

# Diseño e Implementación de un Sistema de Automático de Detección y Alarma de Incendios utilizando dispositivos direccionables y un Sistema Automático de Alarma de Código Azul y Alerta mediante mensajes SMS para el Área de Emergencia del Hospital Carlos Andrade Marín

Mauricio Suárez, Ing. Paúl Ayala, Ing. Rodolfo Gordillo  
Departamento de Eléctrica y Electrónica,  
Escuela Politécnica del Ejército, Av. El Progreso S/N, Sangolquí, Ecuador

**Resumen**—El presente documento describe el diseño y la implementación de dos sistemas automáticos, el uno es un Sistema Automático de Detección de Incendios y el otro es un Sistema Automático de Alarma de Código Azul y Alerta mediante Mensajes SMS, el propósito de estos sistemas es satisfacer las necesidades de mejoramiento en lo que se refiere a instalaciones en hospitales.

El diseño e implementación del Sistema de Detección de Incendios se lo realizó con tecnología Analógica Direccionable y del Sistema de Código Azul se logró adecuando equipos comunes y corrientes para la detección de alarmas de intrusión y hurto a los requerimientos que el sistema demandaba.

**Palabras clave**—Incendio, Analógica Direccionable, NFPA 72, Código Azul, Comunicador GSM.

## I. INTRODUCCIÓN

Al hablar de instalaciones hospitalarias es muy importante mencionar todo el valor tanto económico como humano que se encuentra inmerso dentro de las actividades diarias de los hospitales.

Una de las principales preocupaciones de las autoridades responsables de regular todos los predios en donde existe gran afluencia de personas es el correcto manejo de un eventual incendio dentro de dicha localidad. Es por eso que hace algunos años se han venido desarrollando técnicas para la detección, alarma y control de incendios, una de las más empleadas en la actualidad debido a su confiabilidad es la de alarma y detección automática de incendio, la misma que se ocupa en la mayoría de establecimientos siendo un requisito primordial en el momento de evaluar los riesgos de una posible catástrofe. En este artículo se mencionará conceptos básicos acerca de lo que se refiere a incendios, se describirán los métodos de detección así como los dispositivos más utilizados en un sistema automático de alarma y detección de incendios.

Por otro lado el siguiente tema a tratarse en este documento es el de Alarma de Código Azul, este código se refiere a un estado de emergencia hospitalario, por lo que es indispensable

dentro de un hospital tener un sistema de alarma para que cumpla este propósito con ciertos requisitos que principalmente tiene que ver con velocidad de respuesta ante la activación de una alarma y con requisitos propios generales del sistema impuestos por el personal que va a disponer de este servicio. Gracias a la tecnología se pueden desarrollar sistemas cada vez más sofisticados para la anunciación de alarmas de tal forma que en este artículo se explicará lo que es un estado de Código Azul en una sala de emergencias así como los componentes básicos de un sistema de anunciación y por último se tratará el tema de paneles de alarmas que es una herramienta muy importante para el desarrollo de este sistema.

## II. FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS

### II-A. Definición de Incendio

Es una instancia de fuego descontrolada que abraza y destruye cualquier cosa así no haya estado predestinado a quemarse. Afecta directamente a estructuras y a seres vivientes que son a los que más daño causa. La peor de las circunstancias es cuando el incendio provoca la muerte debido a exceso de la inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves.

### II-B. Componentes de un Sistema de Alarma y Detección de Incendios<sup>[1]</sup>

**II-B1. Detección Humana:** Este tipo de detección queda confiada a las personas, permitiéndolas accionar algún tipo de dispositivo de iniciación manual para la alarma ante un eventual incendio, es imprescindible una correcta formación de las personas responsables de vigilar los predios protegidos en cuanto a lo que a incendios y maniobras de respuesta se refiere.

**II-B2. Detección Automática:** Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática del incendio, así como la puesta en marcha automática de aquellas secuencias del plan de alarma incorporadas a

la central de detección. Pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana. Normalmente la central está supervisada por un vigilante en un puesto de control, si bien puede programarse para actuar automáticamente si no existe esta vigilancia o si el vigilante no actúa correctamente según el plan preestablecido (plan de alarma programable) el sistema puede no responder conforme los parámetros requeridos.

En la Figura 1 se muestra un esquema básico de un sistema automático de detección de incendios.

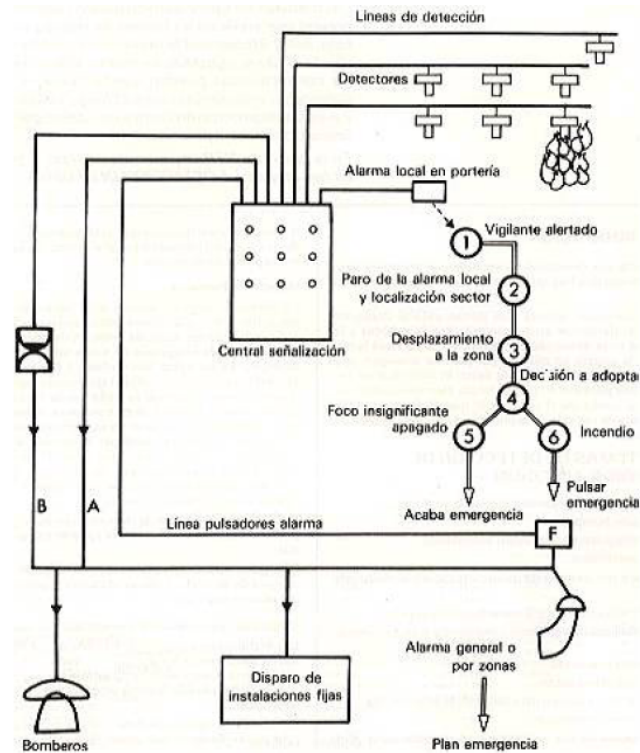


Figura 1: Componentes de un Sistema de Detección Automático de Incendios

**II-B3. Detectores de Incendios:** Los detectores son los elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detector de gases de combustión iónico (humos visibles o invisibles).
- Detector óptico de humos (humos visibles).
- Detector de temperatura:
  - Fija.
  - Termovelocimétrico.
- Detector de radiaciones:
  - Ultravioleta.
  - Infrarroja (llama).

Como los fenómenos detectados aparecen sucesivamente después de iniciado un incendio, la detección de un detector de gases o humos es más rápida que la de un detector de temperatura (que precisa que el fuego haya tomado un cierto incremento antes de detectarlo). En la Figura 2 se esquematiza la fase del incendio en que actúa cada tipo de detector. La

curva corresponde al incendio iniciado por sólidos con fuego de incubación.

