



***Especificación, Diseño y Proyecto de la Red de  
Datos de la Facultad de Derecho (UNMDP)***

UNMDP - Facultad de Ingeniería - Departamento de Informática

Autor: García Iriart, Valentín <valentingarciariart@gmail.com>

Director: Lic. Rico, Carlos Alberto

Proyecto Final para optar al grado de Ingeniero Informático de la  
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 6 de mayo del 2024



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



***Especificación, Diseño y Proyecto de la Red de  
Datos de la Facultad de Derecho (UNMDP)***

UNMDP - Facultad de Ingeniería - Departamento de Informática

Autor: García Iriart, Valentín <valentingarciariart@gmail.com>

Director: Lic. Rico, Carlos Alberto

Proyecto Final para optar al grado de Ingeniero Informático de la  
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 6 de mayo del 2024

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>3</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Objetivos del Proyecto</b> .....	<b>6</b>
Alcance del Proyecto.....	6
Entregables.....	7
Impacto.....	7
<b>Características del Proyecto</b> .....	<b>8</b>
Problema a Resolver.....	8
Escenario.....	10
Contexto País.....	10
Contexto Institucional.....	11
Alcance de Decisiones.....	13
El Equipo.....	14
Análisis FODA.....	15
Fortalezas.....	15
Oportunidades.....	15
Debilidades.....	16
Amenazas.....	16
Análisis de Riesgos.....	17
Planes de Contingencia.....	18
Estimación Inicial.....	19
<b>Etapas del Proyecto</b> .....	<b>20</b>
Toma de Requerimientos.....	20
Requerimientos.....	21
Relevamiento.....	23
Estudio de las Tecnologías.....	27
Diseño y Confección de los Planos.....	31
Fibra Óptica.....	33
Cable UTP Categoría 6.....	34
Bandeja Portacables.....	35
Caño Rígido de PVC.....	37
Caja Estanca.....	38
Switch.....	39
Patch Panel.....	40
Access Points.....	41

Rack.....	42
Roseta o Toma de Red.....	43
Cómputo y Presupuesto de Materiales.....	44
Especificaciones para el Proceso Adquisitivo.....	45
Bitácora de Trabajo.....	48
<b>Entregables.....</b>	<b>48</b>
Documentos Obtenidos.....	48
<b>Actualidad y Trabajo Futuro.....</b>	<b>51</b>
<b>Memoria del Proyecto.....</b>	<b>52</b>
Cumplimiento de Objetivos.....	53
Objetivo Principal.....	53
Objetivo General.....	54
Planificación Original vs Ejecución.....	54
Análisis de Etapas.....	57
Toma de Requerimientos.....	57
Relevamiento.....	57
Estudio de las Tecnologías.....	58
Diseño y Confección de los Planos.....	59
Cómputo y Presupuesto de Materiales.....	61
Especificaciones para el Proceso Adquisitivo.....	62
Bitácora de Trabajo.....	63
Documentación Final.....	63
Resumen.....	65
<b>Conclusiones.....</b>	<b>67</b>
<b>Apéndice.....</b>	<b>72</b>
Glosario.....	72
<b>Anexos.....</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>78</b>

## **Agradecimientos**

Este proyecto no podría haberse realizado de no ser por las cátedras tanto de materias más afines informática como las que no tienen tanta relación. El desarrollo del trabajo es prueba de ello.

Gracias a Hernán Hinojal por las enseñanzas que fueron de gran utilidad en las etapas de relevamiento y diseño; como así también a Carlos Alberto Rico, director del proyecto, que siempre estuvo predispuesto para aconsejar y brindar su punto de vista objetivo.

Gracias a Franco Kühn y Fernando Genin que contribuyeron a su manera y por ser actores fundamentales en el último tramo de mi carrera.

Por último, gracias a mis familiares y amigos que siempre demostraron apoyo incluso desde antes de comenzar la carrera e interés durante la realización del proyecto lo cual sirvió en parte de motivación.

## Resumen

El proyecto surgió de una solicitud por parte de la Facultad de Derecho de Mar del Plata, específicamente de parte de su secretaria de coordinación, Adriana Arias, bajo la premisa de que la conectividad a la red de datos dentro del edificio de la facultad presenta falencias. De allí surge el punto de partida para la solución final.

El objetivo principal del Proyecto es el análisis, diseño y planificación de la red de datos del edificio de la Facultad de Derecho con la finalidad de garantizar la mejora de la conectividad y satisfacer las necesidades presentes y contemplando las futuras. Dentro del objetivo principal se determinan otros objetivos los cuales serán proveer la documentación y las herramientas para el proceso adquisitivo y recomendaciones de seguridad para la red de datos.

La realización del proyecto permitió solventar una problemática real y no únicamente práctica e hipotética como lo puede ser un trabajo práctico correspondiente a una asignatura. Para ello se atravesaron etapas de relevamiento, elicitación, toma de datos, diseño, entre otros, los cuales para cualquier tipo de trabajo dentro del ámbito de la informática son de suma importancia para la vida profesional.

En primer lugar, se llevó a cabo la toma de requerimientos, en donde a partir de reuniones con la referente del Proyecto, se determinaron las necesidades de la red de datos a instalar para el correcto funcionamiento del sector administrativo e institucional de la Facultad de Derecho. Se prosiguió con el relevamiento y la confección de documentos referidos a las especificaciones de los materiales,

planos del edificio con las ubicaciones de los dispositivos y materiales acompañado del cómputo y presupuesto inicial, entre otros.

La norma de cableado estructurado TIA/EIA 568 sirvió de base para la solución considerando uno de los principales fundamentos: “Para el caso de los materiales utilizados en las instalaciones la garantía no podrá ser inferior a diez (10) años.” Se realizaron visitas al edificio para determinar los materiales a emplear para la nueva red y así plasmarlo en los documentos entregables.

Actualmente está en curso el proceso adquisitivo de los materiales y se espera que en los siguientes meses comience la obra de instalación y posterior puesta en ejecución.

## **Introducción**

La Facultad de Derecho, situada en 25 de mayo e Yrigoyen, es una de las facultades vinculadas a la Universidad Nacional de Mar del Plata tal como la Facultad de Ingeniería. Hasta el año 2022 contaba con unos 8000 estudiantes inscriptos, que si bien no todos cursan presencialmente, de todas formas tienen la posibilidad.

El edificio de unas 11 plantas, incluyendo azotea y subsuelo, no cuenta con la tecnología suficiente para poder realizar las funciones institucionales eficientemente sin depender el contexto: no todas las aulas tienen acceso a la red cableada y/o inalámbrica, únicamente unas pocas de las más de 25 aulas, por lo que las cátedras más pequeñas, que están en desventaja frente a las más grandes por la selección de aulas, nunca tienen acceso a la red.

En principio supondría una mejora de la calidad de la clase por parte de los profesores, al poder presentar bibliografía u otro contenido en clase, como también sería de ayuda para los estudiantes al poder disponer del material a través de un dispositivo, ya sea una notebook y/o celular.

Por otra parte, el personal administrativo únicamente puede acceder a la red de datos cableada. No obstante la última obra de red no presenta las mejores condiciones. La falta de dispositivos de red, componente fundamental para garantizar la conectividad a la red de datos, no permite la conexión (pudiendo ser tanto inalámbrica como cableada o ambas) a cada una de las aulas y oficinas a la red.

## **Objetivos del Proyecto**

El objetivo principal del proyecto es el análisis, diseño y planificación de la red de datos en el edificio de la Facultad de Derecho con la finalidad de garantizar la mejora de la conectividad y satisfacer las necesidades presentes y contemplando las futuras. Dentro del objetivo principal se determinan otros objetivos los cuales serán proveer la documentación y las herramientas para el proceso adquisitivo y recomendaciones de seguridad para la red de datos.

## **Alcance del Proyecto**

El alcance del proyecto comienza desde el relevamiento y la toma de requerimientos, a partir de las visitas al edificio y las reuniones con la referente del proyecto, hasta la confección de los documentos tales como los planos con la ubicación de los dispositivos como switches (conmutadores), patch panels,

bocas o tomas de red, entre otros, y disposición de los materiales como bandejas portacable, caños de PVC, cajas estancas, etc.

El diseño resultante debe significar, luego de la ejecución de la obra de instalación, en el correcto funcionamiento de la red de datos cableada e inalámbrica con acceso tanto para el sector administrativo como para los estudiantes.

A pesar de que la compra de los materiales y la contratación de la mano de obra es responsabilidad de la Facultad de Derecho, por consenso, es una posibilidad dirigir o formar parte del equipo para la obra de instalación de la red de datos en un futuro. De todas formas, queda fuera del alcance del proyecto.

