

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS PARA  
LA REMODELACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL  
JORGE CHÁVEZ

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRONICO**

**PRESENTADO POR:**

**SERGIO OLIVERA SUSANÍBAR**

**PROMOCIÓN  
2003 - I**

**LIMA – PERÚ  
2006**

**DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS PARA LA  
REMODELACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE  
CHÁVEZ**

***Dedico este trabajo a:  
Mis padres, quienes siempre apoyaron toda  
iniciativa de progreso con ejemplo de valor  
y constante esfuerzo.  
A mis tíos, ejemplos de profesionales a seguir.  
Y a todo el equipo del proyecto  
Aeropuerto de Tyco por el gran esfuerzo y  
dedicación desplegado***

## SUMARIO

El presente informe pretende describir la implementación de un sistema de detección y alarma de incendios en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en su proceso de remodelación llevado a cabo desde inicios del 2004 a mediados del 2005. Los sistemas de detección y alarma de incendios son sistemas que tienen por fin la detección temprana de incendios con el fin de alertar y evacuar a los ocupantes del lugar, y también permitir actuar con rapidez para combatirlos evitando un desastre de grandes proporciones con pérdidas humanas y materiales.

Estos sistemas están compuestos por un panel que controla y monitorea dispositivos periféricos tanto de iniciación (dispositivos de detección de incendios) como de notificación y acción (toma de alguna acción sobre algún otro dispositivo frente a la emergencia).

En el capítulo I se ofrece una visión general de los sistemas de detección y alarma de incendios, la normatividad aplicable, historia y evolución de estos sistemas, los alcances generales de estos sistemas y el estado actual de estos sistemas.

En el capítulo II se especifican a mayor detalle estos sistemas, sus componentes, criterios de diseño, arquitectura de los mismos y criterios de determinación de un incendio.

El capítulo III trata del diseño del sistema para el caso del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, se especifican los criterios de diseño, los cálculos empleados para el diseño, consideraciones de instalación y procedimientos para la programación de los paneles.

El capítulo IV se describe la implementación del sistema, la comunicación entre el panel y los dispositivos periféricos y la configuración de los mismos.

Finalmente en el capítulo V se describen las pruebas practicadas al sistema, su operación y los problemas presentados durante la instalación.

En este momento se desea exponer que dado que el sistema expuesto forma parte de los sistemas de seguridad del aeropuerto el manejo de la información al respecto es reservada y en muchos casos ni siquiera es permitida su divulgación, por ejemplo en la presentación de planos de detalles o fotos de la implementación; así mismo no fue posible obtener muestras de reportes o pantallas de los centros de comando.

## ÍNDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE DETECCION Y ALARMA DE INCENDIOS</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción	2
1.2 Propósito y funciones básicas del sistema	2
1.3 Normatividad aplicable	3
1.3.1 Normas nacionales	3
1.3.2 Normas extranjeras	4
1.4 Evolución de los sistemas de alarma y detección de incendios	4
1.5 Sistemas de detección de incendios actuales y estado del arte	5
1.5.1 Sistemas convencionales	5
1.5.2 Sistemas direccionados	5
1.5.3 Estado del Arte	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>SISTEMAS DE ALARMAS Y DETECCIÓN DE INCENDIOS</b>	<b>9</b>
2.1 Definiciones	9
2.2 Arquitectura del sistema	12
2.3 Criterios generales de diseño	13
2.4 Criterios de determinación de un incendio por los dispositivos periféricos.	15
<b>CAPITULO III</b>	
<b>DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ.</b>	<b>17</b>
3.1 Consideraciones generales de diseño	17
3.2 Determinación de protección requerida	19
3.3 Cálculo de consumo y requerimientos de energía del sistema para la notificación de incendios.	22

3.4	Cálculo de fuente de energía de respaldo	26
3.5	Medios de comunicación y transmisión de datos	27
3.6	Consideraciones físicas para la implementación	29

#### **CAPITULO IV**

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ.</b>		<b>44</b>
4.1	Panel de detección y alarmas.	44
4.1.1	Características del panel de alarmas y detección de incendios Simplex 4100U	44
4.1.2	Arquitectura del panel de control.	52
4.1.3	Centro de comando gráfico GCC	56
4.2	Dispositivos periféricos	57
4.3	Cableado del sistema	64
4.4	Comunicación entre el panel y dispositivos periféricos	65
4.5	Programación y configuración del panel de control	68
4.6	Configuración de los dispositivos periféricos.	68
4.7	Arquitectura final del sistema.	69

#### **CAPITULO V**

<b>DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL SISTEMA EN MARCHA.</b>		<b>72</b>
5.1	Instalación del sistema	72
5.2	Pruebas pre-operativas	74
5.3	Instalación de equipos principales	75
5.4	Pruebas operativas y puesta en marcha del sistema	75
5.5	Problemas presentados durante la instalación	76
5.6	Descripción operativa del sistema en marcha.	78

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
---------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>81</b>
---------------------	-----------

## PROLOGO

Desde que el hombre toma conciencia de la necesidad de salvaguardar su vida y su integridad ha buscado formas y métodos para lograr un estándar de vida más alto, lo ha hecho procurando mejorar sus viviendas en un inicio y luego al procurar protegerlas de condiciones adversas.

El fenómeno de mayor frecuencia y que causa mayor cantidad de muertes y daños, respecto al área afectada, son los incendios, que han causado innumerables pérdidas humanas y materiales caracterizándose por dejar, a diferencia de otros fenómenos, lugares completamente destruidos; también es conocido por estadísticas realizadas que la mayor cantidad de incendios producidos son de tipo urbano. En el Perú durante el año 2003 se produjeron 1,137 incendios urbanos, y dejaron un total de 8,435 damnificados, que representaron el 34% del total de las emergencias ocurridas registradas ese año, mientras que en el año 2004 se registraron 1,484 incendios urbanos dejando un total de 9,295 damnificados, ese año los incendios urbanos representaron el 37% de las emergencias ocurridas registradas. Estas cifras son aún mayores en países de mayor urbanización como Estados Unidos, que en el año 2004 registraron aproximadamente 395,500 incendios urbanos con una cantidad de 3,190 muertos, 13,700 heridos y 5.8 billones de dólares americanos en pérdidas.

El contexto anterior nos deja en un marco en el que es necesaria y vital la protección contra incendios.

En el caso de la detección de incendios se han realizado avances notables gracias al avance de la tecnología que permite actualmente contar con sistemas que pueden detectar oportunamente amagos de incendios y realizar una correcta notificación de la emergencia, el presente informe buscará exponer de la mejor manera un sistema de alarmas y detección de incendios completo y pretende recalcar la importancia y atención que se debe dar a la protección de incendios.

# **CAPÍTULO I**

## **CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS**

### **1.1. Introducción**

El avance de la tecnología ha permitido la mejora en los sistemas de detección y prevención de desastres, particularmente en el caso de la lucha contra incendios se ha logrado un gran avance en la detección temprana de incendios que permiten principalmente el salvar vidas y la acción rápida para combatirlos evitando las grandes pérdidas materiales que traen por consecuencia los incendios.

Es en este punto donde radica la importancia de estos sistemas: en la posibilidad para actuar con rapidez ante el inicio de un incendio gracias a la detección temprana de un incendio. Para lograr esto la tecnología ha desarrollado ampliamente los métodos de detección de incendios empleando la electrónica y la comunicación de datos para la producción de los dispositivos de iniciación, los dispositivos de notificación y los dispositivos de control y monitoreo: los paneles de detección y alarmas de incendios.

### **1.2. Propósito y funciones básicas del sistema**

Los sistemas de detección y alarma de incendios tienen como propósito principal la notificación oportuna de un amago de incendio, estado de problema o supervisión para alertar a los ocupantes de un edificio, convocar la ayuda pertinente y controlar las funciones de seguridad contra incendios.

Esto se logra mediante la detección temprana de incendios y la correcta notificación del mismo.

Según las normas que se verán en la siguiente sección los sistemas de alarma de incendios deben contar con determinadas características y funciones para cumplir con su propósito, las cuales mencionamos a continuación:

- a. Identificación de la zona afectada o del punto específico afectado.
- b. Medios de notificación de la emergencia: audibles y visibles.
- c. Contar con una fuente de alimentación de energía principal.
- d. Contar con una fuente de alimentación de energía secundaria.



- e. Comunicación de la emergencia hacia un punto remoto permanentemente monitoreado.
- f. Protección contra sobrecorrientes en los circuitos.
- g. En caso que se use como fuente de energía secundaria baterías, el panel de control debe contar con un cargador de baterías.
- h. Capacidad para controlar otros sistemas como: aire acondicionado, puertas y escaleras eléctricas, sistemas de elevadores, etcétera.

La arquitectura de estos sistemas es siempre en base a un panel de detección y control de alarmas, y los dispositivos periféricos instalados en el edificio a proteger. Los dispositivos de detección y de notificación se conectan al panel en paralelo mediante un cableado de interconexión que recorre los ambientes dependiendo del tipo circuito que instale. En la siguiente figura apreciamos un ejemplo de la arquitectura básica de estos sistemas, de la cual se darán mayores detalles en el siguiente capítulo.

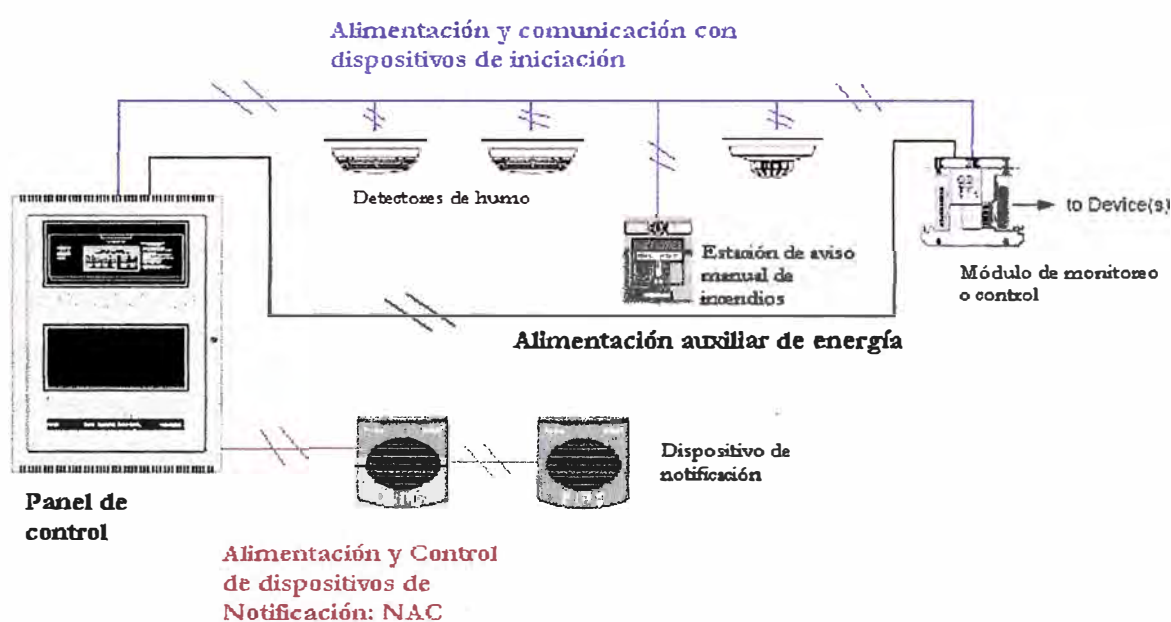


Figura 1.1 Arquitectura básica del sistema

### 1.3. Normatividad aplicable

#### 1.3.1 Normas nacionales

En el Perú aún no se han determinado normas para la regulación o especificación de los sistemas de alarmas de incendios, sin embargo el Reglamento Nacional de Construcciones los contempla como parte de los sistemas de protección contra incendios.

Por otro lado cuando un reglamento o recomendación técnica peruana requiere especificar los sistemas de alarma de incendios hacen referencia a normas extranjeras. Fuera de este contexto, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), recomienda instalar este tipo de sistemas en ambientes que presentan alto riesgo de incendio, esta recomendación se da luego de una Inspección Técnica en Defensa Civil por parte de personal técnico de INDECI.

### 1.3.2 Normas extranjeras

En otros países si existen normas que especifican el requerimiento, funcionalidad y principios de los sistemas de detección de incendios, una de las principales normas extranjeras, y es la empleada en el país para la especificación y inspección de estos sistemas es la NFPA 72, *National Fire Alarm Code*, la cual es una norma norteamericana que forma parte del juego de normas americanas NFPA (National Fire Protection Association), institución que busca reducir el número de incendios y otros tipos de peligros que ponen en riesgo la vida humana estableciendo códigos, normas y capacitación en temas de prevención, especificación, instalación e inspección de sistemas de protección contra incendios.

En particular, la norma NFPA72 establece los principios y las reglas que debe cumplir un sistema de detección de incendios; por tanto en esta norma se establecen no solo las funciones y características básicas que debe cumplir los componentes de un sistema de detección de incendios como los detectores de humo o paneles de control, si no también los requisitos que debe cumplir el sistema en conjunto a nivel de diseño, instalación, pruebas, consideraciones y requerimientos para el mantenimiento e inspecciones de los mismos.

En lo referente a las características de los paneles y los dispositivos, estas son seguidas por los principales fabricantes y diseñadores de dispositivos de alarma y detección de incendios.

## 1.4. Evolución de los sistemas de alarma y detección de incendios

Los inicios de los dispositivos de detección y alarmas de incendios se remontan a los primeros detectores de aumento de temperatura producidos en Inglaterra a inicios de los años 1900, desde esos inicios no se dieron mayores avances hasta la década de los 60 del siglo pasado en que se desarrollaron los primeros detectores de humo, sin embargo no fue hasta las década de los 70 que se comenzaron a producir y a distribuir los detectores de humo con alarmas incorporadas para uso doméstico.

Sin embargo luego se desarrollarían los sistemas de detección y alarmas de incendios como los conocemos hoy: basados en dispositivos periféricos y un panel de monitoreo y alarmas, los principales fabricantes comenzaron a desarrollar estas tecnologías durante los años 1980.

### **1.5. Sistemas de detección de incendios actuales y estado del arte**

Como se ha mencionado los sistemas de detección y alarmas de incendios han evolucionado con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología y la electrónica, los más grandes avances se dieron con el desarrollo y el empleo masivo de los microprocesadores y microcontroladores, actualmente se disponen de dos tipos de sistemas desarrollados: los sistemas convencionales y los sistemas direccionados

#### **1.5.1 Sistemas convencionales**

Se describen como sistemas convencionales a los que distinguen como grupos de dispositivos con una sola identidad, por ejemplo un grupo de dispositivos de iniciación son identificados por el panel de control como un solo punto o como una sola identidad. Una característica importante de estos sistemas es que si se alarma un dispositivo dentro del grupo, el panel de control no distingue cual dispositivo exactamente se ha alarmado.

#### **1.5.2. Sistemas direccionados**

Este tipo de sistemas se caracteriza por la facultad de distinguir individualmente cada dispositivo del sistema y el consecuente estado del mismo. Esto es muy útil para la rápida ubicación o identificación de alarmas o problemas en un edificio que cuente con diversos ambientes, pisos u oficinas o para asignar prioridades de alarmas de acuerdo al tipo de dispositivo.

En este tipo de sistemas, a cada dispositivo se le asigna una dirección única en la red, luego en el panel de control la dirección del dispositivo es programada asociándola al tipo de dispositivo instalado para el monitoreo del mismo.

#### **1.5.3 Estado del arte**

En la actualidad los sistemas de detección de incendios se han desarrollado ampliamente en el campo comercial e industrial tanto en la funcionalidad y eficiencia de los paneles de detección de incendios como en el desarrollo de nuevas tecnologías de detección, o combinando varias tecnologías de detección en un solo dispositivo.

En lo que respecta al desarrollo de los paneles de incendios los paneles actuales tienen la capacidad de controlar gran cantidad de puntos direccionados, son escalables, y han desarrollado técnicas para ampliar la red a grandes distancias empleando centrales repetidoras o montando redes de paneles.

Los fabricantes SimplexGrinnell del grupo Tyco Fire & Security y Notifier del grupo Honeywell son las que realizado un mayor desarrollo en cuanto a los paneles de control. SimplexGrinnell cuenta entre sus características principales para sus paneles de la familia 4100:

- a. Panel totalmente direccionable y comunicación en dos vías entre el panel y los dispositivos periféricos.
- b. Soporta hasta 2,000 puntos analógicos direccionables.
- c. Interfase y operación del panel amigable e intuitivo a través de un display con teclado alfanumérico y teclas que permiten una acción rápida como: silenciamiento de alarma, reconocimiento de problemas o alarmas y menús de funciones entre otros.
- d. Fácilmente escalable y modificable, debido a su diseño modular.
- e. Soporta notificación por voceo y/o mensajes pregrabados.
- f. Soporta Centro de Comando para teléfono de bomberos.
- g. Programable en el lugar de la instalación.
- h. Posibilidad de interconectarse en red con otros paneles de la misma marca y familia mediante cable de par trenzado de cobre o fibra óptica.
- i. Posibilidad de conectar en red un centro de comando gráfico y/o un PC para monitoreo del sistema.
- j. Preparado para ser conectado a centrales de monitoreo.

Mientras que los paneles Notifier en su familia de paneles ONYX NFS 3030 cuentan con las siguientes características:

- k. Comunicación por dos hilos con los dispositivos periféricos, pero a diferencia de otros paneles este divide en dos la capacidad total de las direcciones disponibles para manejar detectores y módulos, es decir si el panel dispone de 318 direcciones sólo puede manejar 159 detectores y 159 módulos, sin embargo el canal de comunicaciones es el mismo para módulos y detectores.
- l. Panel diseñado para medianas a grandes aplicaciones con capacidad desde 159 detectores y 159 módulos hasta 1590 y 1590 módulos.
- m. Pantalla LCD de 640 caracteres e interfase con el usuario que permite la programación del panel in situ sin recurrir a una microcomputadora.
- n. Tecnología de sondeo para comunicación con dispositivos periféricos denominada "Flashscan" que permite sondear hasta 308 dispositivos en menos de un segundo.
- o. Diseño modular escalable que permite crecimiento limitado al número de dispositivos direccionados mencionado.

- p. Cuenta con salidas incluidas por defecto RS232 y RS485 para conectar con *microcomputadora, impresora o anunciadores remotos o componentes de su red* respectivamente.
- q. Capacidad para distinguir niveles de sensibilidad en los detectores de humo y *señales de pre alarma y dispositivo sucio*.
- r. Soporta expansión para módulos de voceo y telefonía de bomberos con opción para comunicación en dos canales.
- s. *Diseño orientado a redes de paneles de la misma familia empleando cable de cobre o fibra óptica para cubrir necesidades mayores a la ofrecida por un solo panel o en casos de excesiva distancia de cableado.*

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre las principales características de los dos paneles.

Tabla 1.1 Comparación entre tecnologías Simplex y Notifier

CARACTERISTICA	SIMPLEX 4100U	NOTIFIER NFS-3030
Capacidad de puntos del sistema	2,000	3,180
Número máximo de circuitos de iniciación – control	30	10
Puntos por circuito	64, 127, o 250 (cualquier combinación de dispositivos)	318 (159 módulos, 159 detectores)
Formato de transmisión de datos	digital	digital
Pantalla LCD	80-caracteres (2x40)	640-caracteres (16x40)
Capacidad de fuente de energía (estándar)	9 A	4.5 A
Capacidad de fuentes de poder de expansión	9 A	6 A
Comunicador digital	Si	Si
Programación en campo	Uso de computadora	Panel frontal

CARACTERISTICA	SIMPLEX 4100U	NOTIFIER NFS-3030
	personal portátil	(opcionalmente usando PC)
Niveles de acceso	4	4
Verificación de alarma	Si	Si
Identificación de circuito con falla a tierra	Si, iniciación notificación, alimentación	Si ; solo iniciación
Prueba de supervisión	Si	Si
Registro histórico de eventos	Si	Si
Eventos totales	600	4,000
Capacidad para reportes impresos	Si	Si
Tecnología de sondeo	IDNET	FLASHSCAN
Lugar de asignación de dirección del detector	En la base del detector	Cabeza o detector.
Diferencia de dispositivo sucio y excesivamente sucio	Si	Si
Red de nodos cara a cara	Si	Si
Puerto de servicio por MODEM	Si	Si
Soporte de audio y telefonía	Si	Si
Audio digital	Si	Opcional
Longitud de mensaje de voz pregrabada	32 minutos	Hasta 4 mensajes de 24 segundos
Unión de mensajes	Si	No
Generación de mensajes en campo	Si	Dos mensajes de 24 segundos

## **CAPÍTULO II**

### **SISTEMAS DE ALARMAS Y DETECCIÓN DE INCENDIOS**

#### **2.1 Definiciones**

Toda disciplina maneja sus propios términos particulares, definiciones que se manejan para estandarizar y facilitar la comunicación entre quienes están involucrados en un diseño, implementación o manejo de un sistema. Los sistemas de detección de incendios también manejan sus propios términos y lenguaje particular, en esta sección se pretende mencionar y especificar los principales conceptos con el fin de poder ser usados y comprendidos en el presente informe. La mayor parte de las definiciones mostradas se basan en la norma NFPA 72.

##### **2.1.1 Sistema de alarma de incendios**

Sistema o parte de un sistema consistente en componentes y circuitos destinados a monitorear y anunciar el estado de dispositivos de alarma contra incendios o supervisión e iniciar la apropiada respuesta a estas señales.

##### **2.1.2 Dispositivo direccionado**

Componente de un sistema de alarmas contra incendios con identificación discreta que puede tener su estado individualmente identificado o que es usado para controlar individualmente otras funciones.

##### **2.1.3 Dispositivo convencional**

Componente de un sistema de alarmas contra incendios no codificado que reporta su estado general, encendido o apagado, individualmente o por grupos.

##### **2.1.4 Dispositivos de iniciación**

Componente de un sistema de alarmas contra incendios que origina la transmisión de un cambio de estado como un detector de humo, estación manual o interruptor de supervisión.

##### **2.1.5 Dispositivos de iniciación analógico (Sensor)**

Dispositivo de iniciación que trasmite una señal indicando varios grados de estado o condición a diferencia de los dispositivos de iniciación convencionales que sólo indican el estado encendido/apagado.

### 2.1.6 Dispositivos de notificación

Componente de un sistema de alarmas contra incendios como campanas, sirenas, parlantes, luces o exhibidores de mensajes que proveen alarmas sonoras, visibles, táctiles o una combinación de ellas.

### 2.1.7 Circuitos de iniciación

Circuito al cual están conectados dispositivos de iniciación automáticos o manuales en el cual no se identifica el dispositivo operado en forma individual.

### 2.1.8 Circuitos de notificación

Circuito directamente conectado a dispositivos de notificación, es conocido por sus siglas en inglés NAC (Circuito de Dispositivos de Notificación).

### 2.1.9 Detector de humo

Dispositivo adecuado para conectar a un circuito que tiene un sensor detecta partículas de combustión visible o invisible.

### 2.1.10 Detección de humo por principio fotoeléctrico

Principio que usa la emisión y recepción de un haz de luz proyectado dentro de una cámara. El haz de luz puede incidir directamente sobre el receptor o puede estar desviado para que al ingresar partículas de humo el haz de luz sea interrumpido o llevado hacia el receptor, la reducción o el aumento de la señal es procesada y comparada con un criterio prefijado que indica la presencia de humo, estos principios son conocidos como de oscurecimiento y dispersión de luz respectivamente.

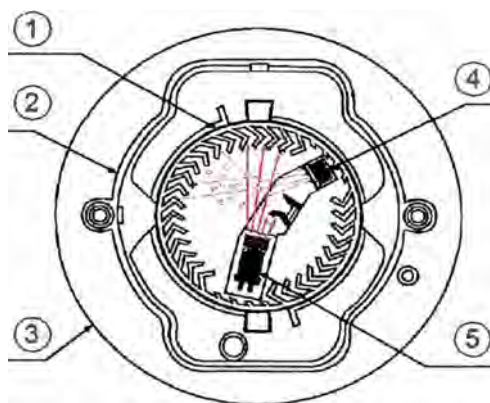


Figura 2.1 Detector de humo

1. Cámara óptica; 2. Cubierta interior; 3. Cubierta exterior; 4. Foto diodo; 5. LED infrarrojo

### 2.1.11 Panel de detección y alarmas de incendios

Componente de un sistema de alarmas de incendios que recibe entradas de dispositivos de iniciación automáticos o manuales y puede proveer energía para dispositivos de detección o a una estación repetidora. El panel también puede proveer de energía para dispositivos de notificación y producir cambios en reles que actúen sobre otros sistemas. Los paneles más completos pueden aceptar alarmas locales y alarmas de otros paneles.



#### 2.1.12 Espaciamiento

Medida de una dimensión en horizontal relacionada con la cobertura permitida de detectores de incendios.

#### 2.1.13 Señal de alarma de incendios

Señal iniciada por un dispositivo de iniciación automático o manual de incendios que requiere de la toma inmediata de acciones como señales indicadoras de fuego.

#### 2.1.14 Señal de estado de supervisión

Señal que indica la necesidad para la acción en conjunto con brigadas de emergencia, sistemas o equipos de supresión de fuego o el mantenimiento o atención sobre alguno de ellos.

#### 2.1.15 Señal de estado de problema

Señal iniciada por un sistema de alarma de incendios o un componente del mismo indicando una falla en un circuito monitoreado o componente del mismo.

#### 2.1.16 Estación de aviso manual de incendio

Dispositivo de operación manual usado para iniciar una señal de alarma de incendio.

#### 2.1.17 Módulo de monitoreo

Dispositivo que se encarga de monitorear el estado de uno o más dispositivos dentro del sistema y reportarlo al panel de control.

#### 2.1.18 Módulo de control

Dispositivo capaz de activar un rele o contacto abierto/cerrado para producir una acción sobre otro dispositivo o sistema según ha sido configurado.

#### 2.1.19 Comunicador de alarma por voz

Sistema manual o automático destinado a originar y distribuir instrucciones por voz como señales de alarma de incendios y evacuación a los ocupantes de un edificio.

#### 2.1.20 Zona de notificación

Área cubierta por dispositivos de notificación que se activan simultáneamente.

#### 2.1.21 Sistema de teléfono de bomberos

Sistema de comunicación telefónica bi direccional entre una central de teléfono de bomberos y una estación, o teléfono, de llamada remota, el teléfono puede ser portátil y enchufado en una toma para este fin o puede ser un equipo fijo en gabinete protegido de la manipulación libre. Este sistema es de uso exclusivo para comunicación de emergencia entre personal de seguridad, sus circuitos son dedicados y exclusivos para este sistema, como todos los demás circuitos de un sistema de alarmas y detección de incendios.

### 2.1.22 Centro de Comando Gráfico

Centro de monitoreo y control de un sistema de alarma y detección de incendios consistente en una estación, en el presente caso una microcomputadora, que ofrece la posibilidad de realizar el monitoreo y control con ayuda de una interfase gráfica, haciendo posible la observación en tiempo real del estado de cada dispositivo en su posición en un plano o gráfico del área donde esta instalado.

