



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Redes y Seguridad

Redes de Datos Seguras
Grupo 6

Proyecto | Cableado Estructurado

Integrantes:

Camarena Ruiz Diego Henok
Toledo Bedia Dilan Gerson
Torres Martinez Marco Antonio

Fecha de entrega: 30/03/2023

Índice

Introducción.....	3
Objetivos.....	3
Antecedentes.....	4
Análisis y diseño.....	5
Desarrollo.....	9
Pruebas/Justificación.....	13
Producto.....	13
Diagrama de Gantt.....	16
Conclusiones.....	16
Fuentes.....	17

Introducción

Un proyecto de infraestructura de red con base en normas de cableado estructurado se enfoca en diseñar, instalar y mantener una red de comunicaciones segura y eficiente utilizando las mejores prácticas y estándares reconocidos de la industria.

El cableado estructurado es un enfoque sistemático para la construcción de redes de comunicaciones, donde se planifica y organiza la conexión de dispositivos de red utilizando un conjunto de normas y especificaciones que garantizan una conectividad confiable y de alta calidad.

Se pueden utilizar diferentes tipos de medios de transmisión de datos, como cables de cobre y fibra óptica, para proporcionar velocidades de transmisión de alta velocidad y confiabilidad en la transmisión de datos.

En general, el objetivo principal de un proyecto de infraestructura de red con base en normas de cableado estructurado es crear una red sólida y escalable que satisfaga las necesidades actuales y futuras de una organización, mientras se asegura una infraestructura de alta calidad que cumpla con los estándares internacionales.

Objetivos

1. Diseñar e implementar una red de cableado estructurado para un edificio específico, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, las normas y estándares de la industria.
2. Establecer métricas adecuadas de las instalaciones con el fin de implementar una buena distribución de red que promoverá la productividad sin algún inconveniente previsto.
3. Configurar una red de comunicaciones inalámbrica (Wi-Fi) en el edificio, asegurándose de que la cobertura sea adecuada y que la red sea segura.
4. Realizar un análisis de costos y beneficios de la implementación de la red, incluyendo los costos de los implementos.
5. Documentar, presentar los resultados y conclusiones del proyecto que incluya diagramas de la red, mediciones de las instalaciones y análisis de costos.

Antecedentes

El cableado estructurado consiste en el tendido de cables en el interior de un edificio, con el propósito de implantar en un futuro una red de área local. Suele tratarse de cable de par trenzado de cobre UTP/STP, para redes de tipo IEEE 802.3. No obstante, también puede tratarse de fibra óptica o cable coaxial.

CATEGORÍA	VELOCIDAD	FRECUENCIA	VELOCIDAD DE DESCARGA
ETHERNET CAT 5	100 Mbps	100 MHz	15,5 MB/s
ETHERNET CAT 5E	1.000 Mbps	100 MHz	150,5 MB/s
ETHERNET CAT 6	1.000 Mbps	250 MHz	150,5 MB/s
ETHERNET CAT 6A	10.000 Mbps	500 MHz	1.250 MB/s ó 1,25 GB/s
ETHERNET CAT 7	10.000 Mbps	600 MHz	1,25 GB/s
ETHERNET CAT 7A	10.000 Mbps	1.000 MHz	1,25 GB/s
ETHERNET CAT 8	40.000 Mbps	2.000 MHz	5 GB/s

Tabla 1. Categorías de cable UTP

En 1991 se publicó el EIA/TIA 568 sobre cableado de telecomunicaciones, destinado a edificios comerciales. El propósito de dicho estándar es ser universal, tanto en servicios soportados como en fabricantes, ser base para el desarrollo de otros estándares de comunicaciones (voz, imagen, LAN, WAN) y definir parámetros que permitan establecer el cableado de un edificio, incluso antes que nadie lo ocupe.

Los subsistemas de cableado estructurado son:

Entrada de edificio (acometida):

Este subsistema engloba a los cables, hardware de conexión, elementos de protección y equipo necesario para conectar las posibles instalaciones de proveedores externos con el sistema de cableado estructurado de la red local.

Cuarto de equipos:

El cuarto de equipos tiene como función principal la de alojar el equipamiento necesario para distribuir los servicios de telecomunicaciones a puntos intermedios de distribución, situados generalmente en cada una de las zonas diferenciadas de la instalación, que en edificios de varias plantas coinciden con estas y son denominados armarios de telecomunicaciones.

