



Tecnológico de Monterrey

Propuesta Final de Diseño de Red

TC2006B: Interconexión de Dispositivos

Grupo 101

Andrés Tarazona Solloa

Tecnológico de Monterrey

Campus Santa Fe

a01023332@tec.mx

Joaquín Badillo Granillo

Tecnológico de Monterrey

Campus Santa Fe

a01026364@tec.mx

Pablo Bolio Pradilla

Tecnológico de Monterrey

Campus Santa Fe

a01782428@tec.mx

Shaul Zayat Askenazi

Tecnológico de Monterrey

Campus Santa Fe

a01783240@tec.mx

Bajo la instrucción de

Alma Patricia Chávez

Cervantes

Guillermo Escobar

Arriaga

Jorge Rodríguez

Ruiz

15 de Marzo de 2023

Índice de Figuras

- 3.1. Plano del Estacionamiento Techado (P2) 11
- 3.2. Plano de Multicanchas 12
- 3.3. Topología Lógica 17
- 3.4. Estacionamiento Techado (P2) 19
- 3.5. Multicanchas 20
- A.1. Cambios 28

Índice de Tablas

2.1. Hosts Requeridos por Subred	8
3.1. Costos de Equipos de Red	13
3.2. Costos de Cableado	14
3.3. Costos de Equipos Adicionales	15
3.4. Costos Acumulados	16
3.5. Subredes	19
4.1. Objetivos	23

Índice

Índice de Figuras	2
Índice de Tablas	3
1. Introducción	6
1.1. Contexto del problema	6
1.2. Objetivos del reto	6
1.3. Dominio del problema	6
2. Planteamiento del problema	7
2.1. Problemática	7
2.2. Alcance del proyecto	7
2.3. Objetivos	9
2.4. Propuesta inicial de solución del reto	10
3. Propuesta de solución del reto	11
3.1. Espacios físicos propuestos	11
3.2. Equipo requerido y propuesta económica	13
3.3. Diseño lógico de la red	17
3.3.1. Topología Lógica	17
3.3.2. Subnetting	18
3.4. Diseño físico de la red	19
3.5. Configuración y pruebas de conectividad	21
3.5.1. Configuración	21

3.5.2. Pruebas de conectividad	21
4. Evaluación de resultados	22
4.1. Problemáticas enfrentadas durante la etapa de solución del reto	22
4.2. Evaluación de los objetivos planteados	23
4.3. Evaluación de la propuesta	24
5. Conclusiones y trabajo futuro	24
5.1. Conclusiones	24
5.2. Trabajo futuro	25
6. Glosario	27
Apéndices	27
A. Cambios en la Simulación	28
Referencias	29

1. Introducción

1.1. Contexto del problema

A lo largo del año se realizan en México las Olimpiadas Mexicanas de la Informática (OMI) las cuales consisten de varias etapas, una de las cuales es un concurso nacional orientado a un público joven donde se busca resolver problemas a través del uso de la lógica y herramientas computacionales. Este evento busca promover el desarrollo tecnológico del país, y al mismo tiempo formar a programadores talentosos para pasar a competencias de categoría internacional como las Olimpiadas Internacionales de la Información (IOI). [9]

1.2. Objetivos del reto

Para que las OMI se puedan llevar a cabo con éxito es necesario contar con una red establecida en el espacio donde se ejecutará el evento. Dicha red debe contar con la infraestructura y configuraciones necesarias para alimentar a todos los dispositivos involucrados. [10, Regla 9]

1.3. Dominio del problema

Para que las necesidades del evento puedan ser satisfechas es necesario identificarlas.

Este tipo de eventos requiere de grandes áreas de espacio que puedan albergar a todos los participantes y personal representativo que vaya a asistir, además de respetar los lineamientos de salud sobre la pandemia del Covid-19. A la vez debe contar con las precauciones y protocolos para evacuaciones en caso de emergencia. El espacio debe estar protegido del clima exterior para que no se dañe ningún equipo, se cause algún accidente o se afecte el rendimiento de los concursantes.

Se debe tener en cuenta la cantidad de dispositivos que serán proporcionados a los participantes de la OMI, así bien como los que serán destinados a proveer el servicio de red. Adicionalmente, es necesario realizar la implementación de VLANs para cada segmento de subred con fines administrativos.

2. Planteamiento del problema

2.1. Problemática

El Tec de Monterrey Campus Santa Fe ha sido seleccionado para actuar como sede de la OMI. Para que esta pueda llevarse a cabo, es necesario utilizar las instalaciones del campus y verificar que cuentan con la infraestructura de red necesaria para que las actividades puedan llevarse a cabo sin comprometer la continuidad de operación del propio Campus. A su vez que cumplan con todos los estándares de seguridad y protocolos de evacuación. En las instalaciones será necesario proponer un modelo de red funcional que esté alineado a las prestaciones del campus. Será necesario encontrar un área en la cual se puedan contener a todos los estudiantes con sana distancia y asignar otros espacios para las instalaciones centrales de red y personas directivas de la OMI.

2.2. Alcance del proyecto

Para establecer el alcance de nuestra propuesta necesitamos conocer a todos los involucrados del evento, la cantidad de dispositivos que serán utilizados y dónde serán colocados.

Contamos con 18 estudiantes de todos los 32 estados del país de los cuales 4 son de preparatoria, 6 de secundaria y 8 de primaria. Es importante mencionar que el estado sede tiene la libertad de seleccionar el doble de la cantidad de alumnos originalmente establecida, por lo tanto se cuenta como un estado más siendo en total 33. Si multiplicamos esta cantidad por el número de alumnos obtenemos 594 alumnos, lo que se traduce como un requerimiento de esa misma cantidad de computadoras con conexión a internet para que puedan resolver los retos del concurso.

Se debe asignar una red para jueces, quienes requieren un espacio equipado con 10 computadoras, un servidor local y 4 impresoras; siendo 15 conexiones en total. Asimismo, la OMI utiliza a un reportero por estado. Estos deben estar en una red dedicada para prensa y su conexión es inalámbrica.

