

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL G.A.D.
MUNICIPAL DE TULCÁN”

AUTOR: DENNIS ALEXANDER REINA LÓPEZ

DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ

IBARRA – ECUADOR

2016

Diseño del Sistema de Cableado Estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán

Dennis Alexander Reina L.
dennis.reina.l@gmail.com

Resumen— Este proyecto es un diseño cableado estructurado que tiene su aplicación en la red de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán. Para el desarrollo de esta tesis se han revisado las normas internacionales descritas por la unión de organizaciones de telecomunicaciones ANSI/EIA/TIA¹ para normar el manejo de equipos de red, y la forma de distribución de datos dentro de la infraestructura de un edificio.

Se contempla en este proyecto, la disposición de los puestos de trabajo, el espacio disponible para cuarto de equipos y de telecomunicaciones, el crecimiento de usuarios futuros, y el estado de la red actual, lo que permitirá establecer parámetros sobre los cuales se deben ir aplicando los criterios de distribución de datos.

También se realizará la simulación de un backbone² de fibra óptica, para comparar los resultados con el rendimiento de backbone basado en cobre, es decir aquellos que se realizan con cables UTP, y se revisará que medio de transmisión permite mayores prestaciones.

Se muestra también un estudio de factibilidad técnica y económica basada en cotizaciones de mano de obra y materiales útiles para el desarrollo de la nueva red, todo esto previniendo un crecimiento en el número de usuarios de red.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de cableado estructurado corresponden a el medio físico sobre el cual se transmite información sea esta información voz, datos, video, señales de seguridad o control. El cableado estructurado depende del entorno en el cuál la red de datos tiene lugar, no solo corresponde a los cables, sino también a los equipos de interconexión, ductería, tipos de conector, métodos de administración de cables, equipos organizadores, etc.

Un sistema de cableado estructurado es recomendable pues utiliza medios de transmisión guiados que son más confiables que su contraparte inalámbrica, además es de suma importancia la creación de diseños de redes con cableado estructurado

dentro de construcciones de nuevos edificios debido a la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad actual.

Es necesario, en edificios comerciales diseñar una red de datos que permita tener un cableado estructurado que cumpla con estándares y normas internacionales que permitan así obtener mejoras en el rendimiento de la red, mayores prestaciones y por ende mayor satisfacción en usuarios finales, que son en este caso quienes usan la red de datos, además de un sistema topológico que garantice la operatividad, funcionalidad y disponibilidad de la red.

II. ORGANISMOS REGULADORES

NORMATIVA AMERICANA

IBM fue la primera empresa en crear un sistema de cableado estructurado para redes locales denominado ICS o (Sistema de Cableado IBM) siglas traducidas al español, esto se logró en el año 1984. Sin embargo no se tuvo una norma general para la concepción de este sistema, no podía usarse como referencia a todas las redes LAN en desarrollo. Ya para el año de 1991, se conformó la unión de tres industrias de comunicaciones, el Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI), la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA), quienes deseaban estandarizar a los sistemas de cableado estructurado en una primera norma que se publicaría en este mismo año denominada ANSI/EIA/TIA 568 con descripción de cableado general, información de instalación, rendimiento y temas concernientes a sistemas de telecomunicaciones y electrónicos, tales como tipos de conectores a utilizarse, arquitecturas de red utilizables y métodos de verificación de cableado estructurado.

A través de los años los estándares publicados por ANSI/TIA/EIA se actualizan, mejoran o adaptan a las necesidades de las redes actuales, permitiendo robustez y eficiencia en redes convergentes de nueva generación, las normas bajo estándar americano se encuentran alojadas en el sitio web de la organización internacional TIA, a continuación se mencionan las más utilizadas y

¹ **ANSI/EIA/TIA.**- Unión de organizaciones de telecomunicaciones y electrónica para estandarización de Sistemas de cableado estructurado.

² **Backbone.**- Medio de transmisión central, soporta gran parte del tráfico de la red.

en aquellas que se basan en las actualizaciones o nuevos estándares:

- ANSI/TIA/EIA-568: estándar de cableado para edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-569: estándar para espacios y canalizaciones de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-570: define la infraestructura de los sistemas de telecomunicaciones en los edificios residenciales.
- ANSI/TIA/EIA-606 estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-607: requerimientos de puesta a tierra en los sistemas de telecomunicaciones.
- ANSI/TIA/EIA-598: Define los códigos de colores para fibra óptica.
- ANSI/TIA/EIA-758: Usado en cableado estructurado para exteriores

NORMATIVA EUROPEA

En Europa el organismo regulador de cableado estructurado es el CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) quien es responsable de la estandarización en el ámbito eléctrico. Los estándares propuestos y publicados por CENELEC son equivalentes a los publicados por los de ANSI/EIA/TIA aunque tienen su base en la norma ISO/IEC 11801. CEN/CENELEC hizo también su primera publicación para cableado de telecomunicaciones en edificios en la norma EN 50173 (Performance requirements of generic cabling schemes). Este ente regulador hace posible la homogeneidad de sistemas de cableado estructurado en Europa de tal forma que no existan inconsistencias en la estructura física de las construcciones comerciales.

El estándar EN 50173 se divide en cinco partes:

- EN 50173-1: requisitos generales de las instalaciones de redes locales.
- EN 50173-2: requisitos generales de las instalaciones en oficinas.
- EN 50173-3: requisitos generales de las instalaciones industriales.
- EN 50173-4: requisitos generales de las instalaciones de las viviendas
- EN 50173-5: requisitos generales de las instalaciones de los centros de datos.
- EN 50174: conjunto de estándares sobre edificios.
- EN 50346: para la prueba del cableado instalado.

- EN 50310: para la aplicación de la unión equipotencial y de la puesta a tierra.

NORMATIVA INTERNACIONAL

El principal organismo regulador de estándares a nivel internacional es la ISO (Organización Internacional de Estandarización), quien junto a la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), por sus siglas en inglés norman en el ámbito eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas a las comunicaciones en general. Generan estándares conocidos como normas ISO/IEC.

La ISO/IEC, se basó en la norma 568 de ANSI/EIA/TIA para publicar en el año de 1994 su estándar ISO/IEC 11801 este es una normativa de cableado estructurado que referencia nomenclatura de cables, clasificación, definición de los tipos de cables elementos funcionales de los SCE así como elementos mecánicos y eléctricos.

El estándar ISO/IEC 11801 se actualiza continuamente y se ajusta a las redes de datos modernas, este estándar internacional aun siendo el más importante relacionado a los SCE, no es el único. Entre los diferentes estándares publicados por ISO/IEC se tiene el 14763 que se divide en tres partes:

- ISO/IEC 14763-1: utilizado en administración de redes locales.
- ISO/IEC 14763-2: planificación e instalación de redes locales.
- ISO/IEC 14763-3: Test o pruebas a realizables para comprobación de cableado de fibra óptica

NORMATIVA IEEE

IEEE es la asociación de profesionales dedicada a promover la innovación y la excelencia tecnológica en beneficio de la humanidad. Está diseñado para ingenieros en áreas de electricidad, electrónica, computación y áreas afines de la ciencia y la tecnología que se basa en la civilización moderna.

La IEEE ha sido el ente fundamental para estandarización de elementos de electrónica y redes de comunicación e información, las normas que ahora son de interés para el desarrollo de este trabajo son las que se utilizan en medios de transmisión de datos basados en cables de cobre y cables de fibra óptica.

Los estándares IEEE 802.x hacen mención a los medios de transmisión en general, además de topologías físicas y eléctricas utilizados generalmente en redes de área local o redes LAN, estos estándares son reconocidos también por las normas ISO 8802.x

La tecnología Ethernet es decir tecnología que utiliza guía de onda cableada utiliza el estándar IEEE 802.3 con las distintas nomenclaturas utilizadas para definir cada medio de transmisión de acuerdo a algunas de sus características.

III. ANÁLISIS DE RED ACTUAL DEL G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN

DISTRIBUCIÓN ACTUAL

Desde el ISP (CNT), el servicio llega a un Router principal a través de un enlace de fibra óptica OM4 Multimodo, en el rack principal se encuentra dicho router de marca CISCO y un switch principal del cual se desprenden todos los enlaces secundarios. Los enlaces de backbone son de cable UTP categoría 5E.

Debido a la falta de estudio en el diseño de la red o en el crecimiento de la misma se ha incurrido en el uso de Switch no administrables, esto ha producido una mala distribución de cableado y un mal etiquetamiento de los dispositivos de conexión e interconexión.

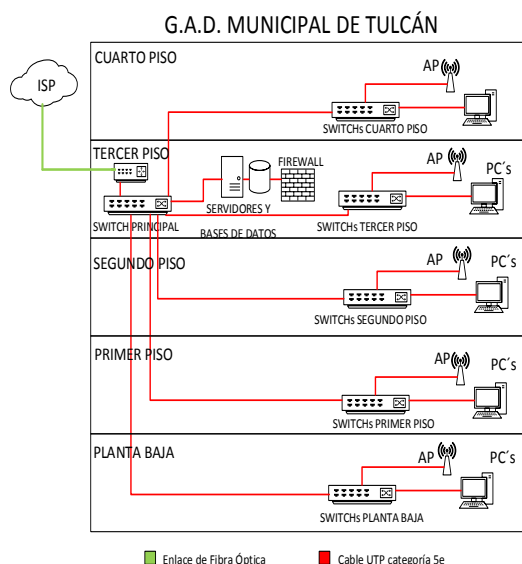


Figura 1: Topología de Red del G.A.D. Municipal de Tulcán

Fuente: Diseño realizado en Microsoft visio

NÚMERO DE USUARIOS ACTUAL

Tabla 1: Usuarios de la red por dependencia

Piso	Dependencia	Número de Host o Puntos de Red
Planta Baja	Comisaría	5
	Control de Bienes y Activos	3
	Farmacia	2
	Ventanilla Única	2
	Rentas	7
	Recaudación	11

³ **Fluke DTX 1800:** Analizador de medios de transmisión, con medidor digital, analiza todo tipo de parámetros de efectos electromagnéticos en cables UTP

Primer Piso	Medio Ambiente y Riesgos	10
	Comisaría de Construcciones	3
	Dirección de Gestión y Planificación	2
	Planificación	9
	Proyectos	8
	Auditoría	2
	Calidad Ambiental	4
	Residuos Sólidos	
	Avalúos y Catastros	9
	Total	59
Segundo Piso	Dirección Financiera	12
	Contabilidad	5
	Archivo	1
	Planeación	14
	Estratégica	
	Comunicación y Protocolo	8
	Alcaldía	5
Tercer Piso	Dirección Administrativa	12
	Jefatura de Sistemas	7
	Fiscalización	11
	Sindicatura	4
	Obras Públicas	13
	Compras Públicas	4
	Administración de Contratos	4
	Dirección de desarrollo sostenible	12
	Biblioteca	5
	Proyecto Binacional	3
Cuarto Piso	Salón Máximo	1
Total		198

VERIFICACIÓN DE ENLACES DE LA RED

Todos los medios de transmisión de la red del G.A.D. Municipal de Tulcán son de categoría 5 y 5e, el estado de los medios de transmisión se verificó con el analizador Fluke DTX-1800³, existen varios tipos de analizadores pero se ha escogido este ya que es el que se tiene en existencia en la Universidad Técnica del Norte para hacer pruebas y está a disposición de quienes realizan proyectos o trabajos de grado con requisitos de análisis de medios de transmisión basados en cobre.