## 2.2. Arquitectura del sistema

Como todo sistema, el presente cuenta con una arquitectura típica, como se ha referido en la sección 1.2 del presente informe. El sistema se compone de un panel de control y dispositivos periféricos de detección y notificación conectados al panel mediante un cableado en forma paralela. Dependiendo del nivel de la tecnología empleada los paneles también se pueden interconectar entre ellos mediante un cable o fibra óptica.

Para el caso del presente informe el sistema es de tipo analógico direccionable y los dispositivos periféricos de iniciación utilizan el mismo medio físico para recibir la energía de operación y realizar la comunicación de datos: el cable de comunicación.

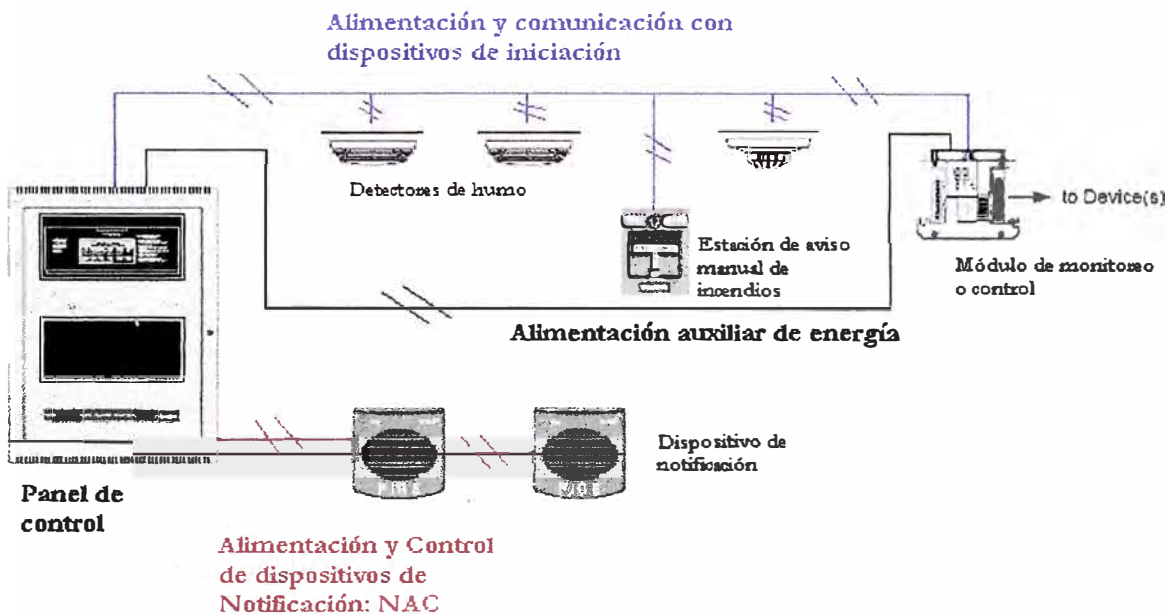


Figura 2.2 Arquitectura básica del sistema

La conexión de los dispositivos no es sin embargo tipo serial sino en paralelo como se muestra en las siguientes figuras.

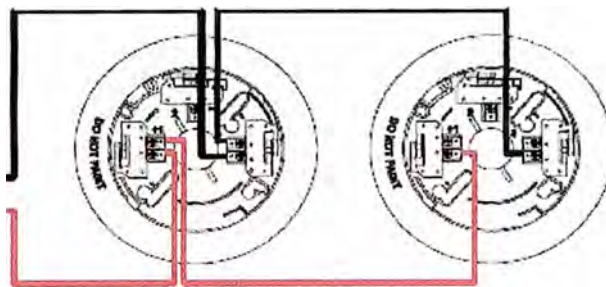


Figura 2.3 Conexión de detectores de humo en paralelo

### 2.3. Criterios generales de diseño

El diseño de estos sistemas se realiza conforme a la norma NFPA72, las consideraciones a tener para cualquier diseño son:

#### 2.3.1 Análisis de riesgo del edificio.

Cada tipo de edificio presenta un riesgo diferente y por tanto son diferentes los requerimientos para cada tipo de edificio, por ejemplo son diferentes las consideraciones para una planta industrial que para las de un edificio de oficinas pues mientras que en la primera existen riesgos de diferentes tipos como explosiones, emisiones de llama, en un edificio el principal riesgo es el fuego producido por humo denso como un corto circuito o papeles quemados.

Por tanto el primer paso es identificar los posibles factores que puedan ocasionar un incendio y determinar las condiciones que generarían para poder seleccionar el medio de detección más adecuado, otro factor a tener en cuenta es el recinto que se desea proteger, la rapidez de evacuación del lugar y los bienes que se encuentran al interior del ambiente, por ejemplo en un archivo que contiene información valiosa sea por ser única o de valor histórico pero que por lo general no tiene personal permanente es preferible implementar un sistema de detección de acción mucho más rápida para poder actuar rápidamente y no perder el contenido; y en una oficina que por lo general tiene personal todo el día se implementan sistemas de detección estándar que puedan detectar oportunamente un incendio y dar la alarma respectiva.

Por lo general el riesgo es común y los ambientes se protegen con los medios estándares como detectores de humo y estaciones de aviso manual de incendios.

#### 2.3.2 Arquitectura y área del edificio.

Una vez analizado el riesgo y definidas las necesidades particulares se procede a inspeccionar el edificio mediante planos o toma de medidas para determinar el número de dispositivos de iniciación y notificación requeridos, en esta etapa también se analizan las condiciones de arquitectura del edificio como alturas de los ambientes, vías de

evacuación, si cuentan con sistemas de aire acondicionado, el flujo de aire en el ambiente que podría impactar en la detección de humo.

### 2.3.3 Requerimientos particulares.

Otro parámetro para el diseño de un sistema de alarmas de incendios son los requerimientos particulares de los propietarios del edificio donde se realizar la instalación, en esta parte el propietario expresa sus necesidades particulares o las características que considera debería contar su sistema; por ejemplo el cliente puede especificar si desea que la notificación de la emergencia sea por sirenas o por voceo o especificar quienes deberán contar con opciones de control y monitoreo del sistema, por ejemplo el panel puede ser instalado en el cuarto de seguridad, pero un puesto de notificación del estado del panel puede ser instalado en forma remota en una oficina de administración o en una garita de vigilancia.

### 2.3.4 Interacción con otros sistemas.

El sistema de alarmas de incendios debe ser capaz de interactuar con otros sistemas, poder controlarlos en forma limitada o apagarlos dependiendo del rol que puedan cumplir durante un incendio, por ejemplo el sistema de aire acondicionado frente a un incendio puede ser pagado o activarse en él el modo de extracción de aire o el modo de presurización.

Al diseñar un sistema de alarmas de incendios para un edificio se debe tener en cuenta que sistemas están presentes en el mismo y el rol que puedan desempeñar frente a un incendio, así mismo se debe observar el tipo de interfase entre estos sistemas y el sistema de alarmas de incendios. Los sistemas que por lo general se controlan son: aire acondicionado, elevadores, escaleras eléctricas, puertas controladas por cerraduras eléctricas para salida de emergencia, sistemas de perifoneo y equipos de extracción de aire.

### 2.3.5 Notificación requerida.

En esta parte se considera en base a tipo de edificio y la función que cumplen, el tipo de notificación requerida, por lo general la notificación es en base a sirenas con luces estroboscópicas en cada ambiente del edificio pero, según se observe la necesidad o lo requiera el propietario del edificio, puede ser en base a parlantes para voceo con luces estroboscópicas u otros medios. En esta parte también se establece la rutina de evacuación del edificio, si la notificación se realizará en todo el edificio o solo en la zona o piso afectado y los adyacentes; y el tiempo que se requiere pueda funcionar el sistema sin alimentación eléctrica primaria.

### 2.3.6 Dimensiones del panel de control y los requerimientos de consumo de energía.

En base a los criterios expuestos se debe dimensionar el tipo de panel requerido, el grado de tecnología que se requiere, la cantidad de componentes modulares que necesitará el panel y los consumos de energía para dimensionar el tipo de suministro de energía eléctrica necesaria y las baterías de respaldo necesarias para que el sistema opere durante el tiempo que se diseñó sin alimentación eléctrica primaria.

## 2.4. Criterios de determinación de un incendio por los dispositivos periféricos

La determinación de la existencia de un incendio la realizan los dispositivos de iniciación, los cuales envían las señales al panel de alarmas quien las administra y toma las acciones respectivas.

Los criterios de determinación de una emergencia dependen de cada tipo de dispositivo, debido a que el presente informe se orienta al caso particular del proyecto implementado en el aeropuerto Jorge Chávez se verán sólo los criterios de lo dispositivos empleados en el mencionado proyecto.

### 2.4.1 Estación de aviso manual de incendios

Debido a que la función de la estación es que una persona pueda avisar de la emergencia, la estación tiene un funcionamiento similar al de un interruptor de dos posiciones: encendido/apagado, normalmente el contacto se encuentra normalmente abierto y ante un aviso de una emergencia el contacto se cierra, esta variación es reportada al panel de control.

### 2.4.2 Detector de humo tipo fotoeléctrico

El detector de humo empleado utiliza el principio de dispersión de la luz para la detección de *humo*, este principio consiste en una fuente de luz y un receptor dispuestos en una cámara oscura de tal manera que la luz no incide directamente sobre el sensor fotosensible o receptor, cuando las partículas de humo ingresan a la cámara, e interrumpen el haz de luz, parte de la luz se dispersa por reflexión y refracción hacia el receptor, la intensidad de la luz incidente es procesada, convertida en una señal y es usada para transportar una señal de alarma al panel de control cuando se alcanza un valor umbral predeterminado para ser identificado como alarma de humo. Debido a esta característica los detectores direccionables pueden reportar su estado al panel en base a la cantidad de luz incidente en el receptor y se pueden determinar estados de problemas por suciedad de la cámara, mientras que los detectores de humo convencionales solo pueden reportar un estado de alarma o estado normal. En la figura se ilustra lo expuesto.

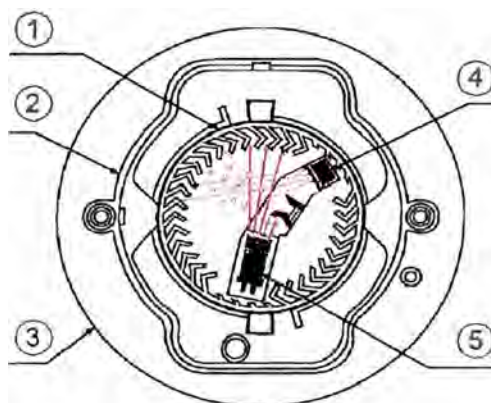


Figura 2.3 Detector de humo

1. Cámara óptica; 2. Cubierta interior; 3. Cubierta exterior; 4. Foto diodo; 5. LED infrarrojo

### 2.4.3 Módulo de monitoreo

Este módulo puede recibir una señal de alarma de un dispositivo de iniciación que no maneje el protocolo de comunicación del sistema y enviar la señal al panel de control a través de la recepción del cambio del estado de un contacto de abierto a cerrado. La labor de identificar el incendio la hace el dispositivo de iniciación, independientemente de su principio de trabajo, y el módulo de monitoreo sólo monitorea el cambio de estado o la salida de alarma del dispositivo y reporta al panel del control el evento.

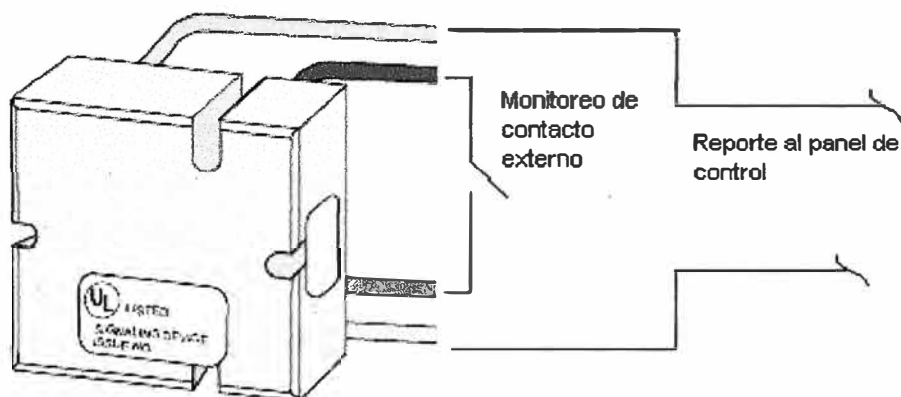


Figura 2.4 Módulo de monitoreo

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DEL SISTEMA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ

#### 3.1 Consideraciones generales de diseño

La obra de remodelación y ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez fue realizada por el consorcio de las contratistas Overseas Bechtel Inc. y Cosapi para la concesionaria del aeropuerto Lima Airport Partners – LAP, ellos elaboraron el diseño básico del sistema de alarmas contra incendios y licitaron la realización de la ingeniería de construcción así como la instalación del sistema, la empresa Tyco – Fire & Security ganó dicha licitación en noviembre del 2003 bajo la modalidad de subcontrato, para la licitación de la construcción del sistema de alarmas de incendio la contratista elaboró bases y especificaciones técnicas en las cuales expresaban las necesidades básicas del sistema como:

3.1.1 El sistema debía estar compuesto por dispositivos de iniciación direccionados y la notificación debía ser en base a luces estroboscópicas con parlantes, la alarma audible y la rutina de evacuación debía ser por voceo en dos idiomas: español e inglés. Se distinguirían dos tipos de alarmas, la primera una alarma local consecuente de la activación de un dispositivo de iniciación en un sector y la segunda de alarma general generada si la alarma local se mantenía sin atención durante un minuto o por la activación de dos dispositivos de iniciación, este tipo de alarma general también se denominó alarma de evacuación por considerarse una emergencia confirmada que requería evacuación del edificio.

3.1.2 El sistema debía contar con teléfonos de bomberos o enchufes para la conexión de teléfonos portátiles.

3.1.3 El sistema debía ser capaz de controlar o monitorear otros sistemas como: aire acondicionado, control de humos, sistema de extinción de incendios, elevadores, escaleras eléctricas, fajas porta equipajes, puertas eléctricas de emergencia y sistemas de perifoneo para evitar que sus señales de voz interfieran con la notificación del sistema.

3.1.4 El o los paneles de control instalados debían estar interconectados entre sí y a su vez debería reportarse a un panel principal en la estación de bomberos del aeropuerto.

3.1.5 Los principales paneles de control debían estar acompañados de un Centro de Comando Gráfico acompañados de una impresora para el sistema tipo matricial, la cual debía imprimir en papel continuo todos los eventos, fallas, alarmas y estados de supervisión que se presenten en el sistema.

3.1.6 Las normas y parámetros que se debían seguir para el diseño y construcción del sistema serían las NFPA 72, NFPA70, NFPA 101, así como también las especificaciones técnicas del sistema establecidas por el concesionario del aeropuerto en conjunto con la supervisión del proyecto.

3.1.7 Para asegurar la calidad de los equipos a emplearse, estos debían ser certificado por los organismos Underwriters Laboratories Inc. UL y Factory Mutual (FM), organismos que se dedican a probar y certificar que un producto cumple con determinadas normas y parámetros de funcionamiento según su aplicación.

3.1.8 El cableado del sistema debía ser en clase A, para asegurar que ante un corte en el cableado no se deje sin protección parte del sistema.

Las consideraciones de diseño fueron aplicadas según lo expuesto en el capítulo anterior para el caso particular del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez durante la etapa de diseño, una de las principales consideraciones de diseño fue la zonificación del aeropuerto, el cual se dividió en tres zonas conocidas durante el periodo de construcción como Perú Plaza, el Espigón y el Terminal, debido a que estas zonas fueron construidas en ese orden, el sistema de protección contra incendios, así como los otros sistemas, debía instalarse en ese orden. Aparte de esta zonificación inicial, cada una de estas zonas esta dividida en sectores de acuerdo al área o las funciones que cumplen, estos sectores se emplearían en el diseño de todos los sistemas para sectorizarlos, en el caso del sistema expuesto cada una de estas zonas constituía una zona de detección y notificación.

En el siguiente cuadro y figuras se observan los sectores y zonas en las que se dividió el aeropuerto.



Tabla 3.1 zonas y sectores del aeropuerto

<b>ZONAS Y SECTORES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ</b>		
<b>ZONA</b>	<b>SECTOR</b>	<b>NIVEL</b>
PERU PLAZA	PP.D.L1-Z1	1
PERU PLAZA	PP.D.L1-Z2	1
PERU PLAZA	PP.D.L2-Z1	2
PERU PLAZA	PP.D.L2-Z2	2
ESPIGON	CO.D.L1-Z1	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z2	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z3	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z4	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z5	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z6	1
ESPIGON	CO.D.L1-Z7	1
ESPIGON	CO.D.L2-Z1	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z2	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z3	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z4	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z5	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z6	2
ESPIGON	CO.D.L2-Z7	2
TERMINAL	TE.D.L1.Z1	1
TERMINAL	TE.D.L1.Z2	1
TERMINAL	TE.D.L1.Z3	1
TERMINAL	TE.D.L2.Z1	2
TERMINAL	TE.D.L2.Z2	2
TERMINAL	TE.D.L2.Z3	2
TERMINAL	TE.D.L2.Z4	2

Ver figuras 3.2 y 3.3.

### 3.2. Determinación de protección requerida

La remodelación del aeropuerto internacional Jorge Chávez comprendió la remodelación del actual terminal, la construcción de un nuevo espigón, sala de embarques, de una sala de recojo de equipajes y de un centro comercial llamado Perú Plaza, el proyecto no contempló la remodelación de la torre de control. Todas las áreas tienen sólo dos pisos construidos o remodelados, el edificio cuenta con acabados con paredes pre fabricadas y falso cielo raso, así mismo cuenta con elevadores, sistema de aire acondicionado, sistema de perifoneo, sistema de vigilancia por circuito cerrado de televisión, escaleras eléctricas y sus propias sub estaciones eléctricas

La protección requerida para el aeropuerto se determinó en base a la arquitectura y función de los ambientes y la cantidad de sistemas externos a controlar o monitorear,

también se consideró que se trataba de un edificio de concurrencia masiva por el cual transitan diariamente un gran número de personas de diferentes nacionalidades; otro factor a considerar en el diseño del sistema es que debido a que los dispositivos de iniciación y notificación vienen aprobados, se tiene que por norma los detectores de humo poseen al menos cobertura dentro de un cuadrado de 9 metros por 9 metros , la disposición de las estaciones de aviso manual debían estar espaciadas a no más de 62 metros entre sí en áreas abiertas y cerca de cada puerta de salida y los dispositivos de notificación debían estar espaciados según la intensidad luminosa y sonora que eran capaces de emitir. Por tanto para el espaciamiento y distribución de los dispositivos en el diseño se trabajó en función de lo mencionado inicialmente: arquitectura y función de los ambientes, en este aspecto se consideró las alturas de los techos y los problemas que presentaba ciertos diseños arquitectónicos sobre todo en el cielo raso el cual al poseer desniveles pronunciados crea la necesidad de colocar detectores de humo adicionales en previsión a la estratificación del humo en este tipo de lugares.

Otra consideración de diseño en cuanto a la detección de incendios fue la cobertura de todos los ambientes de aeropuerto, incluyendo el espacio entre el techo y falso cielo raso empleado para la trayectoria de los ductos del sistema de aire acondicionado, espacio conocido como "pleno", derivado de su denominación en inglés "plenum", para la protección de este espacio se destinaron principalmente detectores de humo convencionales que reportarían su estado al panel de control por medio un módulo de monitoreo direccional de zona de detección convencional.

Para el caso del diseño expuesto en el presente informe se determinó la necesidad de un panel de control que fuese capaz de soportar una gran cantidad de dispositivos de iniciación y notificación y además sea capaz de zonificar tanto la detección como la notificación de un incendio.

En vista de la gran cantidad de dispositivos tanto de detección como de notificación por cada zona del aeropuerto y por motivos de orden y zonificación, se hizo necesario instalar más de un panel de control por cada zona; de esta manera en la zona Perú Plaza se instaló 01 panel, en el Espigón 03 paneles y el Terminal 01 panel, finalmente se instalaría 01 panel en la estación de monitoreo de los bomberos del aeropuerto, este último panel se emplearía solamente para el monitoreo de todos los paneles del aeropuerto. Todos estos paneles se interconectarían formando una red abierta por medio de fibra óptica y empleando una montante de audio para los teléfonos de bomberos.

Debido a la gran cantidad de dispositivos de iniciación, monitoreo y control empleados en el sistema se observó la necesidad de prever la adquisición de módulos para añadir dispositivos direccionables adicionales.

Con respecto a los centros de comando gráfico en los principales centros de control del aeropuerto, se puso a disposición microcomputadoras con monitores en los que se observaría el estado de toda la red de detección y alarma de incendios del aeropuerto en planos gráficos empleando un software gráfico del mismo fabricante del sistema de alarmas de incendios. De esta manera el sistema podría ser monitoreado y controlado desde uno de estos centros de comando gráfico.

En cuanto a la notificación audible por voceo el sistema ofrecido hizo posible la reproducción de mensajes pregrabados o mensajes de evacuación en vivo, para esto se haría necesaria la instalación de dispositivos de notificación que posean parlantes y luces estroboscópicas, por norma la notificación audible debe ofrecer una potencia sonora mínima según el ruido del ambiente donde están instalados, por esto se haría necesaria la medición del ruido del ambiente y el consecuente cálculo de consumo de potencia por cada circuito de notificación audible en función a lo requerido, y en función a esto se calcularía el número de amplificadores de audio necesarios por cada panel de control. Estos amplificadores son de hecho partes o módulos de la misma marca del panel, debido a la cantidad de zonas y potencias requeridas se escogieron para este diseño amplificadores de 50W de 03 canales tal que por cada canal pueda brindarse potencias distintas, pero la suma de potencias de los 03 canales debe ser menor o igual a 50W.

Con respecto a la notificación audible se menciona que esta se requirió e implementó para ser hecha en dos idiomas: español e inglés.

Con respecto al sistema de teléfono de bomberos, estos se instalarían en las escaleras de emergencia y en cada central eléctrica principal del aeropuerto de tal manera que en las escaleras de emergencia se instalarían enchufes para conectar teléfonos de bomberos portátiles y en las centrales se instalarían teléfonos de bomberos en gabinetes cerrados para uso sólo de bomberos o personal de seguridad del aeropuerto, el motivo de esta disposición es el riesgo presente en las centrales eléctricas es mayor al que se tiene en las escaleras de emergencia, con respecto a la forma de comunicación esta debía ser basada en canales de comunicación de dos direcciones y que se destinaría un canal para cada sector donde se instalaría este sistema.

Otro de los principales principios de diseño, pero que fue implementado durante el transcurso del proyecto por falta de información al momento del diseño inicial, fue la implementación de la rutina de evacuación conocida matriz causa – efecto, que es el procedimiento a tomar cuando se tiene una emergencia confirmada y de requiere la evacuación del lugar, en esta rutina es que se interactúa con otros sistemas del aeropuerto, según este requerimiento al proceder ante una evacuación se debía:

- a. Alarma general de evacuación en el sector afectado, notificación de alarma en los paneles de control, registro del evento y reporte inmediato a la central de monitoreo en la central de bomberos.
- b. Alarma en los sectores contiguos a la zona afectada.
- c. Iniciación del modo de extracción de humo por el sistema de aire acondicionado de la zona afectada e inyección de aire con mayor presión en el sector contiguo al afectado.
- d. Liberar cerrojos de puertas de salida de emergencia.
- e. Parada de fajas transportadoras de equipaje.
- f. Parada de escaleras eléctricas.
- g. Conducción inmediata de los elevadores hacia el nivel no afectado.
- h. Silenciamiento del sistema de perifoneo en la zona afectada.
- i. Notificación de alarma o falla del sistema de alarmas de incendios al sistema de administración general del edificio.

Finalmente se requeriría dimensionar los consumos de corriente del sistema y en función a esto dimensionar el número de Amperios – hora de las baterías de alimentación secundaria para mantener el sistema funcionando por 24 horas en modo normal y 15 minutos en alarma con la fuente de energía secundaria.

Con todos estos parámetros se realizó el diseño del sistema de detección de incendios del aeropuerto, cada uno de los aspectos mencionados de especificarán es los siguientes capítulos.

### **3.3. Cálculo de consumos de potencia y requerimientos de energía del sistema para la notificación de incendios**

En este punto se expondrán los cálculos de las potencias de los parlantes requeridos para la correcta notificación de incendios en el aeropuerto y por tanto el número de amplificadores necesarios para el sistema.

El primer paso para este diseño fue determinar el promedio del ruido ambiental en los ambientes interiores y exteriores del aeropuerto. Realizado esto, y en coordinación con los supervisores del proyecto, se tenía que en los interiores el ruido promedio era de 45 dB y en los exteriores de 90 dB.

Como segundo paso se determinó el espaciamiento de los dispositivos de notificación en base al área de cobertura que podían ofrecer, esto respaldado en los siguientes principios de la norma NFPA 72:

- a. Sección 7.4.1 la presión total sonora de un ambiente, en combinación del sonido ambiental y el sonido producido por dispositivos de notificación no debe exceder los 120 dB.
- b. Sección 7.4.2, la presión sonora del sistema debe ser de la menos 15 dB por encima del nivel del ruido promedio ambiental o 5 dB por encima del máximo nivel de ruido del ambiente medidos a 1.5 metros de la fuente de sonido.
- c. Sección 7.5.4.1, debido a que los ambientes interiores son amplios se instalan dispositivos de notificación visual espaciados según se establece según la tabla 3.2, para poder cubrir todo el ambiente, también se muestra un la cobertura de un dispositivo de notificación visual relacionada con la tabla 3.2.
- d. A partir de esto se determinó que las potencias de los parlantes en lo interiores variarían entre los 1/4W, 1/2W o máximo 1W, mientras que en los exteriores los parlantes tendrían potencias de 4W y 8W en los lugares más críticos como las zonas cercanas a la pista de aterrizaje, en el caso de las luces estroboscópicas estas tendrían una intensidad luminosa de 15Cd, 30Cd, 75Cd o máximo 110Cd.

