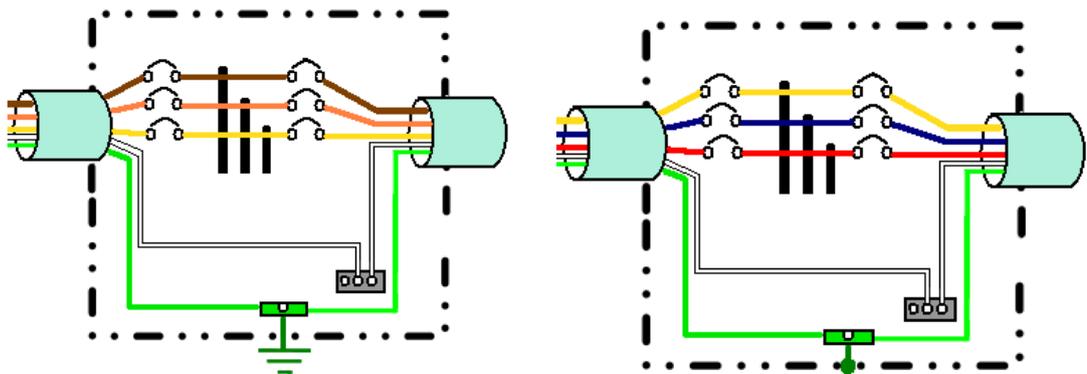


### 5.9.2 Puesta a tierra de Cuadros de distribución y paneles de distribución.

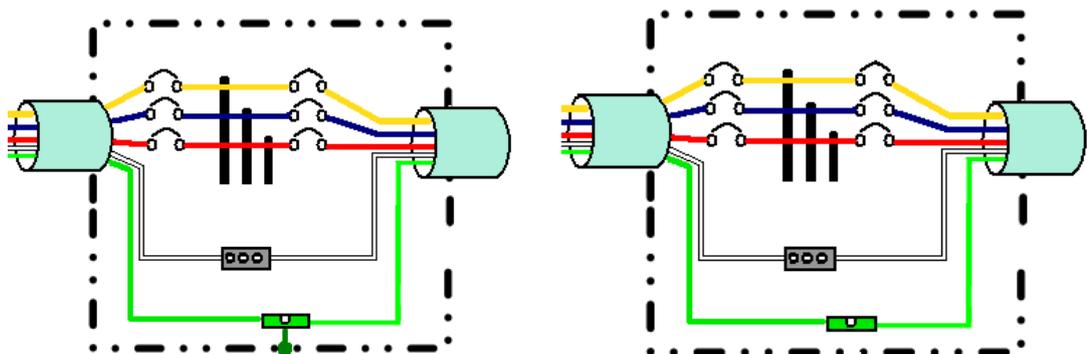
Para los tableros con canalizaciones o conductores con recubrimiento externo no metálico y en los tableros de distribución donde existan conductores de puesta a tierra individuales se debe instalar un barraje equipotencial de conexión a tierra.

Este barraje se debe conectar equipotencialmente con la caja y la estructura de soporte del tablero y con el conductor de puesta a tierra en el alimentador o acometida cuando esta existe. En los tableros de distribución que alimentan cargas sensibles, se debe instalar un barraje adicional para conexiones de puesta a tierra aislada para equipos sensibles. Todo lo mencionado de acuerdo a los artículos 384-11, 384-20 e inciso C) del artículo 384-3.

**Imagen 17. Puesta a Tierra de Cuadros de distribución Trifásicos @ 460 V y 208 V.**



**Imagen 18. Puesta a Tierra de Paneles de distribución Trifásicos Tensión No regulada y Regulada.**



### 5.9.3 Puesta a tierra de Transformadores de distribución y de UPS

En los sistemas de corriente alterna debe existir una puesta a tierra en el secundario del transformador que suministra energía al sistema. En sistemas de 600 V o menos se utiliza la conexión directa o sólidamente puesta a tierra.

Esta es la técnica más común, particularmente en bajo voltaje. Aquí el neutro se conecta a tierra a través de una conexión adecuada en la cual no se agrega intencionalmente ninguna impedancia. La desventaja de este arreglo es que las corrientes de falla a tierra son normalmente altas pero los voltajes del sistema permanecen controlados bajo condiciones de falla.

**Tabla 77. Características de un sistema Sólidamente puesto a tierra.**

<b>Condiciones</b>	<b>Sólidamente a Tierra</b>
Inmunidad a sobretensiones transitorias	Excelente
Protección del equipo contra daño por arco	Buena
Seguridad al personal	Excelente
Confiabilidad en el servicio	Buena
Costo de mantenimiento	Bajo
Facilidad de localizar la falla	Excelente
Facilidad coordinación de protecciones	Si
Facilidad de instalar protección contra falla a tierra	Excelente
Reducción de frecuencia de fallas	Muy buena
Reducción del arco a tierra en el punto de falla	Deficiente

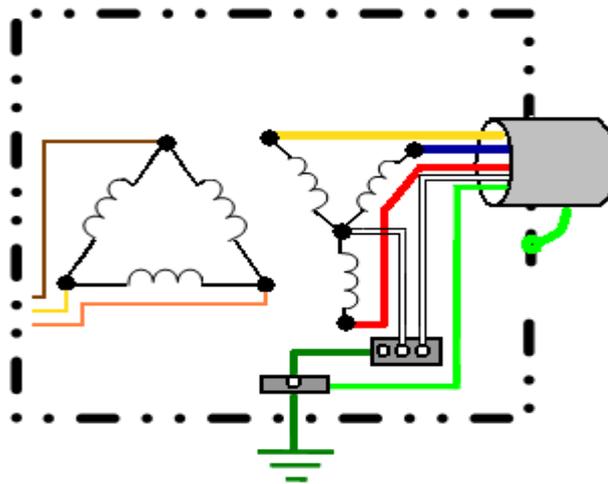
**Fuente: Tierras soporte de la seguridad Eléctrica – Fabio Casas Ospina.**

La razón primordial del uso del transformador para el sistema de energía Regulado es proporcionar una fuente separada de energía en el punto más cercano posible a la UPS y aislarlo de otras fuentes de energía.

La tierra aislada es la tierra de referencia cero para la lógica digital y la mantiene libre de ruidos eléctricos. El propósito es mantener los equipos eléctricos sensibles protegidos de los ruidos eléctricos producidos en los bucles de tierra y múltiples conexiones a tierra.

Las partes metálicas expuestas no portadoras de corrientes de las instalaciones de los transformadores se deben poner a tierra de acuerdo al artículo 450-10 cumpliendo las especificaciones para equipos eléctricos de la sección 250 de la NTC2050

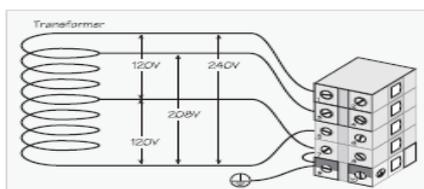
**Imagen 19. Puesta a tierra de Transformadores.**



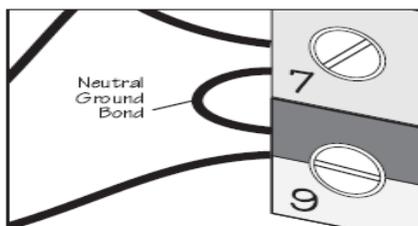
### 5.9.4 Sistema de alimentación interrumpida (UPS)

El sistema de alimentación interrumpida se debe poner a tierra bajo las consideraciones del artículo 645-15 de la NTC2050, a parte de tener presente las indicaciones principales dadas por el fabricante de la UPS como: mínima sección transversal del cableado de puesta a tierra del equipo, puentes de equipotencialidad entre Tierra y neutro y modos de conexión con los paneles de distribución.

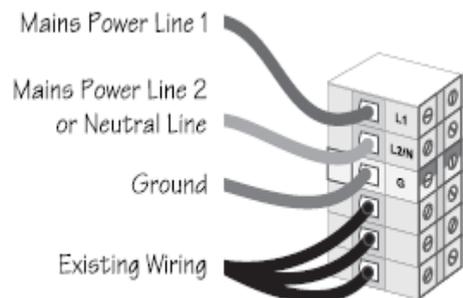
**Imagen 20. Configuración de Cableado Puesta a tierra de UPS**



**Fig 4-6 Voltages Delivered to the Output Terminal Block**



**Fig 4-7 Output Wiring Neutral Ground Bond**



**Fig 4-5 Input Hardwiring Configuration**

**Fuente. APC Symmetra User's Manual ASTE-6Z8L9J\_R0\_EN paginas. 4-3 y 4-4.**

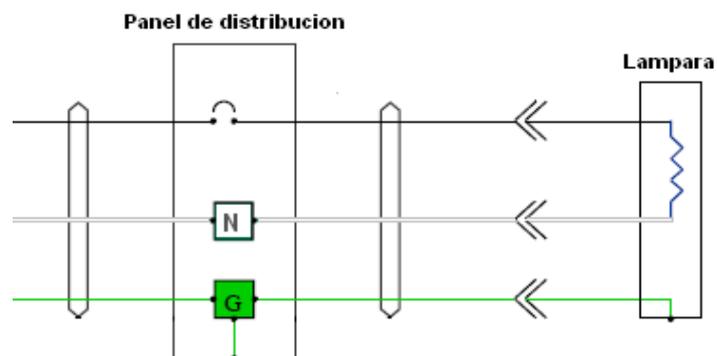
### 5.9.5 Salidas de Alumbrado, Tomacorrientes convencionales y aislados