Los concursantes fueron preparados por entrenadores, por lo que estos tendrán que tener acceso a la información que comparten los reporteros y verificar el desempeño de sus competidores. Requieren una mezcla de 40 conexiones alámbricas e inalámbricas. Toda esta distribución de dispositivos se observa mejor en la [Tabla 2.1](#), mostrada a continuación.

Hosts Requeridos

Segmento	Cantidad de Hosts
Alumnos	594
Entrenadores	40
Reporteros	32
Jueces	15
Total	681

Tabla 2.1: Hosts Requeridos por Subred

2.3. Objetivos

1. Hacer un diseño de una red local que pueda garantizar las especificaciones de la OMI.
2. Escoger un espacio que cumpla con el tamaño y medidas de seguridad, para que en caso de emergencia, se tenga una buena evacuación.
3. Realizar un diseño virtual de la red que incluya las topologías física y lógica.
4. Realizar diagramas que muestren la distribución de los dispositivos en el espacio seleccionado, las áreas designadas para jueces, entrenadores y reporteros, el espacio elegido para instalar el MDF y la distribución de los dispositivos de la red con su cableado.
5. Segmentos y conexiones:
 - 5.1. Los 594 hosts de alumnos deben tener conexión alámbrica.
 - 5.2. Entre los 40 hosts de entrenadores deben existir conexiones híbridas.
 - 5.3. Los 32 hosts de prensa deben tener conexión inalámbrica.
 - 5.4. Entre los 15 hosts de jueces deben existir conexiones híbridas.

2.4. Propuesta inicial de solución del reto

Nuestra propuesta inicial consistía en proporcionar la cancha de fútbol americano para ser utilizada como espacio principal para los estudiantes. Dada esa propuesta, los estudiantes podrían estar en el mismo lugar que los jueces y los mismos entrenadores, a lo que entonces se debería dividir el espacio con carpas o de alguna forma estructural temporal.

El cableado también se facilitaba inmensamente dentro del área seleccionada, por lo que se consideró un área ideal para proporcionar conexiones para la misma problemática.

Se descartó la propuesta anterior debido a diversas dificultades que eran anteriormente pasadas por alto. El problema principal de la propuesta fue el clima, ya que todo el evento estaba expuesto a la intemperie por lo que si llegaba a desatarse una tormenta, el evento sería cancelado. Por otra parte, si el clima era demasiado caluroso podía tener repercusiones en la salud de los participantes y afectar a los dispositivos que fuesen utilizados para la competencia por la exposición directa al sol (lo cual además dificulta la visibilidad del monitor).

Una posible solución a lo anterior sería montar una carpa para proteger a todo lo relacionado con el evento. Sin embargo, el costo y la dificultad de implementación recalcan la necesidad de otra propuesta.

3. Propuesta de solución del reto

3.1. Espacios físicos propuestos

El área de multicanchas es la que seleccionamos como propuesta final de espacio físico al igual que el segundo piso del estacionamiento techado como parte de la propuesta final, puesto que el tamaño de multicanchas no es suficiente para albergar a todos los alumnos contemplando la sana distancia. Al tener todo en un mismo piso, el acceso entre las 2 áreas seleccionadas es directo. Se pueden consultar la [Figura 3.1](#) y [Figura 3.2](#) mostradas a continuación para visualizar los espacios físicos y facilitar su entendimiento.

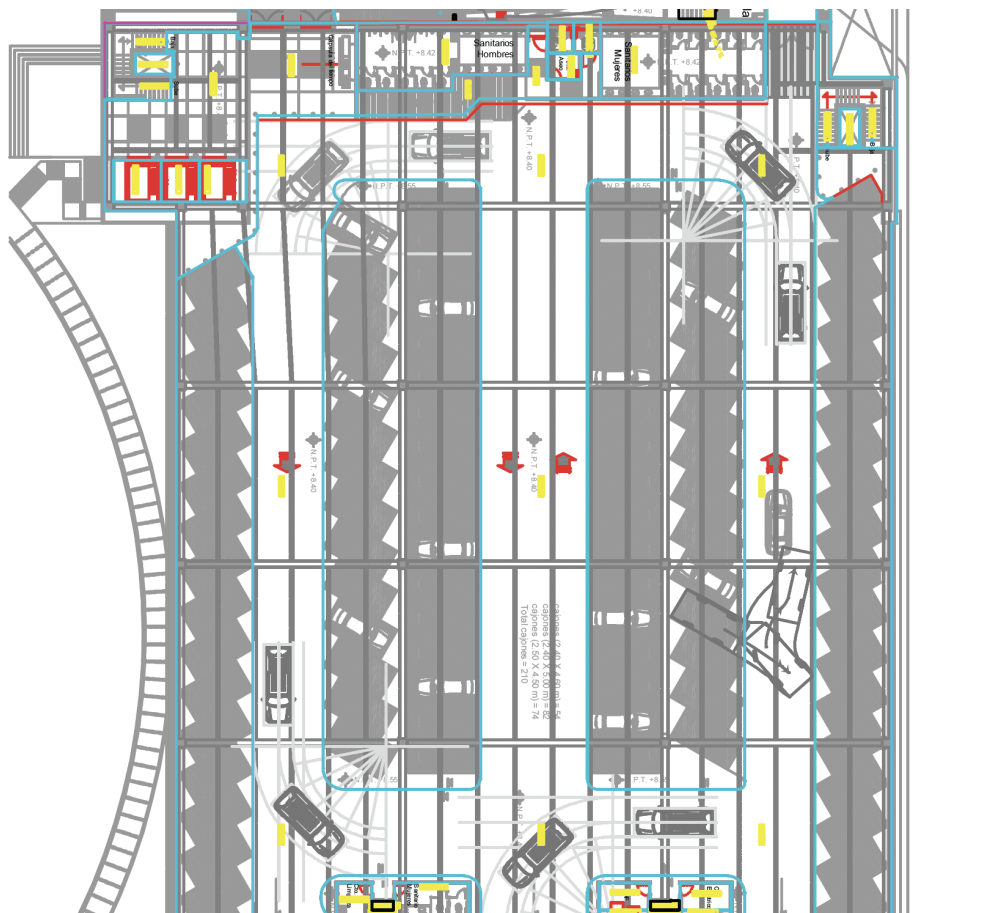


Figura 3.1: Plano del Estacionamiento Techado (P2)