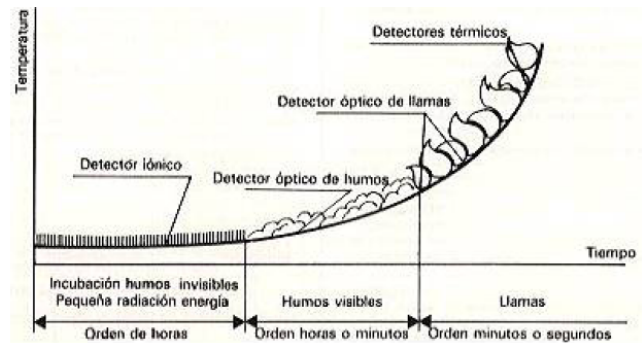


Figura 2: Fases de Detección de Tipos de Detectores

**II-B4. Estaciones Manuales:** Estos dispositivos se instalan junto con el sistema de detección y es importante diferenciar la señal de alarma que emiten estos de las señales emitidas por los detectores, puesto que cuando se transmite la señal de alarma comúnmente es iniciada por una persona que está presenciando el incendio. Las alarmas que emiten las estaciones manuales tienen prioridad sobre las emitidas por los detectores de incendio ya que indica la presencia de incendio que muchas veces los detectores no detectan.

**II-B5. Dispositivos de Notificación de Incendios (NAC):** Son los componentes del sistema de alarma que proveen de medios audibles o visibles de alerta ante la detección de una condición anormal en el lugar que tiene que ser protegido. La condición anormal que será detectada dependerá de los dispositivos de iniciación instalados. Estos Pueden ser:

- Audibles:
  - Sirenas.
  - Campanas.
- Visibles:
  - Luces incandescentes.
  - Luces Estroboscópicas.
- Mixtos.

**II-B6. Panel de Detección y Alarma de Incendios:** El Panel de Control es el que comanda todo el sistema de detección y alarma. Configura, monitorea y supervisa todos los dispositivos tanto de detección como los de anunciación. Existen básicamente tres tipos de tecnología en cuanto a detección de incendios:

- Convencional.
- Convencional Direccional.
- Análoga Direccional.

**II-B6a. Sistema Convencional:** Los paneles convencionales de alarma de incendio trabajan por "zonas" y tienen una capacidad establecida por cada fabricante, que van desde 1 hasta 100 zonas. En este tipo de tecnología la NFPA 72 (National Fire Protection Association) limita el número máximo de dispositivos conectados a una zona a 20 y su área no puede ser mayor a 1858 m<sup>2</sup>. Esto se debe a que más cantidad de dispositivos o metros cuadrados a cubrir daría como resultado una difícil ubicación, ya que la indicación del conjunto de dispositivos se representa en una sola zona en

el panel, sin distinguir claramente que dispositivo generó la alarma por lo que se requerirá una inspección visual para determinar que accesorio se encuentra alarmado. La supervisión de problemas y fallos se reportan al panel también por zonas y no por dispositivo por lo que se necesitaría una inspección de mantenimiento para localizar el origen del fallo o problema dentro de la zona de detección.

*II-B6b. Sistema Convencional Direccional:* Los paneles direccionables surgieron a partir de la necesidad de una mejor identificación del lugar o área donde se producirá una señal de alarma de incendio, para lo cual se desarrolló una tecnología específica. Esta nueva tecnología permitió a los fabricantes poder incorporar y mezclar sobre un circuito SLC (Signaling Line Circuits), llamado ahora “lazo” y ya no “zona”, una mayor cantidad de accesorios de aviso de alarma, al contar los paneles con la posibilidad de identificar qué accesorio específico está enviando la señal al panel. A los dispositivos contenidos en el lazo se los llamó “puntos”. La capacidad de puntos conectados al panel está determinada por la cantidad de SLC que contiene y por la cantidad de puntos que cada uno de estos lazos permite.

*II-B6c. Sistema Analógico Direccional:* En este tipo de sistemas los detectores se convierten en “sensores” que transmiten, además de su dirección al panel de control, la información correspondiente a cuánto humo o calor está registrando. Una vez programado el panel de control, este tomará decisión de dar alarma en base a la información recibida, cuando esta no concuerde con los valores configurados.

*II-B7. Signaling Line Circuits (SLC):* Línea de Circuito de Señales por sus siglas en inglés, es precisamente un circuito de señales al cual se conectan todos los elementos llamados “puntos”, que podrían indicar sobre el panel una situación de iniciación (alarma de fuego) o que el mismo panel pueda controlar, por medio de ellos, acciones externas de comando. Cada circuito SLC provee potencia, comunicación y supervisión de todos los accesorios conectados a él y puede soportar una cantidad variable de puntos, que en algunos modelos de paneles superan los 100 accesorios direccionables.

*II-B7a. Punto:* Es un componente del sistema de alarma de incendio con identificación (llamada dirección) que puede dar su estado y se utiliza para controlar individualmente otras funciones. Un punto de iniciación o detección, por ejemplo, puede ser un detector de humo o calor, un módulo de entrada que puede recibir señales desde una estación manual o una válvula de flujo. Un punto de control, en cambio es aquel por el cual el panel puede producir una acción externa, como liberar o cerrar una puerta, abrir una válvula o accionar una sirena o luz estroboscópica, entre otras aplicaciones.

*II-B7b. Protocolo de Comunicación:* Protocolos de Comunicación: Se denomina Protocolo al lenguaje que utiliza el panel para comunicarse con los puntos que se encuentran sobre los circuitos SLC y por el cual el panel recibe o entrega señales de y hacia los puntos manteniendo la comunicación con los accesorios y controlando su existencia sobre el lazo. Cada fabricante utiliza un único protocolo de comunicación, muchos de los cuales son desarrollados por los fabricantes de sensores. Así las empresas modifican sutilmente los protocolos estándares para proporcionar un ambiente propietario a su

equipo. La gran parte de los requisitos y de los parámetros operacionales de la instalación de los paneles se basan en el protocolo de comunicación usado y estos son:

- Longitud del Lazo SLC.
- Tipo de Cable del Lazo SLC.
- Velocidad de Comunicación del Lazo SLC

### *II-C. Definición de Código Azul<sup>[2]</sup>*

El Código Azul es un sistema de alarma que implica el manejo de los pacientes en Paro Cardio-Respiratorio por un grupo entrenado, con funciones previamente asignadas, con lo cual el procedimiento se efectúa en el menor tiempo posible y con coordinación entre todos ellos, logrando así la mejor eficiencia y la reducción de la morbimortalidad de los pacientes que se encuentren en Paro Cardio-Respiratorio.