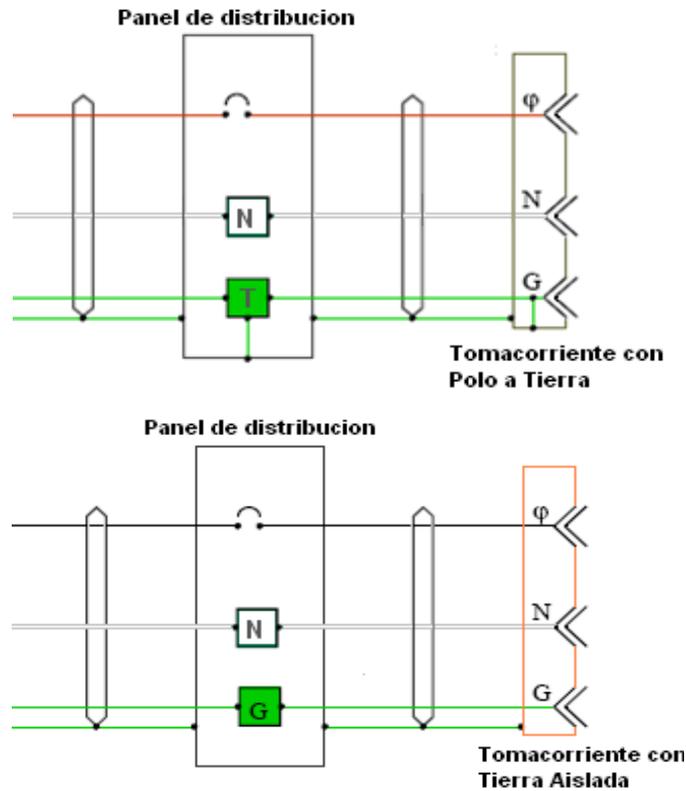
Los lineamientos seguidos en cuanto a la puesta a tierra de los equipos de alumbrado a instalar son los referidos en la parte E) de la sección 410, considerando las partes metálicas expuestas, puesto que el alumbrado a instalar es de sobreponer y empotrados, estos cuentan con un medio de conexión del conductor de puesta a tierra.

Para la conexión del conductor de puesta a tierra de los tomacorrientes convencionales con polo a tierra, se sigue los lineamientos establecidos en el artículo 410-58 de la NTC2050. En cuanto con los tomacorrientes con tierra aislada, para su conexión se tiene en cuenta la excepción 4) del artículo 240-74 de la NTC2050.

La instalación de conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con las especificaciones del ítem C) artículo 250-92.

**Imagen 21. Sistema de conexión de tierra de Salidas de Alumbrado, Tomacorrientes con polo a tierra y Tomacorriente con Tierra aislada.**





## 5.10 IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍA, CABLEADO Y ACCESORIOS

### 5.10.1 Tubería y Canalizaciones

Es necesario conocer la capacidad máxima de conductores que pueden ir dentro de una canalización, con el propósito de evitar inconvenientes como atascamientos, elevación en la temperatura, entre otros. Además se debe cumplir con lo establecido en la norma NTC 2050 en el capítulo 9.

En el apéndice C de la NTC2050, la tabla 1 para Tubos conduit metálico rígido y la tabla 9 para Tubos conduit no metálicos PVC, establecen los criterios de ocupación o llenado. Mientras que la sección 347 y 345, se hace mención a los requisitos a cumplir en cuanto a la instalación y uso de este tipo de tubería de acuerdo a la NTC2050.

Esta tubería y accesorios garantizan la protección de los cables en las instalaciones eléctricas cumpliendo con los requisitos exigidos en el RETIE y en la NTC 2050.

**Imagen 22. Tubería conduit metálico rígido.**



**Fuente.** <http://www.crouse-hinds.com>

**Imagen 23. Tubería conduit PVC.**



**Fuente.** [www.gerfor.com](http://www.gerfor.com)

Los calibres seleccionados a lo largo del diseño se encuentran entre 14, 12, 10, 8, 6, 4, 2 y 4/0, la distribución de los circuitos en las tuberías a instalar se aprecia en los planos de tubería anexados.

**Tabla 78. Cuadro C1 .Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubos metálicos rígidos. NTC2050**

Letras de tipo	Sección del cable AWG/ Kcmils	Sección comercial en pulgadas									
		½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4
THHN, THWN, THWN-2	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18

**Fuente: Código Eléctrico Colombiano NTC2050 - Cuadro C1 mero máximo de conductores y cables de aparatos en tubos metálicos rígidos.**

Se hace uso de tubería conduit metálica rígida en espacios donde se hace necesario instalarla a la intemperie y a la vista como medio de canalización del cableado eléctrico.

**Tabla 79. Cuadro C9. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubos rígidos de PVC. NTC2050**

Letras de tipo	Sección del cable AWG/Kcmils	Sección comercial en pulgadas											
		½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4	5	6
THHN, THWN, THWN-2	14	9	17	28	51	70	118	170	265	358	464	736	1055
	12	6	12	20	37	51	86	124	193	261	338	537	770
	10	4	7	13	23	32	54	78	122	164	213	338	485
	8	2	4	7	13	18	31	45	70	95	123	195	279
	6	1	3	5	9	13	22	32	51	68	89	141	202
	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	54	86	124
	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	61	88
	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	45	65
	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	18	24	38	55
	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	26	38
	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	22	31

**Fuente: Código Eléctrico Colombiano NTC2050 - Cuadro C9. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubos rígidos de PVC.**

Se hace uso de tubería conduit PVC desde los puntos de instalación de los cuadros de distribución, paneles de distribución, registros y hasta puntos específicos de la instalación debido a que la edificación no es una edificación

convencional, si no que es prefabricada por lo que se opto por hacer uso de canalizaciones perimetrales para la distribución del cableado a lo largo de los diferentes puestos de trabajo.

Las canalizaciones perimetrales seleccionadas corresponden a Canaletas plástica DEXSON 100x45 (2m) con divisor y accesorios, para la distribución del cableado de Voz y dato y eléctrico no regulado y regulado, a instalar a 0.7m del nivel del piso a la altura de los puestos de trabajo y bajo el cumplimiento de la Sección 362 apartado B de la NTC2050, referente a canaletas no metálicas para cables.

**Imagen 24. Canaletas plástica DEXSON 100x45 (2m) con divisor y accesorios**



**Fuente. [www.dexson.com](http://www.dexson.com)**

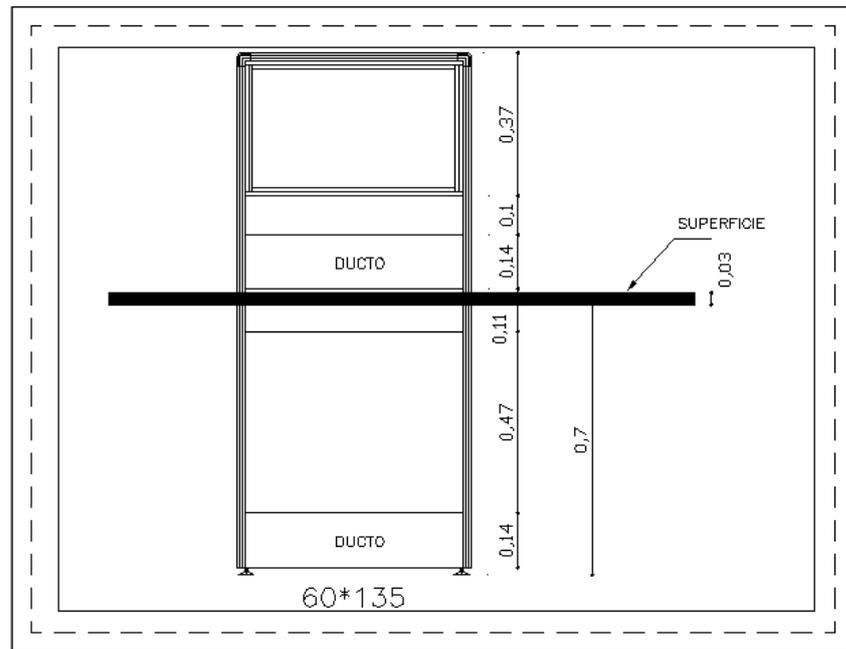
### **5.10.2 Muebles (Divisiones) de oficinas**

Al considerarse las divisiones modulares de oficinas de acuerdo a la NTC2050 como equipos especiales, es necesario tener presente las características de los muebles a instalar. En primera estancia este tipo de muebles debe cumplir con el artículo 605-2 de la NTC2050, teniendo en cuenta su uso que es como puestos de trabajos, su ubicación, distribución y el sistema disponible para el alambrado.

Este tipo de muebles debe disponer de canalizaciones de metal u otro material adecuado para uso como canalización de instalaciones eléctricas, para esto se debe tener presente el artículo 605-3 de la NTC2050.

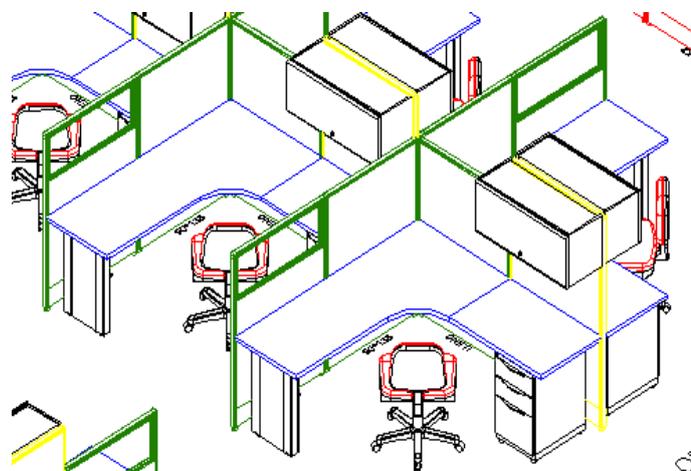
Las interconexiones de los tabiques deben ser conjuntos flexibles de acuerdo a lo indicado en el artículo 605-4 de la NTC2050. Puesto que los tabiques a instalar son de tipo fijo como los define el artículo 605-6 de la NTC2050, deben estar conectados permanentemente al sistema eléctrico de la edificación.