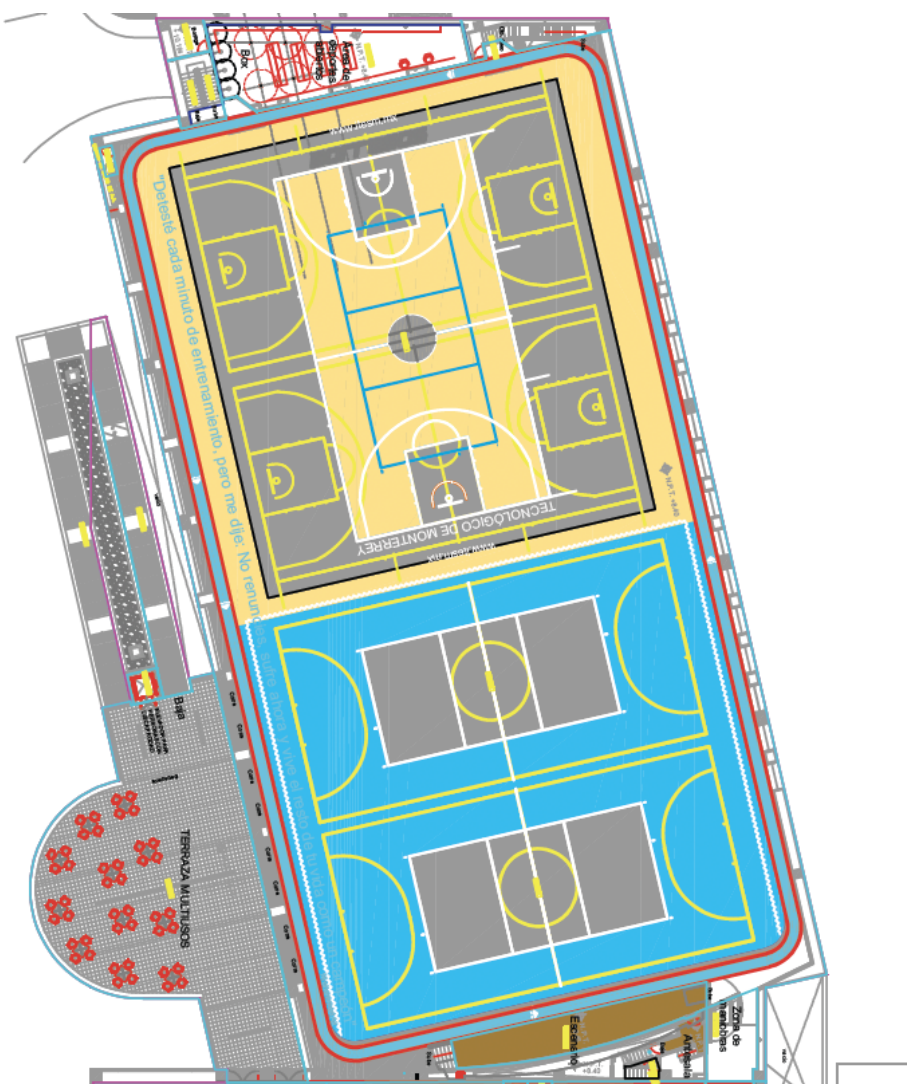


Figura 3.2: Plano de Multicanchas

3.2. Equipo requerido y propuesta económica

Para establecer un presupuesto, se desglosaron los costos de acuerdo con las categorías listadas y descritas a continuación.

1. Equipos de Red: Los dispositivos de interconexión que se utilizarán.
2. Cableado: Costos asociados a los cables, lo cual incluye el cable de UTP a usar, los plugs y las canaletas.
3. Equipos Adicionales: Los dispositivos que se deben tener para el funcionamiento de la red de jueces (impresoras y servidor) así como los racks.

Costos de Equipos de Red

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
TP-LINK ER605 (Router 5 puertos)	1	\$1,180. ⁰⁰ [4]	\$1,180. ⁰⁰
TP-Link TL-WA901N (Access Point 3 antenas)	6	\$515. ⁰⁰ [1]	\$3,090. ⁰⁰
TP-LINK TL-SF1048 (Switch 48 puertos)	1	\$2,329. ⁰⁰ [5]	\$2,329. ⁰⁰
TP-LINK TL-SG1024D (Switch 24 puertos)	36	\$1,517. ⁰⁰ [2]	\$54,612. ⁰⁰
TP-LINK TL-SG116 (Switch 16 puertos)	1	\$1,254. ⁰⁰ [6]	\$1,254. ⁰⁰
		TOTAL	\$62,465. ⁰⁰

Tabla 3.1: Costos de Equipos de Red

Se utilizaron dispositivos de red que compartieran sistema operativo con el fin de asegurar la compatibilidad, además de reducir el aprendizaje a un solo IOS. Más que nada se cotizaron switches de 24 puertos ya que por nuestra estructura física, se necesitaría soporte para 18 alumnos en 33 IDFs. Por la distribución de éstos, los switches dedicados a cada subred tenían que ser uno de 24 puertos para el techado y otro de 48 para multicanchas. El switch central se contempló para ser de 16 puertos y por la configuración de router on a stick”, se buscó el router con menos puertos posibles.

Costos de Cableado

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plugs RJ45 para Ethernet Cat 5e	1318	\$5. ⁰⁰ [11]	\$6, 590 ⁰⁰
Cable Cat 5e Estudiantes sin troncales	4, 312,1m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$21, 432. ⁰⁰
Cable Cat 5e Entrenadores sin troncales	33,76m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$168. ⁰⁰
Cable Cat 5e Jueces sin troncales	30,11m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$150. ⁰⁰
Cable Cat 5e Estudiantes troncales	1, 815,57m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$8, 482. ⁰⁰
Cable Cat 5e Entrenadores troncales	54,93m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$76. ⁰⁰
Cable Cat 5e Access Points (Entrenadores/Prensa)	227,97m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$1, 134. ⁰⁰
Short rack Cal 5e cables	1m	\$4,97. ⁰⁰ [8]	\$5. ⁰⁰
Yellow Jackets	407 (80cm c/u)	\$195. ⁰⁰ (3 días)	\$79, 365. ⁰⁰
		TOTAL	\$117, 402. ⁰⁰

Tabla 3.2: Costos de Cableado

La cotización de cableado se calculó con base en las medidas y la distribución que se determinó en multicanchas. Esto es porque es el lugar más grande de nuestro sistema, por lo que el cableado que venía del IDF más lejano para llegar al MDF que se puso en el pasillo central de evacuación pegado al escenario para que no afecte la evacuación. La cantidad de plugs de RJ45 a utilizar se calculó contando el número de conexiones

necesarias multiplicado por 2. Para los yellow jackets se hicieron 6 pasillos que desembocan en el pasillo central teniendo en cuenta que cada uno de ellos mide 80 cm y se rentan por día con un costo de \$65.⁰⁰.