Tabla 3.2 Espaciamiento de dispositivos de notificación luminosa

Dimensiones máximas del ambiente		Altura máxima del techo		Intensidad luminosa mínima requerida en candelas (cd)
m	ft	m	ft	
6.1 × 6.1	20 × 20	3.05	10	15
9.14 × 9.14	30 × 30	3.05	10	30
12.2 × 12.2	40 × 40	3.05	10	60
15.2 × 15.2	50 × 50	3.05	10	95
6.1 × 6.1	20 × 20	6.1	20	30
9.14 × 9.14	30 × 30	6.1	20	45
12.2 × 12.2	40 × 40	6.1	20	80
15.2 × 15.2	50 × 50	6.1	20	115
6.1 × 6.1	20 × 20	9.14	30	55
9.14 × 9.14	30 × 30	9.14	30	75
12.2 × 12.2	40 × 40	9.14	30	115
15.2 × 15.2	50 × 50	9.14	30	150

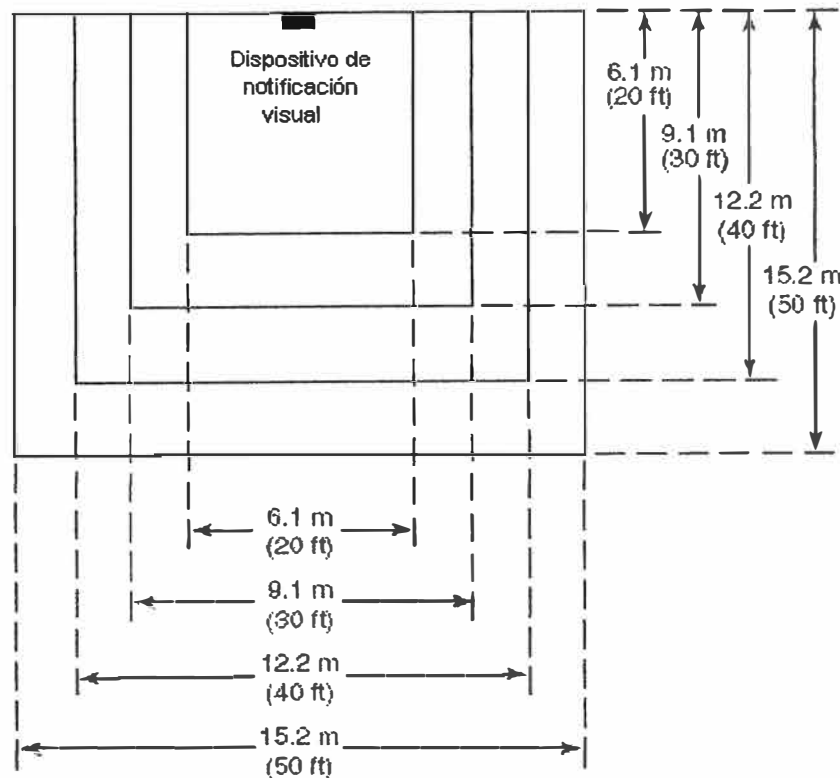


Figura 3.1 Cobertura de dispositivo de notificación luminosa

Según esto se realizó el diseño y la cobertura de todo el aeropuerto en cuanto a la notificación visual y audible. Sin embargo para la notificación visual del sistema se presentaron 03 problemas: el primer problema se presentó al notar que la corriente que podía brindar el panel no sería suficiente para alimentar todos los dispositivos de notificación visual del sistema, el segundo problema fue que debido a la cantidad de sectores dentro de cada zona superaba al número de NACs que podía brindar el panel, además que debido a la cantidad de dispositivos de notificación existentes el consumo de corriente por NACs diseñados excedería la capacidad los NACs del panel, el tercer problema otro problema se presentó al notarse que la longitud del cableado de muchos circuitos de notificación visual eran demasiado largos para que estos lleguen al panel de control, por estas razones se hizo necesario recurrir a un dispositivo expensor de circuitos de notificación que pueda ser instalado en campo y que pueda ofrecer la corriente suficiente para cubrir la demanda del sistema, además este dispositivos auxiliar debía ser controlado totalmente por el panel de control, pues debía poderse activar algunos NAC y otros no dependiendo del sector donde se aplique.

En cuanto al audio no se tenía mayores problemas pues dadas la cantidad de sectores y zonas se podía determinar la cantidad de amplificadores necesarios para cada panel, pues como se ha mencionado los amplificadores seleccionados tenían la capacidad de entregar hasta 50W entre tres canales, para este caso la gran longitud de los circuitos de

audio no era problema, pues estos circuitos soportan cableados de hasta mas de un kilómetro dependiendo del calibre empleado.

Con respecto a la notificación visible, el panel de control podía ofrecer hasta 3 NACs de capacidad de 3A como parte de la fuente principal SPS, además de esto se tenía la ventaja de que cada amplificador necesitaba una fuente auxiliar tipo XPS, la cual trae incorporada tres NACs de 1A de capacidad, los cuales se utilizaron para la notificación visible. En el siguiente capítulo se detallarán las funciones y características de los componentes mencionados, por ahora solo se menciona las generalidades para intentar explicar la capacidad de cada panel y el consumo de corrientes.

Sin embargo y aún con los NAC adicionales ofrecidos por los XPS, debido al alto consumo por la cantidad de dispositivos y a las largas longitudes de cableado, se recurrió al empleo de expansores NAC, estos expansores podían ofrecer hasta 8 NAC de 1A cada uno y adicionalmente podían hacer las veces de repetir la señal para los dispositivos direccionables o circuito de iniciación, lo cual fue de gran ayuda para reducir la longitud del cableado en este circuito y sectorizarlo.

En base a lo expuesto, y teniendo en cuenta la zonificación y sectorización del aeropuerto se obtuvieron cuadros de NACs tanto de audio como de notificación visible y el número de expansores NAC empleados por cada sector.

En las tablas 3.5 a la 3.11 se muestran las hojas de cálculos de NACs audibles y visibles de los paneles de *Perú Plaza y Espigón Norte*, en este momento se desea exponer que la palabra Espigón en Inglés es "Concourse" y es así como se le denominó durante todo el proyecto, por esto en el título de las hojas de cálculo aparecen los términos Perú Plaza y Concourse.

Para los demás paneles en cálculo es típico y se realiza de la misma manera que la expuesta, las hojas presentadas son las que se pudieron obtener del proyecto, las demás no pudieron ser facilitadas para la elaboración del presente informe.

Debido a esto se presenta un cuadro con la cantidad de expansores y amplificadores por cada panel, acompañado del número de circuitos NAC por cada panel (Ver tabla 3.3).

Tabla 3.3 Cantidad de expansores, amplificadores y fuentes auxiliares empleadas

ZONA	FUENTE	NUMERO DE CIRCUITOS	TIPO DE NOTIFICACION	CANTIDAD DE AMPLIFICADORES FLEX	CANTIDAD DE XPS
PERU PLAZA	PANEL 4100U	8	AUDIBLE	3	-
PERU PLAZA	PANEL 4100U	9	VISUAL	-	3
PERU PLAZA	EXPANSOR 4009 EN PRIMER NIVEL	8	VISUAL	-	-
PERU PLAZA	EXPANSOR 4009 EN SEGUNDO NIVEL	6	VISUAL	-	-
ESPIGON NORTE	PANEL 4100U	7	AUDIBLE	3	-
ESPIGON NORTE	PANEL 4100U	12	VISUAL	-	4
ESPIGON NORTE	EXPANSOR 4009 EN SEGUNDO NIVEL	8	VISUAL	-	-
ESPIGON CENTRO	PANEL 4100U	10	AUDIBLE	4	-
ESPIGON CENTRO	PANEL 4100U	17	VISUAL	-	6
ESPIGON CENTRO	EXPANSOR 4009 N° 1 EN SEGUNDO NIVEL	7	VISUAL	-	-
ESPIGON CENTRO	EXPANSOR 4009 N° 2 EN SEGUNDO NIVEL	5	VISUAL	-	-
ESPIGON SUR	PANEL 4100U	7	AUDIBLE	3	-
ESPIGON SUR	PANEL 4100U	12	VISUAL	-	4
ESPIGON SUR	EXPANSOR 4009 EN SEGUNDO NIVEL	4	VISUAL	-	-
TERMINAL	PANEL 4100U	9	AUDIBLE	3	-
TERMINAL	PANEL 4100U	8	VISUAL	-	3
TERMINAL	EXPANSOR 4009 EN PRIMER NIVEL	7	VISUAL	-	-
TERMINAL	EXPANSOR 4009 N° 1 EN SEGUNDO NIVEL	8	VISUAL	-	-
TERMINAL	EXPANSOR 4009 N° 2 EN SEGUNDO NIVEL	7	VISUAL	-	-
TERMINAL	EXPANSOR 4009 N° 3 EN SEGUNDO NIVEL	5	VISUAL	-	-

### 3.4. Cálculo de fuente de energía de respaldo

Debido a que el presente diseño se realizó siguiendo la norma NFPA 72, el sistema debe mantenerse operativo en caso de falta de alimentación de energía principal o alterna por un periodo de tiempo determinado que es 24 horas en modo normal de funcionamiento y 15 minutos en estado de alarma.

El cálculo de la fuente de energía de respaldo o secundaria se realiza por cada panel de control, en función a la cantidad de dispositivos periféricos e interiores al panel que usará el panel y al tiempo que se requiere mantener el sistema operando.



El procedimiento es tener la cantidad y tipo de dispositivos por panel, anotar en una hoja de cálculo el consumo de corriente unitario de cada dispositivo en estado normal y en estado de alarma y sumar estos resultados. Luego se repetiría el procedimiento similar para los módulos con los que cuenta el panel de control como: CPU, amplificadores o unidad de teléfonos de bomberos. Finalmente estos resultados se suman y se obtiene el consumo total de corriente del sistema tanto en estado normal como en alarma, luego estos consumos se multiplican por el tiempo requerido en funcionamiento para cada estado, se aplica un margen y se obtiene la capacidad de las baterías de respaldo con las que debe contar el panel de control.

En las tablas de la 3.12 a la 3.16 se muestran las hojas de cálculo de baterías de los paneles de Perú Plaza y Espigón Norte del presente sistema, así como de sus respectivos módulos expansores de NAC, puesto que estos módulos son alimentados con energía alterna y respaldados con baterías en caso se produzca falta de la misma, de manera similar al panel de control; en este momento se desea exponer que la palabra Espigón en Inglés es "Concourse" y es así como se le denominó durante todo el proyecto, por esto en el título de las hojas de cálculo aparecen los términos Perú Plaza y Concourse. Los demás paneles presentaron similares cargas, los cálculos de todos los paneles siempre llevaron a la conclusión de adquirir baterías de 24 VDC 110 AH para los paneles y de 18AH para los expansores NAC.

En este momento mencionamos que las hojas de cálculo usadas son proporcionados por la fábrica para dimensionar las baterías de respaldo, sin embargo el método de cálculo obedece el expuesto anteriormente, la ventaja de emplear estas hojas de cálculos del fabricante es que este incluye algunas consideraciones dependiendo de los módulos empleados en el sistema, por ejemplo en el presente caso se aplica un margen debido a la presencia de los amplificadores. Sin embargo de emplearse el método expuesto el resultado obtenido es muy similar al que arroja la tabla, y si se tiene en cuenta que comercialmente sólo se cuentan con baterías de capacidad establecidas: 7.2 AH, 12AH, 18 AH, 110 AH; el resultado final para adquirir las baterías será el mismo.

### **3.5. Medios de comunicación y transmisión de datos**

Descritos los criterios principales de diseño en cuanto a dispositivos, en esta sección se expone el medio de comunicación del sistema, el cual es por especificación cableado.

El cable empleado debe ser acorde a lo especificado en la norma NFPA 70 Artículo 760.41 y 760.61 que trata sobre los circuitos de alarmas de incendios de potencia limitada, el cableado de estos sistemas debe ser realizado con mucho cuidado pues por

este medio se transmite tanto datos como energía, por lo que tanto la elección, el diseño como la implementación del cableado se realiza con gran detalle.

El cable empleado es de tipo FPLP y FPLR, el cual consiste en 2 hilos de cobre cubiertos independientemente por chaquetas de diferente color: rojo y negro; estos alambres a su vez se encuentran cubiertos por una chaqueta especial resistente al fuego, dependiendo de la aplicación y según se requiera estos cables vienen acompañados de una malla de aluminio que sirve de pantalla para reducir posibles interferencias inducidas en el cableado del sistema.

La elección del medio de alambres de cobre es debido a la alta confiabilidad de este medio de transmisión y la posibilidad de determinar cuando el medio ha sido cortado o interrumpido.

En el siguiente cuadro se menciona cada tipo de cable acompañado de su aplicación y sus características.

Tabla 3.4 Cables empleados y sus especificaciones

TIPO DE CABLE	CALIBRE	NUMERO DE HILOS	RESISTENCIA AL FUEGO	RESISTENCIA DC	CAPACITANCIA ENTRE CONDUCTORES	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	APLICACIÓN
FPLP	AWG14 SOLIDO	2 par trenzado c/malla	Mínimo 2 horas	2.6 ohmios/m	164 pf/m	-20°C a 75°C	Circuitos direccionables y de audio horizontales
FPLP	AWG14 SOLIDO	2 par trenzado s/malla	Mínimo 2 horas	2.6 ohmios/m	35 pf/m	-20°C a 75°C	Circuitos de notificación visual, de alimentación auxiliar, de control y monitoreo horizontales.
FPLR	AWG14 SOLIDO	2 par trenzado c/malla	Mínimo 2 horas	2.0 ohmios/m	98 pf/m	-20°C a 75°C	Circuitos direccionables y de audio verticales
FPLR	AWG14 SOLIDO	2 par trenzado s/malla	Mínimo 2 horas	2.0 ohmios/m	98 pf/m	-20°C a 75°C	Circuitos de notificación visual, de alimentación auxiliar, de control y monitoreo verticales

### 3.6. Consideraciones físicas para la implementación

Una vez culminado el diseño del sistema y habiendo adquirido los equipos y materiales necesarios para la implementación se elaboraron algunas recomendaciones para el montaje del sistema, las principales se refieren a la instalación del cableado del sistema, pues al tratarse de un cableado que transportará señales tanto de data como de alimentación eléctrica por debajo de los 50V era necesario tener un extremo cuidado con la instalación del cableado del sistema, la principal era que el cableado no debía maltratarse al pasarse por los ductos destinados al sistema. El cable no debía rasguñarse al punto de dejar expuesto los hilos interiores o la malla del cable.

Otras consideraciones se refieren a la instalación de equipos o dispositivos del sistema en el lugar, por ejemplo:

- a. Los detectores de humo no debían estar ubicados a menos de 60 centímetros de cualquier ventila de aire acondicionado para que el flujo de aire no afecte el rendimiento normado del detector.
- b. Los dispositivos de notificación no debían estar ocultos, obstruidos o fuera de visión general.
- c. Las estaciones de aviso manual debían estar instaladas a 1.20 metros sobre el piso terminado, este es un requerimiento de la norma NFPA 72 en consideración a discapacitados o niños.
- d. Los dispositivos de notificación debían estar instalados a 2.20 metros sobre el piso terminado, este es un requerimiento de la norma NFPA 72.
- e. El ambiente donde se instalasen los equipos electrónicos debía estar ventilado, fresco y libre de humedad.
- f. Las baterías de respaldo debían estar instaladas en un gabinete apropiado y diseñado para este fin.

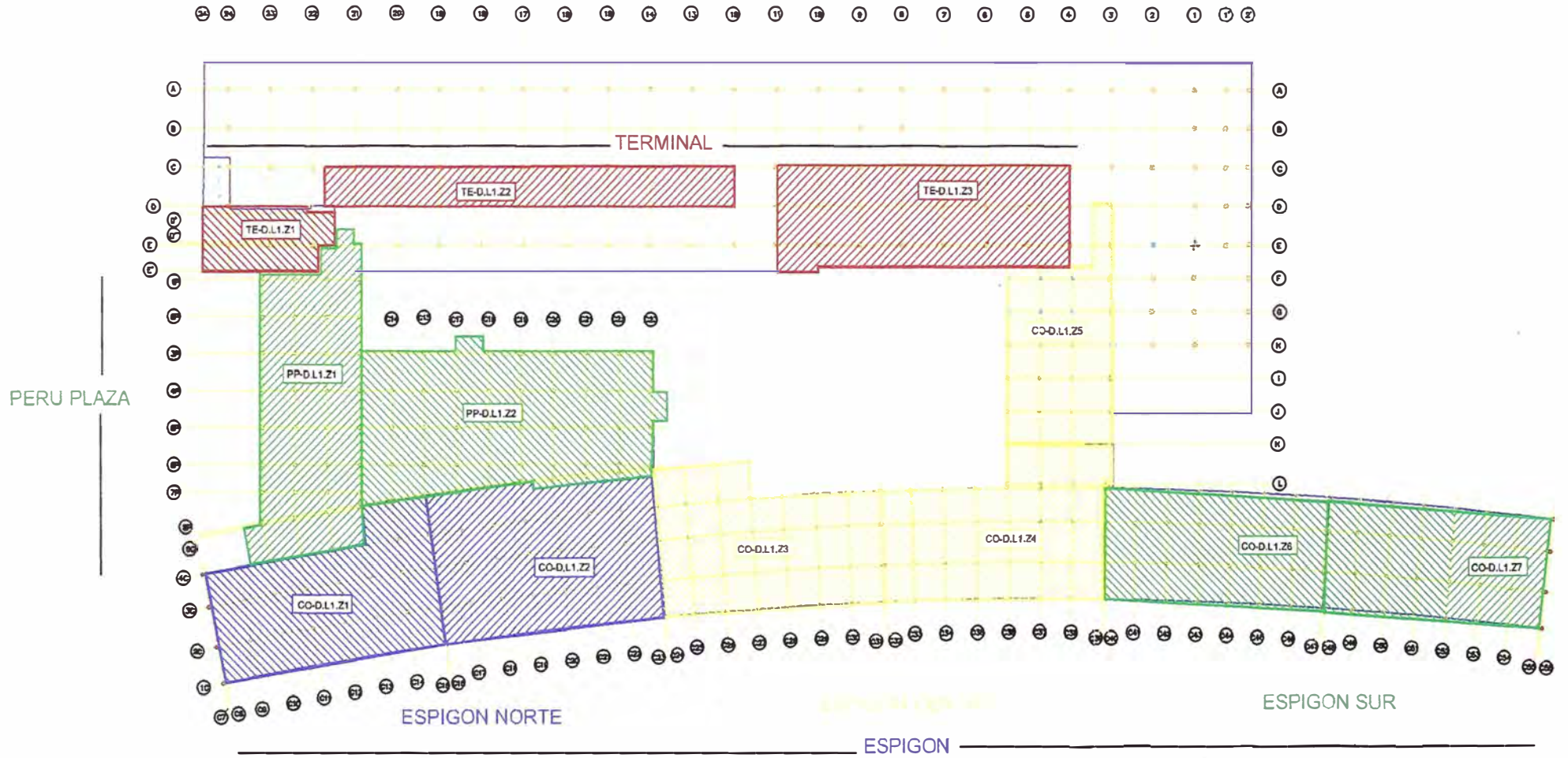


Figura 3.2 Diagrama de zonas y sectores del aeropuerto Internacional Jorge Chávez Primer Nivel.

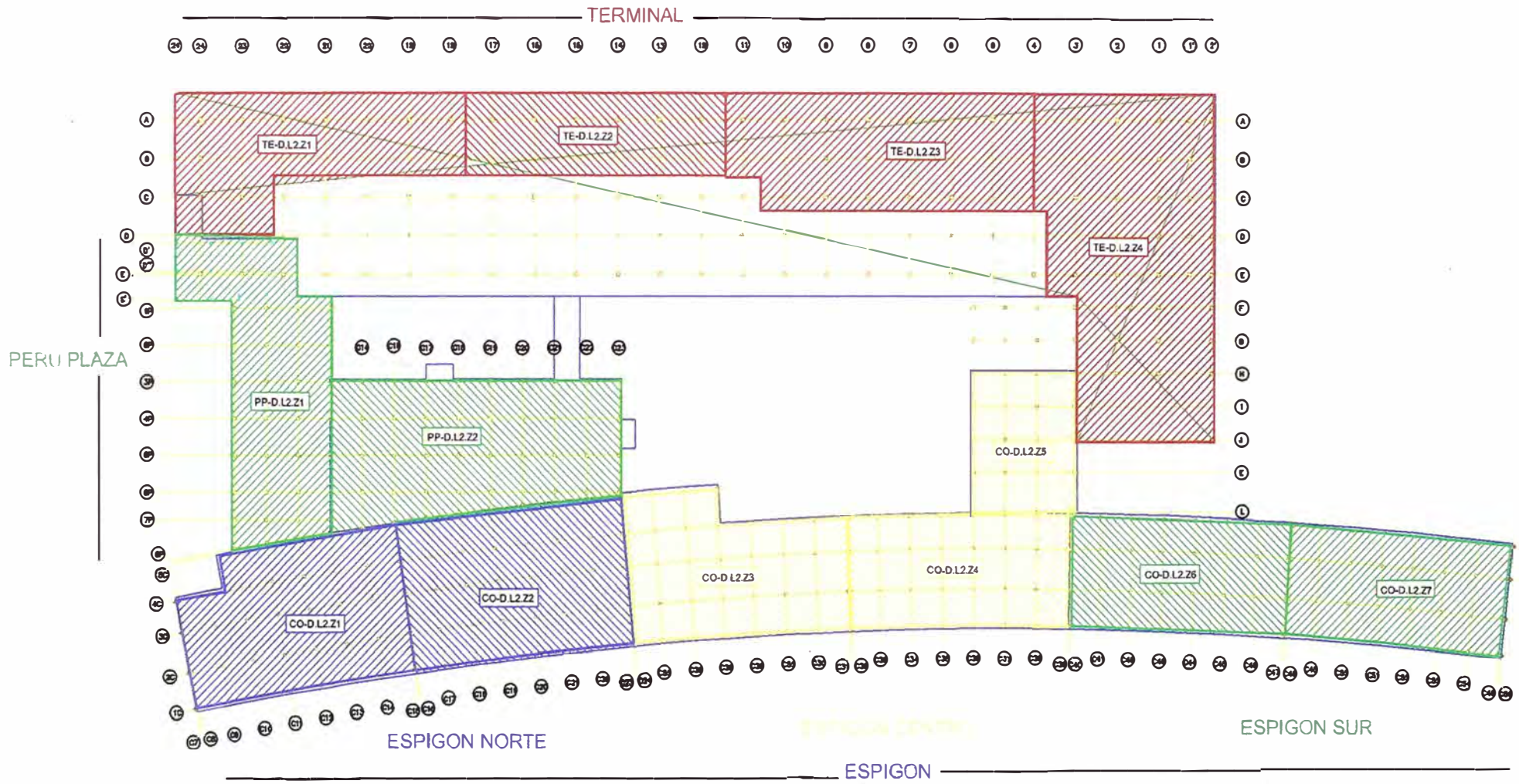


Figura 3.3 Diagrama de zonas y sectores del aeropuerto Internacional Jorge Chávez Segundo Nivel.

Tabla 3.5 Consumo de corriente por NAC y número de dispositivos de notificación visible del panel 4100U de Perú Plaza.

AREOPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ PANEL 4100U PERU PLAZA

APPLIANCE / QUANTITIES / CURRENT DRAW @ 17 VDC

NOTIFICATION APPLIANCE SIGNALING LINE CIRCUIT SCHEDULE / DISTANCE CALCULATOR FOR TRUERALERT CONTROLLER			A/V	A/V	A/V	CEIL. V/O	CEIL. A/V	CEIL. A/V	CEIL. V/O	CEIL. V/O	A/O	4905-9929	TOTAL	WIRE	DISTANCE TO	DISTANCE TO
2 VOLT MAXIMUM LINE DROP			4903-9450	4903-9451	4903-9452	4904-9357	4903-9461	4903-9460	4904-9356	4904-9359	4901-9850	ISOLATOR	CURRENT	GAUGE	FARTHEST	FARTHEST
CHANNEL	BRANCH	DESCRIPTION	15cd	75cd	110cd	30cd	110cd	75cd	15cd	15cd	HORN	MODULE	(AMPS)	(18, 16, 14, 12)	APPLIANCE	APPLIANCE
			0.082000	0.193000	0.239000	0.227000	0.319000	0.241000	0.089000	0.089000	0.022000	0.015			STYLE 4	STYLE 6
CH 1	E1	Luces estroboscópicas externas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.772	12		709 ft.
CH 1	E2	Luces estroboscópicas externas	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.366	14		684 ft.
CH 1	E3	Luces estroboscópicas internas	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0.910	14		372 ft.
CH 1	E4	Luces estroboscópicas internas	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1.636	12		340 ft.
CH 1	E5	Luces estroboscópicas internas	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.989	14		343 ft.
CH 1	E6	Luces estroboscópicas internas	3	3	0	0	5	0	0	0	0	0	2.420	12		233 ft.
CH 1	E7	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14		354 ft.
CH 1	E8	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14		354 ft.
CH 1	E9	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14		354 ft.
CH 1	E10	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14		354 ft.
CH 1	E11	Luces estroboscópicas internas	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0.995	14		341 ft.
CH 1	E12	Luces estroboscópicas internas	0	1	0	1	0	0	6	0	0	0	0.954	14		356 ft.
<b>Channel 1 Appliance Summary</b>												<b>Total Channel Load</b>				
			10	21	5	1	19	0	6	0	0	0	12.890			
												<b>Total Addresses (63 MAX)</b>		62		
												<b>Total Unit Loads (75 MAX)</b>		62		

WIRE RESISTANCE PER FOOT  
 12GA = 0.00177  
 14GA = 0.00282  
 16GA = 0.00450  
 18GA = 0.00713

WIRE RESISTANCE IS FOR SOLID UNCOATED COPPER WIRE AT 50 DEGREES CELSIUS

NOTE:  
 DUE TO SITE CONDITIONS SIGNALING LINE CIRCUIT ROUTING CAN CHANGE FROM WHAT IS INDICATED ON SHOP DRAWINGS. IF THE MAXIMUM WIRE GAUGE AND DISTANCE EXCEED THIS CHART CONTACT YOUR LOCAL SIMPLEXGRINNELL DISTRICT OFFICE.

Tabla 3.6 Consumo de corriente por NAC y número de dispositivos de notificación visible del modulo expansor NAC 4009 de Perú Plaza primer nivel.

AREOPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ 4009 PRIMER NIVEL PERU PLAZA

APPLIANCE / QUANTITIES / CURRENT DRAW @ 17 VDC

4009T NOTIFICATION APPLIANCE SIGNALING LINE CIRCUIT SCHEDULE / DISTANCE CALCULATOR FOR TRUEALERT CONTROLLEF / 2 VOLT MAXIMUM LINE DROP			A/V	A/V	A/V	CEIL. V/O	CEIL. A/V	CEIL. A/V	CEIL. V/O	CEIL. V/O	A/O	4905-9929	TOTAL	WIRE	DISTANCETO	DISTANCETO
CHANNEL	BRANCH	DESCRIPTION	4903-9450	4903-9451	4903-9452	4904-9357	4903-9461	4903-9460	4904-9358	4904-9359	4901-9850	ISOLATOR	CURRENT	GAUGE	FARTHEST	FARTHEST
			15cd	75cd	110cd	30cd	110cd	75cd	15cd	15cd	HORN	MODULE	(AMPS)	(18, 16, 14, 12)	APPLIANCE	APPLIANCE
			0.082000	0.193000	0.239000	0.227000	0.319000	0.241000	0.089000	0.089000	0.022000	0.015			STYLE 4	STYLE 8
CH 1	E1'	Luces estroboscópicas internas	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0.821	14	411 ft.	
CH 1	E2'	Luces estroboscópicas internas	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0.628	14	535 ft.	
CH 1	E3'	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E3'	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E4'	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E5'	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E6'	Luces estroboscópicas externas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.772	14	437 ft.	
CH 1	E7'	Luces estroboscópicas externas	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.386	14	864 ft.	
CH 1	E8'	Luces estroboscópicas internas	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.594	14	565 ft.	
<b>Channel 1 Appliance Summary</b>													<b>Total Channel Load</b>			
			3	8	0	2	15	0	0	0	0	0	7.029			
													<b>Total Addresses (63 MAX)</b>			
													28			
													<b>Total Unit Loads (75 MAX)</b>			
													28			

WIRE RESISTANCE PER FOOT

- 12GA = 0.00177
- 14GA = 0.00282
- 16GA = 0.00450
- 18GA = 0.00713

WIRE RESISTANCE IS FOR SOLID UNCOATED COPPER WIRE AT 50 DEGREES CELSIUS

**NOTE:**  
 DUE TO SITE CONDITIONS SIGNALING LINE CIRCUIT ROUTING CAN CHANGE FROM WHAT IS INDICATED ON SHOP DRAWINGS. IF THE MAXIMUM WIRE GAUGE AND DISTANCE EXCEED THIS CHART CONTACT YOUR LOCAL SIMPLEXGRINNELL DISTRICT OFFICE.

Tabla 3.7 Consumo de corriente por NAC y número de dispositivos de notificación visible del modulo expansor NAC 4009 de Perú Plaza segundo nivel.

AREOPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ 4009 SEGUNDO NIVEL PERU PLAZA

APPLIANCE / QUANTITIES / CURRENT DRAW @ 17 VDC

4009T NOTIFICATION APPLIANCE SIGNALING LINE CIRCUIT SCHEDULE / DISTANCE CALCULATOR FOR TRUEALERT CONTROLLER			A/V	A/V	A/V	CEIL V/O	CEIL A/V	CEIL A/V	CEIL V/O	CEIL V/O	A/O	4905-9929	TOTAL	WIRE	DISTANCE TO	DISTANCE TO
2 VOLT MAXIMUM LINE DROP			4903-9450	4903-9451	4903-9452	4904-9357	4903-9461	4903-9460	4904-9356	4904-9359	4901-9850	ISOLATOR	CURRENT	GAUGE	FARTHEST	FARTHEST
CHANNEL	BRANCH	DESCRIPTION	15cd	75cd	110cd	30cd	110cd	75cd	15cd	15cd	HORN	MODULE	(AMPS)	(18, 16, 14, 12)	APPLIANCE	APPLIANCE
			0.082000	0.193000	0.239000	0.227000	0.319000	0.241000	0.089000	0.089000	0.022000	0.015			STYLE 4	STYLE 8
CH 1	E1*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.638	14	527 ft.	
CH 1	E2*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.638	14	527 ft.	
CH 1	E3*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.638	14	527 ft.	
CH 1	E3*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.638	14	527 ft.	
CH 1	E4*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0.908	14	373 ft.	
CH 1	E5*	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0.773	14	436 ft.	
CH 1	E6*	Luces estroboscópicas internas	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.720	14	488 ft.	
Channel 1 Appliance Summary												Total Channel Load				
1												4.953				
0												Total Addresses (63 MAX)				
0												18				
6												Total Unit Loads (75 MAX)				
11												18				
0																
0																
0																
0																

WIRE RESISTANCE PER FOOT

- 12GA = 0.00177
- 14GA = 0.00282
- 16GA = 0.00450
- 18GA = 0.00713

WIRE RESISTANCE IS FOR SOLID UNCOATED COPPER WIRE AT 50 DEGREES CELSIUS

NOTE:  
 DUE TO SITE CONDITIONS SIGNALING LINE CIRCUIT ROUTING CAN CHANGE FROM WHAT IS INDICATED ON SHOP DRAWINGS. IF THE MAXIMUM WIRE GAUGE AND DISTANCE EXCEED THIS CHART CONTACT YOUR LOCAL SIMPLEXGRINNELL DISTRICT OFFICE.



Tabla 3.8 Consumo de corriente por NAC y número de dispositivos de notificación visible del panel 4100U de Espigón Norte.

AREOPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ PANEL 4100U CONCOURSE NORTE

APPLIANCE / QUANTITIES / CURRENT DRAW @ 17 VDC

NOTIFICATION APPLIANCE SIGNALING LINE CIRCUIT SCHEDULE / DISTANCE CALCULATOR FOR TRUEALERT CONTROLLER			A/V	A/V	A/V	CEIL. V/O	CEIL. A/V	CEIL. A/V	CEIL. V/O	CEIL. V/O	A/O	4905-9929	TOTAL	WIRE	DISTANCE TO	DISTANCE TO
2 VOLT MAXIMUM LINE DROP			15cd	75cd	110cd	30cd	110cd	75cd	15cd	15cd	HORN	ISOLATOR	CURRENT	GAUGE	FARTHEST	FARTHEST
CHANNEL	BRANCH	DESCRIPTION	0.082000	0.183000	0.239000	0.227000	0.319000	0.241000	0.089000	0.089000	0.022000	MODULE	(AMPS)	(18, 16, 14, 12)	APPLIANCE	APPLIANCE
											0.015				STYLE J	STYLE B
CH 1	E1	Luces estroboscópicas externas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.772	14	437 ft.	
CH 1	E2	Luces estroboscópicas externas	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.386	14	884 ft.	
CH 1	E3	Luces estroboscópicas externas	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.579	14	579 ft.	
CH 1	E4	Luces estroboscópicas internas	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1.121	14	304 ft.	
CH 1	E5	Luces estroboscópicas internas	2	2	0	4	4	0	0	0	0	0	2.734	14	131 ft.	
CH 1	E6	Luces estroboscópicas internas	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.432	14	773 ft.	
CH 1	E7	Luces estroboscópicas internas	1	0	0	7	4	0	0	0	0	0	2.947	14	122 ft.	
CH 1	E8	Luces estroboscópicas internas	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	2.315	14	152 ft.	
CH 1	E9	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E10	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E11	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
CH 1	E12	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.	
<b>Channel 1 Appliance Summary</b>													<b>Total Channel Load</b>			
			6	12	1	11	30	0	0	0	0	0	15.114			
													<b>Total Addresses (63 MAX)</b>			
													60			
													<b>Total Unit Loads (75 MAX)</b>			
													60			

WIRE RESISTANCE PER FOOT  
 12GA = 0.00177  
 14GA = 0.00282  
 16GA = 0.00450  
 18GA = 0.00713

WIRE RESISTANCE IS FOR SOLID UNCOATED COPPER WIRE AT 50 DEGREES CELSIUS

**NOTE:**  
 DUE TO SITE CONDITIONS SIGNALING LINE CIRCUIT ROUTING CAN CHANGE FROM WHAT IS INDICATED ON SHOP DRAWINGS. IF THE MAXIMUM WIRE GAUGE AND DISTANCE EXCEED THIS CHART CONTACT YOUR LOCAL SIMPLEXGRINNELL DISTRICT OFFICE.

Tabla 3.9 Consumo de corriente por NAC y número de dispositivos de notificación visible del modulo expansor NAC 4009 de Espigón Norte segundo nivel.

36

AREOPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ 4009 SEGUNDO NIVEL CONCOURSE NORTE

APPLIANCE / QUANTITIES / CURRENT DRAW @ 17 VDC

4009T NOTIFICATION APPLIANCE SIGNALING LINE CIRCUIT SCHEDULE / DISTANCE CALCULATOR FOR TRUEALERT CONTROLLER 2 VOLT MAXIMUM LINE DROP			A/V 4903-9450 15cd	A/V 4903-9451 75cd	A/V 4903-9452 110cd	CEIL. V/O 4904-9357 30cd	CEIL. A/V 4903-9461 110cd	CEIL. A/V 4903-9460 75cd	CEIL. V/O 4904-9356 15cd	CEIL. V/O 4904-9359 15cd	A/O 4901-9850 HORN	TOTAL CURRENT (AMPS)	WIRE GAUGE (18, 16, 14, 12)	DISTANCE TO FARTHEST APPLIANCE STYLE 4
CHANNEL	BRANCH	DESCRIPTION	0.082000	0.193000	0.239000	0.227000	0.319000	0.241000	0.089000	0.089000	0.022000			
CH 1	E13	Luces estroboscópicas internas	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0.763	14	442 ft.
CH 1	E14	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.638	14	527 ft.
CH 1	E15	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.
CH 1	E16	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.
CH 1	E17	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.
CH 1	E18	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.
CH 1	E19	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.
CH 1	E20	Luces estroboscópicas internas	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0.957	14	354 ft.

Channel 1 Appliance Summary

1	0	0	3	20	0	0	0	0	0
---	---	---	---	----	---	---	---	---	---

Total Channel Load

7.143

Total Addresses (63 MAX)

24

Total Unit Loads (75 MAX)

24

WIRE RESISTANCE PER FOOT

12GA = 0.00177

14GA = 0.00282

16GA = 0.00450

18GA = 0.00713

WIRE RESISTANCE IS FOR SOLID UNCOATED COPPER WIRE AT 50 DEGREES CELSIUS

**NOTE:**  
DUE TO SITE CONDITIONS SIGNALING LINE CIRCUIT ROUTING CAN CHANGE FROM WHAT IS INDICATED ON SHOP DRAWINGS. IF THE MAXIMUM WIRE GAUGE AND DISTANCE EXCEED THIS CHART CONTACT YOUR LOCAL SIMPL EXGRINNELL DISTRICT OFFICE.

Tabla 3.10 Consumo de potencia por NAC y por amplificadores para notificación audible del panel 4100U de Perú Plaza.

PANEL DE CONTROL 4100U PERU PLAZA - SISTEMA DE NOTIFICACION POR VOCEC

SPEAKER CIRCUIT LOAD CALCULATION												MAXIMUM -3 dB DROP PER CIRCUIT			
SPEAKER CIRCUIT DESCRIPTION	PANEL CIRCUIT NUMBER	WIRE GAUGE (18, 16, 14 12)	CIRCUIT VOLTAGE (25 OR 70 VRMS)	APPLIANCES QUANTITIES / TAP VALUES						TOTAL CIRCUIT LOAD (WATTS)	ESTIMATED CIRCUIT LENGTH (METERS)	ACTUAL WIRE LOSS (dB)	MAXIMUM ALLOWABLE CKT. LENGTH (METERS)	TOTAL CIRCUIT RESISTANCE (OHMS)	
				SPEAKER TAPPED AT 0.25 Watts	SPEAKER TAPPED AT 0.5 Watts	SPEAKER TAPPED AT 1 Watts	SPEAKER TAPPED AT 2 Watts	SPEAKER TAPPED AT 4 Watts	SPEAKER TAPPED AT 8 Watts						SPEAKER TAPPED AT 15 Watts
Circuito de audio 1 nivel exteriores	A1	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	3	2	0	28.00 Watts	400.0 m	-2.31 dB	544 m	6.8 Ohms
Circuito de audio 1 nivel exteriores	A2	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	0	3	0	24.00 Watts	400.0 m	-2.02 dB	635 m	6.8 Ohms
Circuito de audio 1 nivel exteriores	A3	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	0	4	0	32.00 Watts	400.0 m	-2.59 dB	476 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 1 nivel	A4	14 awg	25 vrms	8	15	0	0	0	0	0	9.50 Watts	400.0 m	-0.85 dB	1,604 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 1 nivel	A5	14 awg	25 vrms	0	14	0	0	0	0	0	7.00 Watts	400.0 m	-0.64 dB	2,177 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 1 nivel	A6	14 awg	25 vrms	8	5	0	0	0	0	0	4.50 Watts	400.0 m	-0.42 dB	3,386 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 2 nivel	A7	14 awg	25 vrms	4	30	0	0	0	0	0	16.00 Watts	400.0 m	-1.39 dB	952 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 2 nivel	A8	14 awg	25 vrms	2	10	0	0	0	0	0	5.50 Watts	400.0 m	-0.50 dB	2,770 m	6.8 Ohms
Appliance Summary											Total Load (Watts)				
				22	74	0	0	3	9	0	126.50				

**NOTE:**  
 LUMP SUM METHOD WAS USED TO CALCULATE MAXIMUM ALLOWABLE CIRCUIT LENGTH. THIS METHOD ALLOWS FOR A SMALL MARGIN OF SAFETY, TAKING INTO CONSIDERATION THE ACTUAL INSTALLED CIRCUIT ROUTING MAY DIFFER FROM WHAT IS SHOWN ON THE SHOP DRAWINGS. IF THE ACTUAL CIRCUIT LENGTH IS GOING TO EXCEED THE MAXIMUM ALLOWABLE CIRCUIT LENGTH, CONTACT YOU LOCAL SIMPLEX BRANCH.

Flex 1 44.5W  
 Flex 2 45.5W  
 Flex 3 36.5W

Tabla 3.11 Consumo de potencia por NAC y por amplificadores para notificación audible del panel 4100U de Espigón Norte.

PANEL DE CONTROL 4100U CONCOURSE NORTE - SISTEMA DE NOTIFICACION POR VOCEO

SPEAKER CIRCUIT DESCRIPTION	PANEL CIRCUIT NUMBER	WIRE GAUGE (18, 16, 14 12)	CIRCUIT VOLTAGE (25 OR 70 VRMS)	APPLIANCES QUANTITIES / TAP VALUES						TOTAL CIRCUIT LOAD (WATTS)	ESTIMATED CIRCUIT LENGTH (METERS)	MAXIMUM -3 dB DROP PER CIRCUIT			
				SPEAKER TAPPED AT 0.25 Watts	SPEAKER TAPPED AT 0.5 Watts	SPEAKER TAPPED AT 1 Watts	SPEAKER TAPPED AT 2 Watts	SPEAKER TAPPED AT 4 Watts	SPEAKER TAPPED AT 8 Watts			SPEAKER TAPPED AT 15 Watts	ACTUAL WIRE/LOSS (dB)	MAXIMUM ALLOWABLE CKT. LENGTH (METERS)	TOTAL CIRCUIT RESISTANCE (OHMS)
Circuito de audio interiores 1 nivel	A1	14 awg	25 vrms	0	0	1	1	1	0	0	7.00 Watts	400.0 m	-0.64 dB	2,177 m	6.8 Ohms
Circuito de audio 1 nivel exteriores	A2	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	1	1	0	12.00 Watts	400.0 m	-1.07 dB	1,270 m	6.8 Ohms
Circuito de audio 1 nivel exteriores	A3	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	0	4	0	32.00 Watts	400.0 m	-2.59 dB	476 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 1 nivel	A4	14 awg	25 vrms	4	12	0	0	0	0	0	7.00 Watts	400.0 m	-0.64 dB	2,177 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 2 nivel	A5	14 awg	25 vrms	5	22	0	0	0	0	0	12.25 Watts	400.0 m	-1.09 dB	1,244 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 2 nivel	A6	14 awg	25 vrms	2	28	0	0	0	0	0	14.50 Watts	400.0 m	-1.27 dB	1,051 m	6.8 Ohms
Circuito de audio interiores 1 nivel exteriores	A7	14 awg	25 vrms	0	0	0	0	1	1	0	12.00 Watts	400.0 m	-1.07 dB	1,270 m	6.8 Ohms
<b>Appliance Summary</b>											<b>Total Load (Watts)</b>				
				11	62	1	1	3	6	0	96.75				

**NOTE:**  
 LUMP SUM METHOD WAS USED TO CALCULATE MAXIMUM ALLOWABLE CIRCUIT LENGTH. THIS METHOD ALLOWS FOR A SMALL MARGIN OF SAFETY, TAKING INTO CONSIDERATION THE ACTUAL INSTALLED CIRCUIT ROUTING MAY DIFFER FROM WHAT IS SHOWN ON THE SHOP DRAWINGS. IF THE ACTUAL CIRCUIT LENGTH IS GOING TO EXCEED THE MAXIMUM ALLOWABLE CIRCUIT LENGTH, CONTACT YOU LOCAL SIMPLEX BRANCH.

Flex 1 39W  
 Flex 2 31.25W  
 Flex 3 26.5W

Tabla 3.12 Calculo de baterías de respaldo para el panel 4100U de Perú Plaza.

AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ - PANEL DE CONTROL 4100U PERU PLAZA							Backup From				
Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm	Battery Set #1 Qty	Battery Set #2 Qty	Battery Set #3 Qty	Battery Set #4 Qty	
<b>Panel Equipment</b>											
4100-1226	3	DIGITAL FLEX 50 WATT AMPLIFIER - 25V RMS	0.082000	0.246000	2.270000	6.810000	3				
4100-1241	2	MESSAGE EXPANSION BOARD - 8 MINUTES	0.017000	0.034000	0.017000	0.034000	2				
4100-1246	3	FLEX 50 CLASS A ADAPTER	0.000600	0.001800	0.030000	0.090000	3				
4100-1270	2	MASTER TELEPHONE, PHONE CONTROL	0.075000	0.150000	0.130000	0.260000	2				
4100-3104	2	IDNET MODULE, UP TO 127 POINTS	0.075000	0.150000	0.115000	0.230000	2				
4100-5102	5	EXPANSION PWR SUPPLY (XPS) 220/230/240VAC 50/60HZ	0.050000	0.250000	0.050000	0.250000	5				
4100-6014	2	NETWORK IF CARD, WIRED	0.046000	0.092000	0.046000	0.092000	2				
4100-6057	4	NETWORK MEDIA CARD FIBER OPTIC	0.025000	0.100000	0.025000	0.100000	4				
4100-9621	2	BASIC AUDIO WITH MICROPHONE - DIGITAL	0.075000	0.150000	0.082000	0.164000	2				
4100-9211	1	4100U CE COMPLIANT MASTER CONTROLLER (W/ DISPLA	0.420000	0.420000	0.470000	0.470000	1				
4100-96xx	0	REMOTE ANNUNCIATORS & MINIPLEX TRANSPONDERS	0.003500	0.000000	0.003500	0.000000	0				
			<b>Total Panel Stby</b>	<b>1.593800</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>8.500000</b>					
<b>Peripheral Devices</b>											
4098-9714	108	TRUEALARM PHOTO SMOKE SENSOR	0.000400	0.043200	0.013000	1.404000	108				
4090-9001	17	IDNET SUPERVISED IAM	0.010000	0.170000	0.060000	1.020000	17				
4098-9601	85	PHOTO SMOKE DETECTOR SSD	0.000100	0.008500	0.000000	0.000000	85				
4090-9120	7	4 POINT IDNET 2 I/O	0.030000	0.210000	0.030000	0.210000	7				
4090-9106	8	IDNET CLASS A MONITOR ZAM	0.016000	0.128000	0.072000	0.578000	8				
2084-9014	7	PLUGGABLE PHONE W/5FT CABLE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	7				
2084-9001	7	REMOTE PHONE JACK	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	7				
2084-9020	2	PHONE PTT WARMORED CABLE, BREAK-ROD CAB, FLUSI	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	2				
4903-9196	6	TRUEALERT NON-ADDR, 15CD ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.080000	0.480000	6				
4903-9197	1	TRUEALERT NON-ADDR, 30CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.113000	0.113000	1				
4903-9198	19	TRUEALERT NON-ADDR, 110CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.253000	4.807000	19				
4903-9359	10	TRUEALERT 15CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.056000	0.560000	10				
4903-9360	15	TRUEALERT 75CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.177000	2.655000	15				
4903-9361	5	TRUEALERT 110CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.225000	1.125000	5				
ET70WP-2475W-FR	6	WHEELLOCK WEATHERPROOF SPEKER/STROBE	0.000000	0.000000	0.140000	0.840000	6				
4090-9002	8	IDNET RELAY IAM	0.016000	0.128000	0.072000	0.578000	8				
			<b>Total Periph Stby</b>	<b>0.6877</b>	<b>Total Periph Alarm</b>	<b>14.366</b>					
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>2.282</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>22.866</b>					

\* Current Draw Included With Device Addresses Used (See additional current draws)

1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.

Note: The total Ah required takes into account any physical and chemical properties of battery discharge rates, high alarm current draw of a battery after a long (standby) low current draw, and reflects the manufacturers discharge rates per their recommendations and UL standards.

Battery Set #1 (Cabinet/Charger #1)	Qty	Standby Current	Alarm Current
Cabinet #1 Card Power		1.348	Backup Amplifier 1.690
Current Draw For 100 Watt Or 95 Watt Amplifiers	0	0.000	0
Current Draw For Flex 35 and 50 Watt Amplifiers	3	0.246	6.810
Power For External Peripheral Devices		0.68770	14.36600
		<b>2.282</b>	<b>22.866</b>
<b>Additional Current Draws</b>			
RUI Connected Peripheral Devices	0	0.000	0.000
MAPNET/IDNet Device Addresses ordered / used	40 / 40.0	0.032	0.040
Spare addressable point capacity included for battery calc	15% / 6	0.005	0.006
		<b>2.318</b>	<b>22.912</b>
Additional Battery Capacity Required	10%	0.232	2.291
Standby Time =	24 Hrs	61.203	Standby Ah
Alarm Time =	15 Mins.	6.301	Alarm Ah
<b>Battery Required</b>	2081-9279 110AH	<b>87.775</b>	<b>Total Ah</b>

Tabla 3.13 Calculo de baterías de respaldo para el modulo expansor NAC 4009 de Perú Plaza primer nivel.

AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ - EXPANSOR NAC 4009 PRIMER NIVEL PERU PLAZA						
Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4009-9301	1	4009 IDNET NAC EXTENDER, 240 V	0.085000	0.085000	0.185000	0.185000
4009-9807	1	NAC CARD, 4PT, IDNET	0.040000	0.040000	0.040000	0.040000
4009-9808	4	ADAPTER, CLASS A, IDNET	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4009-9809	1	NAC REPEATER, IDNET	0.070000	0.070000	0.070000	0.070000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
			<b>Total Panel Stby</b>	<b>0.195000</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>0.295000</b>
<b>Peripheral Devices</b>						
4098-9714	69	TRUEALARM PHOTO SMOKE SENSOR	0.000400	0.027600	0.013000	0.897000
4090-9001	5	IDNET SUPERVISED IAM	0.010000	0.050000	0.060000	0.300000
4098-9601	56	PHOTO SMOKE DETECTOR SSD	0.000100	0.005600	0.000000	0.000000
4090-9120	0	4 POINT IDNET 2 I/O	0.030000	0.000000	0.030000	0.000000
4090-9106	5	IDNET CLASS A MONITOR ZAM	0.016000	0.080000	0.072000	0.360000
2084-9014	0	PLUGGABLE PHONE W/5FT CABLE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2084-9001	0	REMOTE PHONE JACK	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2084-9020	0	PHONE PTT W/ARMORED CABLE, BREAK-ROD CAB, FLUSH	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4903-9196	0	TRUEALERT NON-ADDR, 15CD ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.080000	0.000000
4903-9197	2	TRUEALERT NON-ADDR, 30CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.113000	0.226000
4903-9198	15	TRUEALERT NON-ADDR, 110CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.253000	3.795000
4903-9359	3	TRUEALERT 15CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.056000	0.168000
4903-9360	2	TRUEALERT 75CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.177000	0.354000
4903-9361	0	TRUEALERT 110CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.225000	0.000000
ET70WP-2475W-FR	6	WHEELLOCK WEATHERPROOF SPEKER/STROBE	0.000000	0.000000	0.140000	0.840000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
XXXX-XXXX	0	Description	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
			<b>Total Periph Stby</b>	<b>0.163</b>	<b>Total Periph Alarm</b>	<b>6.940</b>
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>0.358</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>7.235</b>

\* Additional Current Draw Included Below With Device Addresses Used

1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.

Note: The total Ah required takes into account any physical and chemical properties of battery discharge rates, high alarm current draw of a battery after a long (standby) low current draw, and reflects the manufacturers discharge rates per their recommendations and UL standards.

Battery Calculations		Standby Current	Alarm Current
Control Panel Card Power		0.195	0.295
Power For External Peripheral Devices		0.16320	6.94000
		0.358	7.235
Additional Battery Capacity Required	15%	0.054	1.085
Standby Time =	24 Hrs	9.886	Standby Ah
Alarm Time =	15 Mins.	2.080	Alarm Ah
<b>Battery Required</b>	<b>2081-9275 18AH</b>	<b>16.892</b>	<b>Total Ah</b>

Tabla 3.14 Calculo de baterías de respaldo para el modulo expansor NAC 4009 de Perú Plaza segundo nivel.

AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ - EXPANSOR NAC 4009 SEGUNDO NIVEL PERU PLAZA

Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4009-9301	1	4009 IDNET NAC EXTENDER, 240 V	0.085000	0.085000	0.185000	0.185000
4009-9807	1	NAC CARD, 4PT, IDNET	0.040000	0.040000	0.040000	0.040000
4009-9808	4	ADAPTER, CLASS A, IDNET	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4009-9809	1	NAC REPEATER, IDNET	0.070000	0.070000	0.070000	0.070000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
XXXX-XXXX	0	DESCRIPTION	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
			<b>Total Panel Stby</b>	<b>0.195000</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>0.295000</b>
<b>Peripheral Devices</b>						
4098-9714	38	TRUEALARM PHOTO SMOKE SENSOR	0.000400	0.015200	0.013000	0.494000
4090-9001	4	IDNET SUPERVISED IAM	0.010000	0.040000	0.060000	0.240000
4098-9601	27	PHOTO SMOKE DETECTOR SSD	0.000100	0.002700	0.000000	0.000000
4090-9120	0	4 POINT IDNET 2 I/O	0.030000	0.000000	0.030000	0.000000
4090-9106	3	IDNET CLASS A MONITOR ZAM	0.016000	0.048000	0.072000	0.216000
2084-9014	0	PLUGGABLE PHONE W/5FT CABLE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2084-9001	0	REMOTE PHONE JACK	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2084-9020	0	PHONE PTT W/ARMORED CABLE, BREAK-ROD CAB, FLUSH	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4903-9196		TRUEALERT NON-ADDR, 15CD ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.080000	0.000000
4903-9197	6	TRUEALERT NON-ADDR, 30CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.113000	0.678000
4903-9198	11	TRUEALERT NON-ADDR, 110CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.253000	2.783000
4903-9359	1	TRUEALERT 15CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.056000	0.056000
4903-9360		TRUEALERT 75CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.177000	0.000000
4903-9361	0	TRUEALERT 110CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.225000	0.000000
ET70WP-2475W-FR	0	WHEELock WEATHERPROOF SPEKER/STROBE	0.000000	0.000000	0.140000	0.000000
			<b>Total Periph Stby</b>	<b>0.106</b>	<b>Total Periph Alarm</b>	<b>4.467</b>
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>0.301</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>4.762</b>

\* Additional Current Draw Included Below With Device Addresses Used

1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.

Note: The total Ah required takes into account any physical and chemical properties of battery discharge rates, high alarm current draw of a battery after a long (standby) low current draw, and reflects the manufacturers discharge rates per their recommendations and UL standards.