**Plano11. Espacios de canalizaciones de cables en muebles.**



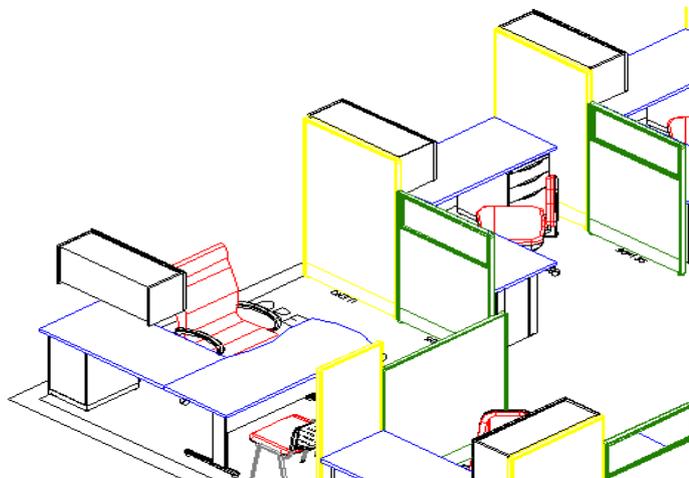
Fuente: Espacios de canalizaciones de cables en muebles - Plano Abocol Planta Norte Oficinas Administrativas Diseño de espacios, Junio 2008.

**Imagen 25. Puesto de trabajo General.**

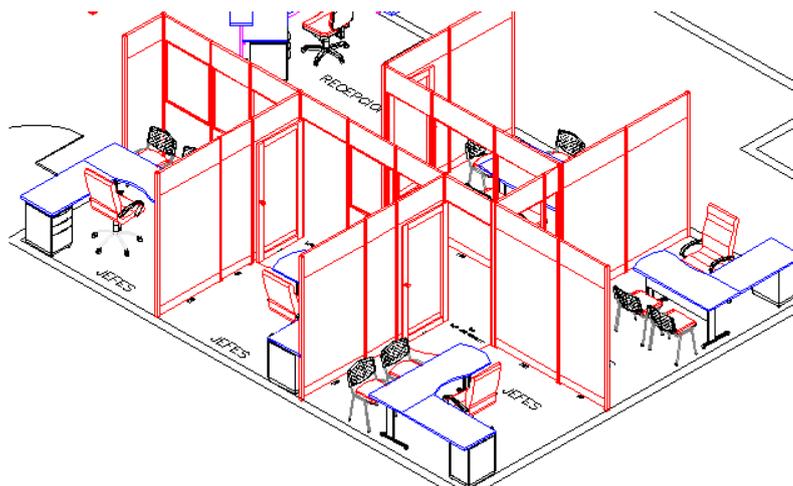


Fuente: Vista de oficinas - Plano 3D, Abocol Planta Norte Oficinas Administrativas Diseño de espacios, Junio 2008.

**Imagen 26. Puesto de Trabajo de mayor categoría.**



**Imagen 27. Oficina de jefe.**



**Fuente: Vista de oficinas - Plano 3D, Abocol Planta Norte Oficinas Administrativas  
Diseño de espacios, Junio 2008.**

### **5.10.3 Identificación de conductores.**

Los método y las características del alambrado dentro del diseño eléctrico es un aspecto de vital importancia; este se encuentra regido por un conglomerados de artículos del RETIE y de la NTC 2050 para el caso específico de edificación de oficinas, por ser estas del tipo prefabricadas la sección que contiene lo parámetros de cumplimiento es la 545 inciso A).

El artículo 11, numeral 4 del Reglamento RETIE indica el código de colores para conductores aislados con el fin de evitar accidentes por errónea

interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios para las instalaciones eléctricas como se indica en la tabla 80 (referencia: tabla 13 en el RETIE).

**Tabla 80. Código de Colores para conductores**

SISTEMA	1 $\phi$	1 $\phi$	3 $\phi$ Y	3 $\phi$ $\Delta$	3 $\phi$ $\Delta$ -	3 $\phi$ Y	3 $\phi$ $\Delta$
TENSIONES NOMINALES	120 V	240 /120V	208 /120V	240V	240/208 /120V	480 /277V	480V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No Aplica	Blanco	Gris	No Aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	No aplica	Verde amarillo	No aplica	No aplica

**Fuente: Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas. Tabla. N° 13 Código de Colores para conductores.**

Se tendrá como valido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable para conductores desnudos, como barrajes.

**Imagen 28. Cables eléctricos Centelsa**



**Fuente. <http://www.centelsa.com.co> Cables para construcción.**

Los cables o alambres aislados utilizados en baja tensión deben ser marcados según el RETIE en forma indeleble y legible.

#### 5.10.4 Tomacorrientes

Los tomacorrientes a instalar de acuerdo a los diferentes requerimientos y áreas especiales, de acuerdo a las consideraciones de diseño en los circuitos ramales y a los sistemas de puesta a tierra, son de las tres siguientes tipos:

*Imagen 29. Tomacorrientes.*

- Con polo a tierra:   **RETE**
- GFCI:   **RETE**
- Aislados:   **RETE**

*Fuente. [www.leviton.com](http://www.leviton.com)*

- Caja de piso para Tomacorrientes:



*Imagen 30. Caja de pisos.*

*Fuente. AMP Incorporated Harrisburg*

#### 5.10.5 Interruptores

En la distribución de los circuitos ramales de alumbrado para el control del encendido y apagado de las lámparas en algunas áreas se hace necesario la

instalación de interruptores, bajo el cumplimiento del ítem 7 de interruptores manuales del artículo 17 del RETIE.

**Imagen 31. Interruptores.**



**Fuente.** [www.leviton.co](http://www.leviton.co)

## 6 PRESUPUESTO DE MATERIALES CERTIFICADOS POR EL RETIE

Visualizando el alcance de la realización del diseño para su respectivo montaje, se realiza el siguiente estimado de los materiales requeridos con sus respectivos costos comerciales de acuerdo al mercado. Teniendo presente su la certificación y cumplimiento de los mismo con el Reglamento Técnico de las instalaciones RETIE y el Código Eléctrico colombiano NTC2050, para esto es de vital importancia visualizar por medio del Centro de investigación y desarrollo tecnológico CIDET del sector eléctrico colombiano, los diferentes proveedores certificados que satisfagan los necesidades requeridas y el cumplimiento con las normas.

- Link de consulta de productos certificados:

**<http://www.cidet.com.co/default.php?id=28>**

*Tabla 81. Listado de presupuesto*

Ítem	Descripción de articulo	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1*	Tubo conduit plástico 2"	UN	100	9500	950000
2	Tubo conduit plástico 1-1/2"	UN	50	6427	321350
3	Tubo conduit plástico 1"	UN	90	3580	322200
4	Tubo conduit plástico 3/4"	UN	120	2387	286440
5	Curva conduit PVC 2"90ø	UN	40	5671	226840
6	Curva conduit PVC 1-1/2"90ø	UN	40	2000	80000
7	Curva conduit PVC 1"90ø	UN	40	406	16240
8	Curva conduit PVC 3/4"90g	UN	40	258	10320
9	CPVC soldadura liquida	GA	1	180000	180000
10	Alambre Negro cal.18	KG	5	2400	12000
11*	Flexiconduit liq.tigh 3/4	MTS	40	3683	147320
12	Flexiconduit liq.tigh 1-1/2	MTS	6	5200	31200
13	Conect.p/flex.re.lt 1-1/2	UN	4	8352	33408

14	Conect.p/flex.rect.lt 3/4	UN	20	2799	55980
15	Conect.p/flex.recto lt 1"	UN	4	4536	18144
16*	Tubo Conduit galv. 1"x3 m	UN	30	28692	860760
17	Tubo Conduit galv.3"x3 m	UN	30	74235	2227050
18	Tubo Conduit galv. 2"x3 m	UN	7	58903	412321
19	Tubo Conduit galv. 1 1/2"x 3 m	UN	2	41903	83806
20*	Bushing c/contratuercas 2"	UN	15	1970	29550
21	Reduccion Conduit. 1 x 3/4"	UN	20	5200	104000
22	Contratuercas Conduleta 2"	UN	15	170	2550
23	Adaptador Conduit PVC macho 1"	UN	30	345	10350
24	Adaptador Conduit PVC macho 3/4"	UN	4	163	652
25*	Conduleta 1" c/h-p/l137	UN	9	30560	275040
26	Conduleta 1" c/h-p/c37	UN	9	30560	275040
27	Conduleta 1" c/h-p/t37	UN	10	41806	418060
28	Conduleta 1" c/h-p/lb37	UN	19	41806	794314
29*	Angulo a-36 1"x1"x1/8"esp.	UN	2	16065	32130
30	Chanel galv. 1-5/8"x1-5/8	UN	4	28708	114832
31	Grapa fijar tubo conduit 1"	UN	20	837	16740
32	Grapa fijar tubo conduit 3/4"	UN	60	780	46800
33	Grapa fijar tubo conduit 2"	UN	14	1027	14378
34*	Grapa p/cinta ss304 3/4"	UN	5	2500	12500
35	Cinta SS304 3/4"	MTS	10	4500	45000
36	Cápasete de 2"	UN	1	20000	20000
37*	Tornillo ss304.c/tu.3/8x1-1/2"	UN	12	849	10188
38	Tornillo ss304.c/tu.3/8x1"	UN	12	849	10188
39	Perno expa.ss-3/8"x3"	UN	20	5783	115660
40	Perno expansivo ss-1/4x2-1/4"	UN	20	3169	63380
41*	PVC Reduccion 2" x 1"	UN	1	1797	1797
42	PVC Reducción 2" x 1-1/2"	UN	1	2897	2897
43	PVC Adaptador macho 2"	UN	10	1882	18820
44	PVC Tubo 3/4" dia. X 6.mt	UN	1	6306	6306
45*	PVC Codo 3/4" 90 gr.	UN	4	327	1308
46	Canaleta plástica DEXSON 100x45 (2m) con divisor	UN	48	31250	1500000
47	Accesorios DEXSON 100x45 Blanco	UN	1	600000	600000
48	Caja doble DEXSON 100x45 Blanca	UN	45	15900	715500