*II-C1. Activación de Código Azul:* La activación permite la reunión de todos los miembros del equipo de reanimación mediante el uso de una señal sonora o de comunicación, utilizando códigos especiales. La buena respuesta y la efectividad de la reanimación dependerán en gran parte del método utilizado. La activación la hará la persona designada por el primero que sospeche un Paro Cardio-Respiratorio o el primero que lo presencie en cualquier persona del hospital (paciente que no responde al llamado y estímulo táctil). Se hará mediante altoparlante a través del cual se emitirá dos veces el siguiente mensaje:

**“CÓDIGO AZUL EN (SITIO) EN (SITIO) CÓDIGO AZUL”**  
O por llamado en voz alta al personal cercano, en los casos en los cuales esta opción sea la más apropiada, por ejemplo, la activación de un código azul en urgencias, cuando está disponible todo el personal asistencial.

### *II-D. Componentes del Sistema de Alarma de Código Azul*

Los sistemas de alarmas son muchos y muy variados, se puede disponer de modelos que se adaptarán fácilmente a las necesidades. Una de las alternativas más tecnológicas involucra a los paneles, los mismos pueden utilizarse individualmente o en grupos y así adaptarlos a cualquier tipo de aplicación: casas, edificios u hospitales. Actualmente las innovaciones que se han introducido son hasta impensadas y de fácil uso, se les asigna una prioridad de integración de funciones especiales de automatización y gestión remota. A la hora de comunicar la información se pueden elegir infinidad de maneras de hacerlo; teléfono móvil, fijo, GSM, radio o Internet. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de un sistema de alarma básico y de sus principales componentes.

*II-D1. Panel Central:* Es el cerebro del sistema. En este se albergan la placa base y la memoria central. Esta parte del sistema es la que recibe las diferentes señales que los diferentes sensores pueden emitir, y actúa en consecuencia, disparando la alarma, y comunicando la misma a una estación central o a cualquier otro usuario dependiendo de la tecnología de comunicación. Se alimenta a través de corriente alterna y de una batería de respaldo, que en caso de corte de corriente, le proporcionaría una autonomía al sistema de entre 12 horas y 3 ó 4 días.

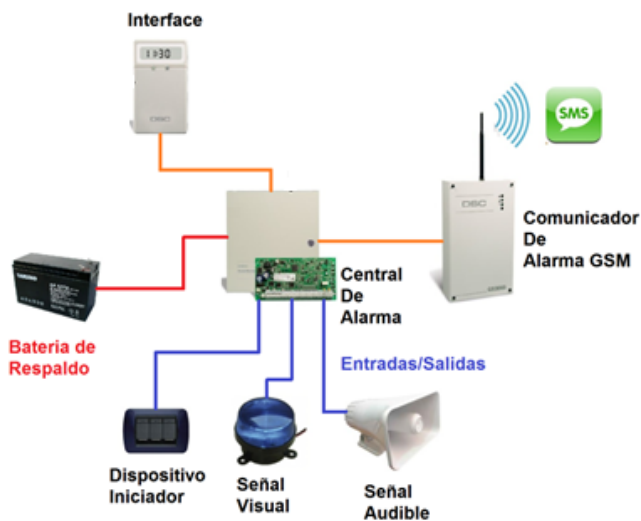


Figura 3: Ejemplo de un Sistema de Alarma y sus Componentes

**II-D2. Teclado:** Es el elemento más común y fácil de identificar en una alarma. Se trata de un teclado numérico del tipo telefónico. Su función principal, es la de permitir a los usuarios autorizados usualmente mediante códigos preestablecidos, armar activar y desarmar mediante códigos preestablecidos, armar activar y desarmar mediante códigos preestablecidos, armar activar y desarmar mediante códigos preestablecidos. Por otro lado, el teclado es el medio más común mediante el cual se configura el panel de control.

**II-D3. Sirena y Luces de Monitoreo:** Son los elementos que permite identificar físicamente que ha ocurrido una alarma, comúnmente se utiliza señales audibles todo depende del uso que se le dé al panel de alarma, en otras ocasiones se prioriza la pasividad del sitio en esos casos se utiliza señales visibles.

**II-D4. Sensores y Detectores :** Son los distintos elementos que permiten al panel de central monitorear las condiciones del sistema dependiendo de la variable que el sensor o detector monitoree, el momento que el sensor o detector verifique una condición anormal en el sistema este genera una señal de alarma.

**II-D5. Batería de Respaldo :** Este elemento sirve para proveer un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (UPS), de manera que ante una falta del suministro eléctrico de red el sistema de alarma continúe brindando protección en forma absolutamente normal.

**II-D6. Equipo de Comunicación y Reporte :** El panel de alarma por lo general tiene un comunicador de alarma integrado en su placa que permite la comunicación de reportes de alarma y funcionamiento del panel. Existen muchas alternativas en cuanto a la comunicación es común encontrar módulos opcionales que trabajan conjuntamente con el panel para reportar alarmas mediante GSM, Ethernet, etc.

### III. DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS

#### III-A. Sistema de Detección y Alarma de Incendios<sup>[3]</sup>

**III-A1. Clasificación de Subáreas del Hospital:** Es importante dentro del diseño clasificar las distintas subáreas del hospital con el fin de poder decidir cuáles son las áreas más proclives a algún siniestro de incendio, y de ser el caso cuáles

son las más peligrosas y las que necesitan de más atención en el momento de su clasificación. El clasificar bien dichas subáreas permite depurar el diseño de incendio, de tal forma que en el momento de su implementación no se torne confuso ni complicado, y que a la vez resulte lo más económico posible, sin descuidar la parte funcional y primordial del diseño de incendios que es preservar la vida humana.

Dentro de la Sala de Emergencia del H.C.A.M. existen un total de 57 subáreas las cuales luego de un análisis de la función que presta, del tipo de superficie, del equipamiento, los ocupantes y las posibles fuentes combustibles de cada una de ellas se logró determinar que las subáreas con mayor riesgo de incendio son las de los siguientes tipos:

- Archivo Médico.
- Ropería.
- Utería.
- Cocina.
- Estación de camillas.
- Triage y Curaciones.
- Ginecología y Ecos.
- Laboratorio y Rayos X.
- Medicamentos.
- Procedimientos.
- Esterilización.
- Pacientes.
- Pacientes especiales.
- Traumatología.
- Espera.

**III-A2. Diseño de ubicación y espaciamento de detectores:** Para poder determinar la ubicación y espaciamento de los detectores (humo y calor) en un sistema de detección de incendios es necesario basarse en la documentación de la NFPA 72 (Código Nacional de Alarmas de Incendios) en la cuál se especifica una serie de requerimientos y normas para desarrollar un correcto diseño. Para el diseño en particular para el sistema del H.C.A.M., se tomarán en cuenta los siguientes criterios de la NFPA 72:

- Los detectores de incendio deberán ubicarse en el cielorraso a no menos de 100mm de las paredes laterales o sobre las paredes laterales entre los 100mm y 300mm del cielorraso.
- Todos los puntos del cielorraso deberán tener un detector dentro de una distancia igual a 0,7 veces al espaciamento certificado para cada detector (0,7S).
- En áreas rectangulares es posible aumentar proporcionalmente el espaciamento certificado conforme aumenta la arista más larga y disminuye la más corta, sin sobrepasar el radio máximo del círculo que describe el área protegida por el detector que en cualquier caso es del 0,7S.