En el G.A.D Municipal de Tulcán no se tuvo acceso a mediciones de todos los cables de red debido a la falta de organización y administración de los mismos, pero si se pudo medir gran cantidad de medios de transmisión, lo cual nos permite conocer el estado general de la red en base a estadísticas de los cables analizados.

Cada medición fue realizada con Fluke DTX-1800 en las instalaciones del G.A.D Municipal de Tulcán midiendo los enlaces permanentes, en general existieron gran cantidad de cables conectados en forma directa desde un switch hasta el usuario final, casi el 50% de la red está conectado mediante patch panels⁴

⁴ **Patch Panel:** Organizador de conexiones, ayuda a interconectar la red desde el switch hasta el equipo terminal.

hacia face plate, lo que llevo a determinar que se midan los enlaces permanentes directamente desde el cable conectado al switch o desde el patch panel hacia el patch cord de equipo terminal, para manejar eficientemente las mediciones con respecto al tiempo que se utilizaría para medir los enlaces.

Tabla 2: Tabulación de estado de los enlaces

PASA LA CERTIFICACIÓN	NÚMERO DE ENLACES
NO	135
SI	94
Total general	229

Nota: Los datos muestran el número total de enlaces medidos y el número de enlaces que pasan y los que no han sido aprobados de acuerdo a las mediciones con el analizador de cables, en su mayoría los cables no pasan la certificación.

Fuente: Datos obtenidos en Fluke DTX-1800

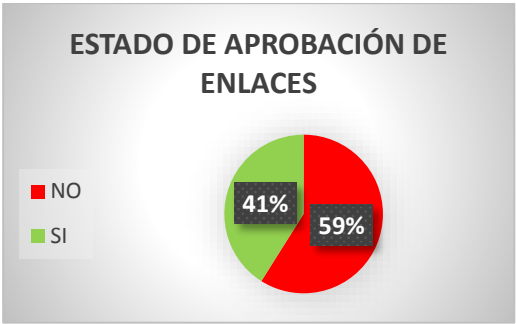


Figura 2: Representación de estado de enlaces

IV. DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

ESTUDIO DE ESPACIO DISPONIBLE

El G.A.D. Municipal de Tulcán consta de cinco plantas incluyendo la planta baja.

La distribución de los equipos terminales en cada piso es fija pero se debe considerar el crecimiento de usuarios de la red.

CUARTO DE EQUIPOS

En la tercera planta se ubica el departamento de sistemas y dentro de este se encuentra el cuarto de equipos.

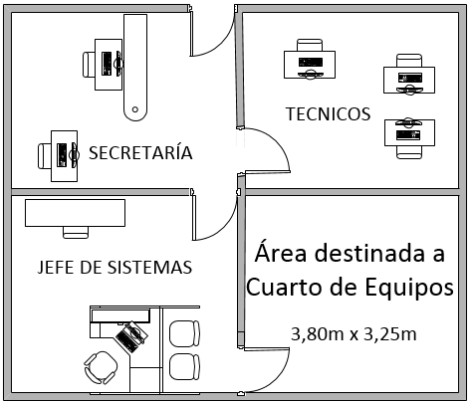


Figura 3: Área destinada a el cuarto de equipos. JEFATURA DE SISTEMAS (Tercera Planta)

En base a la norma ANSI EIA TIA 569 C y con referencia a la ASHRAE existen cuatro niveles de usuarios definidos en clase A, B, C y D; la red del G.A.D. Municipal de Tulcán posee menos de 200 usuarios finales, por lo cual se la ubica en la clase A, y aun cuando en un futuro se tiene previsto sobrepasar este número de usuarios, se puede utilizar la misma área que ha venido funcionando como cuarto de equipos, debido a que el área utilizable es de 3,80m x 3,25m, lo que da un total de 12,25 m² y la norma permite un tamaño mínimo de cuarto de equipos de dimensión de 3 m o 10ft de largo por 3m o 10 ft de ancho, o un área mínima de 10 m² o 100 ft² o hasta un mínimo de 12 m² o 120 ft² para los edificios con una superficie bruta de hasta 50.000 m² 500.000 ft².

CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES

Los cuartos de telecomunicaciones o armarios de comunicaciones se ubicarán en cada piso de acuerdo a la altura de la distribución de la tercera planta. Se ubicarán en la parte superior e inferior al cuarto de telecomunicaciones pero a la misma distancia para despliegue de backbone vertical y correcta distribución del cableado horizontal, exceptuando la cuarta planta debido a que en la parte superior se encuentra la sala de usos múltiples, por lo cual el armario o rack se ubicará en la biblioteca.

Es recomendable en todos los casos el uso de gabinetes para mayor seguridad ya que estos se encuentran ubicados en lugares por donde hay circulación de personas o funcionarios del municipio.



Figura 4: Disposición De Cuartos De Telecomunicaciones

DIMENSIONAMIENTO DE USUARIOS FUTUROS

En el G.A.D. Municipal de Tulcán en base al crecimiento en los cuatro últimos años de acuerdo a informes del departamento de Talento Humano, se ha determinado que en la planta baja ha habido un incremento de 3 puestos de trabajo, especialmente en el área de recaudación, en la primera planta se han incrementado 5 puestos de trabajo, en la segunda planta se han incrementado 5 puestos de trabajo, en la tercera planta se han aumentado 7 puestos de trabajo, en donde se incluye la creación de dos nuevas oficinas, en la cuarta planta se ha previsto que se crearán oficinas en parte de lo que hoy es la biblioteca (actualmente es solo una propuesta de proyecto de crecimiento), lo cual significa que se incrementarán puestos de trabajo para un máximo de 12 personas.

La siguiente tabla muestra el crecimiento en los últimos años.

Tabla 3: Porcentaje de crecimiento

	Número de Usuarios hace cuatro años	Número de usuarios Actuales	Porcentaje de crecimiento en los cuatro últimos años
PLANTA BAJA	27	30	11,11%
PRIMERA PLANTA	42	47	11,90%
SEGUNDA PLANTA	40	45	12,5%

TERCERA PLANTA	60	67	11,66%
CUARTA PLANTA	9	9	0%
TOTAL	174	198	14%

Nota: En la tabla se muestra el porcentaje de crecimiento en los últimos cuatro años de acuerdo a la distribución de pisos.

CALCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

En base a los datos de porcentaje de crecimiento se hará el estudio de crecimiento futuro en base a ecuaciones diferenciales para cálculo del crecimiento poblacional.

Ecuación 1: Ecuación general de crecimiento poblacional

$$\frac{\delta p}{\delta t} = k \cdot P \quad \text{de donde } p(t) = P_0 \cdot e^{kt}$$

Nota: P_0 es la población inicial, k es la constante de crecimiento, t es el tiempo expresado en años. Fuente: Zill, D. G. (2009). Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. Mexico D.F.: Cengage Learning.

En base a estos resultados obtenidos se tiene datos de la población actual de usuarios de la red y la población futura de los siguientes 10 años, es decir que se puede conocer cuánto crecerá la red de datos mediante el uso de las ecuaciones diferenciales y por lo tanto conoceremos el porcentaje de crecimiento de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4: Cálculo de crecimiento poblacional

	Número de usuarios actuales de la red	Número de usuarios futuros 10 (años)	Porcentaje de crecimiento poblacional
PLANTA BAJA	30	35	16,67%
PRIMERA PLANTA	47	56	19,14%
SEGUNDA PLANTA	45	54	20%
TERCERA PLANTA	67	79	17,9%
CUARTA PLANTA	9	21	
Total		245	

Nota: En esta tabla se muestra el crecimiento de usuarios para los siguientes 10 años de vida de la red de datos

SIMULACIÓN DE BACKBON DE FIBRA ÓPTICA

Los valores de transmisión se colocan en el Generador de Bits, en donde se describe la capacidad de los datos suministrados por el proveedor, en el caso del G.A.D. Municipal de Tulcán, tiene un uso de servicio promedio de 30 Mbps de los 42 Mbps proporcionados por el ISP CNT.

En el modulador se pone el valor de radio de extinción lo que en los equipos cisco es de 10 dB, En la fibra óptica se pone la medida de la onda que en el caso de la fibra óptica OM4 es de 1300nm, y la atenuación de este tipo de fibras es de 0,2 dB/Km, se configura también la distancia del enlace, que en el caso del G.A.D. Municipal de Tulcán no sobrepasa los 100m.

En el atenuador se configura la atenuación en el receptor, es decir que si se trata de un equipo cisco con receptores ópticos esta atenuación depende del tipo de receptor óptico del equipo, pero esta atenuación va desde los 4 dB a los 20 dB.

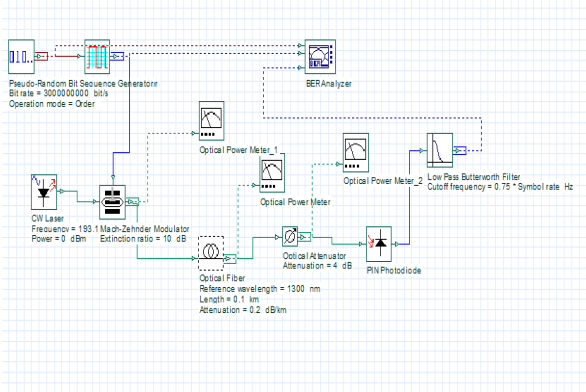


Figura 5: Área de trabajo y componentes de un sistema óptico

Fuente: Software Optisystem

Una vez configurados todos los valores vamos a la pestaña File en la parte superior izquierda de nuestro software y damos click en calculate, lo que hace que la simulación se ponga en marcha.

