

# Diseño de las Instalaciones Eléctricas, Seguridad, Cableado Estructurado en la obra para la extensión del Colegio Alemán Humboldt – Samborondón

María Josefina Orellana Páez <sup>(1)</sup> Dr. Douglas A. Plaza Guingla <sup>(2)</sup> \*  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación <sup>(1)</sup>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
mjop26@gmail.com <sup>(1)</sup> douplaza@fiee.espol.edu.ec <sup>(2)</sup>

## Resumen

*La finalidad de este proyecto profesional consiste en el análisis y revisión de los diseños de las instalaciones eléctricas, de seguridad y de cableado estructurado para la supervisión de su correcta instalación y funcionamiento, aplicando el uso de las normas establecidas como: NEC, NFPA, ANSI/EIA/TIA.*

*Los diseños eléctricos presentados y analizados corresponden a un aula modelo de primaria, en los cuales se efectuaron los cálculos de carga tanto para los circuitos de alumbrado como para los circuitos de tomacorrientes, determinando el correcto uso de las protecciones eléctricas.*

*Los diseños de seguridad presentados y analizados corresponden a las oficinas de la planta baja de administración, los cuales constan de sistemas de detección de incendio, notificación y alarma, compuestos por detectores de humo, sirenas y luces. El análisis determinó las cantidades utilizadas de estos equipos y las razones de su utilización dentro de la obra.*

**Palabras Claves:** *Instalaciones eléctricas, seguridad, cableado estructurado.*

## Abstract

*The goal of this professional project is to make the analysis and review of the electrical installations, security and network structured wiring design in order to provide the right supervision during the implementation and operation process, applying the regulations established for this purpose as: NEC, NFPA, and ANSI/EIA/TIA.*

*The electrical designs here presented and analyzed, are part of a sample elementary class room for which the load calculations were done not only for the light circuits but also for the ac outlets arrangement, also including the right electrical safety protections.*

*The security designs here presented and analyzed belong to the administrative offices located at the first floor level, which include fire detection, warning and alarm systems, integrated by smoke sensors, sirens and warning lights. The analysis done made possible to quantify the devices used in this system and also the reason of their selection.*

*The network structured wiring designs here presented and analyzed belong to the sample pre-elementary class room, design that was verified to afford with the installation criteria for horizontal and vertical wiring, also quantifying the network jacks and wireless points.*

**Keywords:** *Electrical installations, security, network structured wiring.*

## 1. Introducción

Se describen los mecanismos utilizados en la supervisión de los diseños de las instalaciones eléctricas, de seguridad y de cableado estructurado, para la obra de extensión del Colegio Alemán Humboldt – Samborondón, ubicada en el conjunto habitacional Ciudad Celeste, en el kilómetro 7.5 de la vía La Puntilla – La Aurora.

Se hacen las siguientes consideraciones: un aula modelo de la sección primaria (ubicado en el Edificio

E4) para el análisis de la supervisión de las instalaciones eléctricas, las oficinas de planta baja de la administración (ubicado en el Edificio E2) para el análisis de seguridad y un módulo del aula modelo de la sección preescolar (ubicado en el Edificio E3) para el análisis del cableado estructurado.

En el diseño de las instalaciones eléctricas, se analizan las consideraciones técnicas utilizadas para la continuidad del servicio de energía eléctrica,

reduciendo al mínimo los peligros de incendios y accidentes, a través del cálculo de la carga y tomando en cuenta el uso correcto de las protecciones eléctricas.

Se utiliza la aplicación de cálculo de la carga tanto en el circuito de alumbrado como en el circuito de tomacorriente, mostrando los equipos eléctricos utilizados con sus cargas además de los cálculos de la corriente utilizada y el uso los disyuntores apropiados.

Para el análisis de los diseños de seguridad, se tomará como materia de análisis la norma NFPA que establece la correcta instalación de los equipos detectores de incendio.

En el análisis del cableado estructurado se verifica el cumplimiento de las normas ANSI/EIA/TIA establecidas para el cableado horizontal, vertical y canalizaciones, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de voz y datos.

## 2. Metodología o Solución Tecnológica Implementada

Para el desarrollo de la metodología o solución tecnológica implementada, se ha considerado oportuno proceder a dividir este capítulo en tres subcapítulos de análisis, cada uno de los cuales abordan las consideraciones técnicas necesarias, en base a los requerimientos en materia de electricidad, seguridad y cableado estructurado en los diseños de ingeniería presentados al Colegio Alemán Humboldt para su extensión en Samborombón.

### 2.1. Análisis del diseño de la instalaciones eléctricas

#### 2.1.1. Cálculo de la carga y protecciones eléctricas.

Para el cálculo de la carga, se considera todos aquellos equipos eléctricos que al conectarse a la red originen consumo; para este efecto se considera los equipos que serán utilizados dentro del aula de primaria (edificio E4).