En la Figura 4 se muestra la forma de espaciamento para áreas irregulares y en la Figura 5 se indica el espaciamento y el área de protección de los detectores para áreas rectangulares.

El espaciamento certificado de los detectores utilizados en el diseño particular es de 9,1m de acuerdo a las especificaciones técnicas de los equipos.

**III-A3. Diseño de ubicación y espaciamento de dispositivos de estaciones manuales:** De acuerdo al criterio de diseño

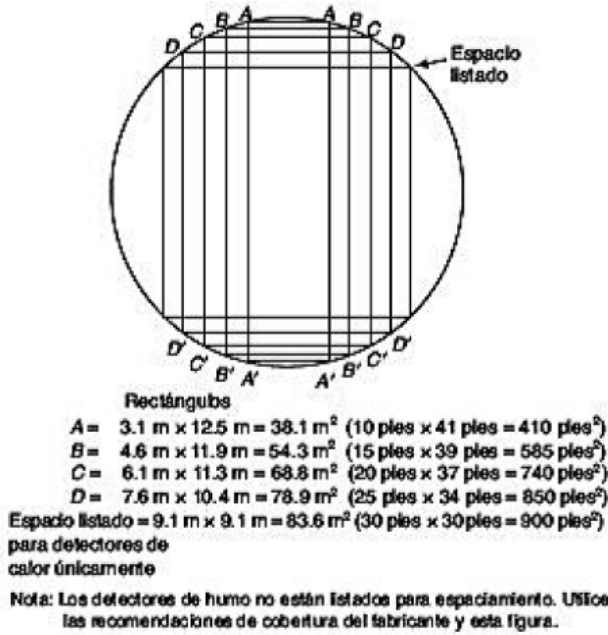


Figura 4: Disposición del espaciamento del detector en superficies irregulares

de la NFPA 72, se tomó en cuenta que la distancia máxima entre estaciones manuales no debe exceder los 61m en un solo plano, por lo que se distribuyó un total de 5 estaciones manuales dentro de toda el área de la sala de urgencias y todas se ubicarán a 1.4m del piso conforme a lo expuesto en los criterios de diseño.

**III-A4. Diseño de ubicación y espaciamento de aparatos de notificación:** La ubicación de estos aparatos se la realizó en las subáreas denominadas Área de Espera debido a que desde éstas se puede divisar cualquier aparato instalado desde la mayoría de las otras subáreas.

Para el espaciamento y ubicación se consideró las recomendaciones expuestas por la NFPA 72 en las que se indica que la cantidad de aparatos depende de la intensidad luminosa de cada una de estos y de la dimensión de superficie de la habitación donde se instalará el aparato.

En la Tabla I se indica las dimensiones máximas de las habitaciones en función de las intensidades luminosas estándar de las luces estroboscópicas utilizadas en el diseño montadas a una altura máxima de 3m sobre el nivel del piso, y en la Figura 6 se presenta un ejemplo de ubicación y espaciamento de aparatos de notificación montados sobre muros cubriendo toda el área de la habitación con un patrón de superficie irregular.

Tabla I: Espaciamentos de aparatos de notificación visibles montados en cielorraso y en muro

Intensidad Luminosa Estándar [cd]	Tamaño máximo de la habitación [m x m]	
	cielorraso	muro
15	6,1 x 6,1	6,1 x 6,1
30	9,1 x 9,1	8,53 x 8,53
75	13,4 x 13,4	13,7 x 13,7
95	15,2 x 15,2	15,2 x 15,2
110	16,2 x 16,2	16,5 x 16,5
115	16,8 x 16,8	16,8 x 16,8
135	18,0 x 18,0	18,3 x 18,3
150	19,2 x 19,2	19,2 x 19,2
177	20,7 x 20,7	20,7 x 20,7
185	21,3 x 21,3	21,3 x 21,3

**III-A5. Selección de equipos<sup>[4]</sup>:**

**III-A5a. Panel de Control de Incendios:** El Panel de Control de Incendios seleccionado fue el *IntelliKnight 5700* del fabricante *Silent Knight* debido a que es un equipo, permite la utilización de hasta 50 dispositivos de detección direccionables, la interfaz de programación es muy intuitiva mediante teclado incorporado en el panel o por medio del PC a través del puerto de comunicación RS232, las salidas de NAC soportan la suficiente carga (2.5Amps) para conectar los aparatos de notificación que se determinaron en el diseño, por último la confiabilidad que entrega el equipo se ve reflejada en todas sus certificaciones de calidad y funcionamiento. En la Figura 7 se ilustra el *IntelliKnight 5700*.

**III-A5b. Dispositivos de iniciación:** Para la selección de los detectores de humo y calor y de estaciones manuales es importante tomar en cuenta que el panel de control seleccionado es compatible con dos protocolos para dichos dispositivos, estos son el *SK* (de System Sensor) y *Hochiki* (de Hochiki). El protocolo que se seleccionó para el diseño es el *Hochiki* debido a la facilidad del método de direccionamientos de los dispositivos y la capacidad en cuanto a distancias de