## **Entregables**

Los entregables del proyecto son:

- Planos con el diseño de la red de datos para cada piso con las ubicaciones tentativas de los componentes de la red.
- Cómputo y Presupuesto de los materiales y dispositivos necesarios para la instalación de la red de datos.
- Especificaciones para el proceso adquisitivo.
- Recomendaciones de seguridad de la información.

## **Impacto**

La solución pretende facilitar los documentos para la posterior adquisición de los dispositivos/materiales y llevar a cabo la ejecución de la obra de instalación de la red. Uno de los ejemplos en donde la nueva red (basada en esta

solución) puede impactar de forma inmediata es en las clases: un ejemplo de aplicación podría ser un profesor que requiera acceder a internet para presentar a sus alumnos fragmentos audiovisuales de plataformas como YouTube o bien presentar bibliografía online para guiar al alumno.

En el sector administrativo las debilidades de la red de datos se encuentran en la conexión inalámbrica. Es por ello que únicamente pueden acceder a través de conexión cableada y no mediante un dispositivo portátil. La misma referente del proyecto expresó que utiliza su teléfono celular como herramienta de trabajo y al no poder conectarse, depende íntegramente de su plan de datos. Con una obra bien estructurada no tendría dicha dependencia. La problemática se traslada al resto del sector administrativo. De esta forma la solución contribuirá a una mayor eficiencia del desarrollo de las actividades en los distintos sectores.

## **Características del Proyecto**

### **Problema a Resolver**

La facultad actualmente dispone de una red de datos que no satisface los requerimientos actuales para su correcto funcionamiento. Es por ello que solicitan un diseño que permita cubrir los requerimientos necesarios para la conectividad, contemplando la posibilidad de escalar la solución en forma planificada y que les permita aplicar reglas de seguridad de la red de datos.

El problema a resolver será generar una especificación y diseño de red de datos que permita mejorar la conectividad actual del edificio de la Facultad de

Derecho de la UNMdP, considerando la aplicación de tecnologías Wi-Fi (inalámbrica) o cableadas, según corresponda en base a las necesidades.

Servirá de apoyo la norma de cableado estructurado (TIA 568A y 568B).

El dominio de la solución aplica a todas las áreas existentes dentro de la facultad, contemplando la adición de aulas nuevas a construir en un futuro.

La cantidad aproximada de alumnos inscriptos hasta el 2022 era de unos 8000 estudiantes. Si bien nunca los 8000 estudiantes concurren simultáneamente al edificio, todos están habilitados para cursar presencialmente. Esto es un dato clave al momento de dimensionar la red de datos.

En la reunión inicial, partiendo de las declaraciones de la referente del proyecto: “necesitamos que todo el personal administrativo pueda acceder a la red, como así también los profesores, sin importar el aula o que tamaño de cátedra tengan”. “Los alumnos también deben poder acceder, pero de forma inalámbrica para tener el material a mano al momento de cursar, o por si se encuentran estudiando en la biblioteca de la Facultad, la cual es frecuentemente concurrida por ellos”.

Según lo enunciado se determinan los siguientes problemas a resolver:

- ¿Qué políticas se aplicarán para la conectividad inalámbrica como la cableada?
- Integrar la red a remodelar junto con la red de la Universidad Nacional de Mar del Plata (Rectorado).
- Evaluar la red existente.

## **Escenario**

El escenario en el cual se desarrolla el proyecto se distingue por su singularidad y complejidad, características que lo hacen intrínsecamente único y no fácilmente replicable en otro contexto. En esta sección se describirán las características que distinguen al proyecto:

### **Contexto País**

Durante todo el transcurso del proyecto, es decir, desde octubre hasta diciembre del 2023 e incluso inicios del 2024, el país en donde se realizó el proyecto, Argentina, se encontró en período electoral para la presidencia de la nación y luego se produjo la transición de gobierno, cuyas ideologías políticas difieren (entre el gobierno anterior y el actual). Si bien el país tiene una tendencia a especular, principalmente en lo económico, los niveles de especulación son aún más altos en años electorales.

De allí puede deducirse que la actualidad al momento de buscar una solución para el problema a resolver no es favorable y que la dificultad será inherentemente mayor.

Uno de los aspectos en donde afectó negativamente al proyecto fue a la hora de buscar opciones para la confección del cómputo y presupuesto de materiales y dispositivos, en donde, en una diferencia cronológica de días, dispositivos que anteriormente se encontraban en stock, luego no estaban disponibles o bien su precio se elevaba a medida que el tiempo transcurría.

Esto suponía tener que buscar alternativas más accesibles, pero que de todas formas sean suficientes para poder cumplir con la solución.

Para disponer de una referencia, al momento de finalizar el entregable del cómputo, el valor del dólar oficial, moneda a utilizar por la Facultad de Derecho - UNMdP rondaba los 380 ARS = 1 USD (noviembre 2023). Mientras que en la actualidad su valor aproximado es de 920 ARS = 1 USD (mayo 2024).

Vale aclarar que el proceso adquisitivo fue realizado semanas después de haber presentado el entregable con el presupuesto estimativo, por lo que el presupuesto final del proveedor será evidentemente mayor.

### **Contexto Institucional**

La referente del proyecto, ni otro actor dentro de la Facultad de Derecho, que haya participado en las reuniones y las visitas tiene conocimientos acerca de redes. Vale aclarar que en la facultad no existe (o existía al momento de realización) un sector destinado a la informática con un profesional o equipo de profesionales que traten los problemas de la materia en el edificio.

En consecuencia, los requerimientos son difusos y se deben realizar todas las preguntas necesarias para poder obtener los requerimientos finales. Es por ello que la labor del equipo del proyecto en términos de relevamiento y toma de requerimientos es determinante a la hora de plantear posteriormente la solución, dadas las circunstancias. Aquellas consultas técnicas serían derivadas entonces a la Secretaría de Gestión de la Información de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Al ser una institución pública (sin soporte de actores privados en este caso), el presupuesto disponible está limitado a los recursos que disponga la Universidad Nacional de Mar del Plata para infraestructura y lo designado hacia la Facultad de Derecho en particular frente a las demás facultades. A su vez es dependiente del presupuesto del Ministerio de Educación de la Nación (ente estatal). Por otra parte, no se tiene poder libre de decisión sobre cada uno de los aspectos de la solución, si no que hay que acatar las regulaciones por las cuales se rige Derecho y la Universidad en última instancia.

El autor priorizó una calidad estándar mínima para todos los materiales/dispositivos y de allí escoger el menor precio disponible en cada caso. Se menciona en varias ocasiones en el desarrollo del informe, que el equipo con el que actualmente cuenta la Facultad de Derecho no es suficiente (cubre apenas un 40% aproximadamente de los requerimientos en todo el edificio).

Por otra parte, se consideran los plazos administrativos extensos, que también se presentan como otro obstáculo para el equipo. El pedido de los materiales por parte de Derecho se efectuó en diciembre del 2023 (hace 5 meses aproximadamente). No es una casualidad, de hecho, es la realidad de trabajar con entes públicos en la República Argentina, y es una característica no menor a tener en cuenta al momento de cooperar con instituciones de este carácter.

Ya sea el presupuesto limitado, el tipo de institución, la falta de equipos, etc., todos estos aspectos presentan un desafío e incluso un compromiso para el equipo del proyecto, ya que únicamente son 2 actores (autor y director) que

tienen que tener estas consideraciones en cuenta a la hora de presentar la solución. Situándose un nivel más arriba se trata de un compromiso institucional entre dos entidades públicas.

### **Alcance de Decisiones**

El alcance de las decisiones del autor se va a especificar capa por capa siguiendo el modelo OSI hasta la capa 3 inclusive (capa de red). Las capas restantes quedan excluidas del dominio del problema por lo que no se desarrollarán.

- Capa 1 (Física): consta del cable UTP y los patch panels ([ver desarrollo](#)). Para esta capa el autor fue libre en su totalidad para la elección del tipo de cable y patch panel. El patch panel escogido debe ser compatible con el cable a utilizar. Las marcas y modelos seleccionados se basan en costo-calidad, siempre priorizando un menor costo.
- Capa 2 (Enlace): incluye switches y Access Points (APs) ([ver desarrollo](#)). La capacidad de decisión del autor se encuentra reducida a comparación de la capa anterior. Los switches deben incluir puertos de fibra óptica para poder integrarlos (una vez instalado y configurado) con la red de cómputos (fibra óptica). Considerando dicha condición, la elección luego es libre. Para los APs la elección era totalmente libre, pero la decisión fue tomada en conjunto con Franco Kühn ([ver “Estudio de las Tecnologías”](#)), debido a que la marca y modelo en cuestión estaba siendo utilizada en instalaciones recientes de la UNMdP.