Se revisa los circuitos existentes en el aula, tales como: circuito de alumbrado, circuitos de tomacorrientes, verificando que la potencia que consume el aula sea la esperada y que las protecciones eléctricas sean las adecuadas.

Se tomó como referencia la norma NEC (Código eléctrico nacional), para realizar la supervisión.

**2.1.2. Aplicación del cálculo de la carga y protecciones eléctricas en el aula de primaria.** Se hará la supervisión del cálculo de la carga tomando en consideración lo siguiente:

- Luminarias.
- Circuitos de Tomacorriente.

El circuito de aire acondicionado, computadoras, impresoras y proyectores no se ha considerado para la supervisión del cálculo de la carga en el desarrollo de este resumen.

En base a los planos eléctricos de alumbrado y tomacorriente entregados por el contratista, se procede con la revisión de los circuitos eléctricos.

Inicialmente se plantean los equipos con sus respectivas potencias utilizados en cada aula de primaria (edificio E4). Tabla 1.

**Tabla 1.** Equipos con sus potencias

CANT.	EQUIPO	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
15	Lámpara fluorescente	84w	1260w
2	Computadoras	350w	700w
1	Impresora	150w	150w
1	Proyector	200w	200w
6	Tomacorriente (6xcircuito)	---	2000w

Se utilizó el mismo análisis en la supervisión de los diseños eléctricos para cubrir las diez aulas que tiene el edificio E4, este cálculo de cargas es necesario para dimensionar las protecciones en los disyuntores, tableros de distribución, y el transformador que va a alimentar este edificio.

Para efectos de cálculo de las luminarias dentro del aula modelo, se determina la existencia de cuatro circuitos de alumbrado, en los cuales cada dos circuitos tendrá la protección de un disyuntor.

Se realiza el cálculo correspondiente de un circuito, obteniendo como resultado que el mismo consume una corriente de 8 amperios; siguiendo las normas y utilizando los elementos que encontramos en el mercado, verificamos que el breaker (disyuntor) escogido es el de 20 amperios para proteger este circuito. [1] Tabla 2.

**Tabla 2.** Circuito de alumbrado

CANTIDAD	EQUIPO	POTENCIA
9	Luminaria dentro del aula	756w
1	Luminaria cubierta exterior	40w

Para el resto de los circuitos se procede a realizar el mismo procedimiento.

Para efectos de cálculo de los tomacorrientes dentro del aula modelo, se determina la existencia de tres circuitos de tomacorriente, para los cuales cada circuito tendrá la protección de un disyuntor.

Se realiza el cálculo correspondiente de un circuito obteniendo como resultado que el mismo consume una corriente de 20,83 amperios; siguiendo las normas NEC y utilizando los elementos que encontramos en el mercado, verificamos que el breaker (disyuntor)

escogido es el de 30 amperios para proteger este circuito.

Para el resto de los circuitos se procede a realizar el mismo procedimiento.

Una vez determinado los disyuntores a utilizarse, se procede a determinar las características del conductor eléctrico idoneo para los dos circuitos que se ha analizado.

Tomando como referencia a la tabla de conductores del NEC [1], podemos observar que:

- Para el circuito de alumbrado, el cable escogido es:  
2 # 12 AWG – THHN – 600V
- Para el circuito de tomacorriente, el cable escogido es:  
2 # 14 AWG – THHN – 600V

Se determina en la revisión, que las tuberías sugeridas que para estos circuitos son de PVC de ½”, cuando por la tubería pasan dos conductores y cuando se utilizan cuatro conductores se utiliza tubería de ¾”, basado según las normas NEC.

## 2.2. Análisis del diseño de seguridad

### 2.2.1. Descripción de los dispositivos de seguridad.

Para la supervisión del diseño de los sistemas de seguridad se ha dividido en dos grandes grupos: dispositivos detectores y de notificación.

Los dispositivos detectores constan de diferentes sensores que detectan las condiciones ambientales, tales como; detectores de humo, detectores de calor y detectores de movimiento.

Los dispositivos de notificación están conformados por sirenas y luces que dan a los usuarios una señal de alerta.

**2.2.2. Aplicación del sistema de seguridad en las oficinas de la planta baja de administración (edificio E2).** En la supervisión del diseño de seguridad se ha calculado un total de 19 detectores de humo, dos sirenas y una luz en las oficinas del área administrativa en la planta baja del edificio E2.

El área de la cocina de los diseños del edificio E2 en este proyecto profesional no se ha considerado el análisis del sistema de detección y notificación, debido a que no se implementará la cocina en la construcción.