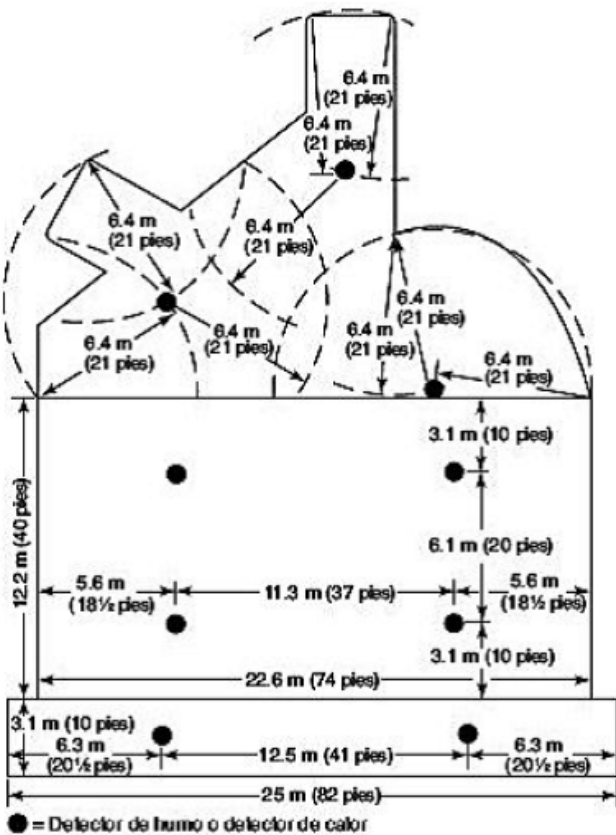
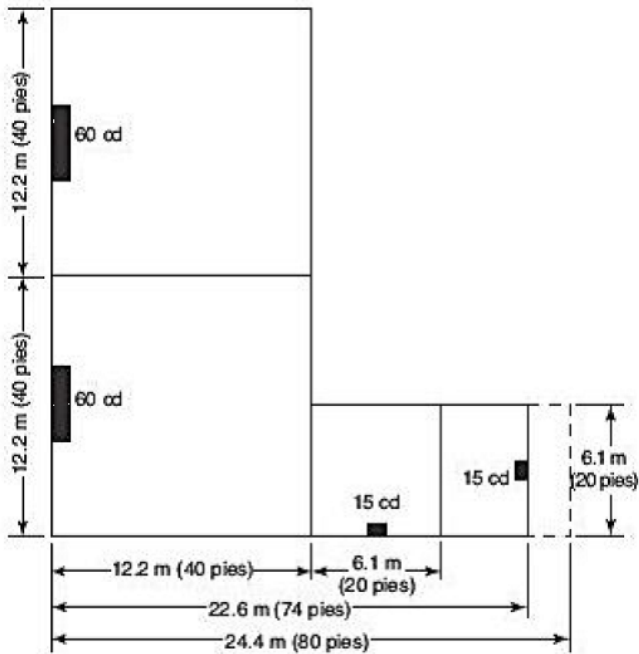


Figura 5: Espaciamento del detector en superficies rectangulares



Nota: Las líneas punteadas indican paredes imaginarias.

Figura 6: Espaciamento de aparatos de notificación visibles montados sobre muros en habitaciones



Figura 7: Panel de Control de Incendios IntelliKnight 5700

cableado entre los dispositivos dentro de un mismo lazo SLC. En la Tabla II se describe un resumen de todos los dispositivos utilizados en el diseño del sistema en particular.

**III-A5c. Aparatos de Notificación (NAC):** Existen muchas marcas compatibles con el panel seleccionado pero la que más se adaptó a las necesidades del sistema en particular es *System Sensor* debido a sus características de operación que entre las que más se destacan son:

- Voltaje Nominal: 12 ó 24VDC.
- Rango de Voltaje Operativo: 16 a 33V (24VDC).
- Valores de Intensidad Luminosa Seleccionable: 15 a 185cd.
- Valores de Intensidad Audible Seleccionable: 96 a 100dB.
- Tipo de Conexión: 2 ó 4 hilos.
- Tipo de Montaje: cielorraso ó muro.

En total dentro de todo el diseño se ocuparon 11 aparatos de notificación de la marca *System Sensor* de la familia

Tabla II: Tabla de resumen de selección de dispositivos iniciadores

Especificaciones	Dispositivo		
	SD505-APS	SD505-AHS	SD505-PS
Voltaje de Operación	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC
Rango de Sensibilidad	0.88 ~ 3.57 %/ft	0.55 ~ 1.15 %/ft.	57° ~ 65 °C
Consumo Promedio de Corriente (Espera)	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA
Consumo Promedio de Corriente (Alarma)	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA
Temperatura operativa	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C
Temperatura de almacenamiento	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C
Ambiente	Interiores	Interiores	Interiores
Cantidad de dispositivos	35	7	5
Foto			

*SpectrAlert* con un voltaje de operación de 24VDC, tipo de conexión a 2 hilos y características de montaje tanto en cielorraso como en muro, en la Figura 8 se presenta una ilustración de dichos dispositivos.



Figura 8: Aparato de Notificación System Sensor

### III-B. Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS

**III-B1. Arquitectura del Sistema:** Todo el sistema se encuentra centralizado en el Panel Central de Alarma en el mismo que se conectará en cada punto azul requerido un pulsador de color azul con el fin de distinguir de otros pulsadores, la alerta visual se la realizará mediante una luz estroboscópica de color azul por las mismas razones. El teclado servirá como interface con el usuario y el programador, este dispositivo tendrá una sirena incorporada que se la utilizará como alerta audible de tal manera que sea discreta y pueda ser percibida por la enfermera encargada. El comunicador de alarma GSM/GPRS se comunicará con la central de alarma y dependiendo de las condiciones especificadas posteriormente en la programación del sistema se enviará el mensaje de texto a cada uno de los integrantes del Equipo de Código Azul. Los equipos receptores serán los teléfonos celulares de cada integrante del equipo, deberán poseer una cuenta activada con la operadora de Movistar debido a las características de comunicación del módem del comunicador GSM. En la Figura 9 se muestra gráficamente la descripción de la arquitectura del sistema.

#### III-B2. Selección de equipos:

**III-B2a. Panel de Alarma:** El panel de alarma que se utilizó en el diseño es el *PC1864* (Figura 10) de la marca *DSC* el mismo cuenta con las características necesarias para

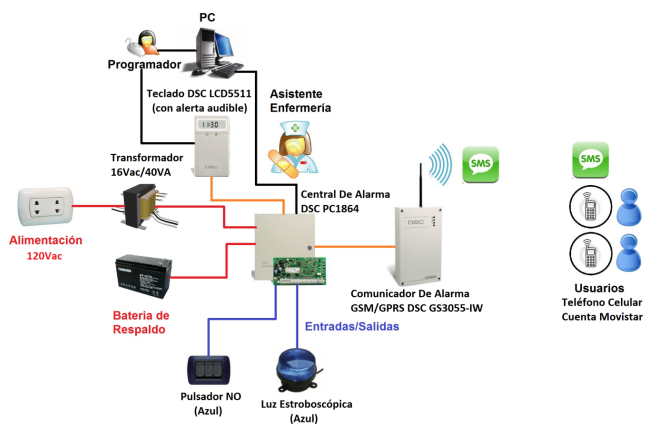


Figura 9: Arquitectura Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS



Figura 11: Comunicador GS3055-IGW de DSC

cumplir con el objetivo de diseño las cuales se describen a continuación:

- 8 entradas de Zona, que se utilizaron para conectar todos los pulsadores que enviarán la señal de alarma al panel de acuerdo al agrupamiento físico que se realizó en la implementación.
- 4 salidas Programables, que se utilizaron para comunicarse de una manera discreta con el Comunicador GSM.
- Permite el ingreso de hasta 94 códigos de usuario, permitiendo configurar un código para el manejo del sistema por parte del encargado de monitorear el sistema y un código de instalador para la administración del sistema por parte del personal entrenado.
- Salida de Campanilla, a la cuál se conectó la luz estroboscópica que alerta la presencia de una alarma.