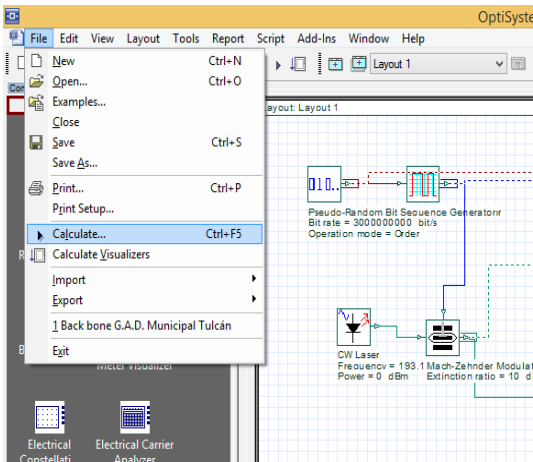


Figura 6: Elección de cálculo en optisystem

Fuente: Software Optisystem

Posteriormente aparecerá una pantalla en donde debemos dar Play, hasta cuando todos los cálculos se hayan completado y posteriormente damos click sobre la X.

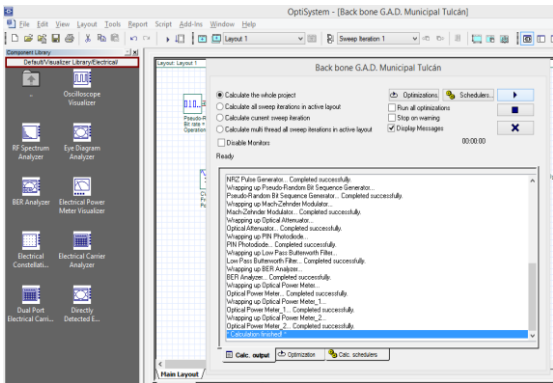


Figura 7: Realización del cálculo en optisystem

Fuente: Software Optisystem

En cada uno de los medidores podemos ver el poder de la señal especialmente expresado en dBm, esta medida debe ser menor a cero pero entre más negativa

sea quiere decir que mayor pérdida hay en la señal. Entre los valores de 0 a -40 son valores idóneos o ideales, mientras que los valores entre -40 y -60 son valores estables y aceptables, con valores de -70 los enlaces pueden sufrir problemas de transmisión por factores externos, -80 es la señal mínima aceptable para establecer la conexión aunque los datos recibidos son ilegibles, corruptos o no pueden ser interpretados.

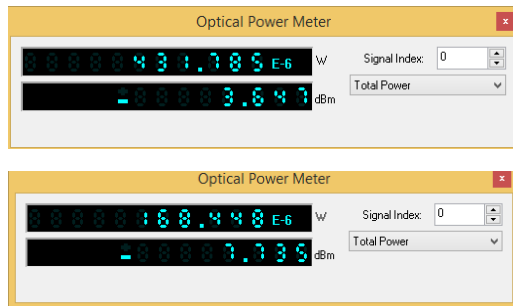


Figura 8: Resultado de medición de la potencia de señal
Fuente: Software Optisystem

Para ver el diagrama del ojo damos click en el analizador BER en donde se puede apreciar una señal clara, nítida, idónea puesto que no hay pérdida de bits y la calidad de la señal es muy buena.

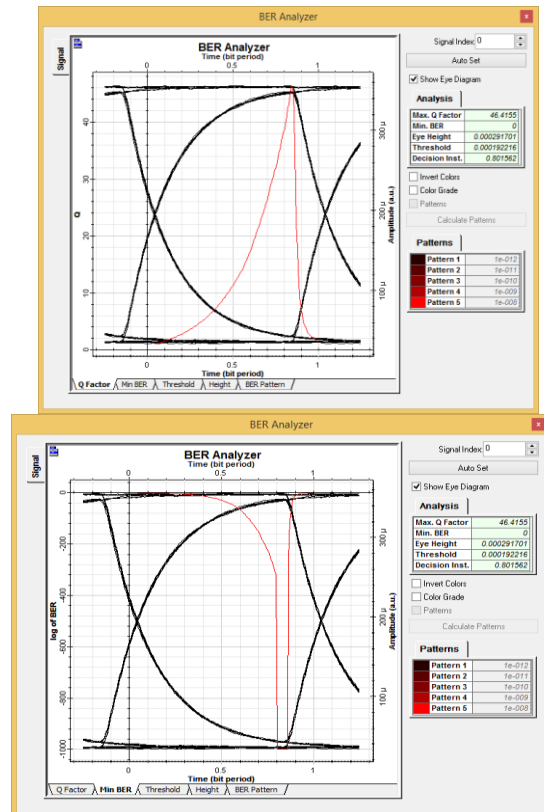


Figura 9: Análisis mediante el uso del diagrama del ojo
Fuente: Software Optisystem

Este es el análisis de la fibra óptica OM4 con el mejor de los casos utilizando una atenuación en recepción de 4 dB.

ESTRUCTURA DE RACK

En base a las normas DIN 41494 y NORMA ANSI SIC se establece el uso de gabinetes o armarios con Racks⁵ de 42 y 24 unidades por 19" de ancho en donde se encontrarán los equipos de red, y el cableado necesario para la distribución de los servicios.

En cada piso de pondrán los racks de acuerdo al número de Switchs requeridos y la forma en que se distribuirán será la siguiente:

Rack De Planta Baja.- Este rack posee un switch de acceso y un switch de respaldo tal y como recomienda cisco para casos de crecimiento de usuarios futuros, posee un organizador de F.O., dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.

⁵ **RACK:** Gabinete metálico en el cual se disponen equipos de redes de datos como switch, routers y todo tipo de organizadores de cableado estructurado.

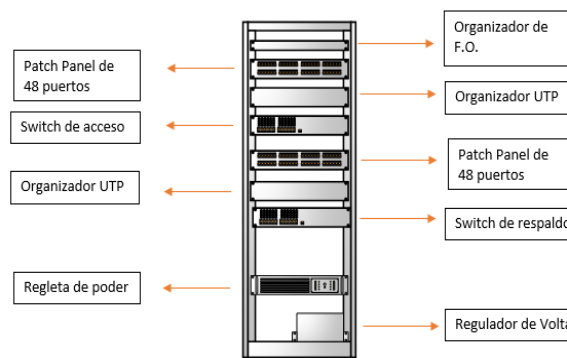


Figura 10: Distribución de equipos en Rack de Planta Baja
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

Rack De Primera Planta.- Debido a su número de usuarios este rack posee dos switch de acceso, un organizador de F.O., dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.

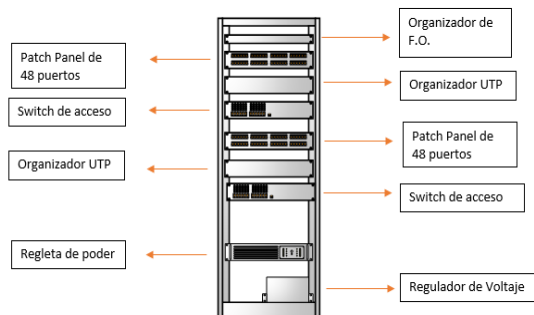


Figura 11: Distribución de equipos en Rack de Primera Planta
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

Rack De Segunda Planta.- Al igual que el rack de primera planta este rack posee dos switch de acceso, un organizador de F.O., dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.

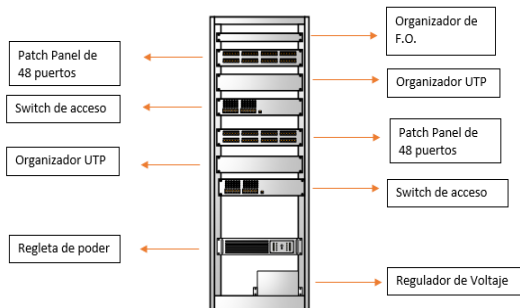


Figura 12: Distribución de equipos en Rack de Segunda Planta
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

Rack De Tercera Planta.- En este Rack se encontrará el Switch de Núcleo, además se encuentra el Router del proveedor de servicios. Desde el proveedor llega el servicio a través de F.O. Multimodo, por tal razón se tiene un organizador de F.O., también se tiene un switch de respaldo en caso de crecimiento Futuro o en caso de crecimiento de servidores o la necesidad de aumentar capacidad o para aplicaciones de servicios requeridos, además de esto se tendrá a disposición tres Patch Panels, tres organizadores UTP, una regleta de poder de montaje en Rack y un regulador de voltaje.

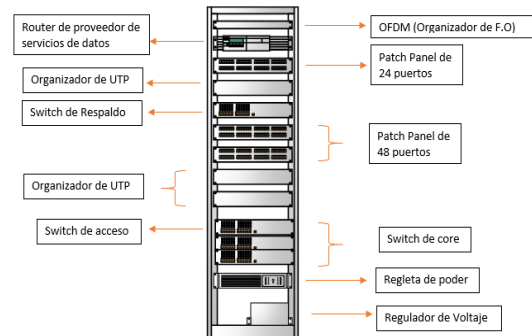


Figura 13: Distribución de equipos en Rack de Tercera Planta
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

Rack De Cuarta Planta.- Debido a la poca cantidad de usuarios que se localizan en esta planta el Rack contiene un solo Switch de acceso, un Patch Panel, un distribuidor de F.O. y uno de cable UTP.

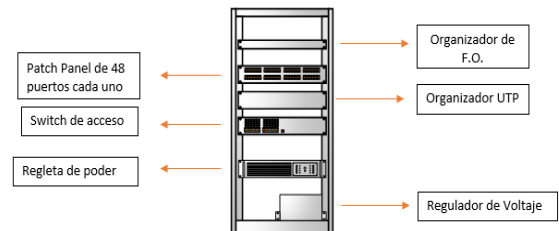


Figura 14: Distribución de equipos en Rack de Cuarta Planta
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

ETIQUETAMIENTO DE RACKS PUERTOS Y CABLES

De acuerdo a la norma ANSI EIA TIA 606 B se recomienda en entornos empresariales o institucionales etiquetar el cableado de acuerdo a la estructura de rack, siguiendo la base de esta norma se puede etiquetar el cableado estructurado horizontal mediante código alfanumérico de dos o hasta tres dígitos por equipo, pero se indicará que es un puerto cuando el símbolo que antecede al último código es “.” (dos puntos), por ejemplo si el punto de red pertenece al rack de la primera planta y el nombre recomendado es rack 1A, y se hace referencia al puerto 6 del Patch Panel

nombrado A, se debe etiquetar los cables de la siguiente manera:

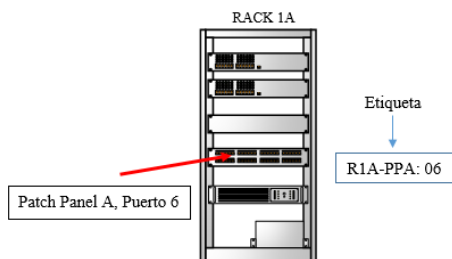
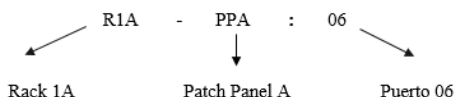


Figura 15: Etiquetamiento en Rack
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

El etiquetamiento en los dos extremos será el siguiente R1A-PPA:06 de donde:



El primer conjunto alfanumérico representa la ubicación del Rack y el nombre otorgado a éste, por ejemplo el rack de primer piso es llamado A, por lo cual se lo denomina R1A. El guion “-”, indica que se tiene un equipo asociado al rack, en este caso ese equipo es un Patch Panel el cual ha sido nombrado A por esta razón el código del Patch Panel será PPA. Los dos puntos “:” indican que el código que lo precede es un puerto y este es el número mismo del puerto en este caso el sexto puerto por lo cual se lo codifica con el número 06.