Cableado vertical o Backbone:

El cableado vertical o backbone posibilita la interconexión entre los diferentes armarios de telecomunicaciones, el cuarto de equipo y la entrada al edificio, incluyendo los cables, las terminaciones mecánicas y los cordones de parcheo para realizar las conexiones backbone a backbone.

Armario de Telecomunicaciones:

Este armario tiene como función principal la de concentrar las terminaciones de todo tipo de cable horizontal reconocido por el estándar. Los cables de backbone también son terminados aquí con el fin de extender servicios de telecomunicaciones hacia las áreas de trabajo.

Cableado Horizontal (distribución):

El cableado horizontal o de distribución es la parte del sistema que va desde el área de trabajo hasta la conexión cruzada horizontal en el armario de telecomunicaciones. El cableado horizontal incluye los cables de distribución, las salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo, las terminaciones mecánicas del cable y los cordones de parcheo en el armario de telecomunicaciones.

Área de Trabajo:

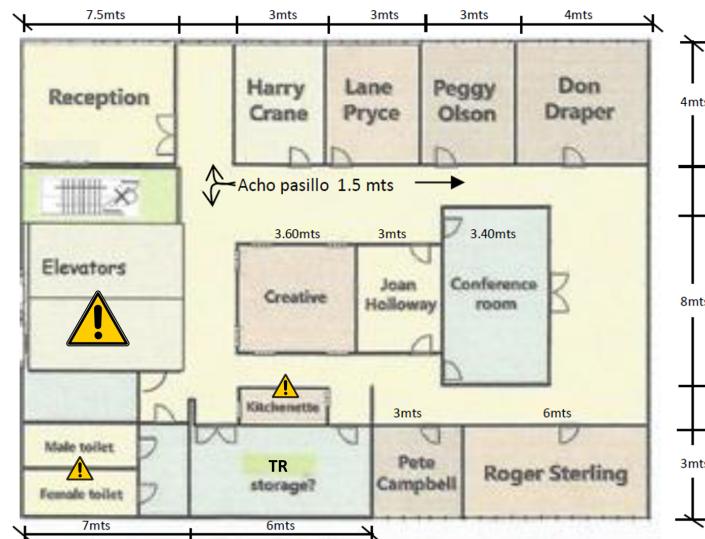
Los componentes del área de trabajo son los existentes entre la salida del armario de telecomunicaciones y el equipo del usuario. Esta parte de la instalación no está incluida en el estándar.

Análisis y diseño

Alcance: Este proyecto comprende única y exclusivamente el diseño de un tendido de red para un edificio según los estándares del cableado estructurado con un enfoque especial en los subsistemas de backbone, armarios de telecomunicaciones y cableado horizontal, que son los sistemas que cobran mayor relevancia cuando el tendido es para uno o algunos pisos en específico, al área de trabajo también forma parte de los subsistemas que se encuentran en cada piso, sin embargo, como no existen estándares para este sistema se suele dar mayor flexibilidad a las empresas para implementar los dispositivos terminales que consideren necesario, y de este lo que más nos importa es el total de equipos que se usarán y la ubicación de cada uno, para posicionar los puntos de acceso, placas y rosetas en las posiciones más adecuadas, considerar la longitud del cable para cada equipo, etc. Aunque tampoco se comprende en el alcance del proyecto el diseño del cuarto de equipos si se requiere de cierta información acerca de este, como lo puede ser su ubicación dentro

del edificio (sótano, planta baja, primer piso, etc.) para considerar las longitudes de los cables del backbone para los diferentes pisos.