Figura 10: Panel PC1864 de DSC

**III-B2b. Comunicador de Alarma GSM:** El equipo que se seleccionó fue el *GS3055-IGW* (Figura 11) de la marca *DSC* este tiene la capacidad de envío de mensajes SMS de hasta 8 números de teléfono, cantidad suficiente para anunciar una situación de alarma a cada uno de los integrantes del Equipo de Código Azul. Otro punto a considerar en el momento de elegir el comunicador es la frecuencia de comunicación del equipo el *GS3055-IGW* trabaja con frecuencias de 900/1800MHz que es la banda de operación de la empresa de telefonía móvil *Movistar*.

**III-B2c. Teclado:** Por motivos de visualización se escogió el teclado *DSC LCD5511* (Figura 12) además que cuenta con la función de campanilla integrada que servirá como alarma audible para alertar al usuario.

**III-B2d. Pulsadores:** Los pulsadores están conectados a las entradas de Zona del *PC1864* y la única condición que



Figura 12: Teclado DSC LCD5511

se considera en el momento de elegir un tipo de pulsador es el modo de conexión, se eligió pulsadores con contactos normalmente abiertos debido que en el momento de la instalación es mucho más sencillo agrupar pulsadores en una configuración en paralelo que en una en serie, para que los circuitos de iniciación de alarma estén supervisados es necesario conectar una resistencia de fin de línea (EOL), en la Figura 13 se muestra la forma de conexión y el equipo seleccionado que es un pulsador de la marca *bticino* de la línea *LIVING* de color azul.



Figura 13: Conexión del Pulsador bticino

**III-B2e. Luz Estroboscópica:** Se instaló una luz estroboscópica en lugar de la campanilla en el panel de alarma de tal manera que durante la ocurrencia de una alarma se accione la luz en vez de la sirena. De acuerdo con las características del *PC1864* los terminales de la campanilla soportan una corriente máxima de 700mA a un voltaje de 12 VDC, por lo tanto se seleccionará una luz estroboscópica de color azul que cumpla con estas condiciones. La luz estroboscópica que se instaló es de la marca *SECO-ALARM* modelo *SL126Q/B* (Figura 14).



Figura 14: Luz Estroboscópica SECO-LARM SL126Q/B

IV. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS

IV-A. Sistema de Detección y Alarma de Incendios<sup>[4]</sup>

IV-A1. Descripción General de la Programación: El Panel de Control IntelliKnight 5700 presenta un sin número de funciones de configuración que dependiendo de las exigencias del sistema en particular se las puede ir modificando. Para lograr una configuración óptima el panel de incendios este cuenta con una estructura de direccionamiento muy flexible que permite el agrupamiento de Puntos de Entrada en Zonas comunes capaces de configurar parámetros específicos de respuesta agrupando estos también en Grupos de Salida. Un término utilizado para describir estos tipos de agrupamiento es el denominado Mapeo que no es más que asignar a cualquier Punto de Salida (Circuitos de Notificación NAC, Relés de Problema, etc.) eventos (Alarma, Fallo de Supervisión, etc.) capaces de activar dicho punto al ocurrir el evento asignado. Esto se puede realizar asignando Puntos de Entrada a Zonas de Entrada, Puntos de Salida a Grupos de salida y luego enlazando Zonas de Entrada con Grupos de Salida, en la Figura 15 se representa un diagrama de como se asigna las distintas variables de programación.

Para cumplir con los requisitos de diseño el Panel de Control se lo configuró conforme el esquema de la Figura 16, esta configuración permitió realizar las siguientes funciones:

- Cada detector debe identificarse con un nombre con el fin de una eventual alarma poder acudir al sitio exacto y atender cualquier problema.
- Las estaciones manuales al ser accionadas deben ser reconocidas previamente antes de generar una alarma, con el fin de evitar falsas alarmas debido al accionamiento intencionado de personas traviesas o curiosas.
- Los circuitos NAC deben ser capaces de anunciar de tal forma que se pueda identificar la zona que está en alarma.

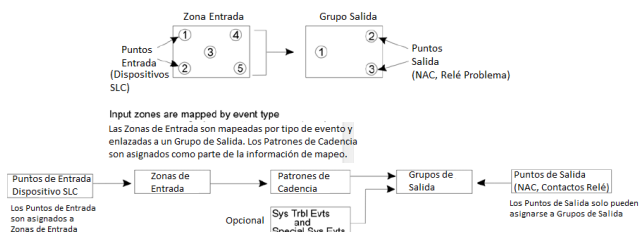


Figura 15: Descripción de Mapeo de Zonas de Entrada y Grupos de Salida

IV-A2. Programación del IntelliKnight 5700:

IV-A2a. Programación Manual: El Panel de Control dispone de una pantalla y teclado llamado Anunciador integrado en su placa los mismos que permiten visualizar e

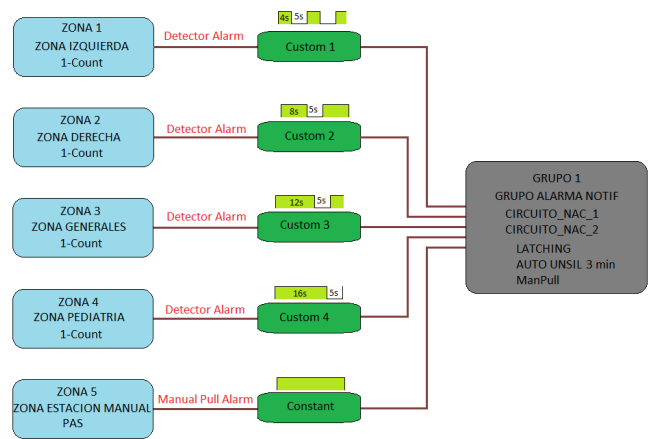


Figura 16: Configuración del Panel de Control

ingresar los estados y parámetros del Panel respectivamente, en la Figura 17 se presenta el Anunciador del IntelliKnight 5700 .

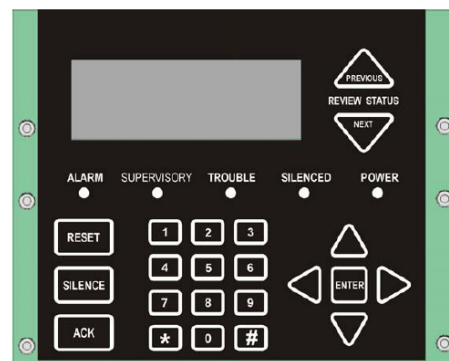


Figura 17: Anunciador Integrado en el IntelliKnight 5700

IV-A2b. Programación por Software: La programación de software del Panel de Incendios se la implementó mediante el programa *Silent Knight Software Suite* (Figura 18) que provee el fabricante para la configuración de los dispositivos que tiene disponibles en el mercado. Este software se obtiene descargándolo de la página oficial de Silent Knight. El software de programación es bastante intuitivo y ahorra mucho tiempo de programación en comparación el modo de configuración manual.