- Capa 3 (Red): no se involucra a ningún dispositivo dentro del proyecto, ya que el autor no tiene poder de decisión sobre esta capa. Para el ruteo y asignación de direcciones IP de la red de la facultad, como también las políticas/reglas de seguridad, se encargará el departamento de cómputos una vez finalizada la instalación de la obra (fuera del alcance del proyecto). Franco fue quien brindó la información.

De la capa de red se comprende la importancia de la reunión del autor con Franco Kühn (además de la sugerencia de los APs), ya que la solución se complejizaría al tener que encargarse de las decisiones de ruteo y seguridad de la red e indefectiblemente el proyecto constaría de más etapas.

## **El Equipo**

A pesar de que el equipo está compuesto por un único integrante y un único director de proyecto, la relación entre ambos se gestó previo al inicio del proyecto durante cursadas anteriores en la carrera, lo cual facilitó la comunicación en el transcurso del trabajo.

Por otra parte la confianza entre Carlos y Adriana, director y referente del proyecto respectivamente, fue fundamental en aspectos de comunicación para poder determinar las necesidades a cubrir por la solución propuesta.

Vale aclarar que se sugirió la adición de un segundo compañero y/o un codirector para el proyecto; no se acató la indicación por las siguientes razones:

- Ninguna de las personas con las que el autor tiene relación suficiente como para realizar el trabajo final tenía interés en participar debido a que se sienten más afines al desarrollo de aplicaciones, por ejemplo, o ya están trabajando en su proyecto final por cuenta propia.
- Toda duda o sugerencia de cambios fue consultada en reiteradas ocasiones con el director del proyecto, quien respondió a cada una de ellas, encaminando la resolución del trabajo.

## **Análisis FODA**

A través del análisis FODA se identificaron las fortalezas y oportunidades que pueden favorecer al equipo, y las debilidades y amenazas que pueden perjudicar al equipo en el transcurso del proyecto. Los puntos que integran el análisis son:

### **Fortalezas**

- El director de proyecto cuenta con muchos años de experiencia en el campo de las redes de datos.
- El autor del proyecto ha realizado prácticas similares al mismo durante la carrera (Asignatura: Redes de Computadoras).

### **Oportunidades**

- Habiéndose realizado las elecciones dentro de la Facultad, no hay interferencias políticas dentro de la misma que pongan en riesgo al proyecto.

- La Facultad de Derecho muestra convencimiento de llevar a cabo el proyecto.
- Confianza entre ambas Facultades (Ingeniería y Derecho), lo cual agiliza la comunicación entre ambas partes.

### **Debilidades**

- Al ser un proyecto unipersonal, no hay otro actor con el cual debatir y/o comparar criterios, por ejemplo, incluso, si el autor se retira del proyecto, el mismo se finalizaría.
- Falta de experiencia en proyectos a gran escala.
- La Facultad de Derecho no cuenta con personal técnico especializado dentro del área de redes el cual pueda aportar sugerencias u observaciones críticas.
- Poca experiencia con herramientas de representación gráfica como por ejemplo, AutoCAD.

### **Amenazas**

- Retraso en los plazos por tiempos administrativos. Los plazos de los entes estatales son mayores.
- Decisión por parte de la Facultad de Derecho de obtener la solución por otros medios, por ejemplo, contratación de otra persona o grupo. O bien por decisión de la UNMdP la cual opera sobre la Facultad.

## Análisis de Riesgos

A continuación se presenta el análisis de riesgos en donde se evalúan los posibles riesgos y amenazas, incluyendo los planteados en el análisis FODA, que pueden afectar a la continuidad del proyecto. La evaluación se plantea en base a una probabilidad, numerado del 1 al 3, y a la gravedad o importancia del riesgo, siguiendo la misma numeración. La multiplicación de ambos valores resulta en el peso del riesgo. Si el peso es mayor o igual a 6 es necesario elaborar un plan de contingencia.

Tabla 1. Análisis de Riesgos del Proyecto

Riesgo	Descripción	Consecuencia	Pr	Gr	Peso
R1	El autor abandona el proyecto	Finaliza inmediatamente el proyecto.	1	3	3
R2	Retraso de plazos (por parte del demandante)	Retrasos en el cronograma.	3	2	6
R3	Ausencia temporal del autor	Retrasos en el cronograma al no haber otra persona trabajando.	3	2	6
R4	Aumento del dólar	Aumento en el precio de los ítems para la obra. Consecuentemente se produce una disminución del stock de los proveedores	3	3	9
R5	Cambio de equipo	Al estar designando a	1	3	3

		otra persona o grupo para el trabajo, se imposibilita la continuidad del proyecto.			
R6	Imposibilidad de coordinar reuniones con la referente funcional	Imposibilidad de determinar los requerimientos, o cambios hipotéticos de interés	2	3	<b>6</b>
R7	Cambios en los requerimientos	Retraso de los plazos de entrega. Aumento de los costos.	2	2	4
R8	Falta de documentación	Las tareas de gestión y mantenimiento se tornan más difíciles y existe un riesgo elevado de errores.	2	3	<b>6</b>

## Planes de Contingencia

- **R2:** Comunicar el retraso al demandante siguiendo los plazos acordados, ya sea en una reunión o por otros medios. Es relevante identificar si la etapa actual es crítica para la continuidad del proyecto.
- **R3:** En el caso de que en la etapa en donde se produce la ausencia sea crítica, aumentar la carga horaria de trabajo para evitar el retraso en los plazos de entrega.
- **R4:** Determinar con el proveedor otro producto que pueda reemplazar al faltante en base al precio y la calidad.

- **R6:** Acordar con anticipación las reuniones. Otra forma de tratar el riesgo es establecer la comunicación a través de otros medios (correo electrónico, mensajería instantánea, otros).
- **R8:** Comprometerse con el demandante a realizar entregas parciales de la documentación en tiempo y forma.

### **Estimación Inicial**

Dentro de las debilidades del análisis FODA se anticipó que el autor tiene falta de experiencia en proyectos de este tipo a gran escala por lo cual la estimación inicial puede estar viciada de desvíos en cuanto el tiempo destinado a las etapas del proyecto.

El diagrama de Gantt del proyecto se conforma por las siguientes etapas:

- Toma de Requerimientos.
- Relevamiento.
- Estudio de las tecnologías a utilizar.
- Diseño y Confección de los Planos de Instalación de Red de Comunicación y Datos.
- Cómputo y Presupuesto de Materiales.
- Especificaciones para el Proceso Adquisitivo.
- Bitácora de Trabajo.
- Documentación Final.



Figura 1. Diagrama de Gantt con Cronograma Estimado

La planificación se produjo de la manera presentada ya que salvo por la bitácora de trabajo, que tiene como fin recopilar la información desde el inicio hasta el final del proyecto de forma tal que a la hora de redactar el informe el trabajo sea menor, cada tarea comenzaría cuando se terminó la anterior o se tiene el suficiente avance para empezar dicha tarea.

## Etapas del Proyecto

En esta sección se describe cada una de las etapas (desde la uno a la siete), y se fundamentará, si corresponde, el porqué de las decisiones tomadas para cada caso.

### Toma de Requerimientos

Desde el primer momento, los requerimientos para la red de datos y comunicación no estaban claros. Es por ello que las reuniones con la referente del proyecto fueron indispensables para poder clarificar el asunto.

La única información con la que se contaba previo a las visitas es que la red de datos no se debe diseñar desde cero, si no que se debía presentar una versión mejorada en base a lo ya instalado en obras anteriores.

Preguntas a realizar al demandante para este tipo de trabajos son las siguientes:

- ¿Dónde se requiere conectividad por cable? Para cuantificar las bocas de red a instalar y en qué sectores se necesita dicha conexión.
- ¿Qué usos se le quiere dar a la red de datos? Puede tener usos básicos como la descarga de archivos livianos (PDF, .docx, .xls, etc.) o de mayor consumo de la red como lo podría ser una videoconferencia.
- ¿Qué dispositivos conforman la red de datos actual? Para tener la información suficiente de la cantidad de dispositivos y materiales necesarios y/o definir si la tecnología de los mismos son los más adecuados para la solución.
- ¿Habrá cambios en un futuro en la disposición del edificio? Puede que se reemplacen aulas por alguna oficina nueva o viceversa, lo cual afecta al diseño.