Costos de Equipos Adicionales

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Rack	35	\$698. ⁰⁰ [12]	\$24,430. ⁰⁰
HP LaserJet M111w	4	\$2,159. ⁰⁰ [7]	\$8,636. ⁰⁰
Servidor	1	\$4,270. ⁰⁰ [3]	\$4,270. ⁰⁰
		TOTAL	\$37,336. ⁰⁰

Tabla 3.3: Costos de Equipos Adicionales

El costo de los equipos adicionales engloba los 35 racks donde 33 de ellos son los IDF's dedicados a los alumnos que fueron divididos por estado y el de la Ciudad de México tiene 2 IDF's por ser el doble de participantes; El rack central, que tiene el switch dedicado a jueces, el switch dedicado a estudiantes ubicados en multicanchas, el router y el switch central; el último rack es para los entrenadores con conexiones alámbricas. Las impresoras wireless que se requerían al menos 4. Se decidió que fueran wireless ya que la tecnología estandarizada hoy en día de las impresoras es wireless, por lo que es difícil y caro encontrar impresoras alámbricas. Por último, para el servidor se utilizó una PC de gamma baja ya que sólo tendría la función de procesar archivos que lleguen por la red.

Costo Acumulado

Concepto	Total
Equipos de red	\$62,465. ⁰⁰
Cableado	\$117,402. ⁰⁰
Misceláneos	\$37,336. ⁰⁰
	\$217,203. ⁰⁰

Tabla 3.4: Costos Acumulados

3.3. Diseño lógico de la red

3.3.1. Topología Lógica

Una vez definidas las áreas que se van a utilizar, los equipos de interconexión requeridos y sus conexiones, se utilizó el software *Packet Tracer* para simular la red y realizar las configuraciones. Esto a su vez sirvió para tener un diseño de la topología lógica que se muestra en la **Figura 3.3** a continuación. No obstante, en la figura los switches de los estados llegan a 2 switches centrales, mientras que en el diseño planteado se planea utilizar únicamente uno; lo cual se debe a que en *Packet Tracer* no hay un switch de 48 puertos.

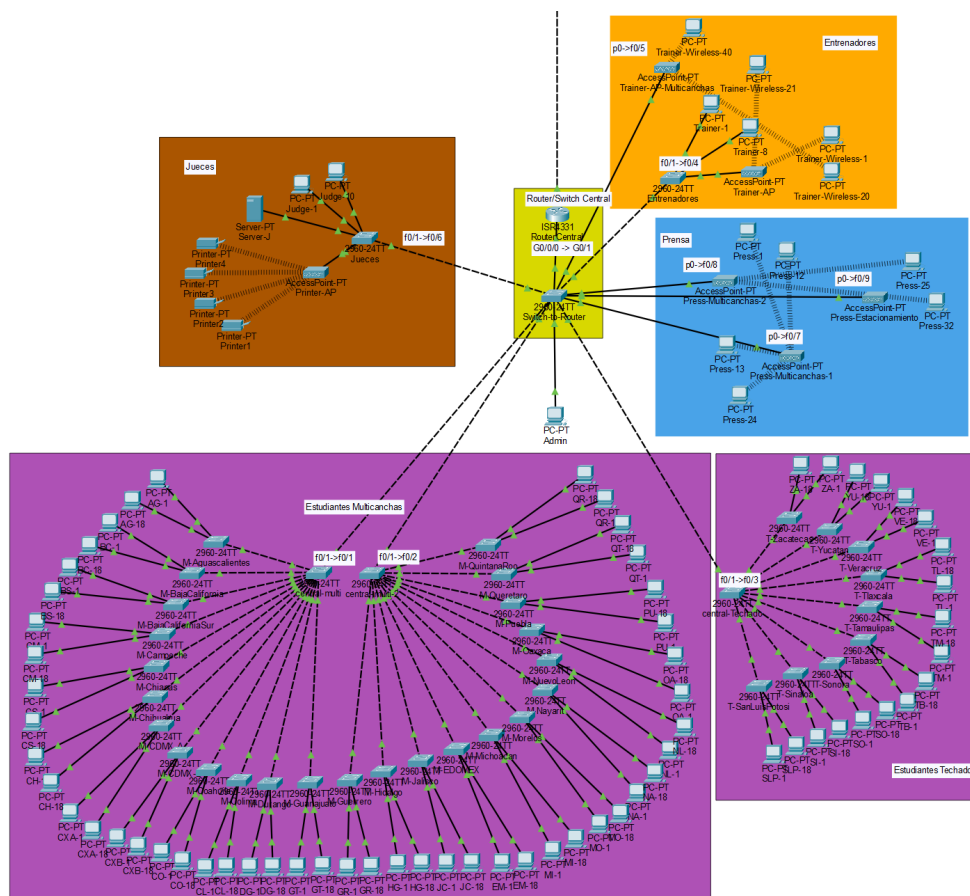


Figura 3.3: Topología Lógica

3.3.2. Subnetting

Para la red creamos cuatro subredes para el uso de los participantes de la OMI. Las redes requeridas son las siguientes:

1. Una red para los estudiantes, con capacidad de al menos 594 hosts. Entonces nuestro prefijo subred queda como /22.
2. Una red para la prensa, con capacidad para un entrenador por cada estado – 32 hosts.
La red escogida entonces para los anteriores, es de /26, dándonos una capacidad de 62 hosts.
3. Una red para los entrenadores, ésta debe ser inalámbrica, con una capacidad para 40 hosts. Por lo tanto, se escoge una red de /26 igualmente, con capacidad para 62 hosts nuevamente.
4. Una última red para los jueces, con capacidad para diez jueces, cuatro impresoras y un servidor. Finalmente, solo necesitamos una red de /27 con capacidad para 30 hosts.