49*	Bandeja Portacable Metalica de 10 cm x 2 mts	UN	4	50000	200000
50	Accesorios de bandejas metálicas	UN	8	42520	340160
51*	Varilla copper ground 1/2 x 2.4	UN	7	81098	567686
52	Cable cobre desnudo cal.2/0 AWG	MTS	100	13775	1377500
53	Cable cobre desnudo cal.2 AWG	MTS	50	8420	421000
54	Cartucho soldadura exotérmica 90gr	UN	12	8305	99660
55	Chispero ignición soldadura	UN	1	24100	24100
56*	Cable Monopolar cal.4/0 AWG	MTS	220	28700	6314000
57	Cable Monopolar Rojo THW cal.12 AWG	MTS	112	1531	171472
58	Cable monopolar Negro THW cal.12 AWG	MTS	300	1531	459300
59	Cable monopolar. Verde THW cal.12 AWG	MTS	300	1531	459300
60	Cable monopolar Blanco THW cal.12 AWG	MTS	200	1531	306200
61	Cable monopolar Rojo THW cal.10 AWG	MTS	200	2202	440400
62	Cable monopolar Negro THW cal.10 AWG	MTS	300	2202	660600
63	Cable monopolar Verde THW cal.10 AWG	MTS	300	2202	660600
64	Cable monopolar Blanco THW cal.10 AWG	MTS	100	2202	220200
65	Cable monopolar Blanco THW cal. 8 AWG	MTS	100	3199	319900
66	Cable Encauchetado .4 x 12 AWG	MTS	400	6754	2701600
67	Cable Encauchetado.4 x 10 AWG	MTS	200	9261	1852200
68	Cable Encauchetado 3 x 14 AWG	MTS	400	4056	1622400
69	Cable Encauchetado 3 x 12 AWG	MTS	100	5691	569100
70	Cable Encauchetado. THWN 4 x 8 AWG	MTS	150	14100	2115000
71	Cable Encauchetado THWN 4 x 6 AWG	MTS	50	23409	1170450
72	Cable Encauchetado THWN 4 x 4 AWG	MTS	60	27500	1650000
73	Cable Encauchetado THWN 4 x2 AWG THWN	MTS	30	38580	1157400
74*	Cinta para enmascarar 1/2"	UN	2	1035	2070
75	Cinta eléctrica súper 33 3/4"	UN	13	7766	100958
76	Cinta eléctrica aislante 3M-130	UN	8	28345	226760
77	Amarre plástico 8" long.	UN	150	50	7500

78	Tablero eléctrico trifásico 24 circuitos	UN	2	152400	304800
79	Tablero eléctrico trifásico 24 con protección	UN	1	222208	222208
80	Tablero eléctrico mini pragma de 18 circuitos	UN	1	280000	280000
81	Tablero distribución eléctrica 480 V	UN	1	3500000	3500000
82	Tablero distribución eléctrica 208 V	UN	1	3500000	3500000
83	Caja p/pared 400x300x200m	UN	1	403319	403319
84	Interruptor monopolar 15 A - 120 V	UN	32	6300	201600
85	Interruptor monopolar 20 A - 120 V	UN	24	8776	210624
86	Breaker de 15/40 amperios OMEGA	UN	15	15800	237000
87*	Transformador .trifásico.75kVA seco 460 /208-120 V	UN	1	8550000	8550000
88	Transformador .trifásico.30kVA seco 460 /208-120 V	UN	1	3500000	3500000
89*	Lámpara fluorescente T-8 2x32 sobre	UN	72	51900	3736800
90	Lámpara fluorescente 4 x 18 empotrada	UN	10	92000	920000
91	Alleykat shp 70 w (montaje vertical)		6	110000	660000
92	Luces emergencia iluram l2m12h	UN	6	363000	2178000
93	Tomacorriente doble regulado 125V	UN	45	23940	1077300
94	Tomacorriente doble 125 V-15amp con polo a tierra	UN	46	1927	88642
95	Tomacorriente doble proteccion GFCI 125 V	UN	5	37000	185000
96	Interruptor doble Levinton	UN	7	9000	63000
97	Interruptor Sencillo Levinton	UN	7	7200	50400
98*	Pintura azul	GA	1	41520	41520
99	Pintura Blanca	GA	1	41520	41520
100	Pintura anticorrosivo	GA	1	44520	44520
101	Disolvente ref-ge1500 thinner	GA	0.5	6400	3200
102*	Terminal ponchable ojo cable 4/0 AWG	UN	26	8252	214552
103	Terminal ponchable ojo cable 2/0 AWG	UN	4	5305	21220
104	Terminal ponchable ojo cable 2 AWG	UN	16	3999	63984
105	Terminal ponchable ojo cable 4 AWG	UN	28	2554	71512
106	Terminal ponchable ojo cable 6 AWG	UN	16	2795	44720

107	Terminal ponchable ojo cable 8 AWG	UN	28	1795	50260
108	Terminal ponchable ojo cable 10 AWG	UN	6	1250	7500
109*	caja 2" x 4" pvc (electrica)	UN	2	532	1064
110*	APC Symmetra 16kVA Scalable to 16kVA N+1 208/240V	UN	1	23738000	23738000
111*	Unidad de aire acondicionado Mini york de 1 Ton	UN	6	1150000	6900000
112	Unidad de aire acondicionado Mini york de 1 ½ Ton	UN	1	1769500	1769500
113	Unidad de aire acondicionado Mini york de 2 Ton	UN	3	2399000	7197000
114	Unidad de aire acondicionado TRANE 10 TON Model. YSC120A4EMA2RC	UN	2	9450000	18900000
115	Extractor de 18 W	UN	2	72500	145000
116*	Cable AMP 4 pares Sólido CAT.6A (rollo, 305m)	UN	4	660000	2640000
117	Cable AMP 4 pares Sólido CAT.6 (rollo, 305m)	UN	4	395000	1580000
118	Toma RJ45 AMP doble CAT 6A (Und.)	UN	23	52800	1214400
119	Toma RJ45 AMP doble CAT 6 (Und.)	UN	22	33000	726000
120	Patch Cord AMP 1 m. CAT 6A (Und.)	UN	47	34650	1628550
121	Patch Cord AMP 1 m. CAT 6 (Und.)	UN	47	17800	836600
122	Patch Cord AMP 2 m. CAT 6A (Und.)	UN	45	40250	1811250
123	Patch Cord AMP 1,8 m. CAT 6 (Und.)	UN	45	18800	846000
124	WS-C2960G-24TC-L Catalyst 2960 24 10/100/1000, 4 T/SFP LAN Base Image	UN	3	5900000	17700000
125	WS-C2960-24TT-L Catalyst 2960 24 10/100, 2 10/100/1000 LAN Base Image	UN	2	2180000	4360000
<b>TOTAL APROXIMADO</b>					<b>\$160.217.440</b>

## 7 CONCLUSIONES

- El sistema de construcción, Royalco PVC seleccionado para la fabricación del grupo de oficinas, es diferente a los materiales de construcción convencionales, sin embargo su implementación permite el cumplimiento a cabalidad de las normatividades de instalaciones eléctricas sobre las cuales se realizó el diseño. Este sistema permite la instalación de sistemas adecuados de canalizaciones así como la correcta ubicación de las salidas eléctricas.
- Con la utilización conjunta de los conocimientos eléctricos y los Reglamentos y Normas Técnicas aplicadas (RETIE y NTC2050) se logró cumplir con los requerimientos de seguridad y funcionalidad, puesto que el diseño desarrollado garantiza la seguridad e integridad de las personas y equipos. Así mismo la correcta aplicación de las herramientas de diseño permitieron que este, estuviese orientado a la correcta selección e implementación de materiales, equipos y además, aspecto que se evidencia en la minimización de los costos de ejecución del proyecto.
- Por ser un grupo de oficinas y por ende un área de trabajo ameritó un correcto análisis de iluminación lo que brinda garantía de salud visual a las personas que residen la edificación.
- La selección de conductores utilizados en las diferentes áreas de la instalación como medio de conducción eléctrico (Acometidas, alimentadores y Circuitos ramales) fue realizada no solo teniendo en cuenta su capacidad de corriente, si no a la vez el porcentaje de regulación y ocupación de las canalizaciones. Esto nos permite afirmar

que en todas las salidas instalación cumple con un nivel de tensión adecuado.