### **Requerimientos**

Luego de las reuniones con el director y la referente del proyecto los requerimientos que debe de cubrir el diseño de la red de datos son los siguientes:

- R01. La red de datos deberá tener acceso por cable hacia todas las aulas.
  - La referente del proyecto hizo énfasis en este requerimiento, dado que las aulas pequeñas no hay conexión de ningún tipo, mientras que en aulas más grandes (no en todas) sí la hay.
- R02. La red de datos deberá tener acceso por cable hacia todas las oficinas y los respectivos puestos de trabajo.
- R03. La red de datos deberá tener acceso inalámbrico
  - La prioridad está en el personal administrativo de la Facultad, y luego los alumnos y profesores. Básicamente se deberá acceder por separado.

En este requerimiento se encuentra uno de los objetivos principales el cual es definir las políticas de acceso a la red de datos inalámbrica como así también para la cableada.

- R04. La red de datos deberá ser escalable por posibles extensiones en un futuro.
  - Adriana, referente, comentó que se proyecta construir un aula de posgrado en el último piso.
- R05. La red de datos deberá integrarse con la red del sector de cómputos del rectorado de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

## **Relevamiento**

El relevamiento consiste en la toma de información partiendo de los planos existentes, indicando la cantidad de pisos del edificio y la superficie de cada uno, como también de visitas a la Facultad de Derecho en un análisis de campo, es decir, recorrer las aulas y oficinas de cada piso para contabilizar los dispositivos que integrarán a la red de datos y cuáles no. Otro aspecto importante es evaluar la red actual de acuerdo a cómo se efectuó la última obra, desde la disposición de los cables y otros materiales como lo son bandejas, caños u otros, hasta concluir si el hardware de red es suficiente para la nueva obra, o, en caso de que sea insuficiente, especificar cuántos equipos son necesarios, cuántos metros de cable de red será necesario, etc.

Se llevaron a cabo 2 visitas del edificio en donde se recorrieron la gran mayoría de aulas de la Facultad. Lamentablemente no se pudo ingresar a todas y cada una de ellas ya que las visitas fueron en horario de actividades y en día de semana, pero la estructura de cada piso presenta ciertas similitudes, salvo excepciones como lo son el subsuelo, por ejemplo. En el subsuelo está el aula magna, la cual es la que mayor capacidad tiene en todo el edificio.

La visita guiada estuvo a cargo de un asistente de la secretaria que tiene conocimientos básicos de informática pero no los suficientes para un trabajo de este tipo, lo cual es una de las debilidades señaladas. Si bien en el presente por cómo se encuentra la red de datos no es sustancial la incorporación de un profesional en redes, en el momento en que se realice la obra y posterior a ella, claramente será necesario por cualquier inconveniente en el funcionamiento de

la red renovada o por tareas de mantenimiento, en donde haya que, por ejemplo, hacer un pasaje de cables de una terminal o boca de red a otra, o reemplazar cables defectuosos por el uso mismo.

Esto último se resaltó en las reuniones del equipo con la referente del proyecto. La principal prioridad es que se inicie la ejecución de la obra lo antes posible, y así también lo es que haya un encargado de soporte.

Seguidamente se encuentra lo destacable de cada piso relevado en las visitas:

- Subsuelo: Aquí se encuentran el aula magna y una oficina de mantenimiento que requieren conexión. El aula magna es el aula que tiene la mejor conexión en cuanto a rendimiento del edificio debido a por cómo fue hecho el tendido por parte del proveedor, Fibertel, de Internet instalado. La oficina de mantenimiento no está incluida en la red actual.
- Planta Baja: Se destacan la sala de profesores, el centro de estudiantes y los servicios tercerizados que son la fotocopiadora y el café del comedor de la Facultad. Los servicios tercerizados tienen su propia red y el centro de estudiantes contrató a otro ISP por separado que es utilizado únicamente para conectarse a Internet de manera inalámbrica. La idea es integrar todo en la misma red de datos a diseñar para poder dar de baja dichos servicios que generan gastos innecesarios.
- 1° Piso: Piso principal del sector administrativo donde están la mayoría de las oficinas. Es uno de los pisos que posee dispositivos de red tales como switches, patch panels y tomas de red. A nivel infraestructura es uno de los pisos que menor trabajo requiere para una futura obra. La

contracara es que es el piso con mayor cantidad de estaciones (computadoras) de todo el edificio debido a la concentración del sector administrativo.

- 2° Piso: En ninguna de las aulas hay conectividad por cable y/o inalámbrica (Wi-Fi).
- 3° Piso: Se encuentra la biblioteca, razón por la que el acceso a la red de datos inalámbrica es indispensable por el número elevado de alumnos que la frecuentan. Una de las aulas tiene conexión a la red, pero los cables que conectan a la misma con los dispositivos de red difieren en un piso. Esta práctica es “válida” pero para nada recomendable, el diseño propuesto pasos más adelante trata este asunto. Hay otras bibliotecas que también tienen conectividad alámbrica.
- 4° Piso: Únicamente en 3 de las 11 plantas hay racks con dispositivos. La 1° y la 4° son dos de ellas, pero resulta contradictorio que habiendo un rack con switch y patch panel en este piso, ninguna de las aulas tenga acceso a la red.
- 5° Piso: La lógica es similar; las aulas no tienen conexión y las computadoras cuentan con placa de red Wi-Fi, lo cual no es la mejor opción. De todas formas se desarrollará en la etapa de estudio de tecnologías y en el diseño de la red.
- 6° Piso: Las 2 aulas de este piso pueden conectarse únicamente a través de Wi-Fi. Cabe destacar que son 2 aulas grandes y que la concurrencia presencial de alumnos es indefectiblemente mayor.

- 7° Piso: Hay dispositivos de red tales como routers y switches pero instalados de forma cuestionable. Están situados sobre un estante, en vez de, por ejemplo, un rack que es una mejor práctica, además de que ofrece una mayor seguridad: cualquier persona puede acceder físicamente a los dispositivos de este piso si el aula en donde se encuentra, está sin llave.
- 8° Piso: Cuenta con un rack, lo que en principio es beneficioso para la solución. Los dispositivos en la instalación actual son económicos y no cumplen ni siquiera los requerimientos para ese piso en particular (baja gama tecnológica). Asimismo hay aulas con múltiples tomas de red. Respecto de la seguridad no es adecuado; sin embargo los alumnos no traen consigo ni tienen acceso a un cable de red para poder conectarse.
- 9° Piso: Último piso del edificio de la facultad de derecho. Es destacable que se proyecta construir el aula de posgrado y una observación es que en este piso se encuentra la Radio de la Universidad Nacional de Mar del Plata pero al no estar involucrada en los requerimientos de la solución (expreso por la referente), se omitió dicho espacio.

Después de definir los requerimientos y relevar el edificio para determinar las necesidades que debe cubrir la nueva obra de red de datos, ocupará lugar el estudio de las tecnologías a utilizar.

## **Estudio de las Tecnologías**

Para la etapa del estudio fue fundamental el trabajo práctico de la asignatura “Redes de computadoras”. Pese a que la complejidad del práctico es reducida, para fines educativos, la lógica a seguir es de fácil traslado a un caso real como este.

Las razones para seleccionar los dispositivos de red y a la vez la categoría del cable dependen principalmente de la cantidad de nodos participantes en la red, ya sea computadoras conectadas por cable o dispositivos inalámbricos por motivos de consumo de ancho de banda de la red y también por cuestiones de escalabilidad pensando en el futuro, de forma tal que los mantenimientos que deban llevarse a cabo sean menos laboriosos de lo que deberían ser.

La tecnología elegida, por tanto, se guio en base a experiencia previa, conociendo cuáles dispositivos se ajustan mejor a la hipotética instalación asegurando que el cómputo de presupuesto no sea elevado para poder cubrir los requerimientos del proyecto.

Específicamente para los Access Points, dispositivo con el cual, luego de su correcta configuración, permite que un celular o notebook, por ejemplo, pueda conectarse inalámbricamente a la red de datos hasta un cierto rango de distancia, la marca y modelo fue escogida a partir de una reunión con el Subsecretario de Gestión de la Información de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Franco Kühn, ya que son los que se están utilizando en la actualidad en distintos sectores de la Universidad y que performan a un buen nivel.

En sí es una restricción a la solución, pues podría haberse elegido otra marca y/o modelo de Access Point. Sin embargo Ubiquiti (marca elegida) es de las marcas más utilizadas en este tipo de instalaciones por lo que la elección del AP no habría sido diferente al seleccionado.