No obstante, es importante recalcar la necesidad para una red de administración de los switches dentro de nuestras subredes y VLANs. Dado que nuestra propuesta contiene 36 switches, se necesita implementar una última red extra con prefijo /26. Entonces, existe un requerimiento final de 5 diferentes subredes.

Dadas las redes que se están utilizando, necesitamos incorporar 5 VLANs para entonces poder usar routeo a través de la implementación “Router-on-a-stick”. Las VLANs que implementamos para cada subred quedan como: VLAN 10 para estudiantes, VLAN 20 para entrenadores, VLAN 30 para reporteros, VLAN 53 como administrativa, y finalmente VLAN 40 para los jueces.

Subnets

Red	Prefijo	IP de red	Rango de IPs utilizables		VLAN
1 - Alumnos	/22	172.16.0.0	172.16.0.1	172.16.3.254	10
2 - Entrenadores	/26	172.16.4.0	172.16.4.1	172.16.4.62	20
3 - Reporteros	/26	172.16.4.64	172.16.4.65	172.16.4.126	30
4 - Administración	/26	172.16.4.128	172.16.4.129	172.16.4.190	53
5 - Jueces	/27	172.16.4.192	172.16.4.193	172.16.4.222	40

Tabla 3.5: Subredes

3.4. Diseño físico de la red

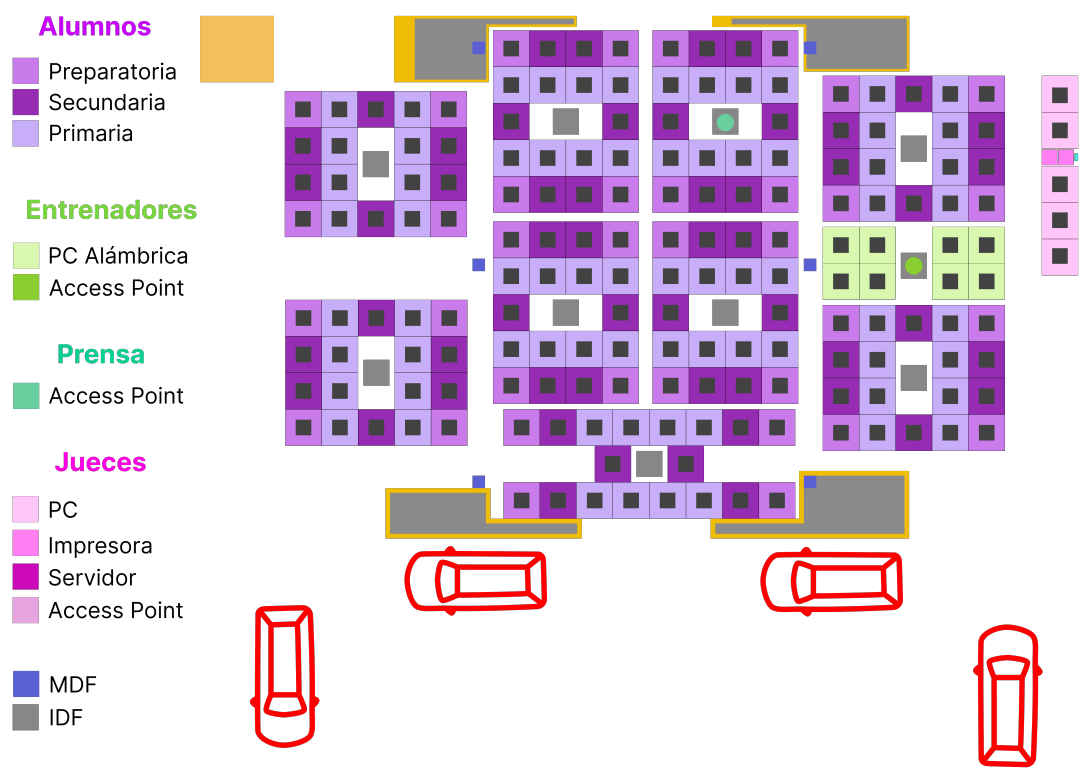


Figura 3.4: Estacionamiento Techado (P2)