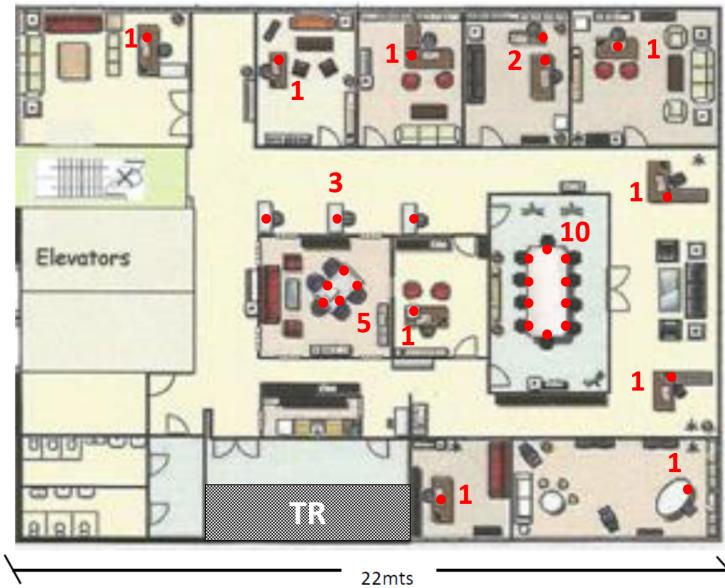
Dicho sea lo anterior en una primera etapa de diseño identificamos los puntos de mayor interferencia en el edificio, para que así las rutas de cableado horizontal y puntos de acceso inalámbricos se alejen lo más posible de dichas fuentes de interferencia.



Plano 1. Sitios con mayor interferencia.

Ubicamos que prácticamente todos los sitios de mayor interferencia rodean el edificio, así que evitaremos que el cableado horizontal salga del armario de telecomunicaciones hacia enfrente ni hacia su flanco izquierdo, sin embargo, aun así no está demás recomendar cambiar el cuarto de comunicaciones con la oficina de Roger Sterling, que tiene las mismas dimensiones, se encuentra mucho más alejada de las áreas de interferencia y, además, cuenta con una sola puerta de acceso al cuarto. Igualmente, aunque este no es un detalle técnico, se recomienda a la empresa responsable no etiquetar sus oficinas con los nombres de sus usuarios por las variaciones que pueden ocurrir con el tiempo

Procedemos a identificar los nodos de acceso por medios guiados, que en total se contabilizan en 29 nodos.



Plano 2. Nodos de acceso a conexión física (Rosetas).

Además contabilizamos los puntos de acceso por medios no guiados, que brindarán cobertura para los pasillos y las estancias que se encuentran dentro de cada oficina, para ello estimamos el número de personas que se puedan encontrar en estos lugares, así como el ancho de banda por persona y el porcentaje de utilización.

$$\#AP = \frac{BW \text{ por Usuario} \times \#Usuarios \times \%Utilización}{V. \text{ de transmisión}}$$

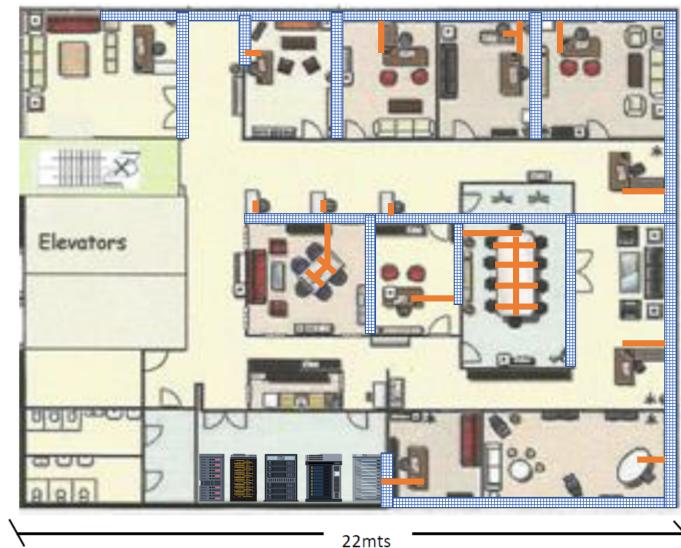
$$\#AP = \frac{3Mbps \times 45 \times 0.25}{6Mbps} \approx 5$$

Y ahora bien, elegimos una distribución que permita optimizar lo más posible el área de cobertura.