En el caso de tener dos Racks interconectados o conexiones de distintos dispositivos de conexión en un mismo Rack se realiza el mismo modelo de etiquetamiento anterior pero se utiliza un (/) slash, que indica que son dos porciones de dispositivos de conexión unidos por cableado común. El siguiente es el ejemplo de la conexión de dos Racks de pisos distintos conectados

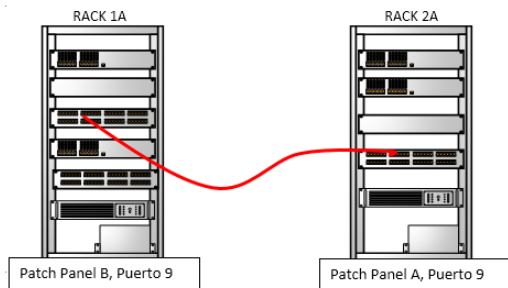


Figura 16: Etiquetamiento en la interconexión de dispositivos.
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

En estos Racks se muestra un cable en el rack 1A conectado en el puerto 09 de su Patch Panel B, y a su

extremo se une el cable al rack 2A en el puerto 09 de su Patch Panel A. Para cada cable en su rack respectivo el etiquetamiento es el siguiente:

Rack 1 → R1A-PPB:09 Rack 2 → R2A-PPA:09

Pero en el caso de interconexión, la nomenclatura es: R1A-PPB:09 / R2A-PPA:09 y podemos determinar la ubicación y el dispositivo en el que se encuentra el cable. Esta misma nomenclatura se puede utilizar en cables conectados entre dos dispositivos del mismo Rack o se puede utilizar la forma resumida como se muestra en el siguiente ejemplo:

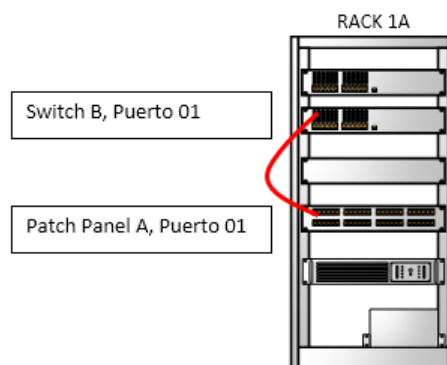


Figura 17: Etiquetamiento de Interconexión de dos dispositivos en un mismo Rack
Fuente: Diseño realizado en Microsoft Visio

En este ejemplo se puede observar un Switch llamado SWB y el Patch Panel A conectados por un cable, en este caso se puede utilizar la forma completa de etiquetado R1A-SWB:01/R1A-PPB:01 o se puede usar la forma resumida SWB:01/PPB:01, esto indica que el puerto 01 del Switch SWB se conecta con el puerto 01 del Patch Panel 01.

Los Face Plate y los cables de usuario final se pueden etiquetar con forma resumida puesto que los face plate se conectan directamente al puerto de un dispositivo encargado de dar servicios de cableado horizontal en un mismo piso, un ejemplo de esto es un face plate o un cable conectado al puerto 5 de un Patch Panel llamado A dentro del Rack de un piso. La forma de etiquetado será la siguiente:



Figura 18: Etiquetado de Faceplate

Fuente: <http://www.cableorganizer.com/panduit/netkey-flush-mount-communication-faceplates.html>

CALCULO DE ROLLOS DE CABLE CATEGORIA 6A

Este cálculo se hace en base a la distancia promedio de la ubicación de los enlaces hacia el cuarto de telecomunicaciones y el número de usuarios por piso.

Se debe utilizar la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Cálculo de número de rollos de cable UTP a utilizar.

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

Aproximar por debajo

$$\text{Número Rollos} = \text{Número de salidas} / D$$

Tabla 5: Cálculo de número de rollos

Planta	Número de Rollos
Planta baja	3
Primera planta	5
Segunda Planta	6
Tercera Planta	9
Cuarta Planta	1
Total	24

V. ANÁLISIS ECONÓMICO

Este análisis se realiza considerando los factores de costos operativos, de inversión y de ahorro en el transcurso de vida útil del sistema de cableado estructurado, en este caso proyectado por los siguientes 10 años, aunque este período de duración puede ser mayor al previsto.

AHORRO OPERATIVO

En base a datos proporcionados por la jefatura de sistemas el tiempo óptimo de utilización de la red en ocupación de tareas en beneficio de la institución es de dos horas, es decir que sin contar las horas ociosas

(horas en que se utiliza internet en beneficio personal y no de la empresa), y las horas en que los funcionarios no utilizan acceso a internet, el tiempo de uso óptimo para tareas municipales es de 2 horas diarias. Por lo tanto en este diseño se contempla el ahorro al aumentar la confiabilidad de la red.

Este diseño de la red de datos de cableado estructurado propone un aprovechamiento y disponibilidad del 99% de ahorro de tiempo en base a la remuneración mensual de cada usuario de red de acuerdo al cargo que desempeña.

El ahorro operativo se calcula en base al tiempo que está operativa la red en forma eficiente multiplicada por el número de horas que trabaja cada funcionario y el pago mensual que recibe por su tiempo de trabajo.

En base al reporte del proveedor de servicios la red del G.A.D. Municipal de Tulcán es de 42 M con una disponibilidad del 99,9% pero en base al análisis realizado no se ocupa la totalidad de la capacidad por lo que en este proyecto de trabajo de grado se propone una utilización del 99,9% debido al crecimiento de plazas de trabajo, las aplicaciones Web crecientes y el posterior manejo de equipos más robustos y una distribución correcta de la red de datos.

El análisis dice que se ocupan 34,62M como máximo en la red actual, por lo cual se entiende que apenas se utiliza el 82,43. Por lo tanto en comparación al 99,9% de eficiencia de la red que se utilizará en un futuro se tiene un crecimiento de 0,211937401 en el porcentaje de utilización de la red calculada mediante el procedimiento de:

Ecuación 3: Crecimiento de Porcentaje en utilización

$$\frac{\text{Porcentaje final} - \text{Porcentaje inicial}}{\text{Porcentaje Inicial}}$$

$$= (99,9 - 82,43) / 82,43$$

$$= 0,211937401$$

La eficiencia de la red se basa en las categorías de profesionales y los sueldos mensuales que ellos perciben en la actualidad, esto implica un alto ahorro en dinero cuando se habla de una red más eficiente puesto a que las tareas que se realizan en internet van a ser más eficientes y se presentará menor incidencia de fallos, se prevé una prestación de 99,9% de la red.

La eficiencia neta muestra la ganancia en recursos, pero como en este caso no se tienen beneficios lucrativos, se obtiene un beneficio en ahorro a través de los años, sin embargo, la eficiencia neta actualizada muestra la devaluación del sistema hasta el décimo año de utilización, año de duración o vida útil del sistema de cableado estructurado.

El VAN muestra un ahorro económico de 265.120,16 en el transcurso de 10 años, lo que significa que el sistema es eficiente y si es viable realizar el proyecto con proyección de 10 años.

El TIR muestra un retorno de inversión del 17,26% que es más alto que en algunos proyectos lucrativos

pero eso muestra el beneficio social del sistema de cableado, contabilizado en porcentaje de ahorro.

El ROI tiene un valor de 94,35%, al parecer es un valor alto pero en realidad muestra la viabilidad del proyecto, los proyectos no lucrativos siempre están sobre el 30% pero esto significa cuán viable es realizar el proyecto por sobre el sistema actual. Este valor nos indica que es viable realizar el proyecto puesto que la inversión es superada por el ahorro y muestra el beneficio operativo de la red en 99,26% superior al sistema actual.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se logró modelar el sistema de cableado estructurado bajo normas internacionales de equipamiento y distribución de la red de datos para el G.A.D. Municipal de Tulcán.

El G.A.D. Municipal de Tulcán tiene una estructura arquitectónica en la cual no se concibió la distribución de la red de datos, por lo cual se recopiló toda información de estándares, y manuales técnicos y se aplicó las normas en la infraestructura actual del G.A.D. Municipal de Tulcán de tal forma que se dimensionan las normas internacionales a los requerimientos del edificio, este documento permitirá establecer las bases para la petición de presupuestos y sobre todo para subirlas al sistema de compras públicas para que el proyecto se ponga en marcha.

Se describió la arquitectura actual del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán y se verificó todo el sistema de cableado estructurado, realizando mediciones, visitas y recopilación de información importante de la red. Se realizó el análisis del cableado con el uso de Fluke DTX-1800 y se encontraron fallas durante este proceso, mayormente fallas en el mapeo debido a daños en los cables, en el ponchado o en el mal estado de ellos, razón por la cual se hizo un informe de los fallos encontrados y se ha logrado corregir los fallos más críticos, reemplazando cableado en mal estado.

En el diseño se determinó que crecimiento de la red no se puede dejar determinado con el 10% de crecimiento sugerido para redes comerciales de edificios nuevos, puesto que la red del G.A.D. Municipal de Tulcán no es nueva y además los municipios no crecen en forma equilibrada para lo cual se ha utilizado la fórmula de ecuaciones diferenciales para crecimiento poblacional, ya que es una técnica más precisa, por otra parte se ha demostrado en base a este diseño que es mejor tener un backbone de fibra óptica que uno de cable UTP debido a las prestaciones y la robustez ante el creciente tráfico de la red, además se utiliza fibra óptica multimodo OM4 ya que es un medio de transmisión optimizado y el ISP también usa este tipo de medio de transmisión para brindar su servicio a la red Municipal; en la estructura de la red se utilizará un switch de core cisco de catalyst 4506 debido a sus prestaciones y su robustez, especialmente se utilizará

este dispositivo para conectar los servidores a la red, además se puede aprovechar el sistema de redundancia propio de este equipo, también y de acuerdo al cálculo de equipos activos se debe colocar dos equipos de respaldo en la red, la propuesta es colocarlos en la planta baja y en la tercera planta ya que en estos pisos de crecer la red en gran manera, serían los primeros en copar el número total de los puertos utilizables.