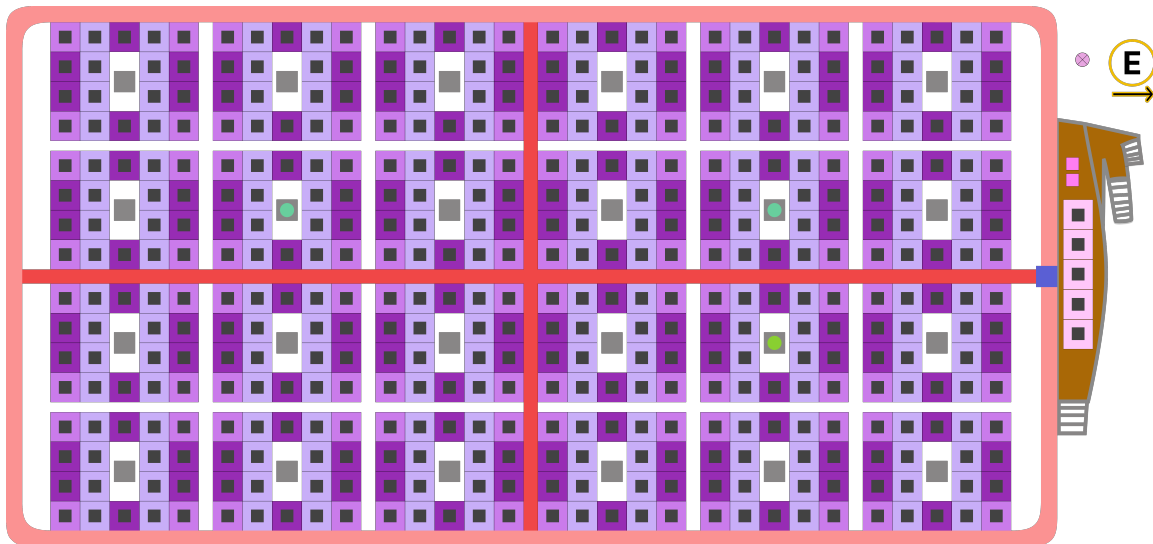


Figura 3.5: Multicanchas

Los estudiantes toman la mayor parte del área tanto en multicanchas como en el estacionamiento. Por ende primero se diseñaron arreglos para los alumnos que tomaran en consideración rutas de evacuación y la sana distancia; se organizaron por estado, y cada uno de ellos se acomodó en arreglo caudrado, salvo uno, el cual se ajustó para mantener la circulación del estacionamiento techado. Posteriormente nuestro diseño se enfocó en los jueces y entrenadores, pues la prensa tiene conexiones puramente inalámbricas y consecuentemente pueden circular alrededor de los alumnos, sin necesidad de proporcionarles mesas o áreas estáticas.

Los jueces estarán acomodados en dos mitades. Cinco de ellos, junto con dos impresoras, se sentarán en el escenario de multicanchas separados de los estudiantes directamente. La otra mitad, con otras dos impresoras, se sentarán en el estacionamiento techado. Los entrenadores con conexiones alámbricas se sentarán entre los alumnos del estacionamiento techado y tendrán un access point para este mismo espacio; asimismo, se agregó un access point de entrenadores a multicanchas para tener cobertura en ambos espacios.

3.5. Configuración y pruebas de conectividad

3.5.1. Configuración

Para poder establecer una comunicación de un host que pertenece a una VLAN a otro host de otra VLAN se utilizó la técnica de Router on a Stick, que consiste en crear subinterfaces para un puerto físico del Router que funcionan como interfaces lógicas. A dichas subinterfaces se les asigna una dirección IP perteneciente a una VLAN ya que esta actúa como default gateway y se crea un pool de DHCP para identificar las subredes y asignarle las direcciones IP privadas a los hosts.

Sin embargo hay una VLAN que no fue configurada en el Router: la VLAN administrativa. Esto tiene un propósito de seguridad, ya que únicamente se le dará acceso a un puerto del switch central a dicha VLAN, el cual podrá ser usado únicamente por un administrador de red con un equipo terminal portátil.

3.5.2. Pruebas de conectividad

Para las pruebas de conectividad se seleccionaron dos hosts por cada VLAN. Como primer paso se realizó un ping a la dirección de puerta de enlace predeterminada de su propia VLAN, con el fin de comprobar que puede llegar al router. Como segundo paso, desde el mismo host se hizo un ping a la puerta de enlace predeterminada de las otras VLANs, con lo cual verificamos que es posible el transporte de paquetes entre nuestra VLAN y las demás. Finalmente, para verificar que hay conexión entre hosts se hicieron pings a hosts en las otras VLANs.

4. Evaluación de resultados

4.1. Problemáticas enfrentadas durante la etapa de solución del reto

En un principio, suponiendo que cada piso del estacionamiento techado era exactamente igual, se estaba pensando tener un backbone que comunicaría 3 pisos del estacionamiento para evitar cualquier complicación por clima y en el proceso tener suficiente espacio para acomodar a todos.

A la hora de hacer las medidas, vimos que cada piso tenía dimensiones de ancho y largo diferentes, lo cual fue un imprevisto que complicó la planeación de nuestro sistema físico. Nos dimos cuenta de eso cuando empezamos a medir el segundo piso que se veía diferente y en el proceso nos dimos cuenta que la mayor parte de los topes del piso 2 ya no están por cuestiones de logística de graduaciones. Aprovechando ese hecho, se sacaron las medidas de multicanchas para que obviemos el backbone y simplemente hagamos todo en el mismo piso.

Para hacer la representación gráfica de los lugares, utilizamos Figma e hicimos una escala para que un píxel equivalga a un centímetro, de esta forma hicimos que la representación fuera lo más acertada posible. Lo que se denominó como área no utilizable fueron las banquetas en donde les agregamos área ya que se trata no sólo de áreas irregulares, sino que también son diferentes cada una de las 4 zonas que se debía evitar.

Además de esto, para asegurar que el evento no tenga imprevistos ni emergencias, se habló con el área de protección civil con el fin de asegurar pasillos de evacuación para todos los alumnos y personal sea un caso de incendio o uno de sismo. Con la confirmación de

eso, se podía continuar con el diseño de la parte física, acomodando los últimos grupos de personas con conexiones que fueran a través de cableado, así como aquellos que se conecten a la red por medio de Access Points, mismos que para su organización, se decidió que la suposición de su alcance iba a ser de 30m a la redonda; de esta forma, no se tendría malas tasas de bits por segundo en la conexión de ningún dispositivo.

4.2. Evaluación de los objetivos planteados

El diseño de la red conllevó así tanto la parte física como la lógica:

Hosts	Segmento	Tipo de conexión	Se cumplió el objetivo
594	Alumnos	Alámbrica	Si
40	Entrenadores	Híbrida	Si
32	Prensa	Inalámbricas	Si
15	Jueces	Híbrida	Si

Tabla 4.1: Objetivos

Se propuso como objetivo encontrar un espacio físico correcto, lo cual se logró en su totalidad, e incluso se habían originalmente proporcionado dos posibles lugares físicos.

El diseño virtual de la red se proporcionó en Packet Tracer, con una representación real de todas las configuraciones que serían necesarias para el correcto funcionamiento de la red real. Encima, se dividieron las subredes en colores para facilidad de lectura, y se proporcionó una computadora personal para el uso de la VLAN administrativa.

4.3. Evaluación de la propuesta

La propuesta será posiblemente la más barata de entre aquellas presentadas. Esto debido a la eficiencia económica que se logró gracias a los dispositivos de conexión escogidos. Más aún, se mantuvo una altísima eficiencia espacial, al incorporar los access points y las mesas de entrenadores directamente dentro de la distribución de los mismos estudiantes.