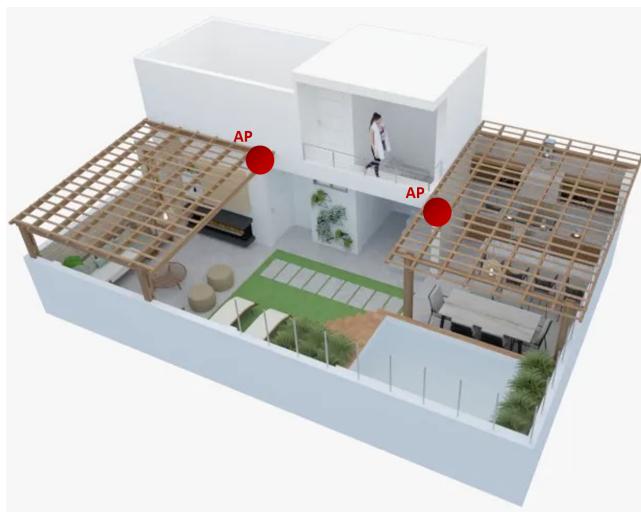
Plano 3. Access point inalámbricos.

Finalmente estas consideraciones nos permiten planificar una ruta para nuestras canaletas y cables.



Plano 4. Rutas de canalización y cableado.

Finalmente consideramos los puntos de acceso inalámbricos que se montarán en la terraza, donde es importante recordar que el rango de alcance de los access point se duplica, además de que no es un espacio que deban ocupar muchas personas a la vez, así que nos bastamos con dos access point.



Plano 5. Terraza

Desarrollo

Una de las primeras consideraciones que tomamos en cuenta son las dimensiones necesarias de las canaletas

CANALETAS PANDUIT		CAPACIDAD (Cables)	50%
TIPO	FORMULA		
F2x1LG6	$\frac{\left(2in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)\left(1in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)}{0.75(6mm)^2}$	48	24
F.75x2LG6	$\frac{\left(0.75in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)\left(2in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)}{0.75(6mm)^2}$	36	18
F1.5x1.5LG6	$\frac{\left(1.5in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)\left(1.5in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)}{0.75(6mm)^2}$	54	27
F.75x1.5LG6	$\frac{\left(0.75in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)\left(1.5in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)}{0.75(6mm)^2}$	27	14
F1.5x2LG6	$\frac{\left(1.5in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)\left(2in \times \frac{25.4mm}{1in}\right)}{0.75(6mm)^2}$	72	36

Tabla 2. Capacidades de canaletas PANDUIT

Así pues, al contar con 29 rosetas y 5 access point, 34 dispositivos a conectar al armario de telecomunicaciones en total, determinamos que lo más adecuado es utilizar la canaleta de 0.75 por 1.5 pulgadas

Cableado horizontal

A continuación se muestra una tabla con los cálculos realizados para la obtención del total de cable que se utilizará para la instalación del cableado horizontal.

Como consideraciones, debemos tomar en cuenta que se utilizó una altura de 2.4m de piso a techo, además de escritorios con altura de 0.7m

Cableado horizontal							
Cableado							
Sección	Nodo	Techo	Bajada	Recorrido piso	Subida a escritorio	Holgura	Total
Pete Campbell	1	1	2.4	2	0.7	10	17.1
Roger Sterling	2	8	2.4	1.5	0.7	10	24.6
Don Draper	3	30	2.4	2	0.7	10	48.1
Peggy Olson	4	32.5	2.4	1	0.7	10	50.6
	5	33	2.4	1	0.7	10	52.1
Lane Pryce	6	35.5	2.4	2	0.7	10	56.6
Harry Crane	7	41.5	2.4	1	0.7	10	62.6
Reception	8	43	2.4	2	0.7	10	66.1
	9	32	2.4	2.5	0.7	10	56.6
Creative	10	32	2.4	2.5	0.7	10	57.6
	11	32	2.4	2.5	0.7	10	58.6
	12	32	2.4	2.5	0.7	10	59.6
	13	32	2.4	2.5	0.7	10	60.6
Joan Holloway	14	31	2.4	2	0.7	10	60.1
	15	25	2.4	2.5	0.7	10	55.6
	16	25	2.4	2.5	0.7	10	56.6
	17	25	2.4	2.5	0.7	10	57.6
	18	25	2.4	2.5	0.7	10	58.6
Conference Room	19	25	2.4	2.5	0.7	10	59.6
	20	25	2.4	2.5	0.7	10	60.6
	21	25	2.4	2.5	0.7	10	61.6
	22	25	2.4	2.5	0.7	10	62.6
	23	25	2.4	2.5	0.7	10	63.6
	24	25	2.4	2.5	0.7	10	64.6
Common Area	25	17	2.4	2	0.7	10	57.1
	26	21	2.4	2	0.7	10	62.1
	27	36	2.4	0.5	0.7	10	76.6
	28	9.5	2.4	0.5	0.7	10	51.1
	29	33	2.4	0.5	0.7	10	75.6
							1654.4