En referencia a los requerimientos del proyecto, Franco mismo declaró: “no se preocupen por las políticas administrativas como no administrativas de Wi-Fi”. “El controlador de los Access Points está en poder de cómputos (rectorado de la universidad), excluyendo a Ingeniería, que tiene uno propio.”

Las políticas de seguridad de la red de datos serán resueltas por la universidad una vez se finalice la obra de instalación.

Es evidente que los dispositivos que conformen la red deben ser compatibles con los protocolos y estándares a aplicar, como las VLAN (Virtual Local Area Network) y su estándar 802.1Q. Una VLAN es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Jugarán un papel importante para poder separar, por ejemplo, la red de datos administrativa de la red de datos a utilizar por los profesores. De esta forma no será necesario diseñar una nueva (o nuevas) red física para poder filtrar los accesos a la red.

Otra característica primordial de los Access Points elegidos es que cuentan con tecnología POE (Power Over Ethernet), es decir, con el mismo cable de red se puede alimentar eléctricamente al dispositivo.

Para ello se necesitan switches o conmutadores con puertos POE. En caso de no contar con este tipo de puertos, se requerirá un segundo cable para

suministrar la energía eléctrica o bien un inyector POE, lo que supone otro gasto “innecesario” al existir alternativas que presentan esta ventaja.

Otra ventaja del modelo de switches elegido es que poseen puertos SFP (Small Form-factor Pluggable) para fibra óptica. Así es como se logrará interconectar los dispositivos entre pisos (cableado vertical).

Para el tipo de cable a emplear para el cableado horizontal, se escogió un cable UTP (Unshielded Twisted Pair) categoría 6. El porqué de la decisión es en base a costos y rendimiento. Hoy en día las obras de red nuevas para edificios por lo mínimo deben contar con UTP (de ser este tipo de cable el elegido) categoría 6 o 7 por razones de velocidad de transmisión de datos. Una observación del relevamiento es que la obra actual es de cable categoría 5e, una inferior a la categoría 6, resaltando otra de las debilidades de la red.

La categoría 6 tiene ventajas en velocidad de transmisión e indirectamente en costos por sobre la categoría 5e, dado que no sería necesario tener que cambiar el cableado por razones de rendimiento, como mínimo por los próximos 5 años.

El cable UTP categoría 7 presenta costos más elevados que el UTP de categoría 6, motivo por el cual se optó por esta opción.

De los cables de par trenzado (Twisted Pair) existen distintos tipos como FTP (Foiled Twisted Pair) y STP (Shielded Twisted Pair), pero la disponibilidad en el mercado del UTP es el factor para decantarse por él.

Por otra parte, el cableado vertical o backbone destinado a la conexión entre los distintos pisos será de fibra óptica principalmente para asegurar un buen rendimiento de la red de datos. La fibra óptica es costosa, pero no serán necesarios tantos metros a comparación del cable UTP 6 para el cableado horizontal, el cual conectará todas las oficinas y/o aulas, además de los Access Points en un piso.

Los patch panels son un dispositivo pasivo de capa física del modelo OSI. Esto significa que no necesitan energía eléctrica para su funcionamiento y por ello no se enchufan a toma corriente. No son estrictamente necesarios para una obra de red, pero en consecuencia, la falta de ellas supondrá un trabajo mucho mayor para el mantenimiento y la organización física a corto y largo plazo.

Entre las ventajas de utilizar patch panels para una obra de cableado estructurado se encuentran:

- Los patch panels permiten la organización del cableado al tener múltiples conexiones en un solo lugar. Esto favorece la identificación de cables y conexiones, lo que simplifica el mantenimiento y la solución de problemas. Es buena práctica el etiquetado de las estaciones para lograr la fácil identificación de cables y conexiones.
- Facilitan las conexiones y desconexiones (Mantenimiento): Al utilizar patch panels, las conexiones y desconexiones de dispositivos se realizan en el panel en lugar de la infraestructura cableada, agilizando las tareas de mantenimiento.

- Los patch panels están diseñados para cumplir con los estándares de cableado estructurado, lo que garantiza un rendimiento confiable en las redes de datos. El diseño apunta a una solución fiel a la norma TIA 568A y 568B.
- De estar etiquetadas las conexiones (en la placa del patch panel y en el extremo de la boca de red final), se puede determinar los puntos de falla de la red para luego poder documentarlas.

Por último, el Sistema de Alimentación Ininterrumpida o UPS, sus siglas en inglés. Es un dispositivo que proporciona energía a los dispositivos eléctricos en caso de que haya una falla eléctrica y por ende, no haya luz en un edificio. Su función principal es mantener los equipos funcionando durante los cortes de energía para evitar la pérdida de datos o el daño de ellos. Un UPS cuenta con una batería interna que se activa automáticamente cuando detecta una interrupción en el suministro eléctrico.

Es oportuno explicar la importancia de los UPS pero en la solución final no serán considerados por una decisión meramente económica. Sin embargo, no se descarta la incorporación de estos dispositivos en el futuro si así se desea.

## **Diseño y Confección de los Planos**

Aunque todas las etapas tienen su importancia, el diseño y confección de los planos de la nueva obra de red es la más importante, ya que los entregables que se obtienen de esta etapa serán la guía para aquellos que formen parte del equipo de la obra de instalación de la red. Asimismo el tener gráficamente los

dispositivos ubicados por piso y la disposición de los cables, sirve para calcular las cantidades necesarias de dispositivos y de material para el cómputo y presupuesto de los materiales que será la siguiente etapa.

El director del proyecto gestionó los planos de las 11 plantas del edificio de la facultad tanto en .pdf como .dwg (AutoCAD) para poder comenzar con el diseño.

Mientras se llevaban a cabo las visitas se fue bocetando las posiciones potenciales de los dispositivos para luego poder pasarlos en limpio en formato digital y así conformar uno de los entregables del proyecto.

Una vez el director haya aprobado y marcado las observaciones del boceto, se continuó con la digitalización del diseño con la herramienta de AutoCAD. Cabe destacar que, si bien el proyecto se presentó para optar por el grado de ingeniero en informática, se utilizaron herramientas no habituales al ámbito. La herramienta de AutoCAD se corresponde a la asignatura "Sistemas de Representación" del tercer año del plan 2010.

Para el uso de AutoCAD existían 2 opciones: o aprender por cuenta propia las funciones de medición, de pegado especial de imágenes, trazados de línea, entre otras; o "tercerizar" y delegar a algún actor que esté capacitado en la aplicación, trasladando lo bocetado a los planos.

La segunda opción en términos de tiempo es más rentable pero se decidió realizarlo por cuenta propia ya que la complejidad, en principio, no se suponía alta, aun habiendo que aprender de manera autodidacta el manejo de AutoCAD

y a su vez poder obtener experiencia por fuera de los objetivos del proyecto, con visión a futuros trabajos de índole similar.

Era esperable que se dedicaran horas para entender el uso de la aplicación lo cual ralentizó el trabajo al momento de realizar el conteo general de horas empleadas.

Acto seguido se encuentran los dispositivos y materiales a ubicar en los planos en CAD. Implícitamente se explican las cantidades necesarias para la solución, y el por qué en cada caso:

## Fibra Óptica

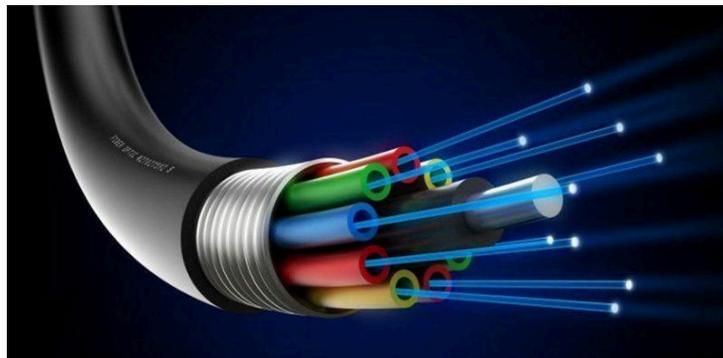


Figura 2. Fibra óptica

Mencionado en la subsección “Estudio de las Tecnologías”, la fibra óptica se destinará para el cableado vertical interconectando los pisos del edificio. La pregunta más importante al momento del diseño es ¿por dónde realizar el pasaje de la fibra para el cableado vertical (backbone)?

Afortunadamente en el edificio hay un pleno eléctrico que abarca la mayoría de los pisos, simplificando el trabajo de la mano de obra. Es deducible que en el

diseño de la red se eligió el punto donde está el pleno para gestionar el cableado vertical.