- En la selección de los Transformadores se debe proyectar ampliaciones futuras, esto debido a que, por el tipo de instalación (Grupo de oficinas), la tendencia de estas en la empresa es de aumentar la capacidad de carga en periodos cortos de tiempo.
- La razón primordial del uso del transformador para el sistema de energía Regulado es proporcionar una fuente separada de energía en el punto más cercano posible a la UPS y aislarla de otras fuentes de energía.
- Considerar la clase y las características de los equipos o cargas que se tendrán en la instalación es un aspecto determinante para los cálculos eléctricos. Dentro del análisis del sistema de puesta a tierra para el grupo de oficinas se considera la existencia de equipos electrónicos sensibles, para lo cual el tratamiento de tierras obtiene un alcance mayor buscando mantener dichos equipos eléctricos protegidos de los ruidos eléctricos producidos en los bucles de tierra y múltiples conexiones a tierra.
- Aunque parece que la distribución de los espacios es tema más arquitectónico que eléctrico, se convierte para cualquier diseño eléctrico en pieza clave para las consideraciones de construcción; Mas aun, en un diseño eléctrico de grupos de oficinas, en cual, se demanda mayor concentración de personas en espacios reducidos ; es deber conjunta de ingenierías coordinar la mejor distribución espacial que permita que la configuración de los circuitos ramales y demás aspectos eléctricos puedan ser correctamente instalados en los muebles de los diferentes puestos de trabajo, así mismo como la distribución de los equipos en los

cuartos eléctricos y de sistemas, garantizando condiciones de seguridad y correcta operación.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- Código eléctrico Colombiano NTC 2050.
- Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas RETIE.
- <http://www.cidet.com.co/>
- <http://www.cidet.com.co/default.php?id=28>
  
- Información de diseño y planos Oficinas prefabricadas Abocol Planta Norte. - “Abonos de Colombia S.A.”, Diseño e interventora Practicas profesionales Julio Martelo Castaño.
  
- **Luminarias:**
  - [http://www.iluram.com/espanol/catalogo/09\\_is.htm#9is\\_1](http://www.iluram.com/espanol/catalogo/09_is.htm#9is_1)
  - <http://www.sylvaniacolombia.com/home.asp>
  
- **Cableado:**
  - <http://www.centelsa.com.co/>
  
- **Protecciones:**
  - <http://www.schneider-electric.com.co/>
  
- **Transformadores:**
  - <http://www.suntec.com.co/>
  
- **UPS:**
  - [http://www.apcc.com/resource/include/techspec\\_index.cfm?base\\_sku=SY16K](http://www.apcc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=SY16K)
  
- **Tableros Eléctricos:**
  - <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=344&rank=1>

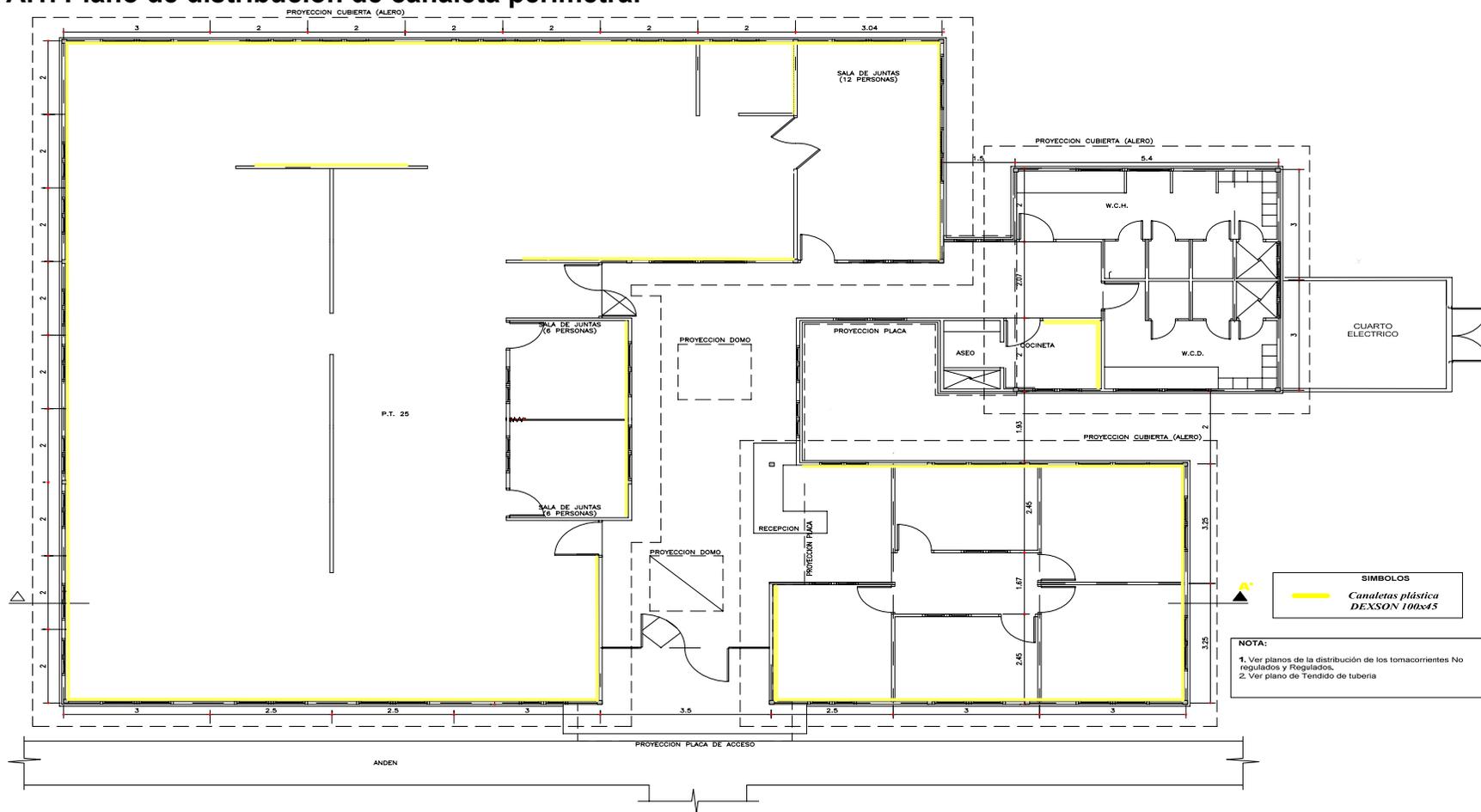
- Square D - Lista de precios 2008 by Schneider
  
- **Sistema de puesta a tierras eléctrica**
  - Tierras soporte de la seguridad Eléctrica – Fabio Casas Ospina.
  - Manual para aterrizaje en subestaciones y sistemas eléctricos – Trabajo de grado Raul Heber Cideos Morales. Universidad Albert Einstein. El Salvador C.A.
  
- **Aires acondicionados:**
  - <http://www.york.com/>
  - <http://www.trane.com/Default.asp>
  
- **Material de construcción:**
  - <http://micigc.uniandes.edu.co/VIS/royalco.htm>

<http://www.crouse-hinds.com>

[http://www.slideshare.net/Estefa\\_Arias/circuitos-trifasicos-presentation](http://www.slideshare.net/Estefa_Arias/circuitos-trifasicos-presentation)

# **ANEXOS**

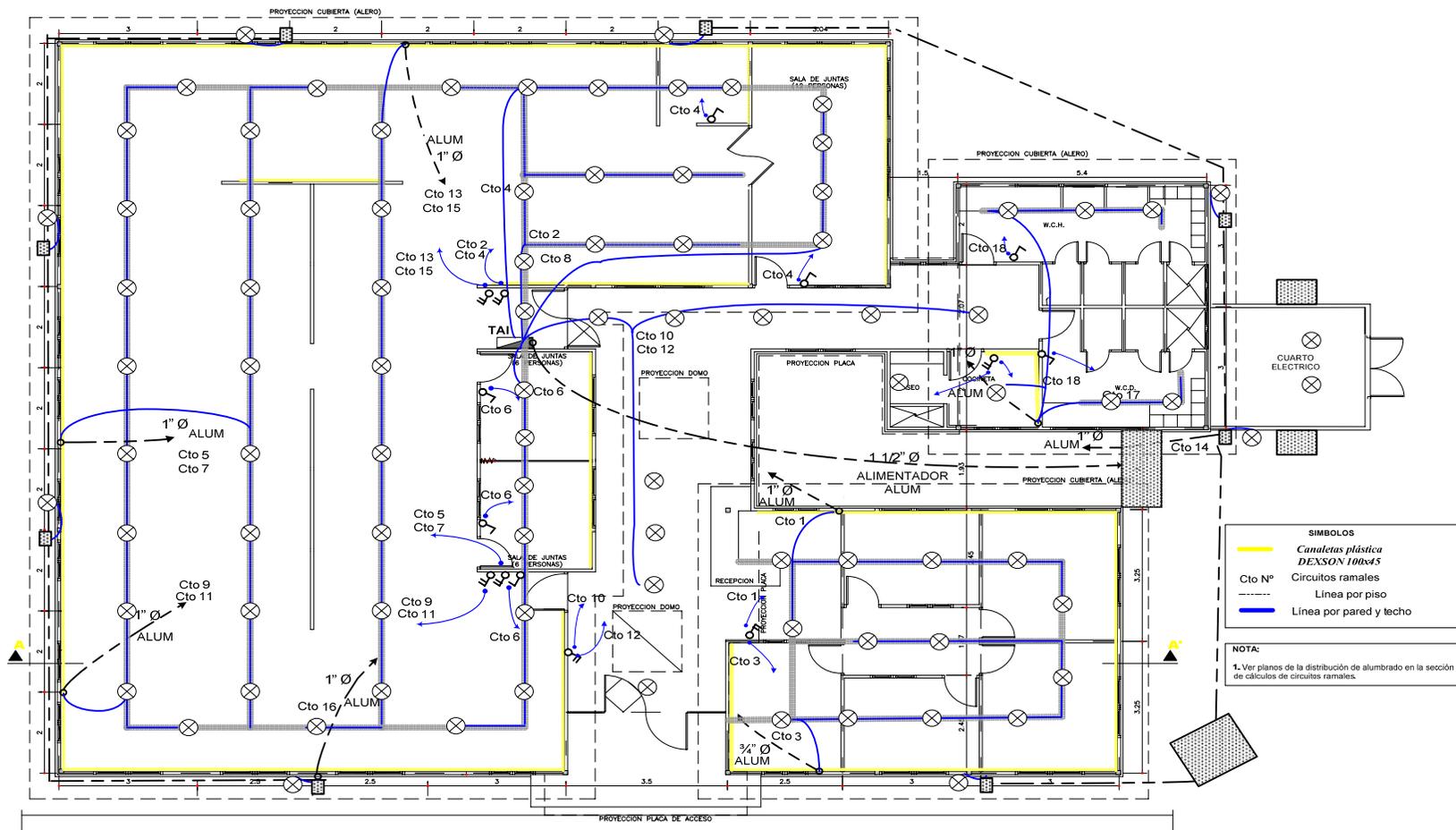
## A.1. Plano de distribución de canaleta perimetral