Total de cable para conexiones Ethernet por cada piso. Cantidad expresadas en metros

APs				
	Nodo	Techo	Bajada	Total
	1	30	1	31
	2	34.4	1	35.4
	3	29	1	30
	4	35	1	36
	5	39.5	1	40.5
				172.9

Total de cable para Access Points por cada piso. Cantidad expresadas en metros

Así, tenemos los siguientes datos para el cableado horizontal de nuestro edificio:

Total CH por piso	Total CH por 5 pisos
1827.3	13459

Total de cable para cableado horizontal: 13,459m

Cableado vertical (backbone)

El cálculo del Backbone puede resultar un poco más sencillo, pues a partir del total de cables por cada piso, podemos ir calculando la longitud de cada cable.

Sabemos que necesitamos 34 cables por piso, y adicionalmente, 2 para la terraza. A continuación se muestra una tabla con el cálculo del backbone:

Cableado vertical (Backbone)				
Piso	Cables	Altura	Holgura	Total
1	34	2.4	7	319.6
2	34	4.8	7	401.2
3	34	7.2	7	482.8
4	34	9.6	7	564.4
5	34	12	7	646
Terraza	2	12	7	38
				2452

Total de cable para backbone: 2,452m

Finalmente, nos queda sumar la cantidad de cableado horizontal con vertical para obtener la cantidad global de cable UTP que necesitamos para nuestro edificio.

Total de cable a comprar
16775.5

Cantidad de cable para todo el sistema del edificio. Cantidad expresada en metros

En una empresa se pueden tener muchos gastos. Ahora, contando solamente los gastos necesarios para la instalación de la red en el edificio trabajado tenemos: los gastos por bobina de cable utp categoría 6, escalerillas para el cableado por techo, canaletas para los cables que pasan por pared, conectores RJ-45 categoría 6, switches, AP's, patch panel y rosetas.

Sabiendo esto, podemos hacer las cuentas para su implementación. Por lo cual, tenemos:

Objetos de Red	Capacidad	Costo en pesos	Capacidad que cubrir	Multiplicador	Subtotal
Bobina cable utp cat6	305 mtrs	\$1577	16775.5 mtrs	56	\$88312
Escalerillas	3.05 mtrs	\$400.2	86.25 mtrs	29	\$11605.8
Charolec 4x2"					
Canaletas F.75x1.5LG6	1.83 mtrs	\$7.54	271.5 mtrs	149	\$1123.46
Conectores RJ-45 cat6	100	\$235	1150	12	\$2820
Switches	24 puertos	\$1010	344	15	\$15150
AP's - TP-Link EAP225 V3	1	\$1200	27	27	\$32400
Patch panel	48 puertos	\$1711.88	5	5	\$17118.8
Rosetas	4x2 espacios	\$408.75	58	8	\$3270
TOTAL					\$171800.66

Sabiendo de antemano algunas normativas y precauciones que hay que tener como: la cantidad adicional que hay que tener en cuenta al establecer canaletas, rosetas y escalerillas por ejemplo. Siempre se podría añadir cosas en un entorno, por lo cual sería muy necesario tener un 50% más de jacks hembra en la parte de las rosetas y en la capacidad de los patch panel de acuerdo con la norma ANSI/TIA-568. Además, la capacidad de las vías que llevan nuestros cables (canaletas y escalerillas) necesitan su propio espacio, el cual no es diferente a un 50% libre de ocupación de acuerdo con la norma ANSI/TIA-569. Visualizando estas consideraciones, podríamos estar seguros que al final dispondremos de una buena instalación y cotización.