Se realizó la cotización de equipos y materiales para la realización de la red, y se tomó en cuenta el crecimiento futuro de usuarios de red y el ahorro en base a los salarios percibidos por funcionarios del G.A.D. Municipal de Tulcán. En base al diseño económico se ha logrado determinar que si es factible realizar el proyecto, el ROI nos indica que hay un buen desempeño técnico-económico y la rentabilidad económica se muestra con el cálculo del VAN, se ha gestionado hasta el momento la compra de algunos materiales como canaletas de varias dimensiones, rollos de cable de categoría 6A, etiquetadoras electrónicas, para mejorar la red hasta que se logre hacer el cambio total en el diseño, provisionalmente se ha etiquetado manualmente los puntos que antes eran desconocidos en la mayor parte de la red, permitiendo una mejor administración en el sistema de cableado estructurado.

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar este documento para ejecutar la puesta en marcha de una red robusta, funcional y organizada, siempre verificando en lo posible que se pueda cumplir con las normas más actuales de cableado estructurado y con los equipos adecuados como especifica este diseño.

Ya que la infraestructura de red es antigua y no se concibieron las normas de cableado estructurado, en cuanto a los espacios para la distribución se propone instalar cielo falso en todos los pisos del G.A.D. Municipal y en todas las dependencias, esto mejorará la estética y el despliegue no solo de redes de datos si no cualquier tipo de red cableada.

Aunque actualmente se maneja una central telefónica y sistemas de seguridad independientes de la red de datos, es necesario tener una red robusta que fusione todos los servicios, tal y como se propone en este diseño, para lo cual se puede utilizar VLANs en la configuración de los switch y servidores que permitan la gestión del ancho de banda y calidad de servicio por id de VLAN, de tal forma que se garanticen los servicios.

Es necesario en caso de no existir o que no sean destinados los recursos económicos para el desarrollo de esta propuesta de red, realizar la corrección de fallas de red y reemplazo de equipos y cableado por etapas, de tal forma que anualmente o mensualmente se pueda ir mejorando la red de datos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, N. O. (2013). Redes de Comunicaciones Industriales. Madrid: UNED.

Andalucía, J. d. (2005). Ayudante Técnico de Informática de la Junta de Andalucía. Andalucía: MAD.

ANSI. (2009). Balanced Twisted-Pair ANSI/EIA/TIA 568 C.2. Arlington.

ANSI/EIA/TIA . (2002). Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements ANSI/EIA/TIA 607A. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2000). Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2011). Building Automation Systems Cabling Standart ANSI/TIA-862-A. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2011). Generic Telecommunications Bounding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607_B. Arlington.

ANSI/TIA. (2011). Optical Fiber Cabling Components. Arlington.

ANSI/TIA. (2012). Administration Standart for Telecommunications Infraestructure. Arlington.

ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington.

Cadenas, X., Diego, Z., & Sergi, D. (2011). Guía de sistemas de cableado estructurado. Barcelona: Ediciones Experiencia.

RETEX. (27 de Enero de 2003). [www.retex.es](http://www.retex.es/Downloads/TECH_ENCLOSURE_S_EP_2009.pdf). Obtenido de http://www.retex.es/Downloads/TECH_ENCLOSURE_S_EP_2009.pdf

Rincón C, C. A. (2006). Efecto de la distancia del medio de transmisión en el rendimiento de redes Ethernet. Barcelona: Revistas Científicas y Humanísticas.

Robledo Sosa, C. (2002). Redes de computadoras. México: Instituto Politécnico Nacional.

VIII. BIOGRAFÍA



Reina Dennis, Nació en Tulcán-Ecuador el 28 de noviembre de 1988. Obtuvo el título de bachiller en Físico Matemático en la unidad educativa Hermano Miguel “La Salle” de la ciudad de Tulcán, Actualmente egresado de la carrera de ingeniería en

electrónica y redes de comunicación de la Universidad Técnica del Norte.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

“ESTRUCTURED WIRING SYSTEM’S G.A.D. MUNICIPAL OF TULCAN
DESIGN”

AUTOR: DENNIS ALEXANDER REINA LÓPEZ

DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ

IBARRA – ECUADOR

2016

STRUCTURED WIRING SYSTEM'S G.A.D. MUNICIPAL OF TULCAN DESIGN

Dennis Alexander Reina L.
dennis.reina.l@gmail.com

Summary— This project is a structured cabling design has its application in the data network G.A.D. Municipal Tulcan. For the development of this thesis has been revised international standards outlined by the union of telecommunication organizations ANSI/EIA/TIA⁶ to regulate the management of network equipment, and the form of distribution of data within the infrastructure of a building.

It is contemplated in this project, the layout of workplaces, the space available for equipment room and telecommunications, growth of future users, and the status of the current network, which will set parameters on which should go applying the criteria of data distribution.

There will also be the simulation of a fiber optic backbone, to compare the results with the performance of copper-based backbone⁷, those made with UTP cables, and reviewed means of transmission that allows higher performance.

It is also shown, a study of technical and economic contributions based on labor and useful for the development of new materials feasibility network, preventing all this growth in the number of network users.

IX. INTRODUCTION

Structured cabling systems correspond to the physical medium on which information is transmitted this information is voice, data, video, security signals or control. Structured cabling depends on the environment in which the data network takes place not only corresponds to the cables, but also the interconnection equipment, ductwork, connector types, cable management methods, organizing teams, etc.

A structured cabling system is recommended as it uses streaming media guided that are more reliable than their wireless counterparts, it is also important to create network designs with structured cabling in construction

of new buildings due to changing technologies information and communication in today's society.

It is necessary, in commercial buildings design a data network that allows for a structured cabling that meets international standards and norms that allow to obtain improvements in network performance, higher performance and therefore greater satisfaction with end users, who are in this case who use the data network, and a topological system to ensure the operability, functionality and network availability.

X. REGULATOR ORGANISMS

AMERICAN NORMATIVE

IBM was the first company to create a structured cabling system for local networks called ICS or (Cabling System IBM), this was achieved in 1984. However a general standard for the design of this system is not had, could not used as reference to all developing LANs. By the year 1991, the union of three communications industries, the American National Standards Institute (ANSI), the Association of Telecommunications Industry (TIA) and the Electronic Industries Association (EIA), was formed who wished to standardize cabling systems structured in a first standard to be published later this year called ANSI / EIA / TIA 568 with description of general wiring, installation information, performance and issues concerning telecommunication systems and electronic devices, such as types of connectors used, usable network architectures and methods of verification structured cabling.

Over the years the standards published by ANSI / TIA / EIA update, improve or adapt to the needs of today's networks, enabling robustness and efficiency in converged next generation networks, norms under American standard are hosted on the site web of international organization TIA then mentioned the most used and those that updates or new standards are based:

⁶ **ANSI/EIA/TIA.**- Union of telecommunications and electronics organizations for standardization of structured cabling systems.

⁷ **Backbone.**- Through central transmission, it supports much of the network traffic.

- ANSI/TIA/EIA-568: cabling standard for commercial buildings.
- ANSI/TIA/EIA-569: standard for space and telecommunications conduits in commercial buildings.
- ANSI/TIA/EIA-570: defines the infrastructure of telecommunications systems in residential buildings.
- ANSI/TIA/EIA-606 management standard for the telecommunications infrastructure of commercial buildings.
- ANSI/TIA/EIA-607: grounding requirements in telecommunications systems.
- ANSI/TIA/EIA-598: Defines the color codes for optical fiber.
- ANSI/TIA/EIA-758: Used in structured cabling for outdoor

NORMATIVA EUROPEA

In Europe, the regulatory body structured cabling is the CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) who is responsible for standardization in the electrical field. The proposed standards published by CENELEC and are equivalent to those published by the ANSI / EIA / TIA but are based on ISO / IEC 11801 CEN / CENELEC also made his first publication for telecommunications cabling in buildings in EN 50173 (Performance requirements of generic cabling schemes). This regulator enables the homogeneity of structured cabling systems in Europe so that there are no inconsistencies in the physical structure of commercial buildings.

The EN 50173 standart is divided into five parts:

- EN 50173-1: general requirements of local network facilities.
- EN 50173-2: general requirements for installations in offices.
- EN 50173-3: general requirements for industrial installations.
- EN 50173-4: general requirements for housing installations.
- EN 50173-5: general requirements for facilities data centers.
- EN 50174: A set of standards on buildings.
- EN 50346: for testing the installed cabling.
- EN 50310: for the implementation of the equipotential bonding and grounding.

INTERNATIONAL STANDARDS

The main regulatory body standards internationally is the ISO (International Organization for Standardization), who together with the International Electrotechnical Commission (IEC), for its acronym in English norman in the electrical field, electronic and related communications technologies in general.

Generate standards known as ISO / IEC standards.

ISO / IEC, was based on the standard 568 of ANSI / EIA / TIA for publication in the year 1994 its ISO / IEC 11801 standard this is a standard structured cabling nomenclature reference cables, classification, definition of the types of cable functional elements of the SCE and mechanical and electrical elements.

The ISO / IEC 11801 standard is continuously updated and adjusted to modern data networks, this international standard even be the most important related to SCE, it is not the only one. Among the various standards published by ISO / IEC 14763 it has to be divided into three parts:

- ISO/IEC 14763-1: used in managing local networks.
- ISO/IEC 14763-2: planning and installation of local networks.
- ISO/IEC 14763-3: tests to check achievable for fiber optic cabling

IEEE NORMATIVE

IEEE is the professional association dedicated to advancing technological innovation and excellence for the benefit of humanity. It is designed for engineers in areas of electricity, electronics, computer science and related areas of science and technology that modern civilization is based.

The IEEE has been the main body for standardization of elements of electronic and communication networks and information, the rules are now of interest to the development of this work are those used in media data transmission based on copper cables fiber optic cables.

The IEEE 802.x standards make mention of the transmission media in general, in addition to physical and electrical topologies commonly used in local area networks, or LANs, these standards are also recognized by ISO 8802.x

Ethernet technology is technology that uses wired wave guide uses the IEEE 802.3 standard with different nomenclatures used to define each transmission medium according to some of its features.

XI. ANALYSIS OF ACTUAL NETWORK G.A.D. MUNICIPAL TULCÁN

ACTUAL DISTRIBUTION

From the ISP (CNT), the service reaches a main router via a link OM4 multimode optical fiber in the main rack that brand CISCO router and a main switch which all secondary links emerge is. Backbone links are Category 5E UTP cable.

Due to the lack of study on the design of the network or the growth of it incurred in using Switch unmanaged, this has resulted in a misallocation of wiring and poor labeling of connecting devices and interconnection.