10

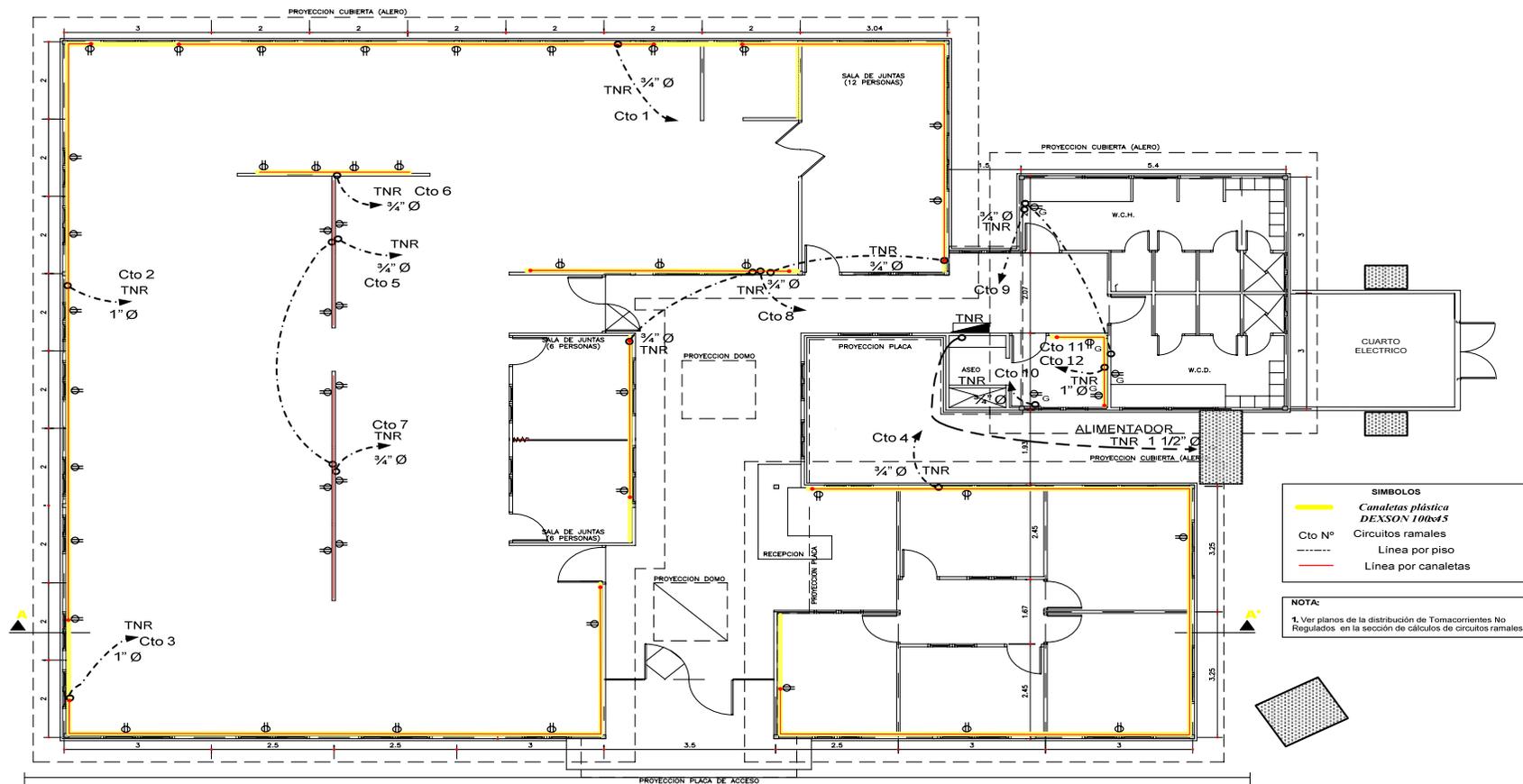
<sup>10</sup> Distribución de Canaletas Perimetrales para alambrado - Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Planta General, Mayo 20 de 2008 – Plancha Nº 1.

## A.2. Plano de Tendido de Tuberías Circuitos de Alumbrado



11

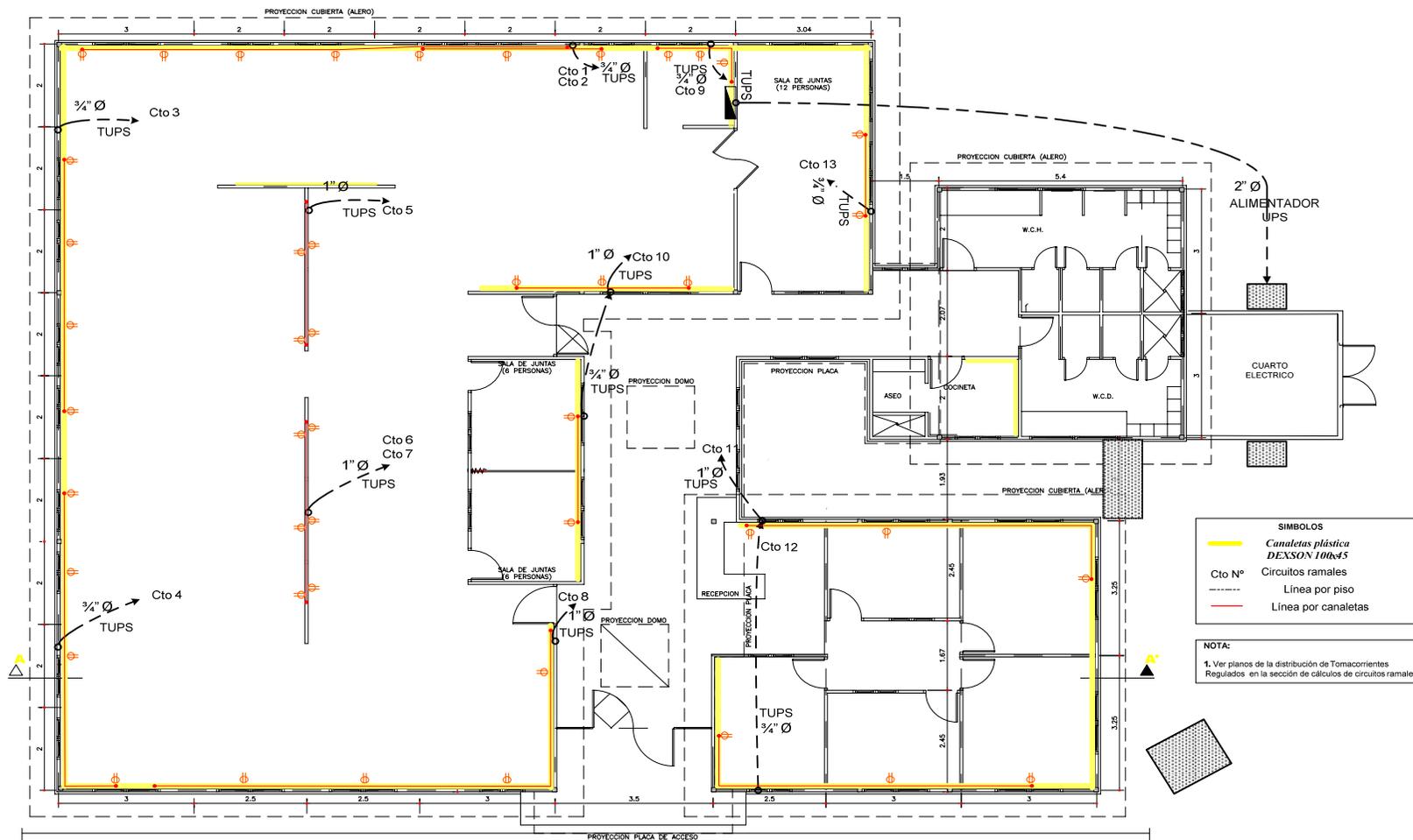
### A.3. Plano Tendido de Tuberías de Circuitos No regulados