Pruebas/Justificación

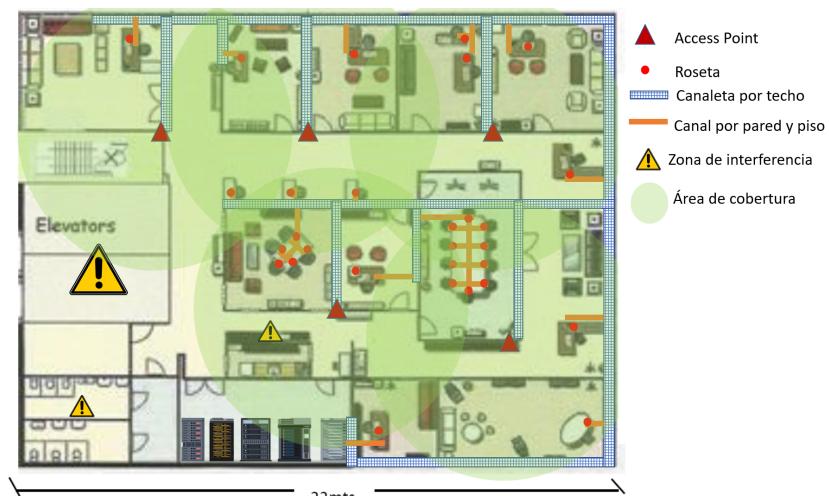
Según los estándares de ANSI/TIA/EIA 568 se verifica que se cumple con la norma de no implementar segmentos de red en el cableado horizontal con longitud superior a 90m, más los 10m de holgura para los patch cords. Igualmente los cálculos se han realizado en consideración de que el radio mínimo de curvatura para los cables UTP del cableado horizontal debe ser de 8 veces el diámetro, o sea que considerando un diámetro de 6mm el radio de curvatura debe ser de 4.8cm, por lo menos.

Además los costos y demás detalles del cableado tanto horizontal como vertical se consideran con la implementación de cable UTP CAT6. La categoría 6 se describe dentro de los estándares TIA/EIA 568B.2-1, ISO/IEC 11801 y EN 50173-1 y permite trabajar a velocidades de hasta 1000Mbps dentro de un entorno Ethernet, pudiendo también llevar otras señales como servicios básicos de telefonía, TokenRing y ATM. Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 250MHz.

Para las conexiones inalámbricas se considera el uso de dispositivos que soporten el estándar de comunicaciones WiFi de la IEEE 802.11ac, por su alta velocidad de operación, así como por su ancho de banda. Igualmente se recomienda proteger estas redes con un protocolo de seguridad WPA2-AES.

Producto

Finalmente el diseño en conjunto de la distribución del cable horizontal entre los equipos del área de trabajo y el armario de telecomunicaciones sería la siguiente



Plano 5. Diseño final

Cableado

Dada la distribución definida en el proceso de análisis y los cálculos obtenidos en el desarrollo de este, el total del cable a utilizar para las instalaciones de este edificio es de 16,775, lo cual equivale a aproximadamente 56m. Podemos ver el desglose de dicha cantidad de cable en la siguiente tabla.

Piso	Cableado Horizontal	Cableado vertical
1	1827.3m	319.6m
2	1827.3m	401.2m
3	1827.3m	482.8m
4	1827.3m	564.4m
5	1827.3m	646m
Terraza	22m	38m
TOTAL		16,775.5m

Todos los cálculos tienen en cuenta las normas de cableado estructurado y otras consideraciones, como pueden ser:

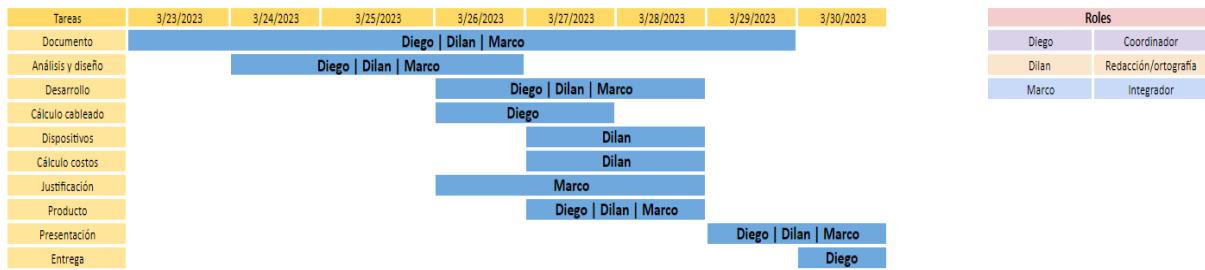
- La holgura de 7m en el armario de telecomunicaciones
- La holgura de 3m para el área de trabajo
- Altura estándar de los pisos del edificio (2.4m)
- Altura estándar de los escritorios (0.7m)

Costos

Teniendo en cuenta las secciones de cada piso, podemos entender la cantidad necesitada de diversos productos de red para su próxima implementación y visualización de costos para el cliente. Concluimos un costo aproximado de 171180.66 pesos en donde los materiales abastecen las conexiones e implementaciones necesarias para el edificio.