### **Cable UTP Categoría 6**

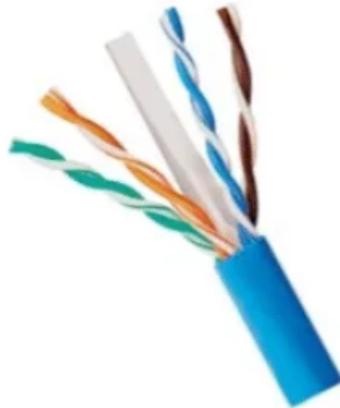


Figura 3. Cable UTP Categoría 6

Para cada aula se consideraron 3 cables, 2 destinados a las tomas de red para la estación del profesor y el cable restante para la posible instalación de un Access Point dentro del aula, en algunos casos será necesario el uso de ese cable y en otros no, pero es recomendable por cuestiones de escalabilidad y mantenimiento.

El segundo cable para la toma de red se cuenta por redundancia: con un único cable se supone suficiente pero se sugiere, por norma de cableado estructurado, que por cada toma de red haya un puerto adicional para poder conectarse a la red.

Para las oficinas se decidió destinar únicamente 2 cables, ambos para las tomas de red. Es más probable que el personal administrativo requiera acceder

por cable, dada su estación de trabajo, además de que en un aula hay más personas (alumnos) que accederán inalámbricamente, allí la justificación del tercer cable en aulas.

### **Bandeja Portacables**

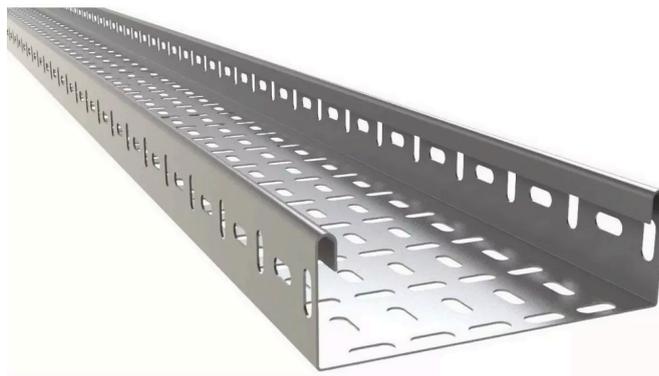


Figura 4. Bandeja Portacables

La principal ventaja de utilizar bandejas portacables en lugar de caños de PVC se debe al mantenimiento y disposición de los cables de la red. Por norma no pueden tirarse de los cables UTP. Las consecuencias pueden ser:

- Daño en el par trenzado: Al estar formado por pares trenzados, al tirar con fuerza se corre el riesgo de dañar a los conductores internos lo que se traduce en la pérdida de conexión o en una conexión inestable.
- Desconexión de los pares: Tirar del cable puede aflojar o desconectar las conexiones en los extremos del cable, ya sea en el conector o ficha RJ-45 o en el panel del patch panel. Esto podría resultar en la pérdida de la conexión de red.

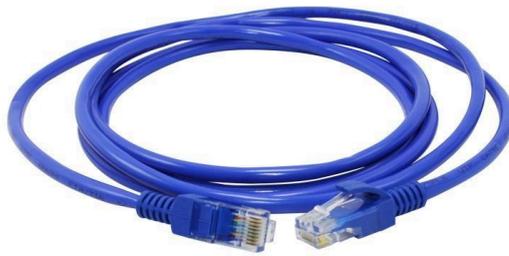


Figura 5. Patch Cord (Cable UTP con fichas RJ-45 en los extremos)

- Interferencias electromagnéticas: El cable UTP está diseñado con pares trenzados para reducir la interferencia electromagnética. Si se tira del cable puede desajustar los pares y aumentar la susceptibilidad a interferencias, lo que podría causar problemas de rendimiento y velocidad de transmisión de datos.
- Deterioro a largo plazo: Aunque el cable pueda funcionar después de ser tirado, es posible que se haya debilitado estructuralmente, lo que conlleva a fallas intermitentes y/o a la reducción de la vida útil del cable.

Es más sencillo quitar o agregar cables a una bandeja en lugar de tener que retirar los cables de un caño rígido de PVC, aun así los caños serán utilizados en la solución.

Las bandejas están situadas de forma tal que recorran la mayor distancia posible desde el rack en donde se encuentran el patch panel y el switch hasta la toma de red o bien el puerto del Access Point (AP).

### **Caño Rígido de PVC**



Figura 6. Caño de PVC de 20mm de diámetro

Los caños de PVC servirán para el último tramo hasta la toma de red correspondiente. La decisión de utilizar caño únicamente para esta parte se debe a las consecuencias enunciadas en el ítem anterior.

Los caños se colocarán de forma tal que los cables dentro del mismo no se encuentren lo suficientemente apretados, aumentando así el riesgo de ser estirados en tareas de mantenimiento o en la obra de instalación de la red.

En un principio priorizando la estética se planteó un diseño preliminar con mayores cantidades de caño que de bandeja. El director al notar dicho planteo y justificando las desventajas o posibles problemas que el diseño presentaba, se hicieron las correcciones pertinentes.

## Caja Estanca



Figura 7. Caja Estanca

Las cajas estancas o cámaras de inspección serán utilizadas para realizar el pasaje de cables en presencia de curvas (esquinas de las paredes). Esta es una de las opciones para elegir: anteriormente la alternativa era emplear curvas de PVC, pero la razón por la cual la decisión final fueron las cajas se debe a una llamada telefónica con un profesional del departamento de obras dedicado a realizar instalaciones de red en edificios en la ciudad de Mar del Plata, en donde se recomendaba el uso de las cajas.

Es importante señalar que el uso de las cajas no es común en las instalaciones de redes de datos pero el hecho de que sean de mayor tamaño que una curva de PVC facilita el pasaje de los cables desde los dispositivos hasta sus respectivas tomas de red.

## Switch



Figura 8. Switch/Conmutador TP-Link

Los switches son el segundo dispositivo más importante luego del router. Su función principal es dirigir el tráfico de datos en una red local, enviando los datos a la estación o nodo (uno o muchos), a cambio de enviarlos a todos los nodos de la red, tal como trabaja un hub, dispositivo que hoy en día no se utiliza más.

Mediante los switches se pueden crear las redes lógicas virtuales (VLAN), siempre y cuando el dispositivo cuente con la tecnología suficiente para su configuración.

Estarán dentro de racks, cerrados con llave. La cantidad de switches por piso se determina en base a las cantidades de tomas de red y Access Points que haya en el piso. Otra variable es la cantidad de puertos que admite el switch, generalmente se comercializa en modelos de 24 o 48 puertos.

Existe un caso excepcional en el primer piso, en donde se encuentran la mayoría de las oficinas, en el que será necesario un switch de 48 puertos. Se podrían haber ubicado 2 switches de 24, pero por cuestiones de ahorro de espacio en el rack y por sugerencia del director, se optó por el de mayor cantidad de puertos. Luego todas las demás unidades serán de 24 puertos.

### **Patch Panel**

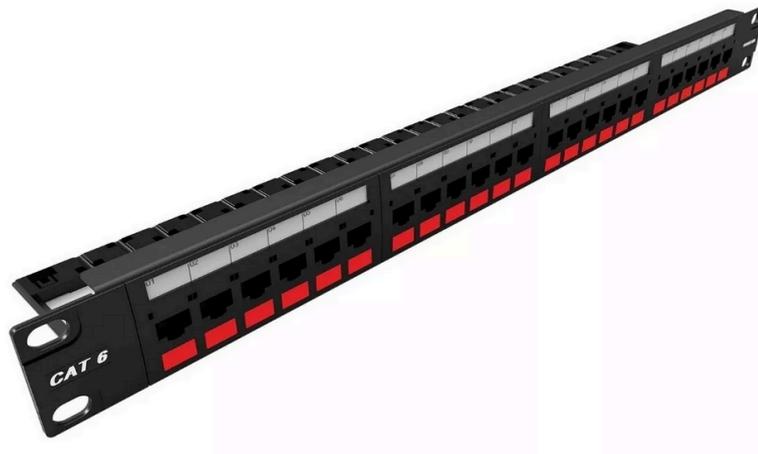


Figura 9. Patch Panel de 24 Puertos Categoría 6

Las cantidades de patch panels se determinan en base a los switches ya que cada uno de los extremos de la conexión de los patch panels se realizará con cada uno de los puertos del switch. Serán colocadas también dentro del rack en conjunto con el/los switches de cada piso.