12

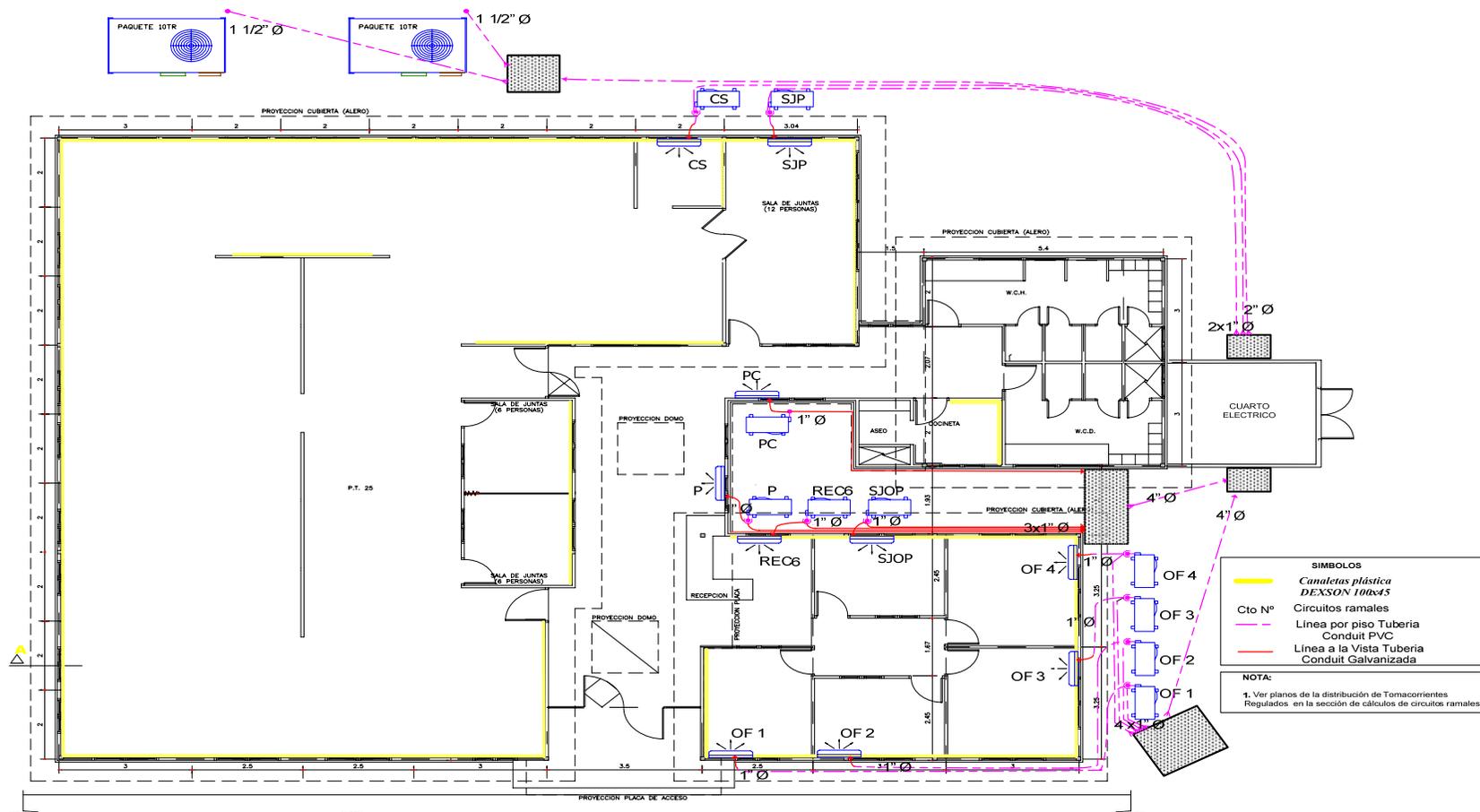
<sup>12</sup> Tendido de Tubería para Circuitos No regulados - Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Planta General, Junio 24 de 2008 – Plancha N1.

## A.4. Plano de Tuberías Circuitos Regulados



13

## A.5. Plano de Tuberías circuitos de Aires Acondicionados

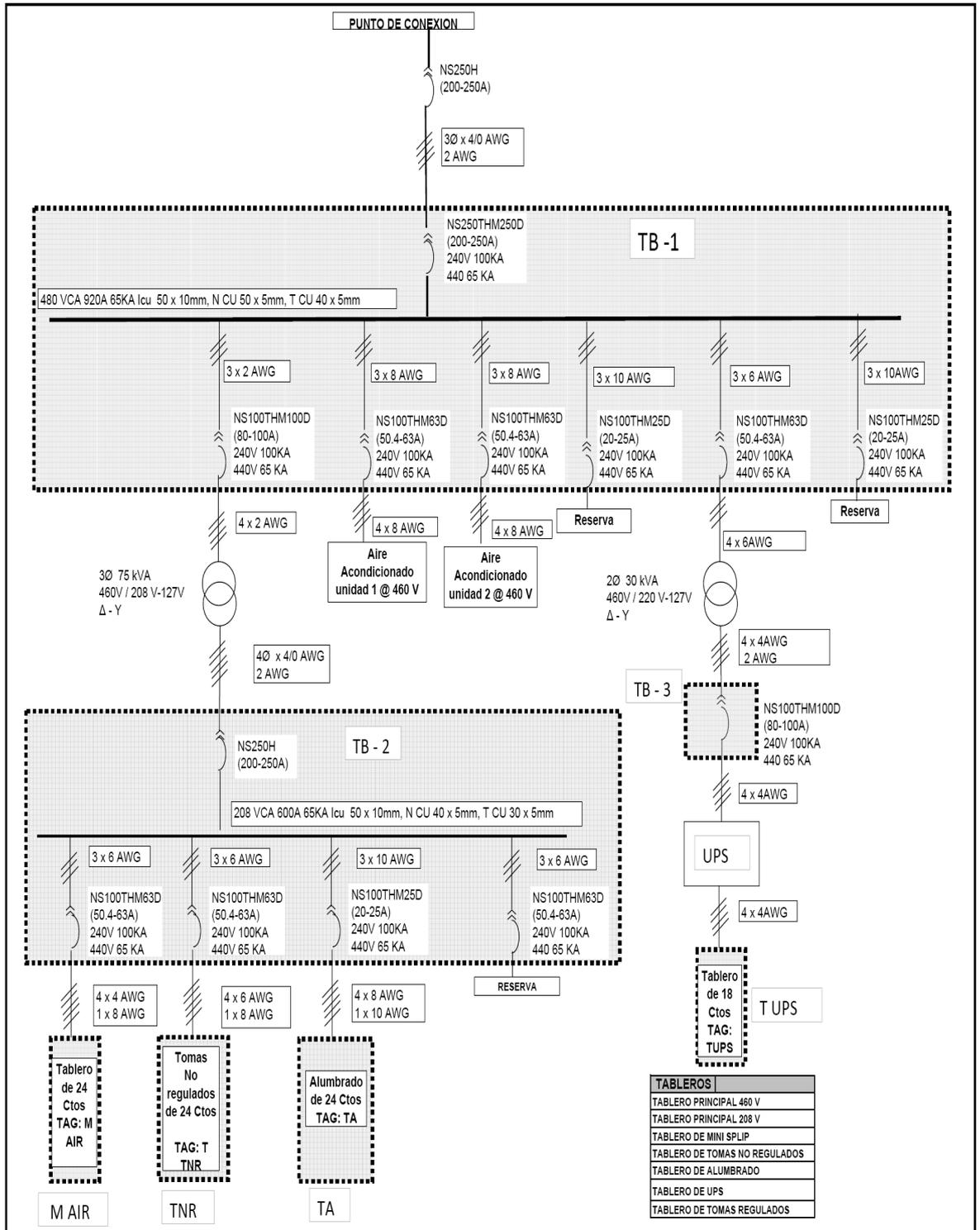


14

14 *Tendido de Tubería para Circuitos aires acondicionados - Plano Proyecto Oficinas Abocol Cartagena – Planta General, Junio 24 de 2008 – Plancha N°1.*

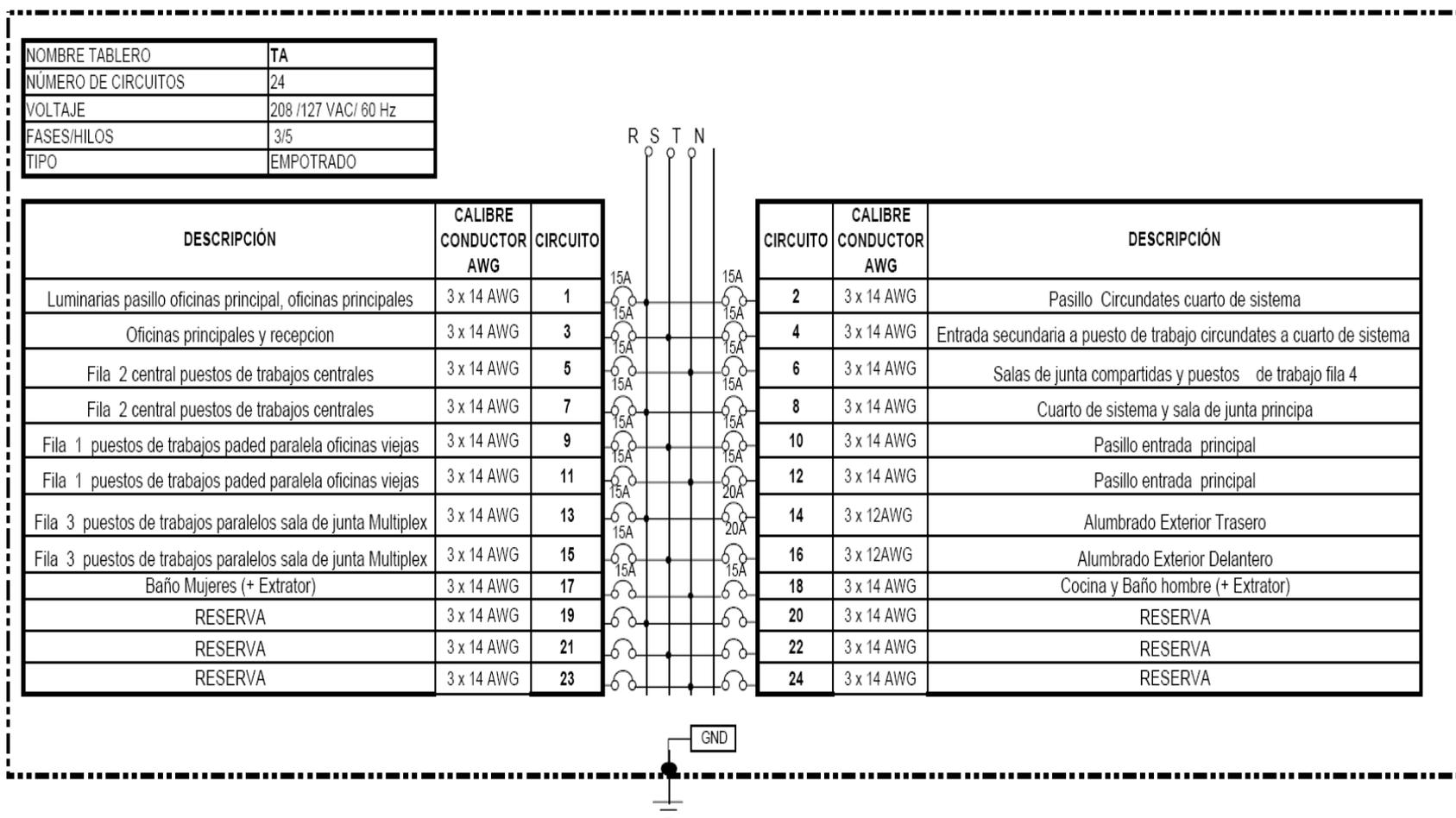
## **A.6. Plano de tubería de cableado de voz y datos**