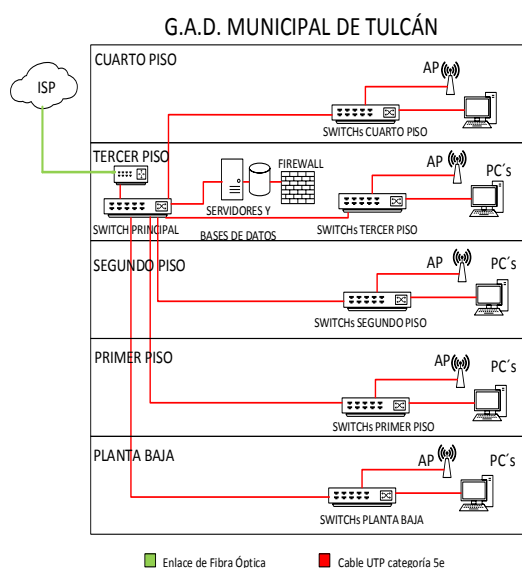


Figure 1: G.A.D. Municipal de Tulcán Topology Network

Source: Design made in Microsoft visio

NÚMERO DE USUARIOS ACTUAL

Table 1: Network users by agency

Floor	Agency	Number of Host or Network Points
Low Level	Comisaría	5
	Control de Bienes y Activos	3
	Farmacia	2
	Ventanilla Única	2
	Rentas	7
	Recaudación	11

⁸ **FLUKE DTX 1800:** : Analizador de medios de transmisión, con medidor digital, analiza todo tipo de parámetros de efectos electromagnéticos en cables UTP

⁹ **Patch Panel:** Organizer connections helps interconnect network from the switch to the terminal equipment.

First Floor	Medio Ambiente y Riesgos	10
	Comisaría de Construcciones	3
	Dirección de Gestión y Planificación	2
	Planificación	9
	Proyectos	8
	Auditoría	2
	Calidad Ambiental	4
	Residuos Sólidos	
	Avalúos y Catastros	9
Second Floor	Dirección Financiera	12
	Contabilidad	5
	Archivo	1
	Planeación	14
	Estratégica	
	Comunicación y Protocolo	8
Third Floor	Alcaldía	5
	Dirección Administrativa	12
	Jefatura de Sistemas	7
	Fiscalización	11
	Sindicatura	4
	Obras Públicas	13
	Compras Públicas	4
	Administración de Contratos	4
	Dirección de desarrollo sostenible	12
	Biblioteca	5
Fourth Floor	Proyecto Binacional	3
	Salón Máximo	1
Total		198

CHECK NETWORK LINKS

All media transmission network G.A.D. Municipal Tulcan are category 5 and 5e, the state of the means of transmission verified with the Fluke DTX-1800⁸, there are several types of analyzers but chose this because it is the one that is in existence at the Technical University North for testing and is available to those who carry out projects or work with grade requirements analysis based copper media transmission.

In the Municipal GAD Tulcan no access to measurements of all network cables due to the lack of organization and administration of them was taken, but could be measured lot of means of transmission, which allows us to know the general status network based on cables statistics analyzed.

Each measurement was performed with Fluke DTX-1800 at the premises of Municipal GAD Tulcan measuring permanent links generally existed lot of online directly from a switch to the end user cables, almost 50% of the network is connected by patch panels⁹ to face plate, which led to a determination that

permalinks are measured directly from the cable connected to the switch or from the patch panel to the patch cord terminal equipment, to efficiently handle measurements over time to be used to measure the links.

Table 2: Tabulation link status

PASS THE CERTIFICATION	NUMBER OF LINKS
NO	135
YES	94
Total	229

Note: The data show the total number of measured links and number of links that pass and those that have not been approved according to measurements with cable tester, mostly cables do not pass certification. Source: Data from Fluke DTX-1800

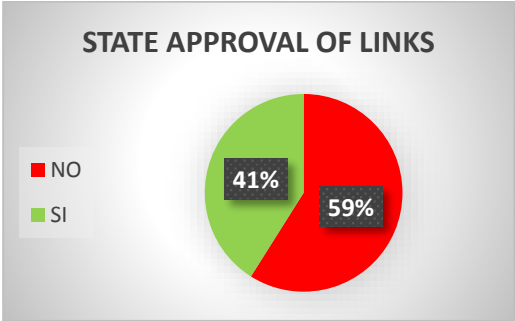


Figure 2: Link state representation

XII. DESIGN OF STRUCTURED WIRING SYSTEM

STUDY OF AVAILABLE SPACE

The G.A.D. Municipal Tulcán has five floors including the ground floor.

The distribution of terminal equipment on each floor is fixed but should consider growing network users.

EQUIPMENT ROOM

On the third floor systems department it is located and within this the equipment room is located.



Figure 3: Area for the equipment room. CHIEF SYSTEMS (Third Floor)

Based on EIA ANSI TIA 569 C and with reference to the ASHRAE four levels of users are defined in class A, B, C and D; Network G.A.D. Municipal de Tulcan has less than 200 end users, which is the located in class A, and even if in the future it is expected to exceed this number of users, you can use the same area that has been operating as equipment room because it usable area of 3.80m x 3.25m is, giving a total of 12.25 m2 and the standard allows a minimum size of equipment room dimension of 3 m 10ft long by 3m or 10 ft wide, or a minimum area of 10 m² or 100 ft² or to a minimum of 12 m² or 120 ft² for buildings with a gross floor area of up to 50,000 m² 500,000 ft².

TELECOMMUNICATIONS ROOM

Telecommunications rooms or closets communications are located on each floor according to the height of the distribution of the third floor. They are seated in the upper and lower fourth telecommunications part but at the same distance for deployment vertical backbone and correct distribution of the horizontal wiring, except the fourth floor because on top the multipurpose room is so which the cabinet or rack will be located in the library.

It is recommended in all cases the use of cabinets for safety as these are located in places where there is movement of people or officials of the municipality.

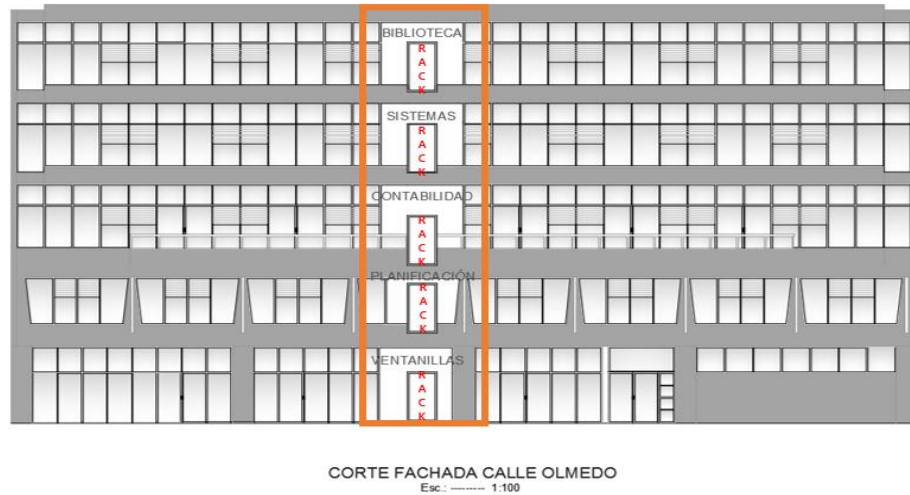


Figure 4: Telecommunications room Disposition

DIMENSIONING OF FUTURE USERS

In G.A.D. Municipal Tulcan based on growth in the last four years according to department of human Talent reports has been determined that there has been an increase of 3 jobs, especially in the area of collection, on the ground floor in the first plant have increased 5 job, on the second floor have increased 5 job, on the third floor have been increased seven jobs, where it includes the creation of two new offices on the fourth floor it has offices expected to be created in part of what is now the library (currently only a project proposal growth), which means jobs for up to 12 people will increase.

Table 3: Percent Growth

	Number of users four years ago	Number of actual users	Percent Growth four years ago
LOW LEVEL	27	30	11,11%
FIRST FLOOR	42	47	11,90%
SECOND FLOOR	40	45	12,5%
THIR FLOOR	60	67	11,66%
FOURTH FLOOR	9	9	0%
TOTAL	174	198	14%

Note: The table shows the percentage growth shown in the last four years according to the distribution of flats.

CALCULATION OF POPULATION GROWTH

Based on the data growth rate study future growth will be based on differential equations for calculation of population growth.

Equation 1: general equation of population growth

$$\frac{\delta p}{\delta t} = k.P \quad \text{where } p(t) = P_0 . e^{kt}$$

Note: P_0 is the initial population, k is the constant growth, t is time in years. Source: Zill, D. G. (2009). differential equations with modeling applications. Mexico D.F.: Cengage Learning.

Based on these results it has data from the current population of network users and the future population of the next 10 years, meaning that you can learn how to grow the data network by using differential equations and so both we know the growth rate according to the following table:

Table 4: Calculation of population growth

	Number of actual users	Number of future users 10 (years)	Percentage of population growth
LOW LEVEL	30	35	16,67%
FIRST FLOOR	47	56	19,14%
SECOND FLOOR	45	54	20%
THIR FLOOR	67	79	17,9%

FOURTH FLOOR	9	21
Total		245

Note: This table shows user growth for the next 10 years of life of the data network

SIMULATION OF FIBER OPTIC BACKBONE

The transmission values are placed in the bit generator, where the capacity of the data supplied by the provider, in the case described G.A.D. Municipal de Tulcan, has use of average service of 30 Mbps 42 Mbps provided by the ISP CNT.

In the modulator the radius value extinction which in Cisco equipment is 10dB, in the optical fiber measurement wave in the case of the optical fiber OM4 is 1300nm gets sets, and attenuation this type of fiber is 0.2 dB / km, is also configured link distance, which in the case of GAD Municipal Tulcan not exceed 100m.

In the attenuator attenuation is set to the receiver, ie if it is a cisco equipment with optical receivers this attenuation depends on the type of optical receiver equipment, but this attenuation ranges from 4 dB to 20 dB.

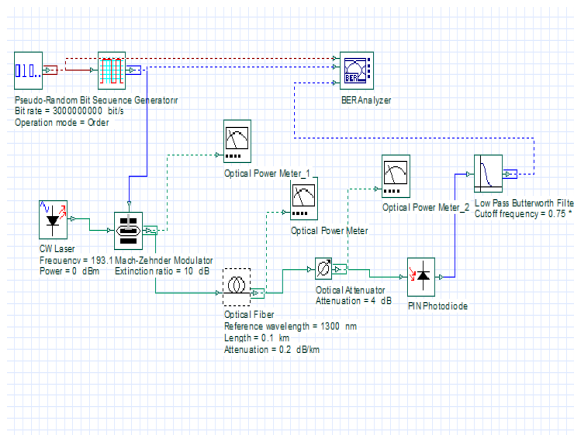


Figure 5: Workspace and components of an optical system
Source: Software Optisystem

After setting all values go to the File tab on the top left of our software and we click on calculate, which makes the simulation is started.