De acuerdo a la norma NFPA 72 [2] se exige la necesidad de estos equipos para este tipo de construcción, la norma estipula que se requiere un sistema de alarma manual, conformada de pulsadores en todo el edificio.

Para la instalación de los sistemas de seguridad se debe considerar la adecuada programación, calibración y pruebas para la puesta en marcha del sistema.

## 2.3. Análisis del diseño del cableado estructurado.

**2.3.1. Normas internacionales del cableado estructurado.** El cableado estructurado está conformado por un conjunto amplio de componentes que deben ser instalados en base a diversas normas aprobadas internacionalmente, para lo cual cada una de las instalaciones realizadas se ajustan de acuerdo a la norma estándar ANSI/EIA/TIA-568 [3], la cual establece criterios técnicos y de rendimiento para los diferentes componentes y configuraciones del sistema.

De manera adicional, es de suma prioridad asegurar el espacio y las vías de acceso donde se instalan los equipos de comunicación, para lo cual se apega a la norma ANSI/EIA/TIA-569, que nos ofrece un estándar de especificaciones para los ductos, pasos y espacios necesarios para la instalación de los sistemas de telecomunicaciones.

**2.3.2. Descripción técnica del cableado estructurado.** Esta etapa está conformada por diversos elementos que permitirá la integración de los servicios de voz, datos y video, de los cuales se analiza el cableado horizontal, cableado de Backbone o vertical, cuarto de equipos y entrada de servicios, según la norma ANSI/EIA/TIA-568.

Cableado horizontal: El cableado horizontal se considera desde la salida del área de trabajo hasta el cuarto de equipos, donde se establecen normas para la distancia máxima de los cables, rendimiento de los componentes, tomas y conectores de telecomunicaciones.

Como medio de transmisión para el cableado horizontal, se considera para este proyecto cables de 4 pares tipo S/FTP categoría 6A, blindados con lámina de aluminio y red de alambre, los cuales son ideales para anular la interferencia externa que puedan ocasionar interrupciones en la transmisión de las señales a través de los cables. Figura 1.

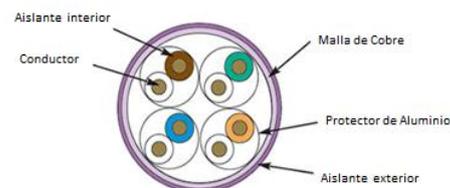


Figura 1. Cable tipo S/FTP categoría 6A

Para la instalación del cableado horizontal se reconoce como alcance máximo del mismo, una

distancia de 90 metros y prohibiendo en absoluto las derivaciones o empalmes que generen más de un punto de transición. Adicional a los 90 metros de cable horizontal se permite un total de 10 metros para el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Figura 2.

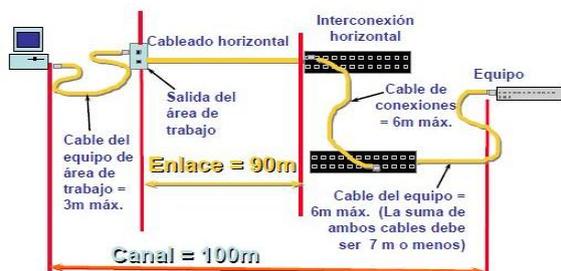


Figura 2. Instalación del cableado horizontal

Para el cableado de las instalaciones se puede hacer uso de dos tipos de normas: T568A (EIA/TIA-568A) o la T568B (EIA/TIA-568B), las cuales se diferencian por el orden de ubicación de los pares trenzados, si bien es cierto el uso de cualquiera de las normas es indiferente, pero para el proyecto se considera la norma T568B en el cableado directo.

Cableado backbone o vertical: El cableado de backbone o vertical proporciona la conexión entre los armarios de telecomunicaciones, lo cual incluye: conexión vertical entre pisos, cableado entre cuartos de equipos y cableado entre edificios.

En este proyecto para la conexión entre equipos se tomará en consideración la configuración cruzada de las normas T568A y T568B, sin embargo los equipos de red actuales poseen la tecnología MDI (Interfaz Dependiente del Medio) en sus puertos la cual permite la conexión entre equipos de red sin necesidad de utilizar cables cruzados.

Cuarto de equipos: De acuerdo a la norma el cuarto de telecomunicaciones debe ser utilizado para uso exclusivo de los sistemas asociados con el cableado estructurado y equipos de comunicación, de ninguna manera deberá ser compartido con las instalaciones eléctricas.

El tamaño mínimo que se recomienda para el cuarto de equipos es de 13.5 m<sup>2</sup>.

Producto de la supervisión del diseño, en los planos se observa que se utiliza el cuarto de telecomunicaciones como parte del cuarto eléctrico.

Entrada de servicios: Es importante establecer una correcta canalización de los medios de transmisión, de tal manera, que se asegure la interconexión entre los diferentes elementos que intervienen en la red de datos.