Todos los patch panels deben ser de categoría 6 debido a la categoría del cable (6) y serán de 24 puertos cada una de ellas. Se encuentran con facilidad en el mercado, de allí el porqué de 24 puertos y no 48.

### **Access Points**



Figura 10. Access Point Ubiquiti Unifi 6 Lite (Marca y Modelo sugerido por Franco Kühn)

Un AP o Access Point es un dispositivo de red capa 2 del modelo OSI que permite la conexión de dispositivos inalámbricos tales como móviles celulares, notebooks, tablets, etc. a una red cableada existente. La función principal es brindar un punto de acceso a la red para aquellos dispositivos que admiten conexiones inalámbricas (WI-FI).

La decisión respecto de la ubicación y la cantidad de APs se dio a partir de criterio propio. De base será necesario un AP por piso, pero para aquellos sectores en donde haya una mayor concurrencia ya sea de personal

administrativo o alumnos se necesitará uno o más APs adicionales: para las aulas grandes (con capacidad para más de 100 alumnos); sectores de oficinas y la biblioteca se instalará un AP.

En el cuarto piso, por ejemplo, se cree suficiente un solo Access Point dado que las aulas son de tamaño pequeño-mediano. En un futuro, de ser factible económicamente, podrían colocarse APs en ciertas aulas de ser necesario. Allí está la razón de requerir un tercer cable UTP para las aulas.

## **Rack**



Figura 11. Rack

Los racks son estantes en donde se irán colocando los patch panels y los switches principalmente. Se ubicará un rack por piso por recomendación del director del proyecto. Es importante colocar los racks con los dispositivos lo más lejos posible de interferencias electromagnéticas, recordar que afectan al rendimiento de la red, como las procedentes de un ascensor, por ejemplo. Como el edificio cuenta con 2 ascensores, la posición de los racks (salvo los ya instalados en la obra anterior) contempla las interferencias.

Esto favorece en gran medida a las tareas de mantenimiento ya que es un menor trabajo por piso. Actualmente en la facultad hay 3 racks únicamente, dispersos en el primer, cuarto y octavo piso. Dentro de los 3 racks no se tiene la cantidad mínima de switches y/o patch panels, motivo por el cual la mayoría de las aulas no tienen acceso a la red de datos y a la vez caracteriza su débil rendimiento.

### **Roseta o Toma de Red**



Figura 12. Roseta doble

La lógica detrás de las rosetas es que serán ubicadas en donde sea necesario llegar con un cable de red. Las cantidades se condicen con el ítem del cable categoría UTP 6. A partir de la cantidad total de rosetas más los puertos de conexión de los Access Points (para los AP no se requiere la incorporación de una roseta) se determina la cantidad de cables totales (con sus fichas RJ-45 incluidas).

## **Cómputo y Presupuesto de Materiales**

Prácticamente en paralelo con el diseño se fue contabilizando las cantidades requeridas para tener un cálculo estimado del presupuesto previo al proceso adquisitivo.

Aplicando criterio propio y con ayuda de las observaciones se confeccionó una planilla de cálculo en Excel en donde se detallan las unidades necesarias y el monto en moneda local (peso argentino) y en dólar estadounidense al cambio oficial, ya que es el tipo de cambio que se aplica a la facultad de derecho.

La planilla resultante es una referencia o guía para un posterior proceso de adquisición de parte de la Facultad de Derecho, en este caso. El método de compra a elegir, ya sea, compra directa, licitación pública/privada, etc., recae en Derecho y en última instancia a la UNMDP, y no se determina en la planilla. A partir del cómputo, Derecho puede confeccionar un documento de solicitud de bienes o servicios con los valores de referencia adjuntos en la planilla realizada por el autor

Para los materiales que se consiguen en unidades de metros tales como caños de PVC, bandejas y cables, se estimaron metros de más por contingencias en el cálculo total de las mediciones.

En referencia a una de las debilidades del autor: “Falta de experiencia en proyectos de este tipo a gran escala.”, al momento de determinar las cantidades requeridas de fijaciones (tornillos,...) tanto para los caños como para las bandejas, se decidió por estimar un monto en pesos y notificar a la

referente del proyecto. Se sugirió que al momento de conversar con los proveedores, solicitar que ellos establezcan el número final. De todos modos, al ser las fijaciones uno de los elementos más económicos a comparación del resto de materiales y/o dispositivos, es un gasto que se puede realizar sin problemas al momento de ejecución de la obra.

La planilla tuvo que actualizarse constantemente debido a las fluctuaciones del valor del dólar. Dato no menor, al estar avanzando en el proyecto durante las elecciones presidenciales, las especulaciones en cuanto a la moneda extranjera son mayores de lo normal.

Otros cambios se debieron por las observaciones desarrolladas, concretamente en el caso de las cajas estanca que vienen a reemplazar el uso de las curvas de PVC.

Una vez finalizados ambos documentos, los planos editados en AutoCAD y la planilla de cálculo, fueron enviados a la secretaría de coordinación de la facultad de derecho.

### **Especificaciones para el Proceso Adquisitivo**

Se llevó a cabo una nueva reunión con la referente y el director del proyecto, tras la entrega de los entregables de las dos etapas anteriores. El último documento necesario para comenzar el proceso adquisitivo son las especificaciones de los ítems de la obra.

La razón de ser de las especificaciones es que el demandante comprenda, a grandes rasgos, qué es lo que se encargará, como así también facilitar la comunicación con los proveedores a la hora de solicitar un presupuesto final.

Se encontrará de forma breve y simplificada de qué trata cada ítem (dimensionamiento, funciones, etc., acompañado de un precio unitario aproximado en pesos y al dólar oficial).

Dentro de las especificaciones se podrían/deberían listar los potenciales proveedores para obtener los distintos presupuestos, pero por decisión de la referente del proyecto, el proveedor selecto fue Ciardi Hnos que cuenta con 3 sucursales en la ciudad. Las razones por la cual fue tomada la decisión son:

- Proveedor de renombre en la ciudad: le dio importancia que se encuentren en la ciudad, para así evitar envíos de larga distancia desde otra ciudad o provincia, por ejemplo.
- “Único” proveedor: por lo general se aconseja que los materiales y dispositivos se consigan de distintos proveedores y no todo del mismo, ya que en el caso que esté defectuoso algún ítem, el resto de ellos puede correr el mismo riesgo. Otra variante se encuentra en los precios; es posible obtener un presupuesto final menor teniendo en cuenta distintas alternativas, es decir, puede que se haya sacrificado costos por practicidad.

Al conocerse que Ciardi tiene stock de la totalidad de los materiales, resulta práctico realizar el proceso adquisitivo a través de un solo

proveedor, ya que los materiales/dispositivos serían recibidos en una sola entrega y no en distintas entregas en momentos distintos lapsos de tiempo sesgados.

La comparativa que habría que hacer es la matriz de proveedores (Tabla 1):

Tabla 1. Ejemplo Ilustrativo de Matriz Ponderada de Proveedores

Características	Valor	Proveedor N°1	Proveedor N°2	Proveedor N°3
Calidad	10	8	9	8
Costos	8	8	7	7
Disponibilidad de Inventario	10	6	7	6
Experiencia Personal	8	4	7	8
Reputación o Renombre	7	8	8	8
Soporte Técnico	9	8	10	9
Ubicación	9	10	7	8
<b>Total (Normalizado)</b>	1	0,74	<b>0,79</b>	0,77

De esta forma se hubiese seleccionado al proveedor idóneo según la matriz ponderada.

## **Bitácora de Trabajo**

El objetivo de la bitácora de trabajo es agilizar el progreso del informe, reduciendo los tiempos y a la vez de que el contenido presente sea fiel a cuando se tomó nota durante el transcurso de las etapas del proyecto.

La escritura de la bitácora se remonta desde el primer día del proyecto, en donde se fueron listando las preguntas para la primera reunión con la referente.

En la etapa que fue de mucha utilidad la bitácora fue en la de relevamiento, en donde se extrajo lo más relevante para el desarrollo del informe y también fue vital para la etapa de diseño de los planos y determinar qué, cuántos y dónde disponer los cables, ya sea por bandeja o caño rígido y los dispositivos de la nueva red de datos.

## **Entregables**

### **Documentos Obtenidos**

Finalmente se enuncian los entregables obtenidos, producto del trabajo realizado. Vale aclarar que todos los entregables están sujetos a cambios de ser necesario.

- Planos con el diseño de la red de datos:

A partir de los planos con las localizaciones de los dispositivos y disposición de los materiales, la mano de obra puede comenzar la nueva obra una vez esté en condiciones de hacerlo.