Battery Calculations	Standby Current	Alarm Current
Control Panel Card Power	0.195	0.295
Power For External Peripheral Devices	0.10590	4.46700
	0.301	4.762
Additional Battery Capacity Required 16%	0.045	0.714
Standby Time = 24 Hrs	8.305	Standby Ah
Alarm Time = 15 Mins.	1.369	Alarm Ah
<b>Battery Required 2081-9275 18AH</b>	<b>13.247</b>	<b>Total Ah</b>

Tabla 3.15 Calculo de baterias de respaldo para el panel 4100U de Espigón Norte.

42

AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ - PANEL DE CONTROL CONCOURSE NORTE 4100U							Backup From			
Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm	Battery Set #1	Battery Set #2	Battery Set #3	Battery Set #4
Panel Equipment							Qty	Qty	Qty	Qty
4100-1226	3	DIGITAL FLEX 50 WATT AMPLIFIER - 25V RMS	0.082000	0.246000	2.270000	6.810000	3			
4100-1241	1	MESSAGE EXPANSION BOARD - 8 MINUTES	0.017000	0.017000	0.017000	0.017000	1			
4100-1246	3	FLEX 50 CLASS A ADAPTER	0.000600	0.001800	0.030000	0.090000	3			
4100-1270	1	MASTER TELEPHONE, PHONE CONTROL	0.075000	0.075000	0.130000	0.130000	1			
4100-3104	1	IDNET MODULE, UP TO 127 POINTS	0.075000	0.075000	0.115000	0.115000	1			
4100-5102	3	EXPANSION PWR SUPPLY (XPS) 220/230/240VAC 50/60HZ	0.050000	0.150000	0.050000	0.150000	3			
4100-6014	2	NETWORK IF CARD, WIRED	0.046000	0.092000	0.046000	0.092000	2			
4100-6057	4	NETWORK MEDIA CARD FIBER OPTIC	0.025000	0.100000	0.025000	0.100000	4			
4100-9621	2	BASIC AUDIO WITH MICROPHONE - DIGITAL	0.075000	0.150000	0.082000	0.164000	2			
4100-9211	1	4100U CE COMPLIANT MASTER CONTROLLER (W/ DISPLA	0.420000	0.420000	0.470000	0.470000	1			
4100-96xx	0	REMOTE ANNUNCIATORS & MINIPLEX TRANSPONDERS	0.003500	0.000000	0.003500	0.000000	0			
			<b>Total Panel Stby</b>	<b>1.326800</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>8.138000</b>				
Peripheral Devices										
4098-9714	92	TRUEALARM PHOTO SMOKE SENSOR	0.000400	0.036800	0.013000	1.196000	92			
4090-9001	9	IDNET SUPERVISED IAM	0.010000	0.090000	0.060000	0.540000	9			
4098-9601	90	PHOTO SMOKE DETECTOR SSD	0.000100	0.009000	0.000000	0.000000	90			
4090-9120	7	4 POINT IDNET 2 I/O	0.030000	0.210000	0.030000	0.210000	7			
4090-9106	7	IDNET CLASS A MONITOR ZAM	0.016000	0.112000	0.072000	0.504000	7			
2084-9014		PLUGGABLE PHONE W/5FT CABLE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0			
2084-9001		REMOTE PHONE JACK	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0			
2084-9020		PHONE PTT W/ARMORED CABLE, BREAK-ROD CAB, FLUSI	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0			
4903-9196	0	TRUEALERT NON-ADDR, 15CD ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.080000	0.000000	0			
4903-9197	11	TRUEALERT NON-ADDR, 30CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.113000	1.243000	11			
4903-9198	30	TRUEALERT NON-ADDR, 110CD, ROUND CEIL SV	0.000000	0.000000	0.253000	7.590000	30			
4903-9359	6	TRUEALERT 15CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.058000	0.336000	6			
4903-9360	3	TRUEALERT 75CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.177000	0.531000	3			
4903-9361	1	TRUEALERT 110CD SPEAKER/VISIBLE 25V/70VRMS WHITE	0.000000	0.000000	0.225000	0.225000	1			
ET70WP-2475W-FR	9	WHEELLOCK WEATHERPROOF SPEKER/STROBE	0.000000	0.000000	0.140000	1.260000	9			
4090-9002	8	IDNET RELAY IAM	0.016000	0.128000	0.072000	0.576000	8			
			<b>Total Periph Stby</b>	<b>0.5858</b>	<b>Total Periph Alarm</b>	<b>14.211</b>				
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>1.913</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>22.349</b>				

\* Current Draw Included With Device Addresses Used (See additional current draws)

1: 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.

Note: The total Ah required takes into account any physical and chemical properties of battery discharge rates, high alarm current draw of a battery after a long (standby) low current draw, and reflects the manufacturers discharge rates per their recommendations and UL standards.

Battery Set #1 (Cabinet/Charger #1)	Qty	Standby Current	Alarm Current
Cabinet #1 Card Power		1.081	1.328
Current Draw For 100 Watt Or 95 Watt Amplifiers	0	0.000	0.000
Current Draw For Flex 35 and 50 Watt Amplifiers	3	0.246	6.810
Power For External Peripheral Devices		0.58580	14.21100
		1.913	22.349
<- Sub Totals ->			
<b>Additional Current Draws</b>			
RUI Connected Peripheral Devices	0	0.000	0.000
MAPNET/IDNet Device Addresses ordered / used	31 / 31.0	0.025	0.031
Spare addressable point capacity included for battery calc	15% / 5	0.004	0.005
		1.941	22.385
<- Grand Totals ->			
Additional Battery Capacity Required	10%	0.194	2.238
Standby Time =	24 Hrs	51.246	Standby Ah
Alarm Time =	15 Mins.	6.156	Alarm Ah
<b>Battery Required 2081-9279 110AH</b>		<b>75.701</b>	<b>Total Ah</b>



## CAPÍTULO IV

### COMPONENTES DEL SISTEMA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ

#### 4.1. Panel de detección y alarmas

El panel de detección y alarmas de incendios es el centro del sistema, es quien establece la comunicación con los dispositivos periféricos, administra las señales recibidas, determina las condiciones de alarmas y ejecuta las rutinas de notificación y evacuación del edificio.

Para la implementación expuesta se escogió el panel Simplex modelo 4100U, el cual cuenta con todos los requerimientos descritos en los criterios de diseño.

Este panel cuenta con la característica de ser modular y escalable, por lo que en caso de requerir mayor cantidad de funciones o capacidad, se añaden y configuran los módulos adecuados.

El panel es un dispositivo robusto y de complejo diseño, en el presente informe se buscará describir de la manera más detallada y comprensible la arquitectura y funcionalidad del mismo.

Cabe destacar que los circuitos tanto internos como externos del panel de control manejan potencias limitadas de consumo evitando sobre corrientes y cumpliendo con la norma NFPA70.

##### 4.1.1 Características del panel de alarmas y detección de incendios Simplex 4100U

El diseño de este panel es en realidad una plataforma, la plataforma 4100 preparada para la expansión en base a módulos funcionales montados en bahías que son chasis de montaje de módulos y que vienen con enchufes para conexiones de bahía a bahía y para entregar energía a los módulos; para el caso de la implementación expuesta la plataforma cuenta para todos los paneles con:

4.1.1.1 Una CPU basada en un microcontrolador Intel 80296SA de 16 bits, el mismo que es el encargado de realizar las funciones del panel de control. Este microcontrolador aplicado a este panel de control tiene las siguientes características:

- a. 6 Mega bits de espacios para direcciones lineales.
- b. Frecuencia de trabajo 9.8304 MHz.
- c. PLL interno que multiplica la frecuencia de trabajo a 39.3216 MHz.
- d. 32 puertos de entrada/salida.
- e. 19 fuentes de interrupciones, 14 con prioridades programables.
- f. Tecnología de alta velocidad CHMOS.
- g. Acumulador de 40 bits.
- h. Función de DSP integrada al microcontrolador, lo que le da la función adicional de gran procesamiento de datos, hasta 12.5 MIPS añadida a las funciones de microcontrolador.
- i. Multiplica y acumula en 80 ns, equivalente a 12.5 MIPS.
- j. Adicionalmente al microcontrolador 80296SA el CPU cuenta con memorias no volátiles y volátiles en la siguiente disposición:

Tabla 4.1 Memorias que usa el CPU del panel 4100

Tipo	Uso	Base	Máximo
Flash – 70 ns	Código principal.	2 Mbytes	2 Mbytes
Flash – 70 ns	Configuración A, aquí se guarda la configuración o programación del panel.	1 Mbytes	2 Mbytes
Flash – 70 ns	Configuración B, la configuración original se guarda aquí cuando se actualiza la programación.	1 Mbytes	2 Mbytes
SRAM – 70 ns	Memoria para baterías de respaldo.	512 Kbytes	1 Mbytes

Respecto a la parte lógica, el CPU tiene el siguiente diagrama de bloques:

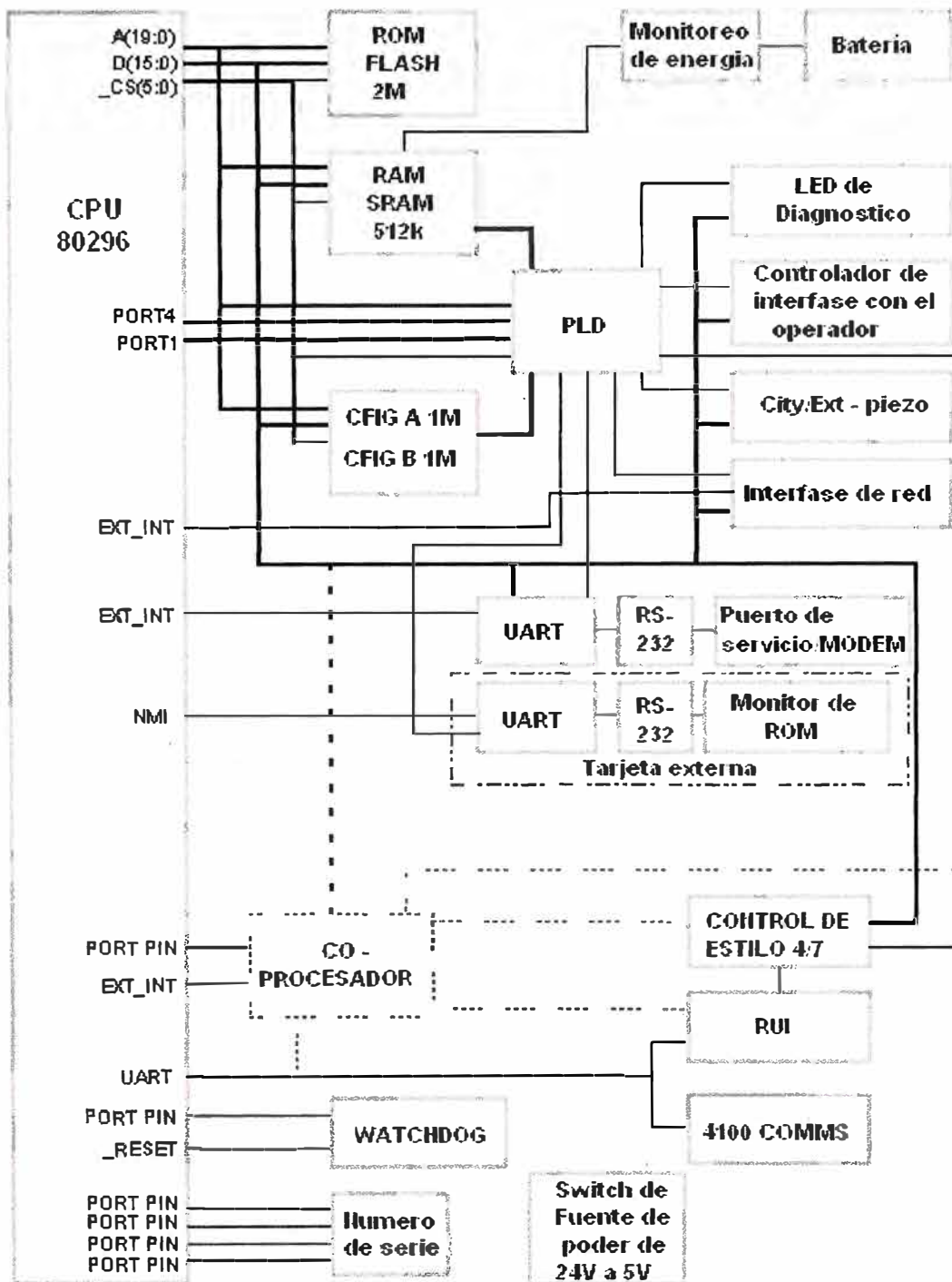


Figura 4.1 Arquitectura lógica del CPU

Con respecto a la funcionalidad de la CPU en su tarjeta principal, se tiene:

- k. Todas las conexiones y cableados están ya hechas, no existe cableado de campo.
- l. Puentes de configuración para inhibir fallas por falta de batería, problemas de tierra o comunicación.
- m. LED indicadores de estado o problemas.
- n. Autodiagnóstico de estado del sistema en cada encendido.

- o. Opción para añadir tarjetas adicionales.
- p. Suministro de energía de la Fuente de Energía del Sistema (SPS, por las siglas del término en inglés).
- q. Conector para tarjeta de CPU.
- r. Puerto 4100comm para comunicaciones entre módulos esclavos Simplex, este puerto usa 2 hilos para la transmisión y recepción de datos con los módulos y un tercer hilo es usado como tierra.
- s. Puerto de interfase para unidades remotas (RUI, por las siglas del término en inglés) que usa el mismo protocolo que el 4100comm.
- t. Puerto RS232 para redes de paneles, no empleada.
- u. Programación de panel en campo por medio de un puerto 4100comm.
- v. Opción para adecuar tarjetas de red con protocolos propietarios para implementar una red de paneles, esta fue la opción empleada para la red.

En el siguiente gráfico se muestra la arquitectura de la tarjeta principal del CPU del panel de control.

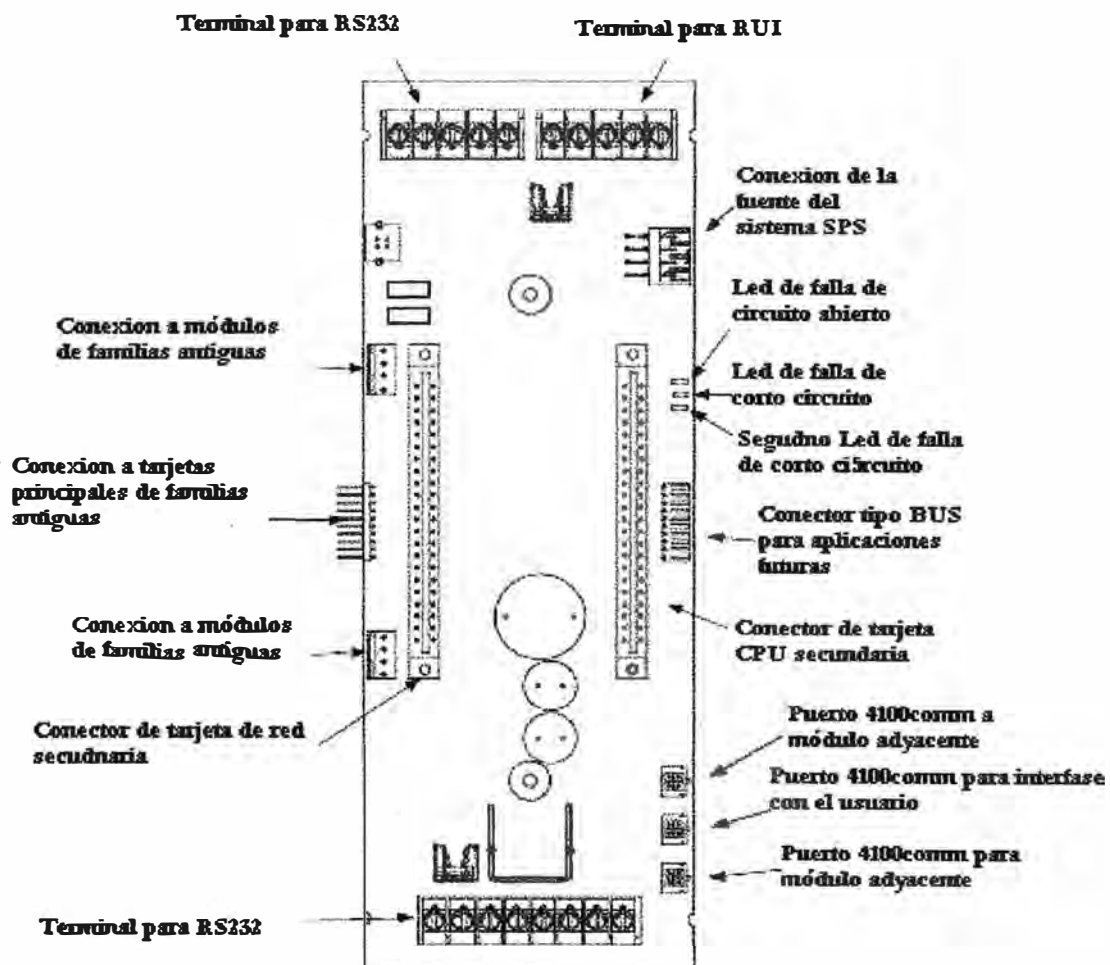


Figura 4.2 Arquitectura de la tarjeta principal

4.1.1.2 Una pantalla LCD y teclado alfanumérico con un teclado de interfase para el usuario del panel, en esta interfase también se encuentra la interfase par la programación del panel en campo. Esta interfase permite una interfase amigable con el usuario, permitiéndole visualizar el lugar exacto del problema, según sea programado el sistema, silenciar alarmas, reiniciar el software, realizar algunas pruebas de campo, acceder al historial del sistema y configurar algunas opciones.



Figura 4.3 Interfase del panel de control con el usuario

4.1.1.3 Fuente de alimentación SPS para alimentación primaria del panel, el CPU y las tarjetas que pueden ir directamente conectadas a la tarjeta principal del CPU, las siglas SPS se derivan del inglés System Power Supply, Fuente de Energía del Sistema, en la figura 4.4 se observa el diagrama de bloques de la SPS.

Las características de la SPS son:

- Cuenta con 03 NACs incorporados de 3A de capacidad máxima cada uno, sin embargo no es recomendable usar más de 2.0A por NAC pues la SPS debe suministrar energía para otros módulos.
- Conexiones internas y cableado externo o de campo.
- De esta tarjeta sale el canal de comunicaciones IDNET con los dispositivos periféricos o de iniciación, esta fuente también cuenta terminales para conexión de circuitos de notificación, NAC.
- Cuenta con puentes e interruptores en la tarjeta para configuración de opciones o inhibir la notificación de fallas.
- Cuenta con LEDs indicadores del estado de los circuitos externos y el estado mismo de la fuente: falta de energía AC, problemas de tierra o problemas con el cargador del sistema.

- f. Es capaz de monitorear fallas a tierra del cableado externo: proveniente del canal IDNET o los NAC.
- g. Cuenta con conexión para baterías de respaldo.
- h. Se alimenta con voltaje de 120 VAC @ 60Hz, provenientes del distribuidor de energía AC.
- i. Cuenta con salidas auxiliares de 24VDC y relés.
- j. Cuenta con un cargador de batería se salida 27.4 V y flujo de corriente limitada a 3.3A y mínimo 1.4A.
- k. Entrega de corriente máxima de 9A en DC.

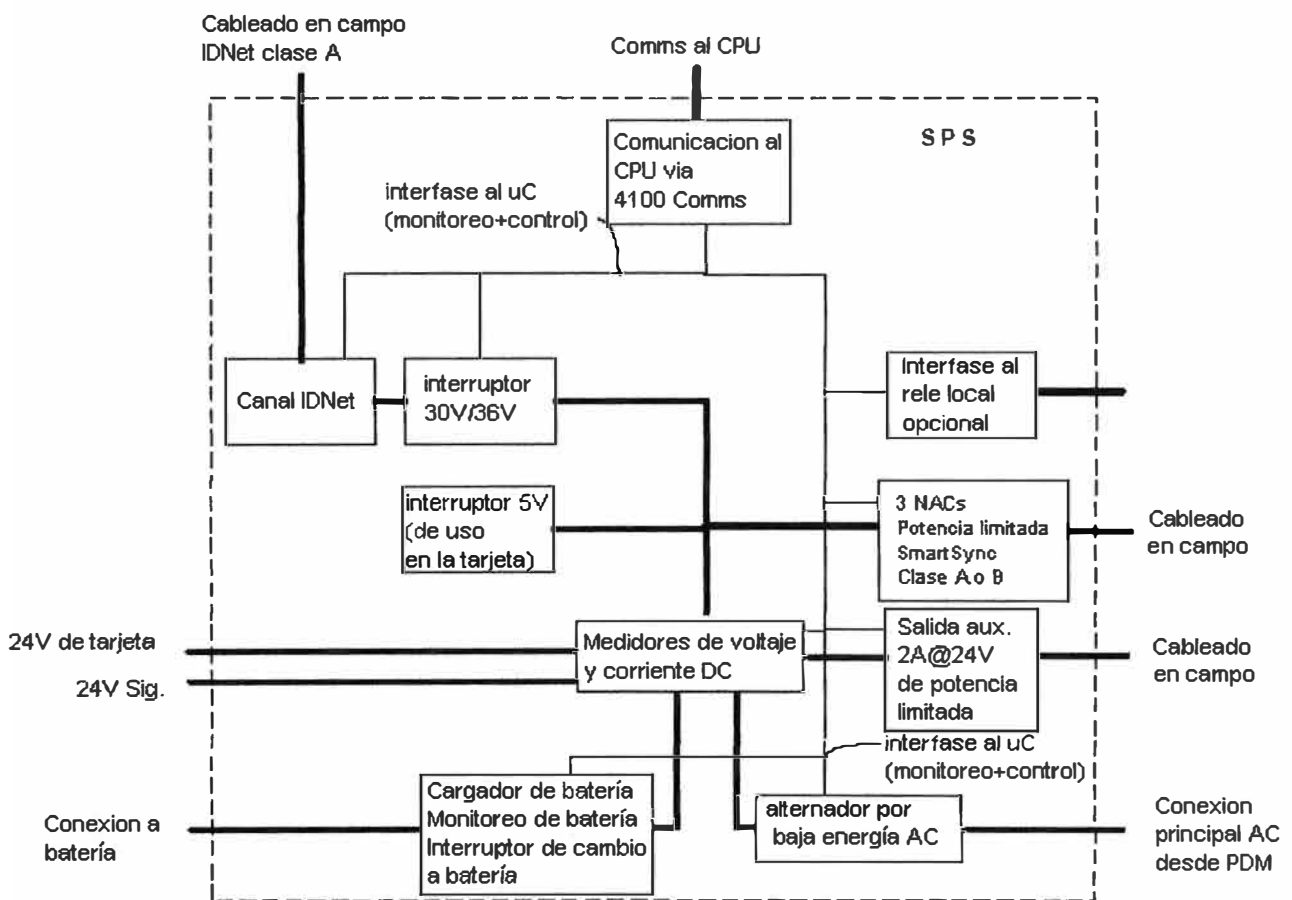


Figura 4.4 Diagrama de bloques de la fuente SPS

4.1.1.4 Fuentes de alimentación XPS, estas fuentes son fuentes auxiliares que se emplean para la alimentación de dispositivos como amplificadores o módulos de expansión, ofrecen circuitos tipo NAC, se conectan al sistema mediante la interfase 4100comm y pueden ofrecer en salida DC hasta 9A, el cableado de estas fuentes es interno y externo, debido a que cuenta con circuitos de notificación. Cuenta con LEDS indicadores de estado y problemas e interruptores de configuración, pero no

es capaz de monitorear problemas de tierra. La XPS cuenta adicionalmente con 3 NAC de capacidad 1A máxima cada uno, estos NACs pueden ser configurados, y de hecho reemplazaron así, para alimentar los circuitos de notificación del sistema. En la siguiente figura se muestra el diagrama de bloques típico de una fuente XPS.

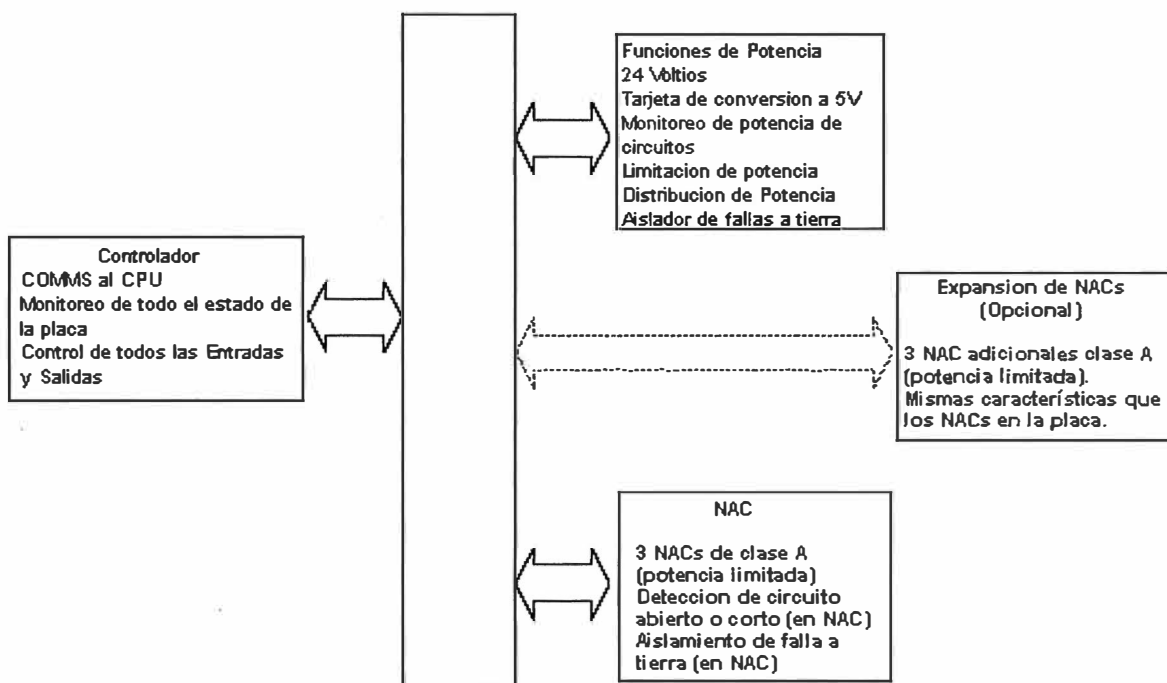


Figura 4.5 Diagrama de bloques de la fuente XPS

4.1.1.5 Módulo IDNET para comunicación con los dispositivos periféricos, el cual puede estar incluido como un módulo esclavo del panel de control o en la fuente de alimentación SPS, estas funciones se verán con más detenimiento en la sección 4.4.

4.1.1.6 Amplificador Flex 50, este amplificador de audio análogo/digital es un módulo del panel que es usado para contar con un sistema de notificación por voceo, su principal característica es suministrar por 03 NAC de audio potencias distintas y tal que la suma de las tres potencias sea menor a 50W, cada uno de estos amplificadores Flex requiere para funcionar la alimentación de una fuente XPS y se monta en una de las bahías auxiliares del panel de control.