## A.7. Circuito unifilar General



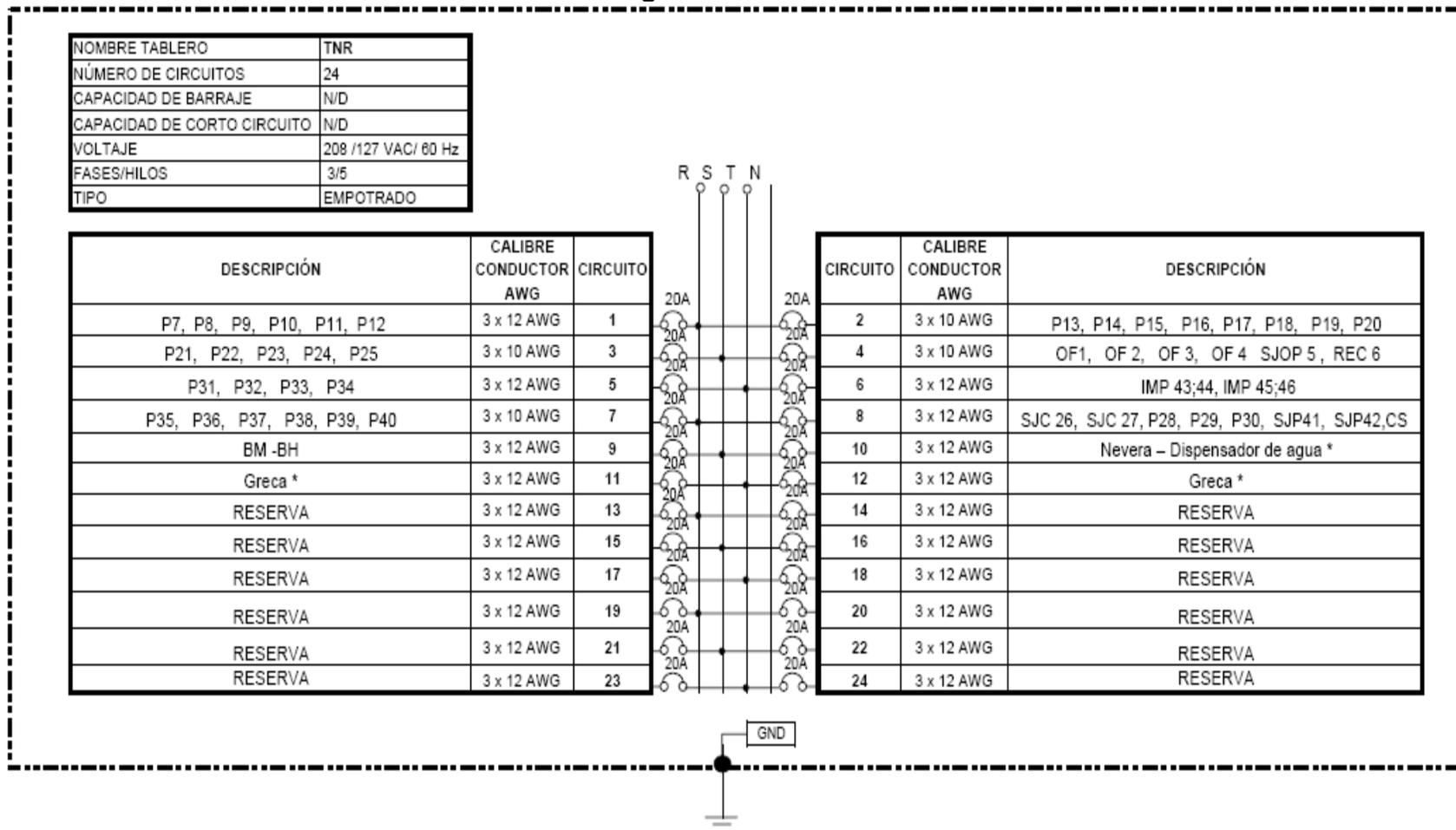
15

## A.8. Unifilar de Tablero alumbrado General



16

### A.9. Unifilar de Tablero de Tomacorrientes No Regulados

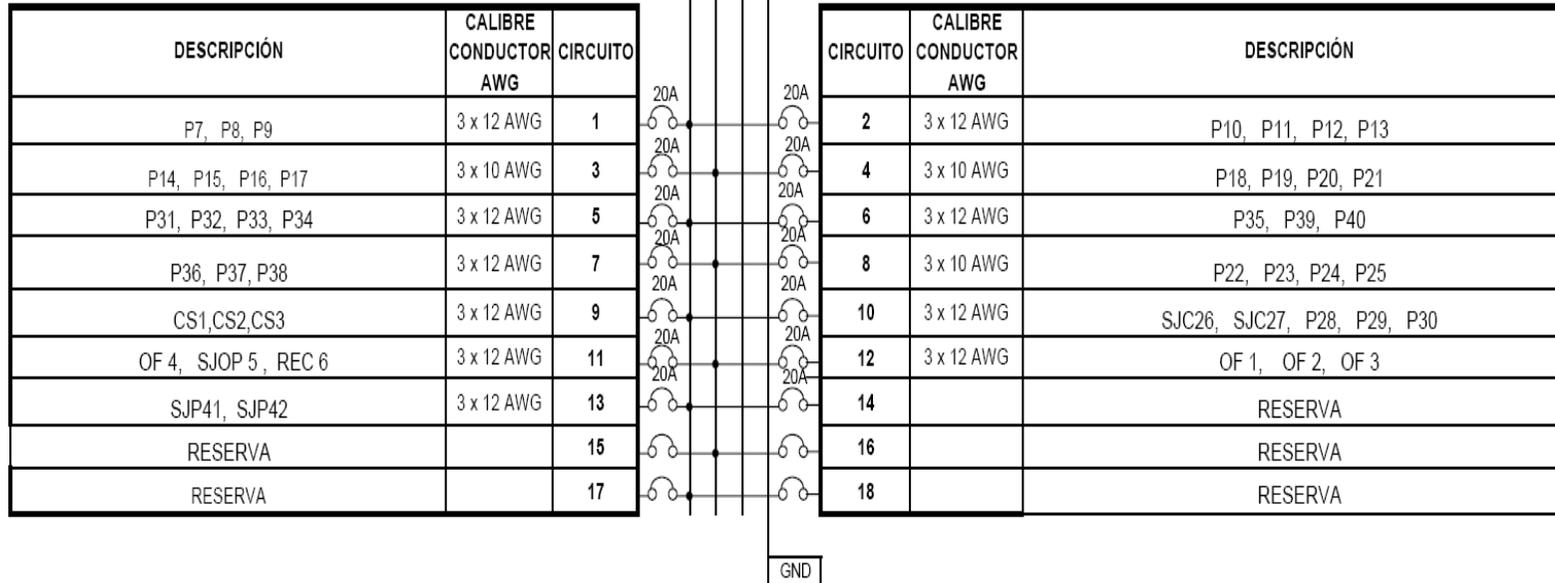


17

<sup>17</sup> Diagrama Unifilar de Panel de Distribución de Tomacorrientes No Regulados - Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A.

## A.10. Unifilar de Tablero Tomacorrientes Regulados

NOMBRE TABLERO	TUPS
NÚMERO DE CIRCUITOS	18
CAPACIDAD DE BARRAJE	N/D
CAPACIDAD DE CORTO CIRCUITO	N/D
VOLTAJE	208 /120 VAC/ 60 Hz
FASES/HILOS	2/4
TIPO	SOBREPONER



18

<sup>18</sup> Diagrama Unifilar de Panel de Distribución de Tomacorrientes Regulados - Oficinas Administrativas Planta Norte Abocol S.A.

### A.11 Unifilar de Tablero de Aires acondicionados