**2.3.3. Aplicación del cableado estructurado en el aula de preescolar.** Para la implementación en el Colegio Alemán Humboldt extensión en Samborondón, se ha calculado un total de 40 puntos

de red para el uso de personal administrativo y estudiantes, pero para este análisis se considera hacer referencia a la planta baja del edificio E3, en el cual se ha distribuido un total de 5 puntos de red, considerando dos puntos para el acceso inalámbrico.

Los puntos de acceso inalámbrico deben proveer una cobertura de conectividad permanente, por lo cual la ubicación y el radio de acción de los equipos de los puntos de acceso inalámbrico se ubican cada diez metros.

Los puntos de red inician desde el cuarto eléctrico hasta cada una de la tomas de red RJ45, empotradas a la pared, donde se ha estipulado un recorrido del alumbrado menor a los 100 m.

Como norma general después de la toma de red RJ45, se debe conectar el equipo a una distancia no mayor a los 3 metros, para lo cual se han asignado cables de red categoría 6A que cumplan con esta especificación.

### 3. Resultados

La implementación de los diseños eléctricos, de seguridad y cableado estructurado en la obra de la extensión del Colegio Alemán Humboldt en Samborondón fueron supervisados de acuerdo a los avances presentados, en un continuo seguimiento de los instaladores, maestros de obra y en conjunto con el fiscalizador de la obra, en visitas periódicas semanales, a fin de comprobar que los diseños, equipos y accesorios recomendados en el diseño sean los utilizados en la construcción.

En la supervisión del diseño de las instalaciones eléctricas, las primeras instalaciones correspondieron a ductos y construcción de cajas y canales subterráneos, comprobándose que fueron utilizados las tuberías de PVC en las medidas de 1/2" y 3/4", correspondiendo a lo estipulado en planos, La siguiente supervisión fue realizada durante la instalación de los cables y sus pasantes, comprobándose que fueron utilizados los cables de los circuitos de alumbrado y tomacorriente correspondiendo a lo estipulado en los planos y posteriormente se comprobó que la instalación de los disyuntores recomendados en el diseño fueron los utilizados en la construcción.

En la supervisión del diseño de seguridad, se comprobó la instalación de las tuberías de PVC en la medida 3/4", correspondiendo a lo estipulado en planos. Además en esta supervisión se constató que se mantuvieron los espacios para la instalación posterior de los equipos, tales como: detectores de humo, sirena y luces.

En la supervisión del diseño del cableado estructurado, comprobó que se respetaran las normas

de cableado horizontal y vertical, asegurando la disposición de espacios según la norma la ubicación de los mismos, haciendo posible la supervisión mencionada. En esta supervisión en conjunto con la fiscalización se encontró que la disposición del cuarto de equipo estaba ubicada en el cuarto eléctrico, inclumpliendo con la norma, razón por la cual se tomó la decisión de separar el cuarto de telecomunicaciones del cuarto eléctrico, con la construcción de una pared intermedia, generando un espacio independiente y con las dimensiones estipulada de acuerdo a la norma.

#### **4. Conclusiones**

Para efectos de este proyecto profesional, la supervisión de los diseños de las instalaciones eléctricas, fue posible replicarlo para los demás espacios de la obra, basado en las consideraciones del aula modelo. De acuerdo a los cálculos realizados y comparados con el diseño entregado por el contratista, podemos determinar que si se cumplen con las necesidades de seguridad y capacidad de uso de los equipos eléctricos a utilizarse.

En la supervisión de los diseños de los sistemas de seguridad en la prevención de incendio se detectó la utilización innecesaria en los sensores de detección de humo, ya que según la norma NFPA, en los

ANSIA/EIA/TIA-568. A esta fecha no están instalados los equipos, pero se conoce con precisión edificios de oficina no se requiere sistemas de detección de humo pero si como requisito la instalación de un sistema de notificación manual, como un pulsador que se encuentre visible en el lugar. Por tratarse de áreas de índole educativa, la utilización de los detectores de humo obedece a una decisión administrativa de la institución.

En la supervisión de los diseños del cableado estructurado se llegó a la conclusión que el cuarto de telecomunicaciones debe poseer un espacio independiente del cuarto eléctrico, para efectos de evitar interferencia en las señales y adicionalmente contemplar la posibilidad de un posible crecimiento de los elementos de red.

#### **5. Referencias**

- [1] NEC, National Electrical Code, 2011.
- [2] Moncada, Aplicación de las Normas NFPA <http://www.rnds.com.ar>, fecha de consulta enero 2015.
- [3] ANSI/EIA/TIA, American National Standards Institute/Electronic Industries Association/Telecommunications Industry, 2010.