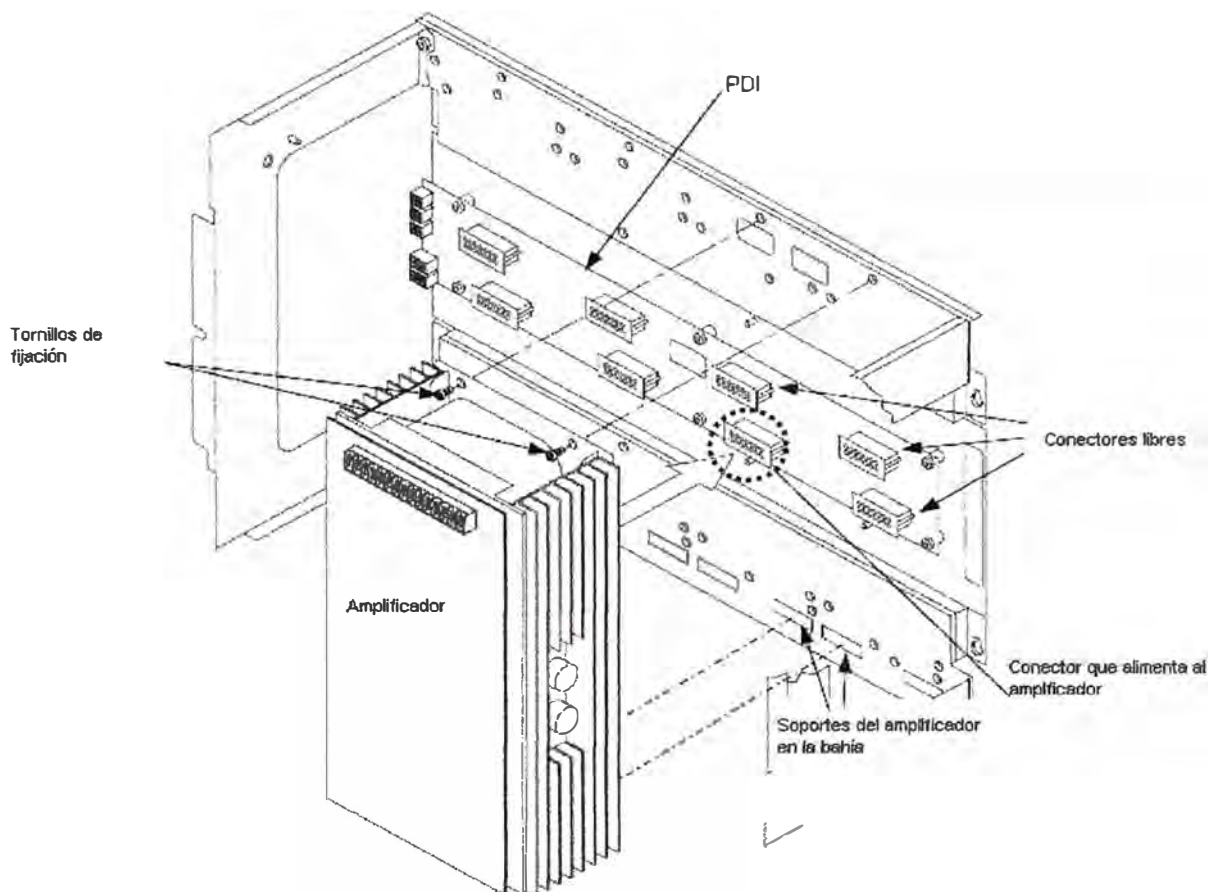


Figura 4.6 Amplificador montado en una bahía del panel

#### 4.1.1.7 Módulo de control de audio y teléfono de bomberos

Este módulo está destinado a controlar el sistema de audio, provee de tonos de alarma digitales y almacenaje y reproducción mensajes digitales de voz pregrabados, este equipo maneja un micrófono para transmisión de mensajes en vivo, este módulo puede almacenar hasta 32 minutos de un mensaje pregrabado. Este módulo cuenta también con la central de teléfono de bomberos para comunicación de dos vías con teléfonos de bomberos en campo, la central se comunica con teléfonos en campo empleando un teléfono maestro con un botón que se debe presionar para hablar, cuando un teléfono de campo "llama" a la central se produce un tono y una luz indicadora en la botonera configurada para este circuito de teléfono de bombero, el operador del panel levanta el fono, presiona el botón y se produce la comunicación; el módulo de control de teléfono de bomberos cuenta también con un circuito que permite interconectar los circuitos de telefonía de diferentes paneles

También cuenta con botoneras para el control de los NAC de audio y circuitos de teléfono de bomberos, esta botonera puede ser ampliada para controlar mayor número de canales de audio



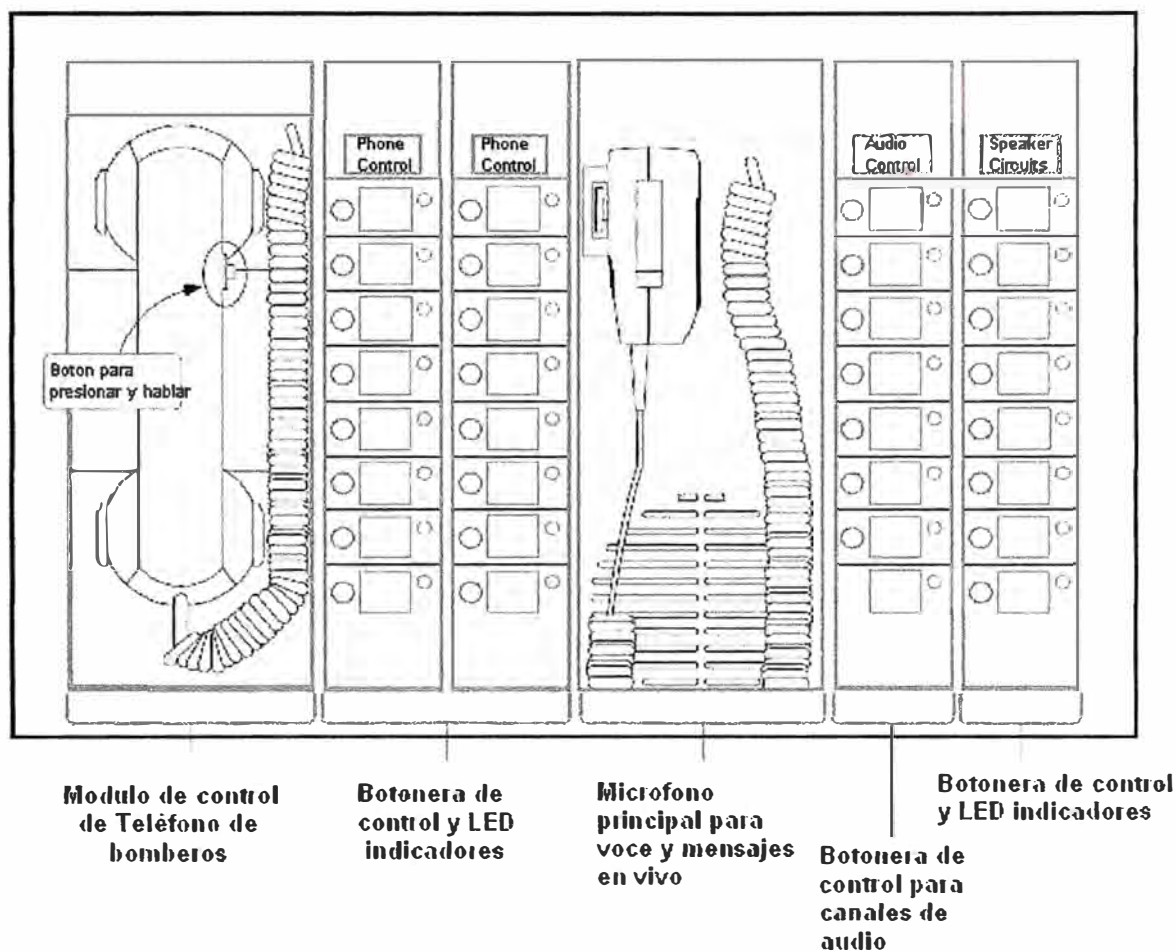


Figura 4.7 Módulo de control de audio y teléfono de bomberos

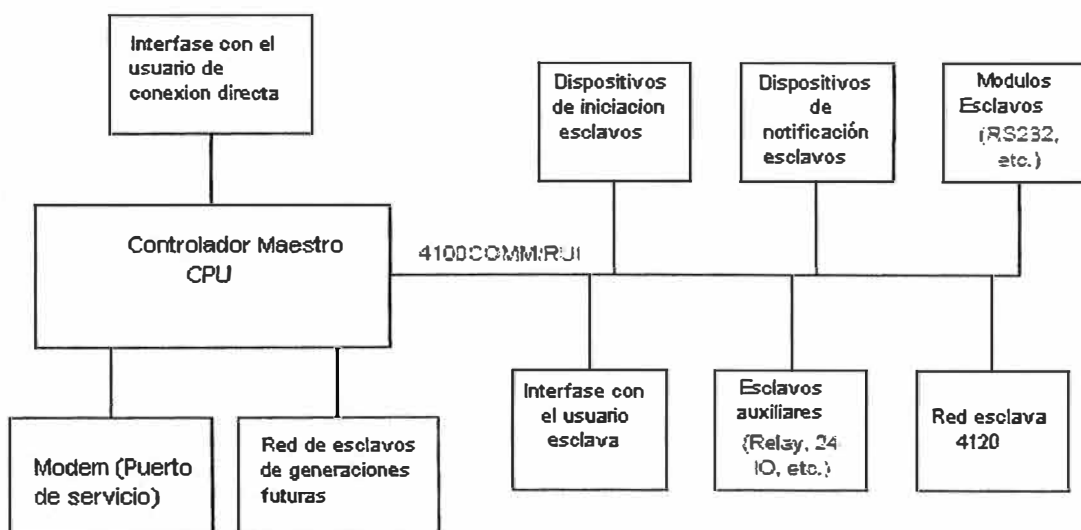


Figura 4.8 Arquitectura del panel maestro/esclavo

#### 4.1.2 Arquitectura del panel de control.

La arquitectura de la plataforma 4100 de los paneles es de tipo maestro/esclavo donde las funciones del dispositivo maestro las cumple el CPU y los dispositivos esclavos son

los módulos que pueden implementarse en el sistema como: interfases con el usuario, dispositivos de iniciación o notificación, interfase de red, etcétera. Lo expuesto se muestra en la figura 4.8.

Otras características de esta arquitectura del panel de control son:

- a. Distribución de energía AC mediante un módulo distribuidor (PDM por las siglas del término en inglés "Power distribution module").
- b. Distribución de energía DC a los módulos de cada bahía mediante módulos distribuidores de energía PDI, por sus siglas en inglés ("Power distribution interface").
- c. Conexiones entre módulos empleando cables de bahía a bahía.
- d. Comunicación entre maestro/esclavo empleando la interfase 4100comm.
- e. Conexión de baterías mediante módulo PDM.
- f. Compatibilidad con familias de versiones anteriores.
- g. Los módulos se identifican mediante direcciones asignadas por el instalador, las direcciones se fijan empleando interruptores que representan un número binario de 8 bits, el CPU se programa con estas direcciones para comandar a los módulos esclavos.
- h. A nivel de hardware esta arquitectura se monta en un gabinete empleando chasis o bahías para montaje de módulos, existen bahías para montaje de CPU y tarjetas principales y bahías para montaje de módulos esclavos.

Todo lo mencionado se puede observar en las figuras 4.9, 4.10 y 4.11.

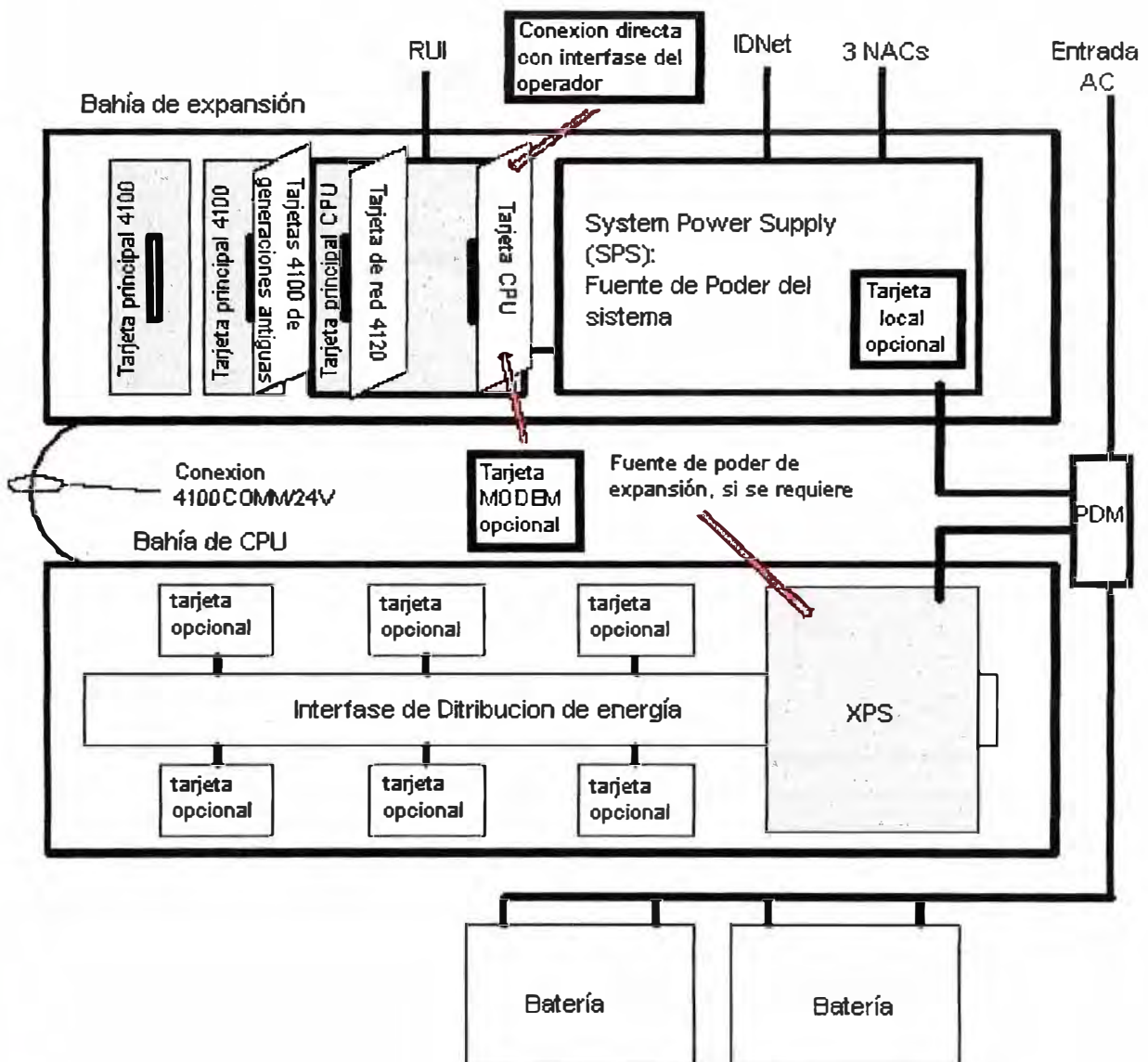


Figura 4.9 Arquitectura del panel en gabinete

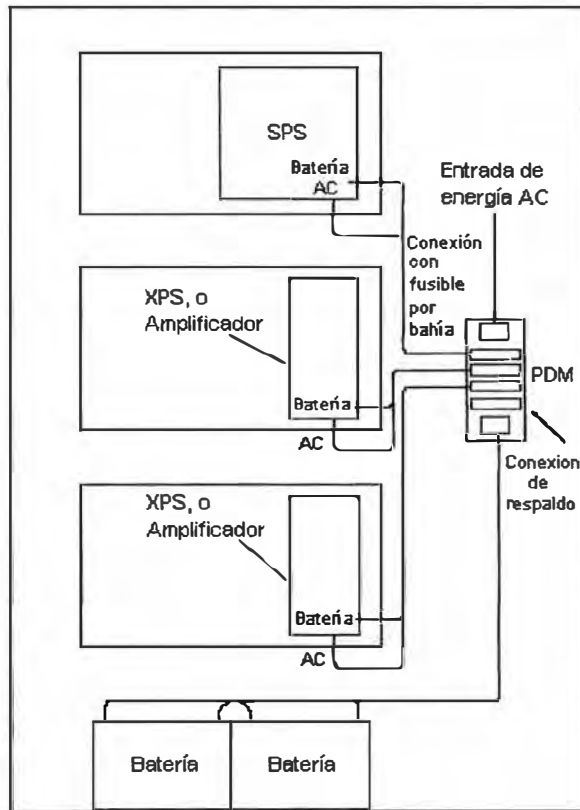


Figura 4.10 Distribución de energía AC

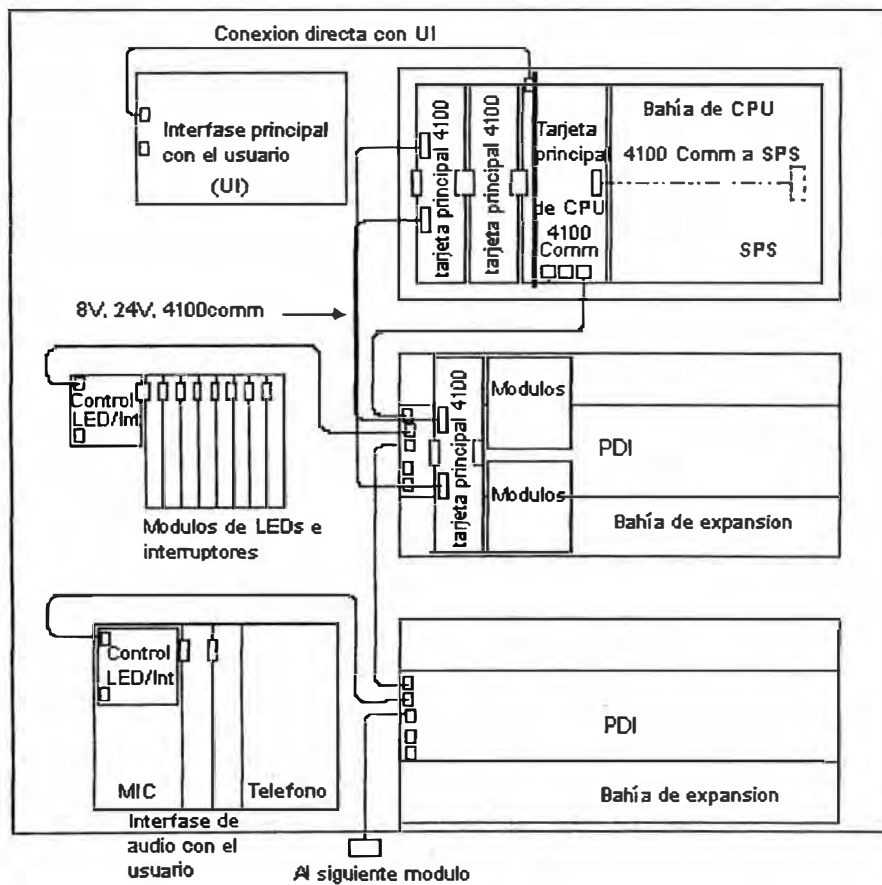


Figura 4.11 Distribución de módulos empleando interfase 4100comm

#### 4.1.3 Centro de comando gráfico GCC.

El centro de comando gráfico consiste en un software instalado en una microcomputadora que forma parte de la red de fibra óptica del sistema en conjunto, para la operación de este software es necesario primero dibujar planos del edificio; que debe contar con el detalle suficiente para poder ubicarse y relacionarlo rápidamente con la realidad; y los íconos que representarán los dispositivos del sistema, luego estos se interlazan de la manera como están montado en campo y finalmente se enrollan al panel de control para el monitoreo en tiempo real del sistema, el sistema en sí toma los puntos de la red y los relaciona con una lista creada por el programador del GCC, esta lista a su vez es relacionada con los objetos e íconos gráficos del sistema. El GCC anuncia una emergencia o falla por medio de una ventana emergente y el enfoque automático e inmediato hacia el área afectada, además se genera un reporte y este se imprime en la impresora del sistema que esta conectada a la microcomputadora donde esta instalado el programa del GCC.

Debido a que las pantallas del sistema muestran detalles exactos del sistema implantado, así como los planos del aeropuerto a detalle no es posible por razones de seguridad mostrar las pantallas reales del sistema, pero si se muestran a continuación algunas pantallas generales de ejemplo para la configuración del sistema gráfico.

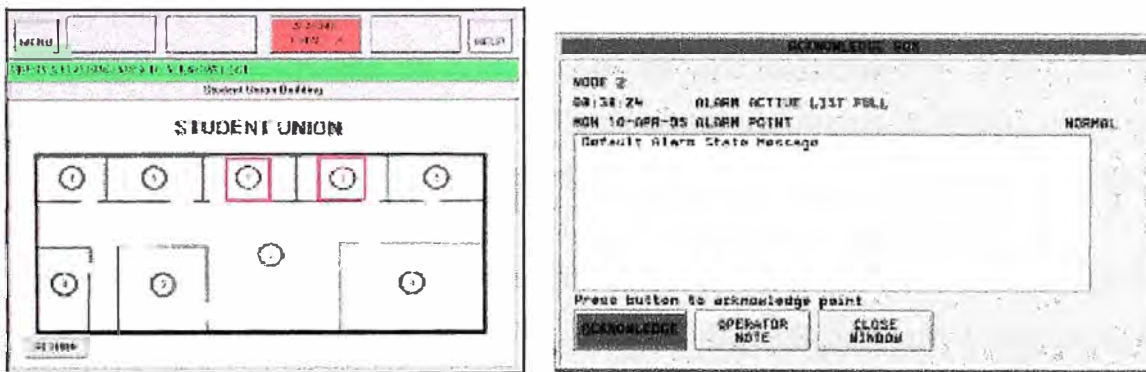


Figura 4.12 Anuncio típico de alarma en el GCC en gráfico y en ventana emergente.

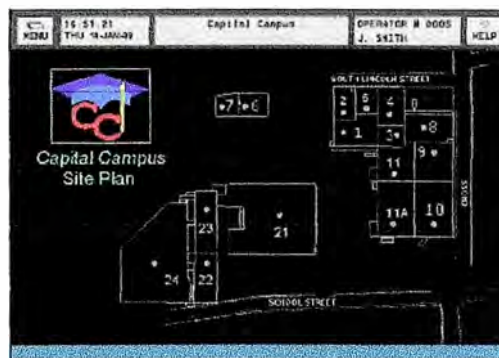


Figura 4.13 Ejemplo de pantalla de GCC, los puntos verdes representan los dispositivos de iniciación, esto puede ser cambiado por cualquier icono mas familiar al operador.

## 4.2. Dispositivos periféricos

Según el diseño expuesto los dispositivos a emplear en el sistema serían:

### 4.2.1 Detector de humo fotoeléctrico con base direccionable.

Este tipo de detector se caracteriza por tener la cabeza y la base removibles por propósitos de mantenimiento y facilitar la instalación. La dirección se establece en la base del detector mediante 8 interruptores que representan una número en el sistema binario, por lo que se pueden establecer hasta 256 direcciones en un solo circuito IDNET, cada panel puede tener más de un circuito de este tipo, este detector opera con el principio de dispersión de luz y es capaz de reportar su estado con niveles como sucio, muy sucio, alarma, así mismo es capaz de reportar al panel su nivel porcentual de "suciedad" previamente a una alarma. Así mismo el panel es capaz de diferenciar, en base a los reportes de cada sondeo de los detectores, si existe un nivel de partículas de polvo o en el ambiente gradual ascendente y no reconocer esto como una alarma o si existe un aumento repentino en uno o más detectores y reconocer esto como una alarma. El detector cuenta con un LED indicador de estado color rojo que parpadea cuando opera con normalidad y en caso de una alarma o problema este LED permanece encendido para facilitar su rápida identificación e inspección visual, este LED no parpadea cuando el sistema no esta operativo o el detector en particular se encuentra fuera de servicio.

El detector opera en rangos de 24 a 40 VDC, compatible con el nivel de energía del circuito IDNET y su consumo de corriente es de aproximadamente  $400\mu\text{A}$  en estado normal y  $13\text{mA}$  en estado de alarma, así mismo opera en rangos de temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $38^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de 10 al 95% y opera correctamente en flujos de aire de hasta  $610\text{m}/\text{min}$  de velocidad.

El circuito electrónico que lleva la información al panel viene encapsulado como parte de la base y por ende no se puede saber que componente exactamente realiza las labores mencionadas.

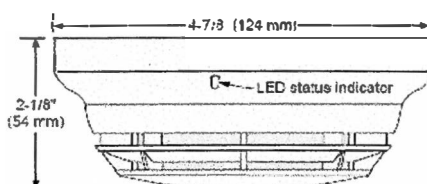


Figura 4.14 Detector de humo Simplex direccionable con base

### 4.2.2 Estación manual convencional de doble acción.

De tipo convencional es monitoreada por un módulo monitor de contacto simple, el hecho de ser convencional es porque la estación debía ser de construcción metálica y de doble

acción, es decir requiere realizar dos acciones para activarla, en este caso el mecanismo es *levantar una tapa frontal y luego jalar la palanca de aviso de incendio*.

El contacto que ofrece esta estación manual es tipo "C".

Cuando se activa una alarma desde esta estación manual una barra de plástico sirve de testigo de la acción y se rompe, para volverla a la normalidad se requiere abrirla la estación con una llave exclusiva y volver la palanca bajada hacia su posición normal, no es posible volver la estación manual a la normalidad sin abrirla con la llave mencionada, es caso se intente se rompe el dispositivo.



Figura 4.15 Estación manual convencional de doble acción.

#### 4.2.3 Módulo de monitoreo de contacto simple.

Módulo direccionable cuya única función es monitorear un contacto tipo "C", en la implementación expuesta se empleó para le monitoreo de las estaciones manuales y de algunos contactos externos. Es compatible con el circuito IDENT y no requiere de energía auxiliar para operar, por ende es destinado a aplicaciones pequeñas.