Posibles áreas de crecimiento dentro de la propuesta actual, basado en nuestro conocimiento actual, está en el manejo de la administración de la red. Sería importante implementar SSH para administrar los switches con la VLAN 53 de una forma más segura que con Telnet, e incluso no es algo necesariamente muy complicado, solo implica hacer el setup dentro de la VLAN misma e implementar la misma para el resto de los switches.

En términos físicos, la propuesta beneficia de ser pensada en un solo piso. De esa forma se ahorra mucho cableado que podría presentar aún más errores por exposición a la intemperie y a los pasos de los concursantes. Además, en caso de necesitar migrar el área del estacionamiento techado a otro lugar cercano, es enteramente viable dada la posición del MDF, el cual facilita cableado incluso a otros pisos del edificio principal.

5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1. Conclusiones

La propuesta solución a la problemática recibió cambios constantemente. Desde la primera iteración que conllevaba solamente el espacio físico, durante aquella que consistió en la cotización, e incluso finalmente la iteración donde se hizo el diseño lógico de la red (Subnetting, VLANs, etc...). Más aún, conforme el equipo aprendía cosas nuevas que

pudiesen ser aplicables, se integraban en las entregas, a lo que se presentó una iteración final concisa, con nuestro conocimiento completo.

Dicho esto, dado nuestro aún relativamente poco conocimiento, especialmente en términos de ciber-seguridad, la propuesta actual conlleva todavía muchos posibles cambios y varias áreas de crecimiento. Una por ejemplo sería en el área de la VLAN administrativa. Encontrar una forma de evitar servirla a todos los switches sería óptimo, así eliminando la exposición directa a los hosts por parte de la VLAN 53.

Finalmente, es importante recalcar la alta viabilidad de nuestra propuesta; los costos son sumamente accesibles, especialmente al implementar la red de la forma que la tenemos pensada, y además, la escalabilidad de nuestra propuesta es sumamente alta. Cada una de nuestras redes tiene capacidad para al menos 30 % más de hosts, y el único cambio que sería necesario sería el cambio de los switches por otros de más puertos, los cuales directamente nos proporcionan 100 % o más de flexibilidad física. La red con menos capacidad de crecimiento sería al final la de entrenadores, donde se tiene un espacio libre de 55 % de la capacidad de hosts.

5.2. Trabajo futuro

Analizando en profundidad nuestro trabajo, observamos que podemos pensar a futuro en como mejorar nuestra red o aplicar mejores técnicas conforme se vaya avanzando y adquiriendo más conocimiento. Dado nuestro conocimiento actual, podemos tener una visión acerca de futuras implementaciones.

1. Multilayer Switch: Realizando una investigación sobre los switches, notamos que existe el Multilayer Switch o Switch de capa 3 y ofrece varias ventajas como la facilidad de enrutamiento entre VLANs, simplificación de procesos de configuraciones,

facilitación de resolución de problemas. Son esencialmente “Router-on-a-stick” directamente implementados en un dispositivo. Desgraciadamente tienden a ser más caros que sus análogos, pero son mucho mas eficientes. Se puede igual implementar DHCP dentro de los mismos.

2. Firewall: Dado que nuestra red no posee un dispositivo dedicado a seguridad, nos limitamos a únicamente dar acceso a los administradores para la gestión de las VLANs, además por medio de los switches hacer el tráfico dirigido a cada segmento de la red para que de esta forma no fuera posible interceptar paquetes. La implementación de un Firewall brinda de una mayor confianza a la seguridad de nuestra red monitoreando constantemente la entrada y salida de tráfico para poder bloquear posibles amenazas.
3. Listas de Control de Acceso: Con esta herramienta es posible filtrar el acceso a las personas que pueden tener acceso a la VLAN administrativa ya que solamente queremos que personal autorizado pueda entrar a la configuración de los switches.
4. Control de Ancho de Banda: Se puede limitar la velocidad que utilizan los puertos de los switches según sea el caso. Mejora la calidad de servicio ya que todo el tráfico cuando viaja a través de los puertos hacia el switch central al tener un control de flujo evitamos cualquier saturación o cuello de botella.

6. Glosario

Olimpiada Mexicana de Informática

Competencia nacional en la que concursan estudiantes de primaria, secundaria y preparatoria, para resolver problemas de forma algorítmica con ayuda de un computador y que además tiene como objetivo fomentar el interés por las ciencias de la computación.. 6-9, 18

Apéndices

A. Cambios en la Simulación

Como fue mencionado en la [Subsección 3.3](#) (en particular en la [Subsubsección 3.3.1](#)), la simulación en *Packet Tracer* simula en gran medida el diseño de la red que se propone implementar. Sin embargo, en la red de alumnos se tuvo que hacer una excepción para la sección de multicanchas; pues los switches que corresponden a cada estado llegan a 2 switches intermedios, pero en realidad se espera usar solamente uno con 48 puertos (un switch con estas especificaciones no está disponible en *Packet Tracer*). La siguiente figura ilustra los switches que deben cambiar.