IV-A2c. Enlace del IntelliKnight 5700 con el Ordenador: Para realizar la descarga se necesita de una comunicación serial por el puerto RS232 del PC y previamente haber iniciado la comunicación en el IntelliKnight 5700 por medio del teclado. El cable utilizado para la comunicación es del tipo *STRAIGHT-THROUGH* es decir con un terminal DB9 Hembra en el un extremo y un DB9 Macho en el otro, si se desea fabricar un cable de este tipo se puede guiar por la Figura 19 donde se indica el diagrama de conexión de pines.

IV-B. Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS<sup>[5], [6]</sup>

IV-B1. Descripción General de la Programación: La implementación del sistema estará definida por las características de configuración y los modos de programación de los equipos



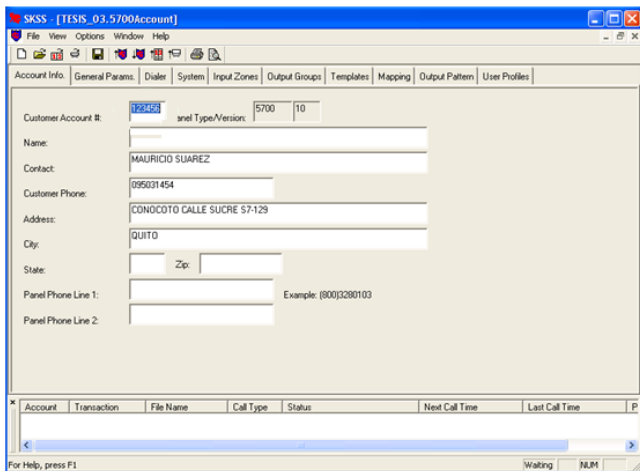


Figura 18: Pantalla de Programación del Silent Knight Software Suite

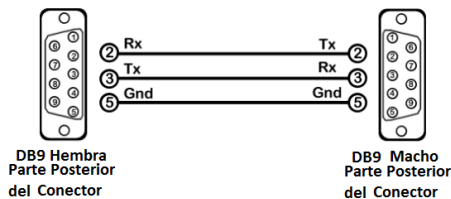


Figura 19: Diagrama de Pines de Conexión del PC al IntelliKnight 5700

seleccionados en el diseño. Básicamente el sistema cuenta con dos equipos el Panel de Alarma *PC1864* y el Comunicador GSM *GS3055-IGW* que serán configurados para manejar los recursos que disponen a conveniencia y así poder adaptarlos a los requerimientos del sistema particular.

Debido a que el número de entradas del *GS3055-IGW* limita la cantidad de zonas a las que se puede alertar por SMS a 4 se decidió agrupar las zonas físicas de detección de acuerdo a su proximidad entre ellas para que puedan activar las 4 entradas del comunicador por medio de las 4 salidas del panel de alarma. Este agrupamiento no afectará el desempeño del sistema ya que se considera que el mensaje solo debe ser para alertar al personal de Código Azul y la enfermera encargada de monitorear el sistema es la que guía al sitio exacto de la alarma mediante el sistema de altavoces del hospital, entonces esta podrá ver las alarmas de las respectivas zonas físicas para a través del teclado LCD5511 y luego comunicar al equipo de Código Azul.

En la Figura 20 se muestra un diagrama explicativo de la configuración de todo el sistema, en este se muestra todos los parámetros de configuración necesarios para que el sistema quede operativo conforme los requerimientos particulares de diseño.

**IV-B2. Programación del PC1864:**

**IV-B2a. Programación Manual:** La programación del Panel de Alarmas se realizó mediante el ingreso de las respectivas secciones a ser configuradas mediante el teclado *LCD5511*. En la Figura 21 se indica los distintos componentes del teclado que ayudan al ingreso y visualización de los estados de configuración del *PC1864*. La pantalla y las luces de sistema permiten visualizar los distintos estados del sistema

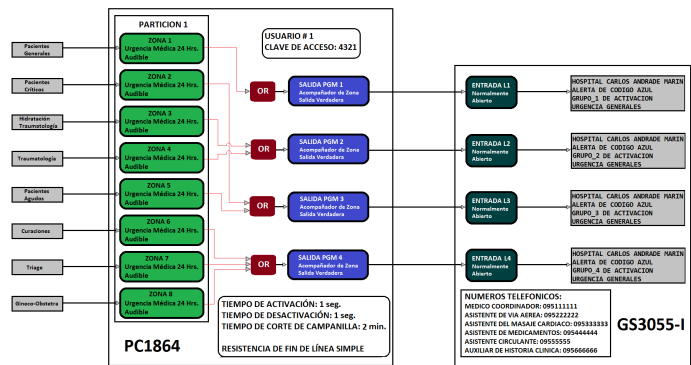


Figura 20: Diagrama Explicativo de Programación Sistema Urgencias Generales

en modo de funcionamiento normal y en modo de configuración. El teclado numérico ayuda al ingreso de datos para la configuración y para el accionamiento y desaccionamiento del sistema.

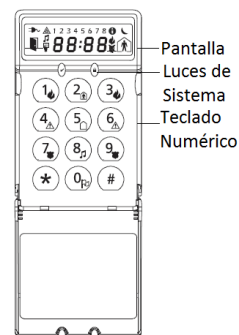


Figura 21: Descripción del LCD5511

**IV-B2b. Programación por Software:** La programación por software se la realizó por medio de la plataforma *DLS IV* (Figura 22) suministrada por el fabricante que es *DSC*, este software tiene una forma de manejo muy intuitiva capaz de ahorrar mucho tiempo en el momento de la configuración del *PC1864*.