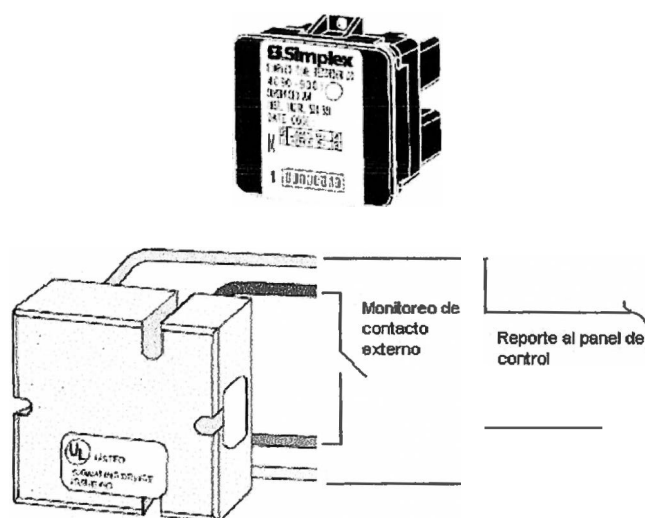


Figura 4.16 Módulo de monitoreo de contacto simple

#### 4.2.4 Parlante con luz estroboscópica de montaje en pared y en techo

Dispositivo de notificación audible y visible que ofrece la posibilidad de seleccionar la potencia sonora y el voltaje de operación de la señal de audio en campo por medio de puentes, así se configuraron las potencias requeridas según el diseño realizado, en cuanto a la luz estroboscópica esta no podía ser configurada en campo, la intensidad luminosa viene configurada de fábrica, la opción que si es configurable para la notificación visual es sincronizar o no las luces que pertenecen al mismo circuito de notificación, la cual debe ser por norma totalmente sincronizada dentro de la misma zona de notificación pues en caso contrario podría desencadenar reacciones adversas en personas sensibles como ataque de epilepsia, la sincronización de las luces y el periodo de duración del pulso de duración de la luz encendida esta fijada a 1Hz por la ADA, (American with Disability Act, asociación que da recomendaciones en cuanto a consideraciones con personas con discapacidades físicas) y como máximo esta tecnología soporta hasta 35 dispositivos de notificación sincronizados por NAC.

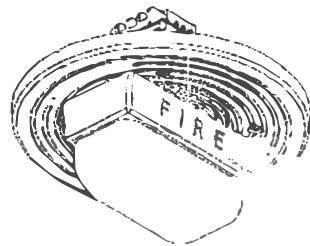


Figura 4.17 Parlante con luz estroboscópica de montaje en techo



Figura 4.18 Parlante con luz estroboscópica de montaje en pared

En ambos casos el dispositivo viene con la palabra FIRE grabada en alto relieve y en color de contraste con el color de fondo, por consideraciones de arquitectura los parlantes con estrobos instalados eran de color blanco en áreas públicas y rojo en el resto de las áreas, en estos casos las letras son rojas y blancas respectivamente.

El voltaje de operación para la señal de audio es de 25Vrms.



#### 4.2.5 Detector de humo convencional

Detector de similares características que el direccionable, la cabeza es removible de la base del detector, el cableado llega a la base y no al detector sin embargo este dispositivo es tipo convencional por lo que reporta su estado general a un dispositivo de monitoreo de zona convencional, no es capaz de reportar niveles de suciedad, solo estado normal o alarma, cuenta también con LED indicador de estado al igual que el direccionable, y el rango de trabajo es similar también pero consume menos corriente que el detector direccionable ( $100 \mu\text{A}$  en estado normal), el detector funciona con dos hilos por los que recibe la energía para operación y en caso se emita una alarma este produce un corto circuito entre estos hilos, este corto circuito es sentido por el módulo de monitoreo de zona.

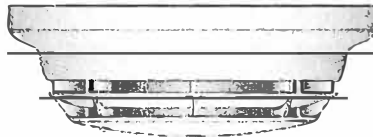


Figura 4.19 Detector de humo convencional

#### 4.2.6 Módulo de monitoreo direccionable de zona convencional

Consiste en un módulo de monitoreo direccionable que soporta la comunicación con el canal IDNET, que supervisa un lazo de iniciación convencional y reporta el estado al panel de control, este dispositivo puede soportar hasta 20 detectores convencionales en el circuito convencional que supervisa, requiere de alimentación auxiliar de 24VDC para su funcionamiento y consume como máximo 16mA en estado normal y 48mA en estado de alarma. El circuito de iniciación que supervisa es también cerrado o de clase A.

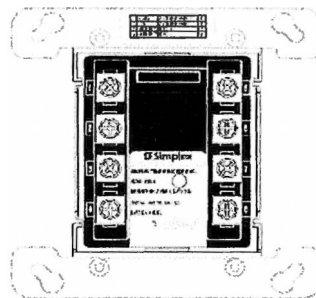


Figura 4.20 Módulo de monitoreo de zona convencional

#### 4.2.7 Módulo relé direccionable de contacto tipo "C".

Consisten en un módulo de control direccionable que soporta la comunicación con el canal IDNET y que otorga a su salida dos contactos tipo "C", uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado que se activan e invierten sus posiciones por orden del panel de control; este módulo es empleado para interactuar y controlar los sistemas

involucrados en la rutina de evacuación mencionada en la sección 3.2 del presente informe; la gran ventaja de este dispositivo es que no requiere de alimentación auxiliar para funcionar ya que recibe por el canal IDNET el voltaje necesario de funcionamiento de manera similar a los detectores de humo direccionables.



Figura 4.21 Módulo de control direccionable

4.2.8. Estación de teléfono de bomberos en gabinete y teléfono de bomberos enchufable.

Equipos destinados a la comunicación directa hablada de dos vías con el panel de control que debe contar con el módulo de teléfono de bomberos para la implementación de este sistema.

El equipo al ser descolgado o enchufado según sea el caso emite una señal de alerta al panel para que el operador levante el fono con que cuenta y se proceda a realizar la comunicación, la comunicación tiene propósitos de emergencia por lo que es exigida solo claridad en la comunicación. Al ser circuitos de comunicación estos equipos son considerados de notificación.

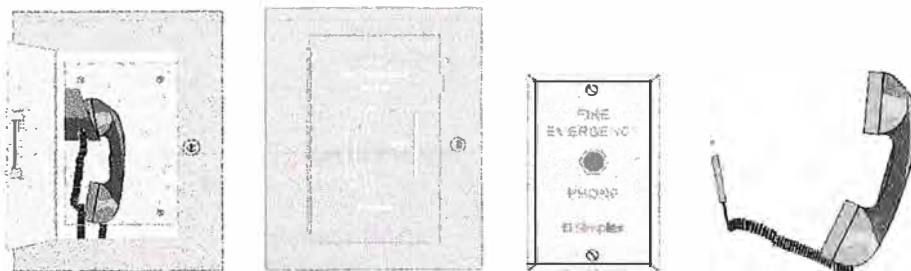


Figura 4.22 De izquierda a derecha: Teléfono de bombero en gabinete, gabinete cerrado, enchufe para teléfono de bombero portátil y teléfono de bombero portátil enchufable.

4.2.9 Módulo de monitoreo de 6 puntos.

Consiste en un módulo capaz de monitorear cuatro puntos o contactos y controlar otros dos puntos de salida de relé de máximo 2A y 30VDC que pueden ser cada uno un contacto normalmente abierto o cerrado, este módulo es direccionable, requiere de alimentación auxiliar de 24VDC y consume un máximo de 30mA en estado normal o de alarma. Este módulo se empleó para monitorear las válvulas y detectores de flujo del

sistema de agua contra incendios instalados en el aeropuerto, las salidas fueron empleadas para activar indicadores de señales de supervisión en el lugar de instalación de las válvulas del sistema de agua contra incendios.

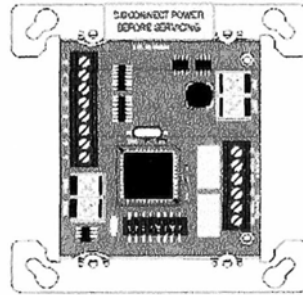


Figura 4.23 Módulo de monitoreo de 6 puntos

#### 4.2.10 Módulo expensor 4009.

Módulo escogido para la expansión de NACs necesarios para el sistema, se trata de un módulo capaz de producir hasta 8 NAC de hasta 1A de capacidad cada uno en clase A, controlados por el panel de control, este módulo pertenece al canal IDNET y tiene por tanto una dirección asignada mediante la cual el panel controla sus NAC; es necesario alimentarlo con energía alterna 220VAC, cuenta también con baterías de respaldo que entran en operación inmediata al cortarse la energía alterna.

El módulo también cuenta con la opción de actuar como repetidor del canal IDNET, puede repetir la señal IDNET para hasta cien dispositivos direccionables en clase A y cuenta adicionalmente con una fuente de alimentación auxiliar de 24VDC de 1A de capacidad.

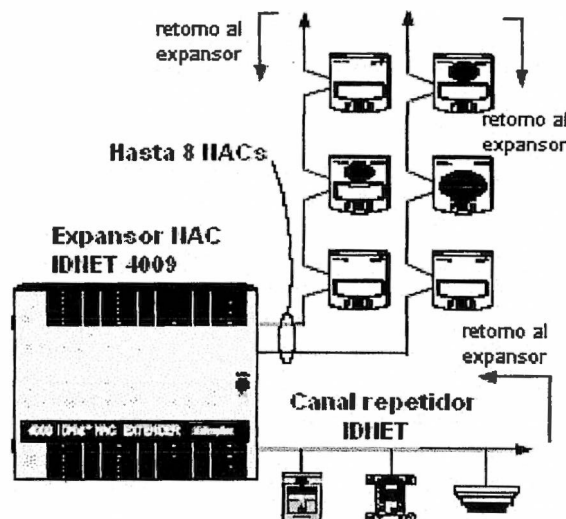


Figura 4.24 Módulo expensor NAC 4009 con ejemplo de aplicación

A continuación se muestran lista de equipos para los paneles de Perú Plaza y Espigón Norte donde se observa los códigos y cantidades de los equipos periféricos empleados en el diseño original del sistema.

Tabla 4.2 Lista de equipos y dispositivos principales de Perú Plaza y Espigón Norte

ITEM	U/M	Código	DESCRIPCION	CONCOURSE NORTE CANTIDAD	PERU PLAZA CANTIDAD
			<b>Dispositivos</b>		
1	U	4098-9714	Detector fotoeléctrico direccionable	170	215
2	U	4098-9792	Base estándar para detector de Humo Direccionable	170	215
3	U	RMS-1T-KL-LP	Estación manual de doble acción	16	26
4	U	4090-9001	Modulo de monitoreo IAM	16	26
5	U	4098-9601	Detector de Humo Convencional	144	168
6	U	4098-9788	Base para detector convencional	144	168
7	U	4090-9120	Módulo de monitoreo de 6 puntos: 4 de monitoreo y 2 de control	7	7
8	U	RTI-1C	Led Indicador de modo anormal o problema en Detector de flujo ó Válvula de sectorización	7	7
9	U	4090-9106	Módulo de Monitoreo de Zona IDNET	11	16
10	U	2084-9014	Teléfono tipo PLUG	4	7
11	U	2084-9001	Jack Telefónico	4	7
12	U	2084-9020	Teléfono Remoto	1	2
13	U	4090-9002	Módulo de control de un punto IAM RELAY	8	8
14	U	4903-9196	Parlante con Luz Estroboscópica de techo, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 15 cd.	0	6
15	U	4903-9197	Parlante con Luz Estroboscópica de techo, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 30 cd.	14	9
16	U	4903-9198	Parlante con Luz Estroboscópica de techo, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 110 cd.	50	45
17	U	4903-9359	Parlante con Luz Estroboscópica de pared, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 15 cd. Blanco	7	14
18	U	4903-9360	Parlante con Luz Estroboscópica de pared, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 75 cd. Blanco	3	17
19	U	4903-9361	Parlante con Luz Estroboscópica de pared, taps 1/4, 1/2, 1 y 2 Watts, 110 cd. Blanco	1	5
20	U	ET70WP-2475W-FR	Parlante con Luz Estroboscópica de exterior, 25VRMS, de 75 a 180cd, taps seleccionable de 1/8 hasta 8 Watts.	9	12
			<b>Expansores</b>		
21	U	2081-9275	Batería 12Vdc 18 AH	2	4
22	U	4009-9301	Tarjeta principal de módulo expensor NAC	1	2
23	U	4009-9801	Gabinete de baterías	1	2
24	U	4009-9807	4 Circuitos NAC clase B	1	2

ITEM	U/M	Código	DESCRIPCION	CONCOURSE NORTE CANTIDAD	PERU PLAZA CANTIDAD
25	U	4009-9808	Adaptador a clase A de dos circuitos	4	8
26	U	4009-9809	Módulo repetidor IDNET	1	2
			<b>Paneles</b>		
27	U	2081-9279	Batería 12Vdc 110 AH	2	2
28	U	2081-9280	Gabinete de baterías 110 AH	1	1
29	U	4100-0635	Módulo distribuidor de energía AC 220V	2	2
30	U	4100-1226	Amplificador digital FLEX 50 W, 3 NACS, 25Vrms	3	3
31	U	4100-1241	Expansión de mensaje grabado de 8 minutos	1	2
32	U	4100-1270	Módulo de control de teléfono maestro, 3 NACS	1	1
33	U	4100-3104	Tarjeta expansora de puntos IDNET, 127 Puntos	1	1
34	U	4100-5102	Fuente auxiliar XPS, 3 NACs, 220VAC	4	3
35	U	4100-6014	Tarjeta de red IF CARD, cableada	1	1
36	U	4100-6057	Adaptador de tarjeta de red a fibra óptica	1	1
37	U	4100-9211	CPU 4100 con interfase usuario	1	1
38	U	4100-9621	Módulo básico de audio con micrófono	1	1
39	U	4190-6031	Interfase de red para tarjeta GCC	1	1
40	U	4190-8601	Programa GCC	1	1

### 4.3. Cableado del sistema

Al referirse al cableado del sistema se referirá al cableado entre el panel de control y los dispositivos periféricos, como se ha mencionado este cableado fue realizado empleando cable tipo FPLP o FPLR calibre AWG 14 y AWG 12 en el peor de los casos.

Todo el cableado del sistema se realizó empleando la clase A, la cual consiste en un lazo cerrado que se conecta a los dispositivos periféricos y luego retorna al panel para evitar que ante posibles cortes del cable parte de los dispositivos queden fuera de operación. En la siguiente figura se observa el tipo de cableado clase A y se representa la continuidad de la operación del sistema ante un corte del sistema.

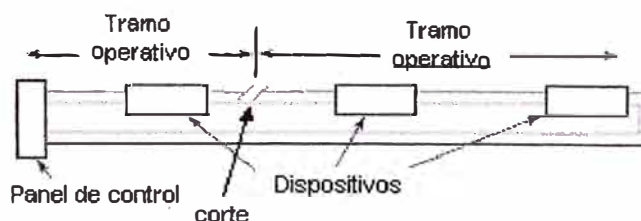


Figura 4.25 Cableado clase A

En la siguiente figura se muestra el cableado clase B a manera de ilustración para notar las diferencias entre los dos tipos de cableados.

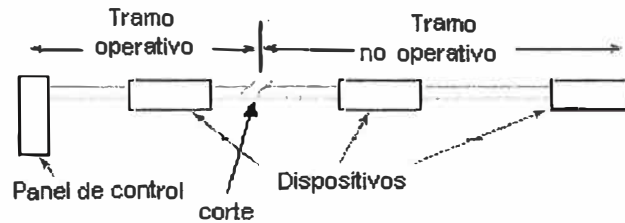


Figura 4.26 Cableado clase B

Debido a que en el sistema expuesto existen diversos tipos de circuitos cada uno de ellos fue analizado considerando su longitud, función y cantidad de dispositivos conectados a cada lazo.

Los circuitos se dividieron en 5 tipos: cableado de circuitos de iniciación o de dispositivos direccionados, cableado de luces estroboscópicas, cableado de canales de audio para parlantes, cableado para alimentación auxiliar de 24 VDC y cableado de circuito de teléfono de bomberos. En todos los casos excepto el sistema de teléfono de bomberos se emplea la clase A.

Según la recomendación de la hoja de cálculo de consumo de corrientes se emplearía cable AWG 14 y AWG 12 para los circuitos de luces estroboscópicas y AWG 14 para todos los demás circuitos. El cable AWG 12 se emplearía para los circuitos de notificación de luces estroboscópicas largos o que estuviesen recargados de dispositivos. También se diseñó el empleo de tuberías metálicas livianas de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro para la protección mecánica del cableado del sistema.

#### 4.4. Comunicación entre el panel y dispositivos periféricos

La comunicación entre los dispositivos periféricos y el panel de detección se establece mediante un protocolo propietario de Simplex denominado IDNET, el cual por motivos de seguridad y propiedad intelectual no se da a conocer a detalle, sin embargo es conocida la forma de operación de el protocolo el cual es de tipo sondeo y respuesta se dan por el mismo canal pero en intervalos de tiempos y direcciones diferentes (tipo comunicación conocida como "half - duplex"), la forma de trabajo consiste en que el panel envía una señal que interroga a los dispositivos en su red sobre su presencia y estado, según la programación realizada en el panel, esto se realiza imponiendo pulsos sobre un nivel de voltaje continuo, cuando el sondeo termina el nivel DC es mantenido alto y cada dispositivo responde empleando su única dirección en el sistema y cambiando el valor DC y transmitiendo una respuesta al panel. Con el nivel DC mantenido se alimenta también a los receptores y se brinda energía a los dispositivos que no consumen mucha corriente como detectores de humo o temperatura simples. Con esto se tiene que la

alimentación de los dispositivos y la transmisión de datos se hace por el mismo medio y empleando sólo dos hilos.

La comunicación se da por el canal denominado también IDNET por el protocolo, el voltaje DC que se mantiene varía entre los 28 y 32 VDC dependiendo del consumo del canal, la longitud del cableado y la cantidad de dispositivos conectados.

Los dispositivos son identificables por el panel mediante una dirección compuesta por 8 bits y los estados que puede identificar el panel son: dispositivo presente, dispositivo correcto según la dirección programada y la leída, en el caso de los detectores: detector de humo sucio, nivel de suciedad, pre alarma, dispositivo en alarma y cabeza de detector de humo removida.

Además el canal IDNET puede también monitorear el estado del circuito cableado hacia los periféricos y reportar problemas en el cableado de su lazo: circuito abierto, corto circuito problema de tierra y sobre corriente.

El canal IDNET esta implementado como parte de toda SPS y también puede ser implementado mediante un módulo esclavo.

Entre otras de las características principales del canal IDNET se cuentan:

- a. Cada canal IDNET puede soportar hasta 250 direcciones como máximo.
- b. Capacidad de identificar falla en caso que más de un dispositivo esta respondiendo con la misma dirección.
- c. La tarjeta IDNET cuenta también con interruptores de configuración de opciones y LEDs indicadores de estado.

A continuación presentan figuras sobre lo anteriormente expuesto. En la figura 4.27 se puede observar el diagrama de bloques del módulo IDNET, mientras que en la figura 4.28 se observa las partes principales de una tarjeta IDNET esclava.

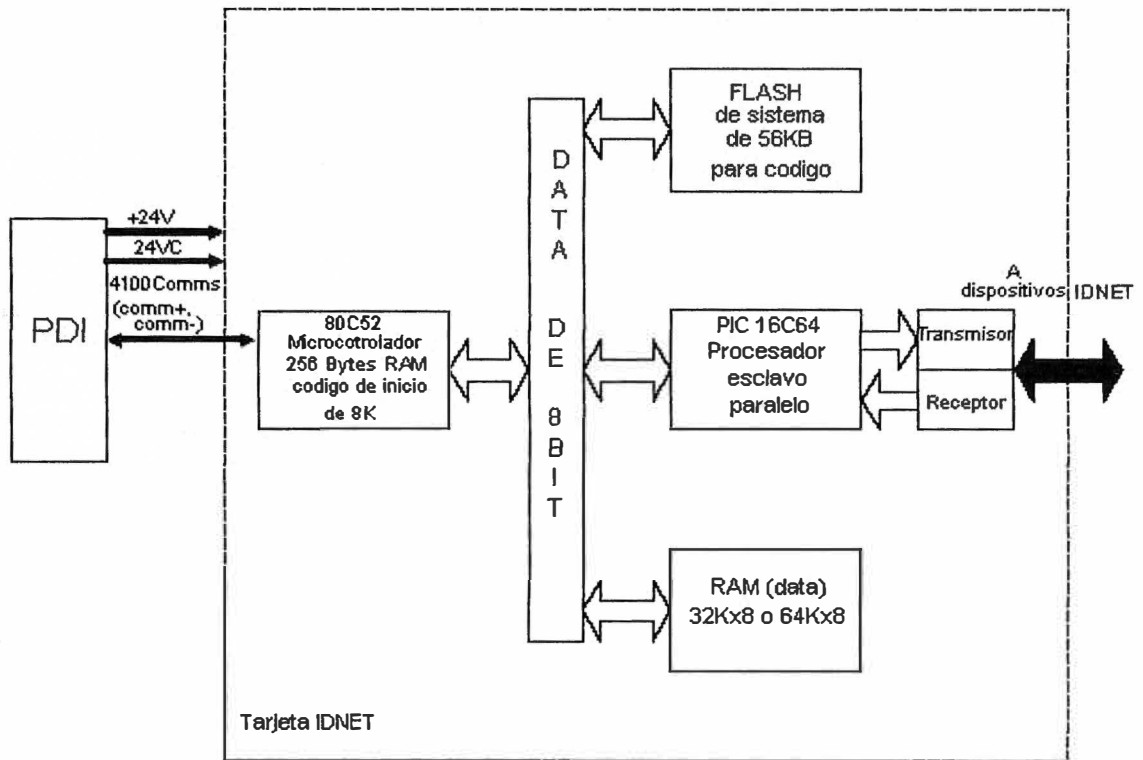


Figura 4.27 Diagrama de bloques de comunicación IDNET

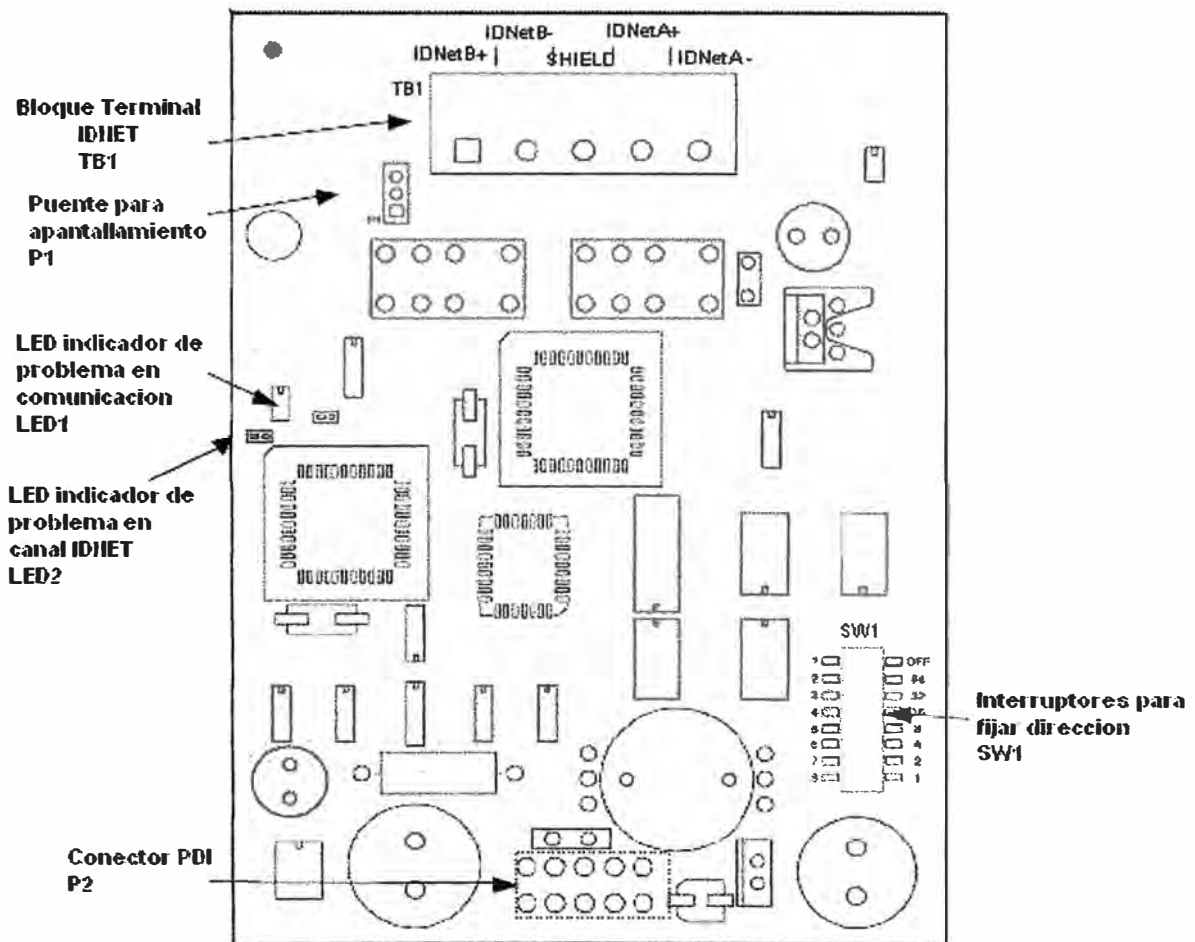


Figura 4.28 Partes de la tarjeta IDNET esclava



#### **4.5. Programación y configuración del panel de control**

El panel de control se programaría en campo de acuerdo a los parámetros especificados en el capítulo anterior. La programación del panel se desarrolla usando un programa propietario de Simplex, el programa es una aplicación que permite declarar, especificar y configurar los dispositivos que estarán presentes en el sistema, así como la rutina a realizar en caso de alarma, fallas u otros estados. Esta programación puede ser desarrollada en campo en una microcomputadora computadora portátil y una vez terminado y generados los archivos correspondientes estos se descargan a la CPU del panel por medio de la interfase del panel con el usuario, en la microcomputadora portátil se emplea el puerto RS232 para esta descarga.

El programa es en si una herramienta de configuración mediante el cual se configura el sistema, se declara variables en base a parámetros ya especificados en librerías o en el CPU, por ejemplo para configurar un detector de humo, se toma nota del modelo y dirección, en el programa se declara un punto como detector de humo por el modelo; las funciones, características y forma de procesar los datos provenientes de este punto se encuentran pre establecidas, por tanto se configura sólo la dirección y las acciones a tomar cuando el detector se alarma.

El procedimiento para realizar la programación del panel de control es como sigue:

- a. Identificación de los dispositivos que conforman el sistema: tipo y modelo.
- b. Se establecen los puntos hacia algunas funciones predeterminadas.
- c. Asignación de direcciones a los dispositivos.
- d. Asignación de nombres a los puntos o dispositivos empleando el lugar donde se instalaran o alguna característica resaltante del dispositivo.
- e. Formación de grupos o zonas de detección o notificación según se requiera.
- f. Establecimiento de subrutinas, como por ejemplo rutina de evacuación para cada zona, etc.
- g. Desactivación de configuraciones por defecto del panel que puedan ocasionar conflictos con la programación ingresada.
- h. Configuración de los NAC del sistema.

#### **4.6. Configuración de los dispositivos periféricos**

Como se ha visto en la sección anterior los dispositivos periféricos de iniciación y de notificación se pueden configurar en campo sin dificultades y sin emplear ningún dispositivo externo o auxiliar, la configuración de los mismos es mediante interruptores que representan la dirección del dispositivo en el sistema binario para los dispositivos de

iniciación, monitoreo y control y selección de opciones predeterminadas para los dispositivos de notificación.