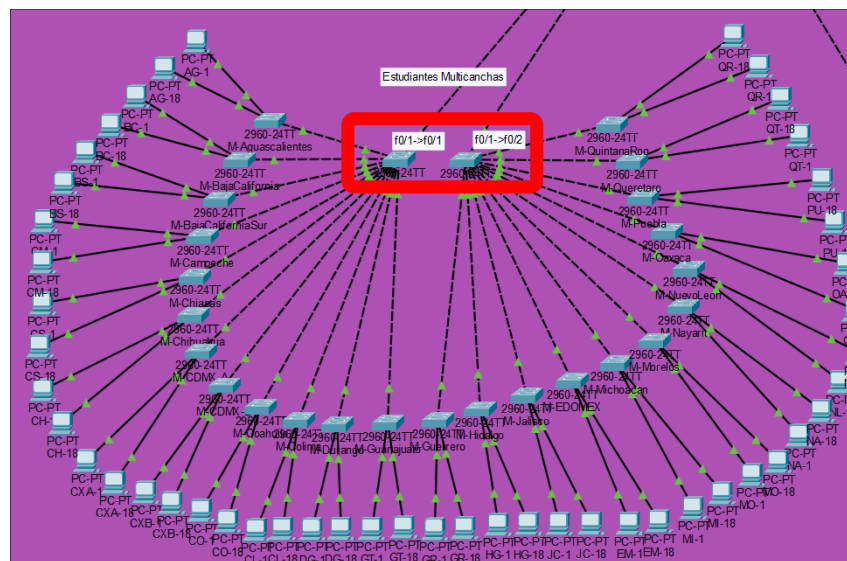


Figura A.1: Cambios

Referencias

- [1] Abasteo. (s.f.). *Access Point TP-Link TL-WA901N, 450 Mbit/s, 1x RJ-45, 2.4GHz, 3 Antenas Integradas*. https://www.abasteo.mx/Redes/Access-Points/Access-Point-TP-Link-TL-WA901N-450-Mbit-s-1x-RJ-45-2-4GHz-3-Antenas-Integradas.html?gclid=Cj0KCQjwk7ugBhDIARIsAGuvGpBr3SS1znx7HinGUVlpPXC02V_-KxNG8kKT9Gv9tqRbiljOtjfNxFeaAtS6EALw_wcB

- [2] Abasteo. (s.f.). *Switch TP-Link Gigabit Ethernet TL-SG1024D, 24 Puertos 10/100/1000Mbps, 48 Gbit/s, 8000 Entradas - No Administrable*. https://www.abasteo.mx/Redes/Switches/Switch-TP-Link-Gigabit-Ethernet-TL-SG1024D-24-Puertos-10-100-1000Mbps-48-Gbit-s-8000-Entradas-No-Administrable.html?gclid=CjwKCAiAjPyfBhBMEiwAB2CCIV-cKVEIXa0m_XTrIAub0_i5Rpp6f3gf0LFKBnc_hKhtg9Rde-x-6hoClPgQAvD_BwE

- [3] Amazon. (s.f.). *Dell OptiPlex 5050 — i5- 7600 Quad Core de hasta 4.10 GHz — 8 GB DDR4 — 256 GB SSD — Win 10 Pro — Small Form Factor (Reacondicionado)*. https://www.amazon.com.mx/OptiPlex-7600-Quad-4-10-GHz-Refurbished-Certificado/dp/B0759N4YM7/ref=asc_df_B0759N4YM7/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=630063835649&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=10678895080105565568&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9047093&hvtargid=pla-1932100139645&psc=1

- [4] Amazon. (s.f.). *TP-Link ER605/TL-R605*. https://www.amazon.com.mx/TP-Link-TL-R605/dp/B08QTXNWZ1/ref=asc_df_B08QTXNWZ1/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=495552724456&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=25054908

14403154893&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvlocint=&hvlocphy=9047093&hvtargid=pla-1149738264234&p sc=1

- [5] Amazon. (s.f.). *TP-Link TL-SF1048, Rack de 48 puertos, Gris*. https://www.amazon.com.mx/TP-LINK-Switch-TL-SF1048-48-Puertos/dp/B003CFATU6/ref=sr_1_4?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&cr id=1NS6DAP2X3IK5&keywords=TL-SG1048&qid=1677743052&s=electronics&sprefix=tl-sg1048%2CElectronics%2C122&sr=1-4&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.66c34496-0d28-4d73-a0a1-97a8d87ec0b2
- [6] Amazon. (s.f.). *TP-Link TL-SG116 Switch de Escritorio, Gigabit de 16*. https://www.amazon.com.mx/TP-LINK-Interruptor-Ethernet-Gigabit-TL-SG116/dp/B07GR9S6FN/ref=sr_1_1?adgrpid=123393970950&gclid=Cj0KCQjw2cWgBhDYARIsALggUhonM1dUQJoi3jti3UrZHIYF3-XN9kR069QOEu3gsiJrJtJbGYpYfJkaApSFEALw_wcB&hvadid=590667394307&hvdev=c&hvlocphy=1010043&hvnetw=g&hvqmt=e&hvr and=5084461936963115325&hvtargid=kwd-319583919811&hydadcr=17965_13486152&keywords=switch+16+puertos+tp+link&qid=1678937321&sr=8-1
- [7] CyberPuerta (s.f.). *HP LaserJet M111w, Blanco y Negro, Láser, Inalámbrico, Print — ¡Compra y recibe \$100 pesos de saldo para tu siguiente pedido!*. https://www.cyberpuerta.mx/Impresion-y-Copiado/Impresoras-y-Multifuncionales/Impresoras/HP-LaserJet-M111w-Blanco-y-Negro-Laser-Inalambrico-Print.html?gclid=Cj0KCQjwtsCgBhDEARIsAE7RYh1S1FnT5fKpch4I0uOSxzKdD_zWLYdurjxA60ghXf1VcF4X3yg5vg0aAhDTEALw_wcB
- [8] MS Distribution UK. (s.f.). *Cat5e Cable - per Metre*. <https://www.msdist.co.uk/unbranded/ethernet/cat5e-1m>

- [9] OMI. (s.f.). *Información General*. https://www.olimpiadadeinformatica.org.mx/OMI/OMI/InfoGeneral/Que_es_la_OMI.aspx

- [10] OMI. (s.f.). *Reglamento de la Olimpiada Mexicana de Informática 2016*. <https://www.olimpiadadeinformatica.org.mx/OMI/OMI/InfoGeneral/Reglamento.aspx>

- [11] Steren. (s.f.). *Plug RJ45 de 8 contactos CAT 5e, para cable redondo*. <https://www.steren.com.mx/plug-rj45-de-8-contactos-cat-5e-para-cable-redondo.html>

- [12] Walmart. (s.f.). *Jingchengmei All Metal 1U Rack de servidor de 19 pulgadas Sistema de a JINGCHENGMEI*. https://www.walmart.com.mx/ferreteria/organizacion-y-almacenaje/organizadores-de-herramientas/jingchengmei-all-metal-1u-rack-de-servidor-de-19-pulgadas-sistema-de-a-jingchengmei_00079137812228?gclid=Cj0KCQjw2cWgBhDYARIsALggUhpZyhSXd6HftHNbJt4k4j29Id_K_KeQzSSe_JePBLFzUkHfQ3Yy8aAozPEALw_wcB