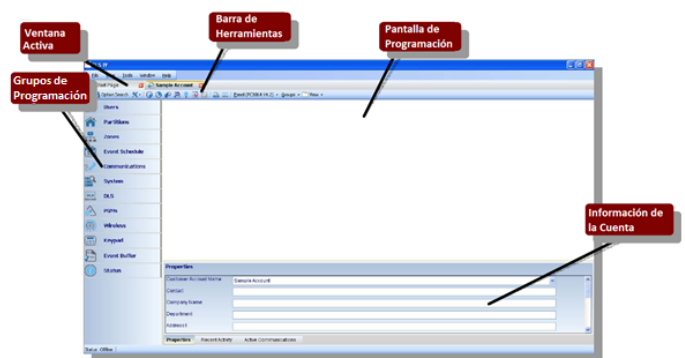


Figura 22: Pantalla de Programación del DLS IV

**IV-B2c. Enlace del PC1864 con el Ordenador:** Para realizar la descarga desde el PC se necesitó una conexión física a través del puerto RS232 del PC e iniciar el enlace desde el Panel de Alarmas. La conexión física del PC con el *PC1864* se la hizo con un cable llamado *PC-Link* que se lo puede adquirir

en el mercado o se lo puede fabricar uno mismo utilizando un terminal tipo DB9 Hembra y un terminal de 4 pines CONN y guiándose del diagrama de pines de conexión de la Figura 23.

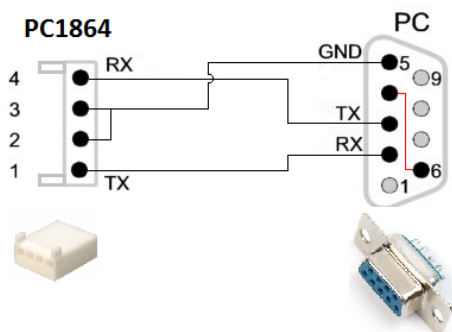


Figura 23: Diagrama de Pines de Conexión del PC al PC1864

#### IV-B3. Programación del GS3055-IGW:

**IV-B3a. Programación por Software:** El GS3055-IGW solo tiene el modo de programación por medio de un software suministrado por DSC, la configuración de sus parámetros es muy sencilla para este caso en particular puesto que se utilizará muy pocas funciones de las que tiene el comunicador GSM. La plataforma que se utilizará es la GS3055-IG Console, esta plataforma fue creada únicamente para la configuración de este tipo de dispositivos por lo que su manejo es muy sencillo al solo tener las funciones del comunicador GS3055-IGW y no de otros modelos. La descarga del software se la realiza desde la página web oficial de DSC, de igual forma que con el PC1864. La Sección de Opciones de Programación permite elegir los parámetros que se desean configurar en el comunicador GSM. La Pantalla de Programación (Figura 24) es donde se ingresaran los datos de programación dependiendo la opción que se elija en la Sección de Opciones de Programación.

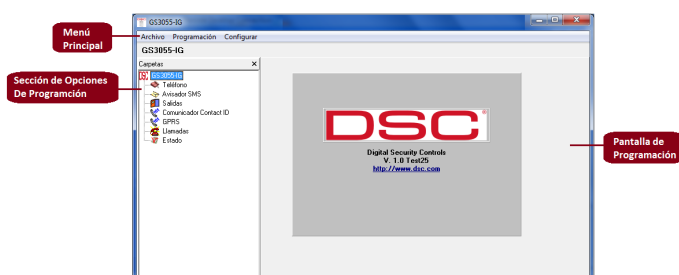


Figura 24: Ventana Principal del GS3055-IG Console

#### IV-B3b. Enlace del GS3055-IGW con el Ordenador:

La configuración del Comunicador GSM GS3055-IGW es mediante comunicación RS232. El cable que se utilizó es uno del tipo NULL-MODEM esto quiere decir que tiene 2 conectores DB9 Hembra en sus extremos, para fabricar el cable se puede guiar con la Figura 25 donde se especifica el diagrama de pines de conexión.

## V. CONCLUSIONES

- La utilización de un Panel de Incendios con tecnología de detección Analógica Direccional permitió que el

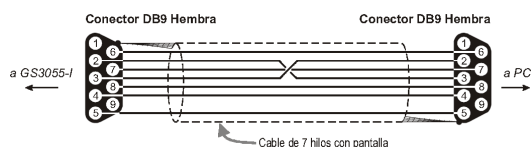


Figura 25: Diagrama de Pines de Conexión del PC al GS3055-IGW

sistema pueda reconocer la ubicación exacta del lugar donde se produce una alarma.

- La correcta aplicación de la norma NFPA 72 permitió realizar la mejor disposición de ubicación y el óptimo dimensionamiento de espacios de instalación de los distintos dispositivos iniciadores de incendio.
- Los equipos de la marca DSC se utilizan generalmente para brindar soluciones de seguridad de intrusión y hurto en casas y edificios, pero con el debido conocimiento técnico de las características de los equipos se logró adaptarlos para que cumplan con la tarea de alertar una alarma médica.
- El diseño e implementación de un Sistema Automático de Alarma de Código Azul y Alerta mediante el envío de mensajes SMS facilitó el trabajo del Equipo de Código Azul gracias a la portabilidad del sistema.

## REFERENCIAS

- GONZÁLEZ Gerardo, Sistemas de Detección de Incendios, Hochiki America Corporation, Argentina 2008.
- <http://revision.bligoo.com/content/view/293413/INCENDIOS-EN-HOSPITALES.html>, Incendios en Hospitales.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, Código de Nacional de Alarmas de Incendios, USA 2007.
- SILENT KNIGHT, IntelliKnight Model 5700 Addressable Fire Control Panel Installation and Operations Manual, Honeywell International Inc., Northford USA 2009.
- DSC, PC1616/PC1832/PC1864 Reference Manual, Digital Security Controls, Toronto Canada 2006.
- DSC, GSM3055-I Comunicador de Alarma GSM/GPRS Manual de Instalación, Digital Security Controls, Canada 2009.

**Suárez Tapia Mauricio** Nació en Quito, Ecuador el 01 de Febrero de 1986. Sus estudios primarios y secundarios los realizó en el Colegio "Academia Militar del Valle". Sus estudios superiores los realizó en la "Escuela Politécnica del Ejército" en la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control. Las áreas de interés son la Robótica, la Domótica y la Inteligente Artificial.

e-mail: mauricio.suarez.1986@gmail.com

Ing. Ayala Jaime Paúl

Nació en Quito en la actualidad es Profesor Tiempo Completo del Departamento de Eléctrica y Electrónica en la "Escuela Politécnica del Ejército". Sus estudios superiores los realizó en la "Escuela Politécnica del Ejército" en la carrera de Ingeniería Electrónica en Automatización y Control. Sus estudios de postgrado los realizó en la "Universidad Politécnica de Cataluña" en España obteniendo un título de Máster en Mecatrónica, en la "Escuela Politécnica del Ejército" obteniendo un título de Máster Internacional en Administración de Empresas y posteriormente un Diplomado Superior en Gestión de Proyectos, y en el "Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría" en Cuba donde en lo posterior se recibirá como Doctor en Ciencias en Automática y Controles. Las áreas de interés son Control avanzado, moderno en accionamientos estáticos de electrónica de potencia, Eficiencia Energética, Automatización industrial de producción, Seguridad Industrial.