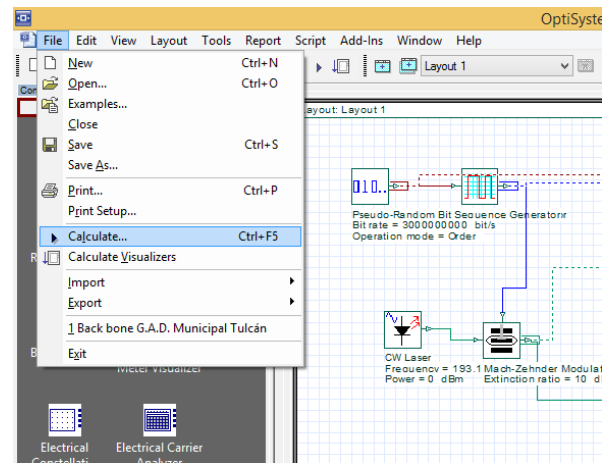


Figure 6: Choice of calculation optisystem
Source: Software Optisystem

Then a screen where we must play, even when all the calculations are completed and then we click on the X appears.

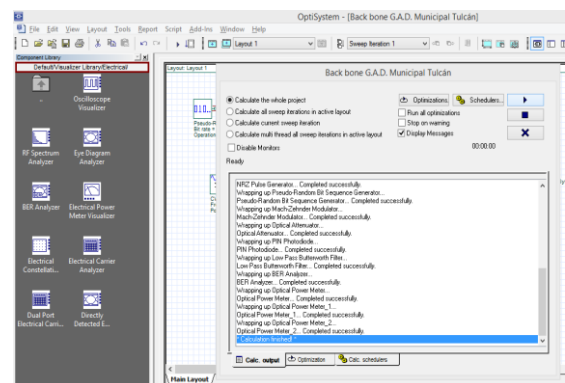


Figure 7: How to calculate in optisystem
Source: Software Optisystem

In each of the meters we can see the power of the specially expressed in dBm signal, this measurement should be less than zero but the more negative it means that there is greater loss in the signal. Among the values from 0 to -40 are suitable or ideal values, while values between -40 and -60 are stable and acceptable values with values of -70 link transmission may suffer from external factors, is -80 minimum acceptable to establish the connection if the received data is garbled, corrupted or can not be interpreted signal.

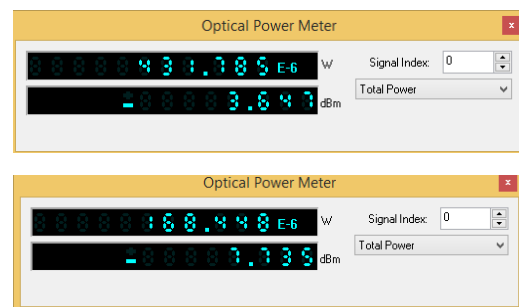


Figure 8: Measurement result of the signal strength
Source: Software Optisystem

To view the eye diagram we click on the BER analyzer where you can appreciate a clear, crisp, ideal signal since no loss of bits and signal quality is very good.

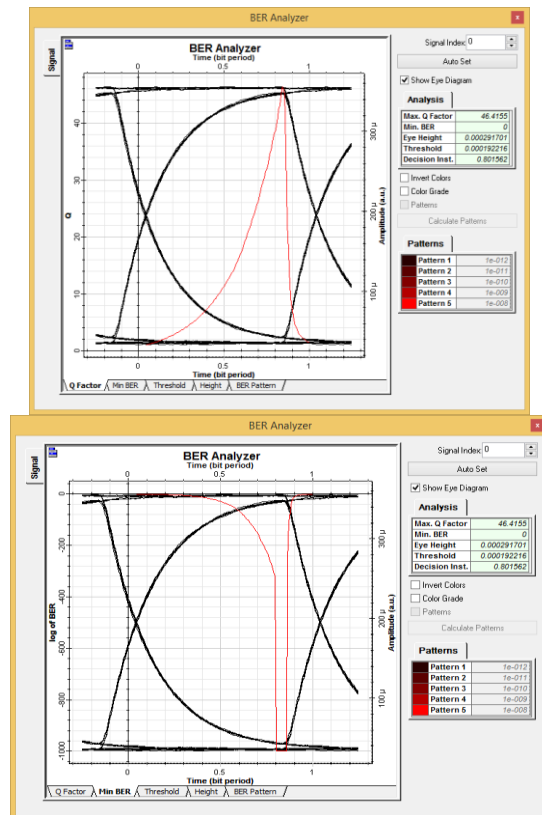


Figure 9: Analysis using the eye diagram
Source: Software Optsystem

This is the analysis of the optical fiber OM4 with the best reception using an attenuation 4dB.

RACK STRUCTURE

Based on DIN 41494 and ANSI SIC establishing the use of cabinets or cabinets with racks¹⁰ 42 and 24 units per 19" wide where the network equipment will be found, and the necessary wiring for the distribution of services.

On each floor of the racks will according to the number of Switchs required and how it will be distributed as follows:

Low Level Rack.- This rack has an access switch and backup switch as recommended for cases cisco growth of future users, has an organizer FO two UTP cable organizers two Patch Panels 48 port, and one power strip rackmount and a voltage regulator.

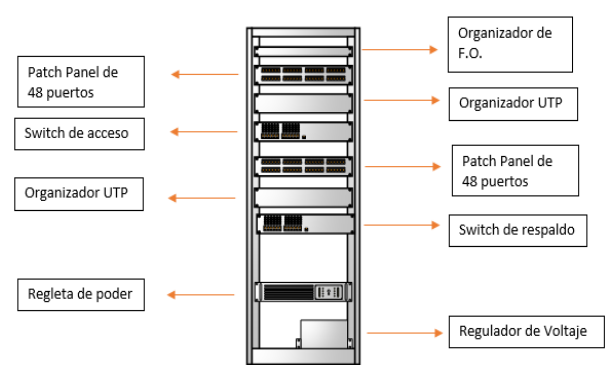


Figure 10: Equipment Distribution Rack Low Level
Source: Design made in Microsoft Visio

Rack of First Floor.- Due to the number of users this rack has two access switch, an organizer of FO two UTP cable organizers two Patch Panels 48 port and a power strip rackmount and a regulator voltage.

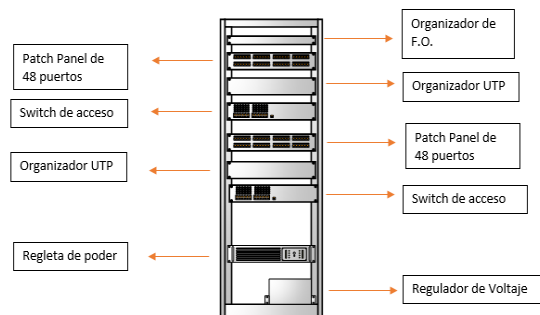


Figure 11: Equipment Distribution Rack First Floor
Source: Design made in Microsoft Visio

Second Floor Rack.- this rack has two access switch, an organizer of FO two UTP cable organizers two Patch Panels 48 port and a power strip and rackmount a voltage regulator.

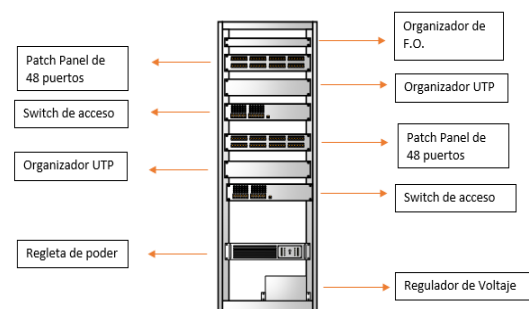


Figure 12: Equipment Distribution Rack Second Floor
Source: Design made in Microsoft Visio

Third Floor Rack.- This rack will find the Switch Core addition Router service provider is located. From

¹⁰ **RACK.-** metal cabinet in which data networking equipment such as switches, routers and all kinds of organizers have structured wiring.

the service provider comes through F.O. Multimode, for that reason it has an organizer FO, also has a switch backup in case of future growth or if growth servers or the need to increase capacity or for applications required services, in addition to this will have to Patch Panels disposal three, three organizers UTP a power strip Rack mount and a voltage regulator.

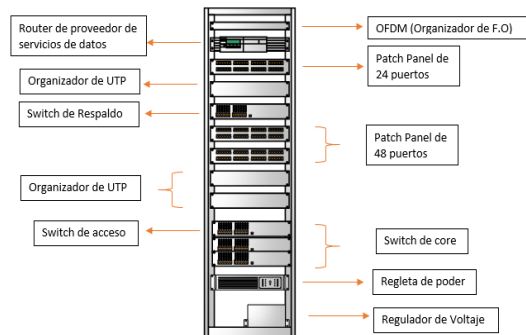


Figure 13: Equipment Distribution Rack Third Floor
Source: Design made in Microsoft Visio

Fourth Floor Rack.- Due to the small number of users that are located on this floor contains a single Rack Access Switch, a Patch Panel, a distributor of F.O. and one UTP cable.

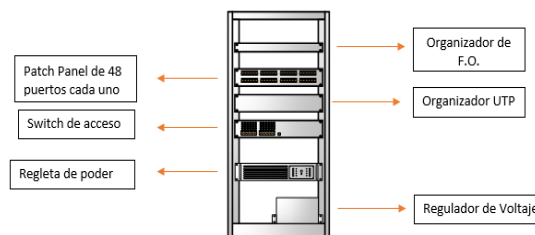


Figure 14: Equipment Distribution Rack Fourth Floor
Source: Design made in Microsoft Visio

LABELING RACKS CABLE AND PORTS

According standard ANSI EIA TIA 606 B is recommended in corporate or institutional label the wiring according to the structure of rack environments, following the basis of this standard can be labeled horizontal structured cabling by alphanumeric code of two or three digits team, but indicate that it is a port when above the last code symbol ":" (colon), for example if the network point belongs to the rack on the first floor and the recommended name is rack 1A, and refers to port 6 Patch Panel named a, the cables must be labeled as follows:

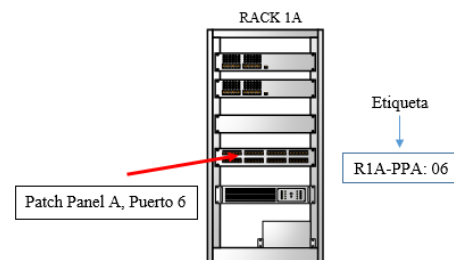
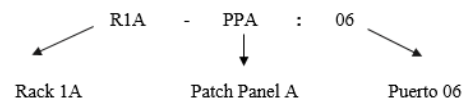


Figure 15: Rack labeling
Source: Design made in Microsoft Visio

The labeling at both ends is R1A-PPA : 06 Where:



The first set represents alphanumeric Rack location and the name given to it, for example the rack first floor is called A, which is called R1A. The dash "-" indicates that you have a team associated with the rack, in this case the computer is a Patch Panel which has been named for this reason code Patch Panel will PPA. The colon ":" indicates that the code that precedes it is a port and this is the same port number in this case the sixth port which encodes it with the number 06.