#### **4.7 Arquitectura final del sistema**

Finalmente el sistema adquirió una arquitectura más compleja de lo expuesto en las secciones anteriores, esto debido a que el sistema cuenta con diversos sub sistemas y dispositivos más complejos y el tipo de cableado, debido a que debía integrar todo lo mencionado, además de la interconexión por red de fibra óptica entre todos los paneles y la montante de audio para el sistema de teléfono de bomberos.

En las siguientes figuras se muestra la arquitectura del sistema final, la arquitectura de la red final incluyendo la interconexión de los paneles de paneles y la simbología empleada.

Ver figuras 4.29 y 4.30

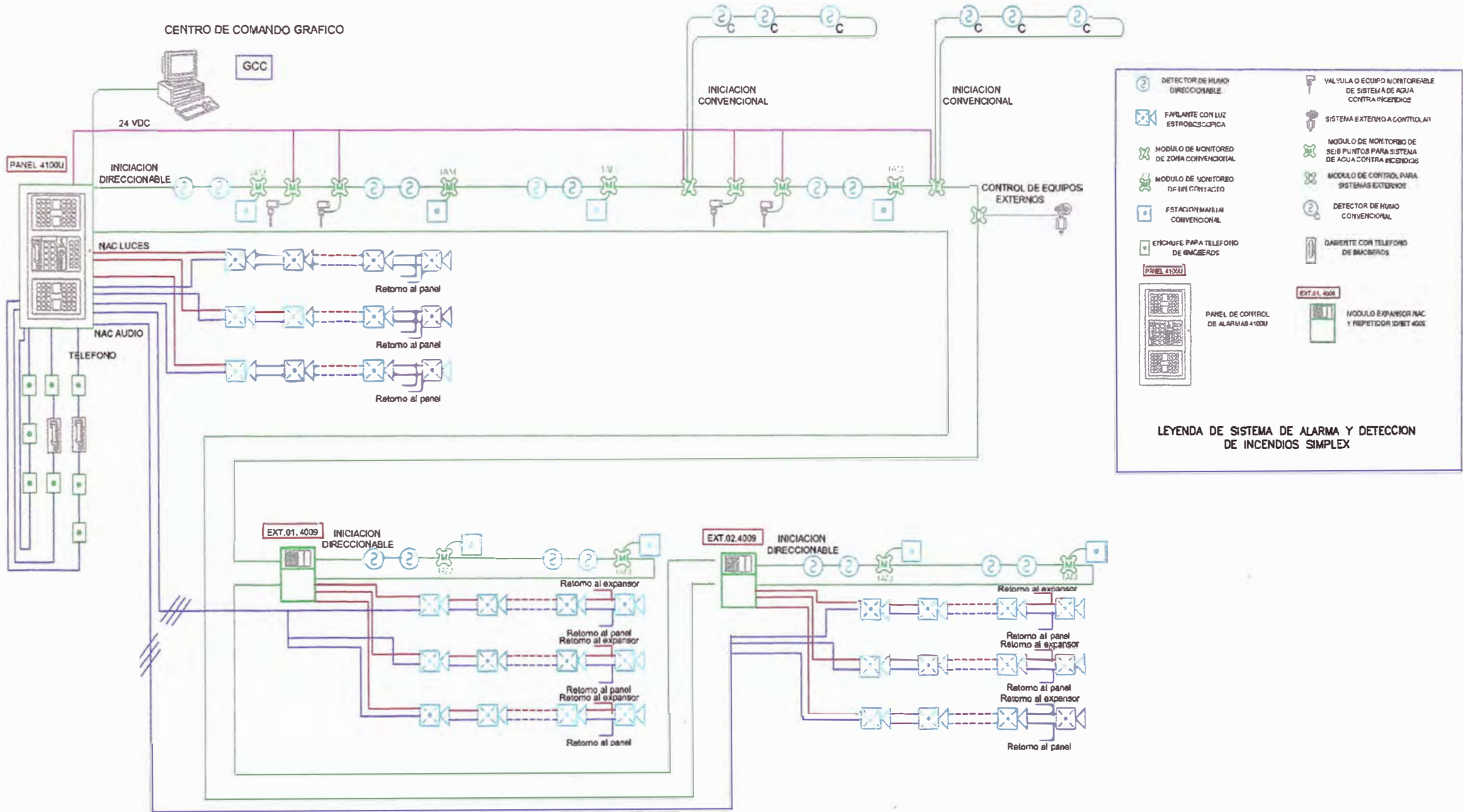


Figura 4.29 Esquema del sistema de alarma y detección de incendios Simplex

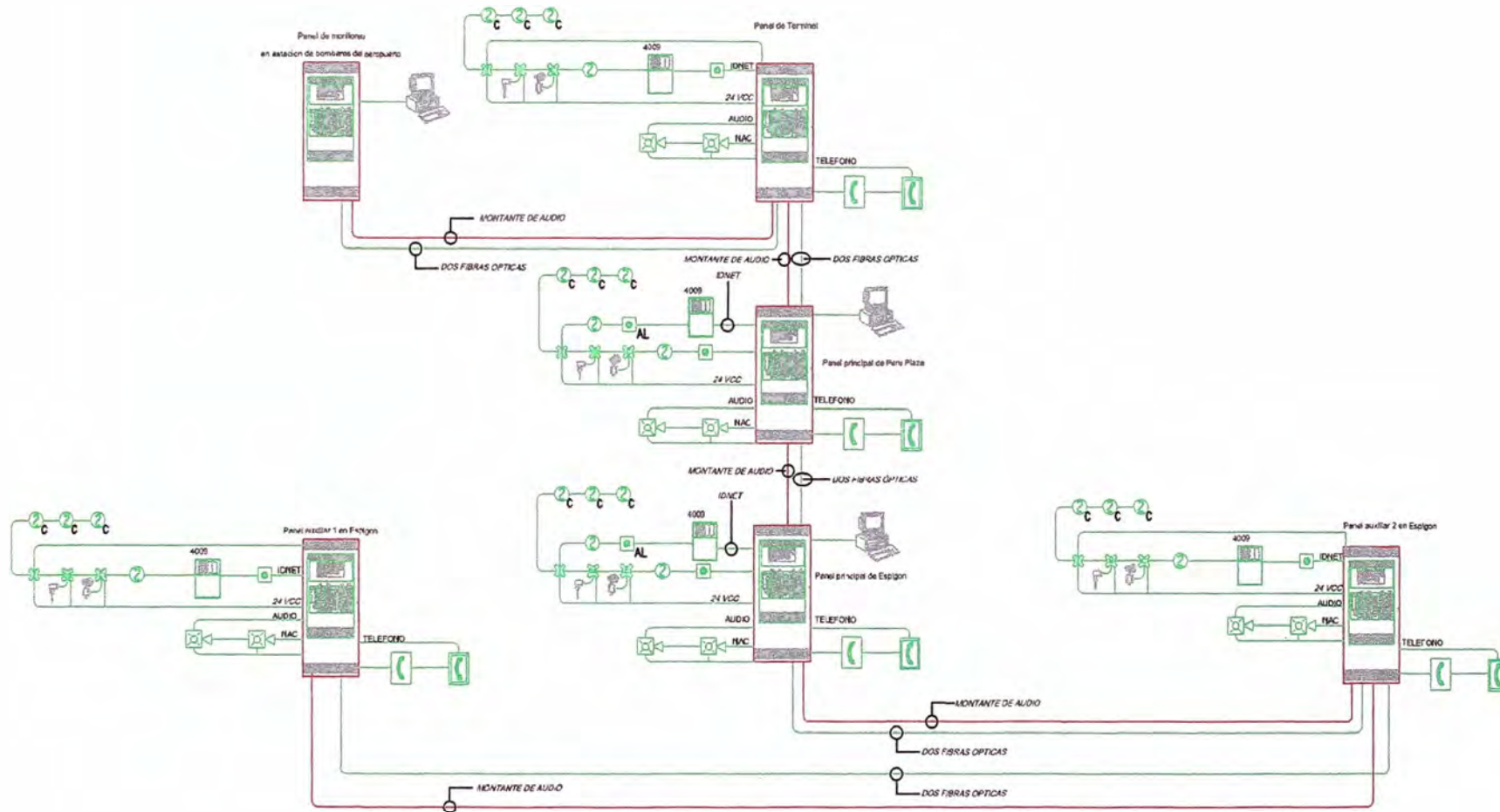


Figura 4.30 Esquema de la red del sistema de alarma y detección de incendios Simplex

## CAPÍTULO V

### DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL SISTEMA EN MARCHA

#### 5.1 Instalación del sistema

El sistema se instaló según como fue diseñado, aún cuando en un inicio no existían los planos completos para la instalación esta comenzó a ejecutarse según lo planificado en el Plan de Trabajo elaborado por la empresa Tyco para esta obra y en el orden que se estableció, esto es a grandes rasgos: primero se monta el ducteado para pasar los cables, luego se cablea el sistema con la identificación respectiva, cuando el cableado está completo este es sometido a pruebas de aislamiento y continuidad y finalmente se instalan los dispositivos periféricos, el panel de control y los centros de comando gráfico.

Un hecho importante es el notar que el proyecto exigía que todos los materiales de montaje sean aprobados por el organismo UL, y que toda la tubería empleada debía ser metálica liviana que se caracteriza por ser flexible (para doblarla solo es necesario una herramienta de mano operada por una sola persona), esto es recomendado para evitar el accidental o deliberado corte de los cables del sistema, finalmente toda la tubería instalada tenía que ser adosada al techo y, debido a que en el aeropuerto casi todas las áreas tienen falso cielo raso, las bajadas de las cajas en el techo hasta el lugar de instalación debía ser protegida con tubería flexible metálica.

Bajo estas principales premisas comenzó la instalación del sistema en la zona denominada Perú Plaza pues como se ha mencionado esta fue la primera en ser construida, en la instalación de esta zona se presentaron problemas de retrasos por motivos que se explicarán en la sección 5.5, y tuvo por ende retrasos en la entrega final del sistema, esta instalación duró aproximadamente 5 meses, incluyendo el tiempo adicional de cerca de un mes de retraso en la instalación.

La segunda etapa en ser construida e implementada fue el Espigón, que se separó, como se ha mencionado en tres partes: espigón norte, espigón centro y espigón sur, para el montaje del sistema en estas zonas se contaba con mejores planos de construcción y mejor mano de obra, lo cual tuvo como resultado una instalación más rápida en casi todo el proyecto. Esta etapa se concluyó en aproximadamente 7 meses.

La tercera etapa de instalación, el Terminal, fue la más complicada de las tres, pues requería hacer los trabajos de instalación en zonas que estaban siendo ocupadas por el público, el horario de trabajo comprometía a trabajar en ocasiones solo por 4 horas. Para acelerar los trabajos de montaje la contratista dispuso el montaje de plataformas de andamios suspendidos por zonas del Terminal, lo cual hacía necesario que las instalaciones se realicen en forma acelerada y por zonas. La instalación de esta zona demoró aproximadamente 8 meses.

Un hecho resaltante fue la inclusión de dispositivos adicionales durante el proyecto, principalmente los relacionados a la matriz causa efecto que al el inicio del montaje no estaba completamente especificada, se emplearon módulo de control de contacto simple según lo descrito en el ítem 4.2.7 para controla los demás sistemas, para esto se tuvo que hacer recorridos nuevos del circuito partiendo del punto más cercano de iniciación direccional o circuito IDNET para poder alimentar los módulos de control y la consecuente coordinación con las instaladoras de los demás sistemas para el otorgamiento del punto de contacto, para esto la constructora del proyecto había especificado que los sistemas a controlar debían contar con puntos de control para el sistema de protección de incendios; podemos mencionar que esto además se esta volviendo un estándar, actualmente sistemas como los de aire acondicionado, puertas eléctricas, elevadores y otros contemplan en sus características de fabricación la inclusión de una señal de entrada de emergencia consistente en un contacto simple o tipo "C" para el apagado, parada o control de sus equipos, en virtud a lo establecido por la NFPA.

Otra inclusión adicional al sistema fue la de los detectores de humo en ductos de aire acondicionado y el monitoreo del sistema de detección de incendios de las mangas de abordaje a los aviones, estos puntos fueron responsabilidad de las instaladoras de cada sistema pero debido a que el sistema de detección de incendios debía monitorearlos estos fueron incluidos en el sistema, para el caso de los detectores de humo en ductos de aire acondicionado se instalaron detectores dentro de los ductos de aire acondicionado, estos detectores son de tipo convencional y se instalan dentro de un cobertor protector cerrado con sólo dos agujeros para el ingreso de aire y se instalan fuera del ducto de aire acondicionado, el sensado del aire no se realiza directamente sino a través tubos de muestreo que ingresa al mencionado ducto y llevan el flujo de aire dentro del cobertor del detector de humo por los agujeros mencionados, así el detector de humo cumple su función evaluando el aire ingresado, este detector es monitoreado por el sistema empleando módulos de monitoreo de zona convencional.

Sobre las mangas de abordaje de pasajeros a las naves, se menciona que estas cada una de estas mangas por individual cuentan con un sistema de detección de incendios

tipo convencional propio y que es capaz de reportar su estado de alarma y de falla entregando dos contactos tipo "C" para estos fines, estos dos datos se monitorean por el sistema de detección de incendios empleando dos módulos de monitoreo de contacto simple para cada manga de abordaje.

Con respecto a los trabajos de montaje es un dato resaltante que se puede mencionar fue la gran disposición de seguridad laboral en toda la obra, se implementó un sistema de seguridad que buscaba tener y mantener un record de cero accidentes, para esto se implementaron estrictas medidas de seguridad laboral, siendo aún mayores estas en el área del Terminal por la interacción con el público. Al culminar la obra se logró este objetivo manteniendo un record de cero accidentes de consideración o que involucren horas hombre perdidas.

## **5.2. Pruebas pre-operativas**

Parte de la planificación para el montaje del sistema fue elaborar un plan de trabajo que involucre pruebas, el área de ingeniería presentó un plan de inspecciones, pruebas y puesta en marcha del sistema considerando criterios de aceptación que a continuación se describen:

5.2.1 Con respecto al ducteado del sistema este debía ser aceptado previa inspección, los parámetros de aprobación se basaron en la norma NFPA 70 y consistían en instalación de cajas de paso cada 270° realizados en dobleces practicados a las tuberías y en espacios tendidos a no mas de 15 metros, las sujeciones o abrazaderas debían instalarse a 0.90 metros de cualquier caja de paso y luego espaciadas según norma.

5.2.2 Con respecto al cableado este debía instalarse evitando raspones que puedan producir futuras fallas, al cableado una vez culminado, en al menos un sector, se le aplicaban pruebas de continuidad y resistencias al asilamiento, debido a que usaban cables de dos polos y algunos de ellos con pantalla se probaba la continuidad de cada hilo y la resistencia al aislamiento de cada hilo respecto a los demás y respecto a tierra, el parámetro de aceptación era de más de 150 mega ohmios para la resistencia al aislamiento y la verificación de la continuidad de los circuitos.

Culminadas estas pruebas pre operativas se pasaba a instalar los dispositivos correspondientes a cada circuito. Las pruebas eran registradas por personal supervisor de la instaladora y de la supervisión del proyecto.

### 5.3. Instalación de equipos principales

Los dispositivos periféricos se instalaron de la manera expuesta en la sección 4.2 de presente informe y fue realizada por personal técnico calificado de la obra.

Sin embargo la instalación de los equipos principales del sistema fue realizada por personal técnico calificado y capacitado por la fábrica para estos fines, el procedimiento para el montaje del panel de control y sus respectivos módulos fue como sigue:

- a. Montaje de los gabinetes para alojar los módulos.
- b. Culminar el cableado realizando las llegadas y ordenamiento de cables en el interior del panel de control.
- c. Montaje de las bahías y PDI para el alojamiento de los módulos.
- d. Montaje del PDM y conexiones de energía sin alimentación aún.
- e. Montaje del CPU, SPS y tarjeta de red.
- f. Montaje de módulo de control de audio y teléfono de bomberos.
- g. Montaje de tarjetas expansoras de circuitos IDNET.
- h. Montaje de amplificadores y fuentes XPS.
- i. Conexión y direccionamiento de módulos.
- j. Instalación del gabinete para baterías de respaldo del sistema.
- k. Instalación de las baterías de respaldo del sistema.
- l. Alimentación de energía alterna y continua del panel.
- m. Descarga de la programación del panel de control.
- n. Conexión de los cables del sistema a los módulos correspondientes.

### 5.4. Pruebas operativas y puesta en marcha del sistema

Una vez terminada la instalación del sistema y de los equipos del panel de control se procedió a probar el sistema para detectar posibles fallas, que siempre se presentan en este tipo de instalación, una vez corregidas las fallas del sistema se procede a realizar una prueba individual de operatividad de todos los dispositivos instalados, es así como se debe probar todos los detectores de humo individualmente, estaciones manuales y módulos de monitoreo y comprobar la operatividad de parlantes con estrobo y módulos de control. El método de prueba es aplicar humo artificial al detector de humo y comprobar su detección, sobre este punto podemos mencionar que estos probadores son también aprobados y certificados para este uso y su empleo es recomendado por el fabricante de los detectores, el probador consiste en un rociador de un producto químico líquido inocuo que al contacto con el aire se transforma en una pequeña nube por unos instantes y de densidad inferior a la del humo producido por una combustión, pasado



unos segundos este humo artificial se diluye en el aire sin dejar restos contaminantes o partículas en el ambiente que puedan ser detectadas como humo en el ambiente.

Probados los dispositivos de forma individual se procedió a probar que el sistema opere de la manera como fue diseñado, es decir que se produzca primero la alarma en la zona afectada y verificada la alarma se produzca la alarma general o de evacuación para la zona afectada y la notificación en las zonas aledañas, así como la ejecución de la rutina de evacuación consistente en lo expuesto en el la sección 3.2 del presente informe.

Las pruebas anteriores se realizan en conjunto con la inspección y prueba del panel de control, contemplándose en este punto la verificación de:

- a. La operatividad de todos sus módulos y la interfase con el usuario.
- b. La inspección de la puesta a tierra del panel.
- c. El voltaje de la alimentación eléctrica alterna.
- d. El voltaje de las baterías de respaldo en el cargador del panel de control.
- e. Se verifica también que la activación de cada dispositivo de iniciación se reporte correctamente en el panel de control.
- f. Se simula una falla para probar que se emite la notificación de falla o problema en el panel de control, esta falla puede ser: desconexión de batería, falta de energía alterna, detector sucio, cabeza de detector removida de su base, corto circuito, circuito abierto o sobre corriente en algún circuito de iniciación o notificación o falla a tierra.
- g. Se prueba la operación de la función de voice en el sistema usando el micrófono del módulo de control de audio.
- h. Se prueba también la comunicación de los teléfonos de bomberos con el panel de control empleando los teléfonos en gabinetes y los teléfonos enchufables a los enchufes o tomas de teléfono en las escaleras.
- i. Finalmente se prueba la continuidad de la operación del sistema al cortarse la energía alterna con las baterías de respaldo, estas baterías entran en operación de forma inmediata, de tal manera que el sistema no deja de operar en ningún momento.

Una vez realizadas estas pruebas se procede a realizar los registros de pruebas y se programa la puesta en marcha del sistema que consiste en poner en operación el sistema por primera vez y de forma permanente.

### **5.5. Problemas presentados durante la instalación**

A lo largo del desarrollo del proyecto se presentaron diversos problemas ocasionados tanto por la instaladora del sistema como por la supervisión a cargo, a continuación se

exponen los principales problemas que se presentaron y las consecuencias que trajeron consigo al resultado del proyecto.

5.5.1 Los planos destinados a la construcción no se terminaron a tiempo para empezar la instalación, esto trajo por resultado el retraso de los trabajos de montaje, el motivo del retraso en la emisión de los planos fue por falta de personal que terminara a tiempo el diseño y los planos.

5.5.2 Debido a que este sistema trabaja con señales de comunicación de datos sobre un medio fuerte y poco flexible, el montaje requiere ser realizado con extremo cuidado evitando raspones y cortes excesivos en los cables, la mano de obra calificada para el montaje adecuado era inicialmente insuficiente para el ritmo que exigía la obra.

5.5.3 Se presentaron retrasos en el montaje del sistema a consecuencia de lo expuesto anteriormente, el retraso fue puesto en evidencia al retrasar la entrega de la primera zona del proyecto: Perú Plaza en cerca de un mes.

5.5.4 Para el montaje de la segunda y tercera zona del proyecto la supervisión del proyecto, basándose en artículos de la norma NFPA 70 y aplicaciones del cable tipo FPLP exigió el montaje de los cables en forma tendida sin protección de tuberías metálicas empleadas en el Perú Plaza para los espacios tipo plenum existentes en el proyecto, esto fue objetado por la instaladora del sistema de muchas maneras, pero finalmente se instaló de esta manera.

En este punto se puede mencionar que dadas las especificaciones del tipo de cable y que el lugar de instalación es el plenum, el cable puede ir instalado sin protección mecánica pues su chaqueta tiene de por sí una resistencia al fuego de al menos 2 horas sin emplear ningún tipo de protección, sin embargo en el lugar de la instalación, en la que existían muchas instaladoras de diversos sistemas y la constante manipulación e instalación de fijaciones y soportes se hace muy riesgosa la instalación del cable de esta manera, pues se expone a cortes y maltratos externos accidentales o deliberados, esto ocurrió en muchas partes del proyecto lo que ocasionó retrasos y en algunos casos recableados de algunos circuitos.

5.5.5 Otro problema que fue parte de la instalación del sistema fueron las fallas de tierra que se presentaron en los circuitos una vez instalados los equipos, esto debido a raspones accidentales o a que durante la instalación de los dispositivos se dejaba accidentalmente algún cable expuesto y en contacto con las cajas de paso.

5.5.6 Durante la etapa de pruebas del sistema en muchas ocasiones no se contaba con alimentación alterna para el panel por no estar listos los circuitos eléctricos destinados a la alimentación del panel de control, por esto muchas pruebas previas a las definitivas se hicieron empleando las baterías de respaldo.

5.5.7 Un problema importante que se presentó fue la tardía definición de la denominada matriz causa efecto que establecía la rutina de evacuación y los equipos y sistemas involucrados, esto se retrasó por falta de aprobación de la supervisión del proyecto pues la definición de la interacción con los demás sistemas no estaba completa. Esto trajo como resultado retrasos en la instalación de dispositivos y la compra de mayor cantidad de módulos de control, lo cual no impactó en el cálculo de consumos de corriente o baterías pues como se ha expuesto se contempló un margen en previsión de estos casos.

### **5.6. Descripción operativa del sistema en marcha**

Una vez el sistema está en operación el comportamiento debe ser en estado normal mientras no ocurra ningún problema, como se ha explicado anteriormente de presentarse alguna falla el sistema notificará la falla tanto de manera audible y visible por medio de la interfase con el usuario del panel de control y el GCC localmente y por medio de la red a todos los paneles del aeropuerto incluyendo al panel de monitoreo en la estación de bomberos y sus respectivos GCC.

Hasta el momento no se ha presentado ninguna alarma de fuego en el aeropuerto, sin embargo existen problemas ocasionados por detectores sucios en diversas zonas y algunos otros problemas de falla a tierra ocasionados por raspones en cables o empalmes sueltos por alguna manipulación.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas de alarmas y detección de incendios constituyen una herramienta importante y de gran valor para salvaguardar la seguridad humana y patrimonial al detectar y notificar oportunamente un amago de incendio. El avance de la tecnología ha permitido el desarrollo de facilidades para lograr este objetivo, haciendo este tipo de sistemas cada vez más confiables y de mejor interacción con las personas, como una oportuna detección basada en principios ópticos, comunicación entre equipos empleando protocolos de transmisión de datos, alto rendimiento en el procesamiento de señales y diferentes tipos de notificación visual y audible empleando sistemas modulares escalables.

2. Al momento de diseñar un sistema de alarmas y detección de incendios para un edificio se debe tener en cuenta tanto factores como la arquitectura, la función del mismo y el tipo de ocupantes, así mismo se debe tener en cuenta que el sistema debería interactuar con la mayoría de los sistemas presentes en un edificio con el único propósito de lograr una notificación de emergencia y evacuación rápida.

También es necesario tener en cuenta que un diseño de estos sistemas es hoy en día bastante aplicativo pues existen normas que los rigen y equipos cuyo diseño obedece los parámetros establecidos por estas normas.

3. Basándonos en el caso de la implementación expuesta podemos mencionar que algunos de los problemas se presentaron a raíz de la realización tardía de un diseño completo y en otros casos al aceleramiento de la obra impuesta por parte de la supervisión del proyecto durante la segunda y tercera etapa; lo cual nos lleva a enfatizar que en cualquier instalación es primordial tener las labores de ingeniería y planeamiento concluidas con la debida anticipación al inicio de los trabajos de instalación.

4. Un hecho resaltante es la falta de idiomas en la notificación audible de emergencias, si bien es cierto se requerían sólo dos idiomas: español e inglés se podría incluir una notificación en más idiomas considerando las diversas nacionalidades de los usuarios del aeropuerto.

5. Un hecho que quedó en observación hasta el momento de la finalización del proyecto es el tipo de instalación del cable en los espacios tipo "plenum" en el Espigón y el Terminal, que se encuentran sin protección mecánica. Si bien la norma permite este tipo de instalación debido a la alta resistencia del cable empleado al fuego y temperaturas elevadas, se debe tener en cuenta que en aquel espacio otras instaladoras realizaron y es posible que realicen trabajos, dejando expuestos estos cables a posibles daños accidentales.

6. Aún cuando en el Perú los sistemas de alarmas y detección de incendios no cuentan con normas específicas, es importante decir que estos sistemas son cada vez más requeridos como medidas preventivas, y su importancia se está haciendo notar cada vez con mayor frecuencia, actualmente el Estado Peruano está invirtiendo en adquirir una gran cantidad de estos sistemas para la protección de las entidades estatales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. NFPA. "NFPA 72, National Fire Alarm Code" Ed. 2002.
2. NFPA. "NFPA 70, National Electrical Code" Ed. 2002.
3. NFPA. "NFPA 101, Life Safety Code" Ed. 2000.
4. BECHTEL. "Project Standard Specification Section 16721 Fire Alarm Systems".
5. INDECI. "Compendio Estadístico del Sistema de Defensa Civil 2004".
6. NFPA. "Fire Statistics".
7. Simplex. "4100U Fire Alarm Systems – Installation Guide". 574-848 Rev. A
8. Simplex. "4100U CPU Motherboard – Replacement Instructions". 574-912 Rev. A
9. Simplex. "4100U Digital/Analog Audio Controllers – Installation Instructions" 579-159 Rev. B.
10. Tyco Fire & Security. Hojas técnicas, Publicaciones especializadas y Soporte técnico en red Internet, dirección electrónica: <http://www.tycosafetyproducts-us.com>.