Objetos de Red	Subtotal
Bobina cable utp cat6	\$88312
Escalerillas Charolec 4x2”	\$11605.8
Canaletas F.75x1.5LG6	\$1123.46
Conectores RJ-45 cat6	\$2820
Switches	\$15150
AP's - TP-Link EAP225 V3	\$32400
Patch panel	\$17118.8
Rosetas	\$3270
TOTAL	\$171,800.66

Diagrama de Gantt



Conclusiones

El diseño de una implementación de red siguiendo la estructura del cableado estructurado es una tarea compleja debido a la amplitud de conceptos que involucra. En primer lugar es importante conocer el concepto de cableado estructurado por sí mismo, de qué se trata, para qué sirve y dónde se implementa. En segunda instancia es necesario reconocer sus subsistemas, la funcionalidad de cada uno, los elementos que los constituyen y las normas y estándares que rigen a cada uno. Después es importante profundizar en los equipos, las funcionalidades de cada uno, la lógica interna que los rige, sus protocolos, sus puertos, sus métodos de comunicación, etc. Y por otra parte se deben reconocer las normas y estándares del cableado estructurado, las instituciones u organizaciones que las establecen, el campo en específico que regulan, la validez a nivel local, nacional o internacional, si es auditabile, si son opcionales u obligatorias, entre otros aspectos. Con todo lo anterior en mente notamos que se trata de una labor compleja que requiere de una amplia gama de conocimientos técnicos y de administración de proyectos.

Podemos afirmar que existen varias normas internacionales ampliamente reconocidas en la industria de las redes y telecomunicaciones, como la norma ANSI/TIA-568 y ANSI/TIA-569, que establecen los requisitos y directrices para el diseño, instalación y gestión de sistemas de cableado estructurado en edificios comerciales y residenciales. Estas recomiendan dejar un margen significativo de puertos libres en el patch panel y un espacio adicional en las canaletas y escaleras para permitir futuras expansiones y cambios en el sistema de cableado. Esto añade un costo adicional al previsto seguramente por el cliente. No obstante, estaría muy satisfecho con las implementaciones futuras que es lo más probable que pase.

Fuentes

- Ramírez, S. (2014). Introducción a las Redes de Datos: Volumen 1. Createspace.
- Ariganello, E. (2014). Redes Cisco. Guía De Estudio Para La Certificación Ccna Security. Ediciones De La Universidad De Murcia.
- Dordogne, J. Bardot, Y. (2020). Redes informáticas: nociones fundamentales, mantenimiento y reparación de pc (6^a ed.). ENI
- Martínez, R. (s.f.). El cableado estructurado de una red de área local. Recuperado el 29 de marzo de 2023 de: https://www.adrformacion.com/knowledge/administracion-de-sistemas/el_cableado_estructurado_de_una_red_de_area_local.html
- BIRT LH. (s. f.). 2.1.2.- Subsistemas de cableado estructurado. Recuperado el 29 de marzo de 2023 de: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ICTV/ICTV10/es_IEA_ICTV10_Contenidos/website_212_subsistemas_de_cableado_estructurado.html
- Fernández, Y. (2023). Cable de red Ethernet: categorías, protecciones y cómo saber cuál comprar. Recuperado el 29 de marzo de 2023 de: <https://www.xataka.com/basics/cable-red-ethernet-categorias-protecciones-como-saber-cual-comprar>
- Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (s. f.). GUIA PARA APlicar LA NORMA TIA/EIA 568 PARA CABLEADO ESTRUCTURADO. Recuperado el 29 de marzo de 2023 de: <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Manual-para-aplicar-la-norma-TIA-EIA-para-Cableado-Estructurado.pdf>