In the case of two interconnected racks or connections of different connecting devices in one rack the same pattern of labeling This is done but uses a (/) slash, indicating that two portions of connection devices connected by common wiring . The following is the example of connecting two different floors connected racks.

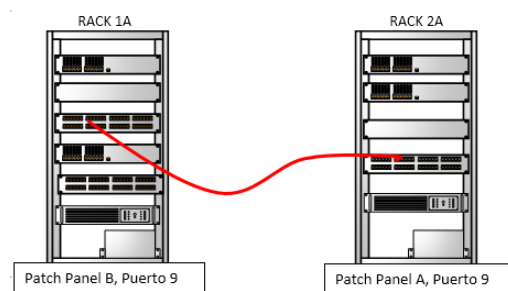


Figure 16: Labeling in the interconnection of devices.
Source: Design made in Microsoft Visio

In these racks cable shown in rack 1A is connected at its port 09 of Patch Panel B, and its end is attached to the cable rack 2A in the port 09 of the Patch Panel A. For each cable in the respective rack labeling is as follows:

Rack 1 → R1A-PPB:09

Rack 2 → R2A-PPA:09

But in the case of interconnection, the nomenclature is: R1A-PPB:09 / R2A-PPA: 09 and can determine the

location and the device in which the cable is. This same nomenclature can be used on cables attached between two devices in the same rack or can be used summarized as shown in the following example:

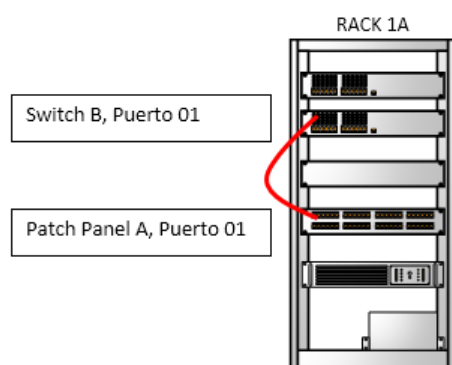


Figure 17: Interconnection labeling two devices in one rack

Source: Design made in Microsoft Visio

In this example you can see a switch SWB and called Patch Panel A connected by a cable, in this case you can use the full form of labeling R1A-SWB:01/R1A-PPB:01 or can use the summary form SWB:01/PPB:01, this indicates that the port 01 Switch SWB is connected to the port 01 Patch Panel 01.

The faceplates and cables end user can labeled summarized as the face plate are connected directly to the port of a device responsible for providing services horizontal cabling on one floor, one example of this is a face plate or cable connected to port 5 of a Patch Panel Rack called a within a floor. The form of the label shall be as follows:



Figure 18: Faceplate Labeling

Source: <http://www.cableorganizer.com/panduit/netkey-flush-mount-communication-faceplates.html>

CALCULATION OF CATEGORY 6A CABLE ROLLS

This calculation is based on the average distance of the location of the links to the telecommunications room and the number of users per floor.

You should use the following formula:

Equation 2: Calculation of number of rolls used UTP cable.

$$D = 305 / \text{average distance}$$

Approximating below

$$\text{Rolls Number} = \text{outs number} / D$$

Table 5: Calculation of number of rolls

Floor	Rolls Number
Low Level	3
First Floor	5
Second Floor	6
Third Floor	9
Fourth Floor	1
Total	24

XIII. ECONOMIC ANALYSIS

This analysis is performed considering factors operating costs, investment and savings during lifetime of structured cabling system, in this case projected for the next 10 years, although this duration may be longer than expected.

OPERATIVE SAVINGS

Based on data provided by the chief of systems the optimal time network utilization in occupation of tasks for the benefit of the institution is two hours, that is to say not counting idle hours (hours when internet is used for personal gain and not the company), and times that officers do not use internet access, time optimal use for municipal tasks is 2 hours per day. Therefore in this design it is envisaged savings by increasing network reliability.

This network design data structured cabling utilization and availability proposes a 99% time savings based on the monthly salary of each network user according to the position held.

The operational savings is calculated while the network is operating efficiently multiplied by the number of hours that each official and the monthly payment you receive for your work time.

Based on the report of the service provider network G.A.D. Municipal Tulcan is 42 M with an availability of 99.9%, but based on the analysis not all capacity making this project work grade utilization of 99.9% due to proposed deals growth of jobs, growing web applications and subsequent handling more robust equipment and proper distribution of the data network.

The analysis says that 34.62 M maximum deal in the current network, so it is understood that the 82.43 rarely used. Therefore compared to 99.9% efficiency of the network used in the future you have 0.211937401 growth in the percentage of network utilization calculated by the process of:

Equation 3: Percentage growth in use

$$\frac{\text{Percentage final} - \text{Percentage initial}}{\text{Percentage Initial}}$$

$$= (99,9 - 82,43)/82,43$$

$$=0,211937401$$

The network efficiency is based on the categories of professional and monthly salaries that they receive today, this implies a high saving money when it comes to a more efficient network made the tasks performed on the internet will be more efficient and lower incidence of faults are present, it is expected to provide 99.9% of the network.

The net efficiency shows the gain in resources, but in this case you do not have lucrative benefits, a benefit is obtained in savings over the years, however, the net efficiency to date shows the devaluation of the system until the tenth year of use , year or lifetime of structured cabling system.

VAN shows the economic savings of 265,120.16 over the course of 10 years, which means that the system is efficient and whether it is feasible to realize the project with projection of 10 years.

The TIR shows a return on investment of 17.26% which is higher than in some lucrative projects but that shows the social benefit system wiring, recorded in save percentage.

ROI has a value of 94.35%, apparently is a high value but actually shows the feasibility of the project, the non-profit projects are always over 30% but this means how viable is to make the project over the current system. This value indicates that it is feasible to implement the project since the investment is outweighed by the savings and shows the operating profit of the network 99.26% higher than the current system.

XIV. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

CONCLUSIONS

It was possible to model the structured cabling system under international standards of equipment and network distribution data for G.A.D. Municipal Tulcan.

The G.A.D. Municipal Tulcán has an architectural structure in which the distribution of the data network is not designed, so that all information standards and technical manuals were compiled and the rules applied in the current infrastructure G.A.D. Municipal Tulcan

so that international standards to the building requirements are dimensioned, this document will establish the basis for the budget request and especially to upload the public procurement system for the project is launched.

The current architecture of the building described G.A.D. Municipal Tulcan and all the structured cabling system was verified, making measurements, visits and gathering important information from the network. Analysis of the wiring was performed using Fluke DTX-1800 and faults were found during this process, mostly failures in mapping due to cable damage in the strikeout or the poor state of them, why is He made a report faults found and has succeeded in correcting the most critical failures, replacing wiring in poor condition.

In designing determined that network growth can not leave determined with 10% growth for commercial networks suggested new buildings, since the network G.A.D. Municipal Tulcan is not new and also the municipalities do not grow in a balanced manner for which it has used the formula of differential equations for population growth because it is a more accurate technique, on the other hand has been shown based on this design better to have a fiber optic backbone that one of UTP cable due to the performance and robustness of the growing network traffic, as well multimode optical fiber OM4 is used because it is a transmission medium optimized and ISP also uses this type transmission medium to provide service to the Municipal network; in the structure of the network a switch core cisco catalyst 4506 due to its performance and robustness, especially this device will be used to connect servers to the network is used, also can take advantage of the redundancy system itself of this team, also and according to the calculation of active equipment should be placed two teams back on the network, the proposal is to place them on the ground floor and the third floor because in these stories grow the network greatly, would be the first fill the total number of usable ports.

The price of equipment and materials was carried out for the realization of the network, and took into account the future growth of network users and savings based on the wages earned by agents of G.A.D. Municipal Tulcan. Based on the economic design has been able to determine if it is feasible to implement the project, the ROI indicates that there is a good technical and economic performance and economic returns are shown with the VAN calculation, it has been managed so far buying some materials such as gutters of various sizes, cable rolls category 6A, electronic labelers, to improve the network until it succeeds in making the total change in the design, tentatively manually labeling the points that were previously unknown in most of the network, allowing better management in the structured cabling system.

RECOMMENDATIONS

It is recommended to use this document to implement the implementation of a robust, functional and organized network, always checking on what may be able to meet the most current structured cabling

standards and the appropriate equipment as specified by this design.

Since the network infrastructure is old and structured cabling standards are not conceived in terms of the distribution spaces is proposed to install false ceiling in all floors of the G.A.D. Municipal and all dependencies, this will improve the aesthetics and deployment not only data network if any wired network.

Although currently a telephone exchange and systems independent of network security data is handled, you need to have a robust network that merges all services, as proposed in this design, for which you can use VLANs in the configuration the switch and servers that allow bandwidth management and quality of service VLAN id, so that services are guaranteed.

It is necessary in case of absence or are not intended economic resources for the development of this proposed network, perform the correction of network failures and replacement of equipment and cabling in stages, so that annual or monthly can go improving data network.

XV. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, N. O. (2013). Redes de Comunicaciones Industriales. Madrid: UNED.

Andalucía, J. d. (2005). Ayudante Técnico de Informática de la Junta de Andalucía. Andalucía: MAD.

ANSI. (2009). Balanced Twisted-Pair ANSI/EIA/TIA 568 C.2. Arlington.

ANSI/EIA/TIA . (2002). Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements ANSI/EIA/TIA 607A. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2000). Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2011). Building Automation Systems Cabling Standart ANSI/TIA-862-A. Arlington.

ANSI/EIA/TIA. (2011). Generic Telecommunications Bounding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607_B. Arlington.

ANSI/TIA. (2011). Optical Fiber Cabling Components. Arlington.

ANSI/TIA. (2012). Administration Standart for Telecommunicactions Infrastructure. Arlington.

ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington.

Cadenas, X., Diego, Z., & Sergi, D. (2011). Guía de sistemas de cableado estructurado. Barcelona: Ediciones Experiencia.

RETEX. (27 de Enero de 2003). [www.retex.es](http://www.retex.es/Downloads/TECH_ENCLOSURE_S_EP_2009.pdf). Obtenido de http://www.retex.es/Downloads/TECH_ENCLOSURE_S_EP_2009.pdf

Rincón C, C. A. (2006). Efecto de la distancia del medio de transmisión en el rendimiento de redes Ethernet. Barcelona: Revistas Científicas y Humanísticas.

Robledo Sosa, C. (2002). Redes de computadoras. México: Instituto Politécnico Nacional.

XVI. BIOGRAPHY



Reina Dennis, Born in Tulcán-Ecuador on November 28, 1988. He earned a bachelor's degree in Physics and Mathematics in the educational unit Hermano Miguel "La Salle" of the city of Tulcan, Actually a graduate of engineering degree in electronics and communication networks Technical University North.