El equipo de instalación no está obligado a seguir el diseño al pie de la letra y ante dificultades técnicas como lo podría ser los materiales con los que está construido el edificio, se pueden modificar las posiciones de las bandejas o los caños, por ejemplo.

Los planos son fundamentales para entender cómo resultaría la nueva obra y en caso de que se quiera escalar, este documento representaría el nuevo punto de partida y estado actual de la red de datos.

- Cómputo y Presupuesto de los materiales y dispositivos:

Con ayuda de los planos, al estar los materiales y los dispositivos gráficamente representados y con la ayuda de AutoCAD se obtuvieron las cantidades necesarias de cada uno para poder hacer el cómputo y presupuesto estimado.

En adición, es importante la etapa del estudio de las tecnologías para identificar la calidad necesaria de los ítems correspondientes y así obtener el gasto total aproximado.

Funciona como referencia ya que luego la facultad obtendrá un presupuesto formal por parte de los proveedores, en este caso, Ciardi únicamente. Comparando ambos documentos (el enviado y el del proveedor), puede concluirse si la estimación es acertada o si hay un desvío importante en el cálculo.

- Especificaciones para el proceso adquisitivo:

Con el objetivo que el demandante tenga una noción de qué es por lo que se estaría pagando y, destinado al proceso adquisitivo, se escribieron las especificaciones técnicas de los ítems indispensables

para la obra, en donde se detalla en forma resumida los aspectos más relevantes de cada producto como las dimensiones (si corresponde), precio y unidades requeridas.

Este documento facilita la comunicación entre el demandante y el proveedor al tener una lista detallada de los materiales y dispositivos requeridos y poder encontrar el mejor presupuesto posible en base a lo solicitado.

Las especificaciones eliminan las ambigüedades, es decir, si se pide un switch, por ejemplo, con su marca y modelo, luego el switch que se encuentre listado en el presupuesto debe ser el mismo o de calidad similar.

- Recomendaciones de seguridad de la información para la red de datos:

Las recomendaciones de seguridad conforman el último entregable de este proyecto. Aquí fueron recopiladas sugerencias varias para preservar el funcionamiento adecuado de la red desde el punto de vista de la seguridad.

La bibliografía utilizada ([ver Anexo IV](#)) para la extracción de información fue facilitada por el Director (a su vez director del proyecto) y Vicedirectora del departamento de informática de la facultad de ingeniería, Carlos Rico y Valeria Di Croce.

En caso de que la facultad de derecho desee (se sugiere en lo posible que sí) aplicar una política de seguridad, se adjunta junto con las recomendaciones, la bibliografía referida con políticas de seguridad de red para instituciones universitarias públicas. Una política de seguridad

es más compleja que el documento realizado, por lo que excede al alcance del trabajo.

## **Actualidad y Trabajo Futuro**

Hoy en día la Facultad de Derecho tiene los documentos necesarios para poder iniciar la obra de instalación de la red de datos. El trámite referido al proceso adquisitivo para obtener los materiales y dispositivos fue realizado y se espera que en las siguientes semanas lleguen los materiales al edificio.

Vale aclarar que el proveedor, Ciardi, envió su presupuesto con cantidades erróneas, por lo que se tuvo que revisar el listado para evitar la aparición de otros errores o confusiones. Otra corrección fue el reemplazo de los caños de PVC con sus respectivas curvas por las cámaras de inspección.

Las etapas que quedaron fuera del proyecto son, en efecto, la instalación de la obra de red y la puesta en ejecución de la misma. Para la instalación una de las incógnitas es quién puede ejecutarla, es decir, ¿de dónde saldría la mano de obra? Durante las charlas con el director del proyecto se llegó a que una de las opciones podría ser el encargado del departamento de obras de la Universidad Nacional de Mar del Plata, involucrado en la llamada telefónica, donde se sugirió el uso de cajas estanca ([ver Caja Estanca](#)). El autor podría ser considerado como ayudante del equipo de la obra dado que fue quien hizo el diseño.

La razón por la cual las etapas no fueron contempladas para el proyecto es porque extenderían el plazo final, debido a que todavía la facultad no tiene los

materiales y/o dispositivos como para empezar la obra, ni aun cuenta con mano de obra para llevarla a cabo. Adicionalmente el tiempo necesario para la instalación de la obra y su puesta en marcha se ampliaría en, por lo mínimo, un año más, ya sea por retrasos administrativos y del trabajo en sí.

Otra necesidad que deben de solventar en la facultad de derecho es la de tener un profesional del ámbito de las redes de datos para el mantenimiento de la red o para detectar las presuntas fallas que puedan producirse. Una de las opciones factibles es capacitar al asistente de la facultad para que cumpla dicho rol. Él ya cuenta con una base mínima de conocimiento acerca de la red actual, lo cual es beneficioso.

## **Memoria del Proyecto**

La propuesta fue realizada por la referente del proyecto hacia el director del mismo, que actualmente es el Director del Departamento de Informática en la Facultad de Ingeniería de la UNMdP. Por consiguiente fue comunicada hacia el autor y al resto de sus compañeros durante la cursada.

Al haber interés en el tema tras el trabajo práctico correspondiente a la asignatura “Redes de Computadoras” el año anterior y en búsqueda de trasladarlo a un caso real, el autor comunicó querer participar en lo que hoy es este proyecto.

Previamente la Facultad de Derecho consultó al departamento de cómputos de la Universidad Nacional de Mar del Plata en busca de una solución para el

problema planteado sin una respuesta positiva, teniendo que buscar otras alternativas, coincidiendo luego finalmente con el Departamento de Informática.

El departamento de cómputos no trabaja en las redes internas de cada una de las unidades académicas de la UNMDP. Funciona como proveedor de servicios de conectividad hacia dichas unidades, mientras que estas deben resolver su propia infraestructura interna de red.

Cabe destacar que el autor fue el único en mostrar interés en el trabajo al ser la propuesta realizada hacia aproximadamente un grupo de más de 20 personas.

En otras palabras, la solución, de no ser por este trabajo tendría que haberse buscado por otros medios.

## **Cumplimiento de Objetivos**

### **Objetivo Principal**

**Analizar, diseñar y planificar la red de datos en el edificio de la Facultad de Derecho con la finalidad de garantizar la mejora de la conectividad y satisfacer las necesidades presentes y contemplando las futuras.** El

objetivo principal fue cumplido en su totalidad partiendo de la premisa de analizar, diseñar y planificar la red de datos, actividades incluidas en las 4 primeras etapas del proyecto. El diseño contempla el estado de la red de datos actual y la escalabilidad, como es el caso del aula que se construirá en los siguientes meses.

### **Objetivo General**

Aquellos que se desprenden del objetivo principal: **Proveer la documentación y las herramientas para el proceso adquisitivo y las recomendaciones de seguridad.** Toda la documentación fue entregada en tiempo y forma a la referente del proyecto por lo que el objetivo fue cumplido. Los documentos en cuestión son: planilla de cálculo con cómputo y presupuesto; especificaciones técnicas de dispositivos/materiales para el proceso adquisitivo, planos del edificio con el nuevo diseño de la red planteada; recomendaciones de seguridad para la red.

### **Planificación Original vs Ejecución**

El cronograma se planteó en un esquema de cascada, en donde se encuentran las 7 etapas detalladas más la de documentación final, la cual no se describió el paso a paso porque implícitamente el informe es gran parte de la etapa en cuestión. Se estimó una duración total de 225 horas divididas en 12 semanas, lo que en promedio son 19 horas semanales.

La decisión de trabajar bajo el modelo de cascada se dio porque el mismo proyecto así lo impone: había que completar la etapa anterior a la actual o estar cerca de ello, para así poder iniciar a trabajar sobre la etapa actual y tener el menor impacto posible en caso de haber errores o modificaciones que efectuar. De hecho se tuvieron que revisar ciertas etapas pero al estar planificado a partir de este modelo, no hubo grandes inconvenientes.

La única excepción se da en la etapa de estudio de las tecnologías. Antes de las primeras reuniones, al ya tener una noción de los equipos necesarios que luego fueron incluidos en el cómputo y presupuesto, se hicieron unas anotaciones base de las tecnologías que mejor se puedan ajustar a la solución a ofrecer. Sin embargo, la etapa llega a su fin una vez se hayan concluido la toma de requerimientos y el relevamiento.

El inicio del proyecto tuvo lugar en la fecha prevista, pero se extendió 2 semanas más allá de lo planificado, debido a que el autor debía de rendir exámenes durante la cursada del segundo cuatrimestre del ciclo lectivo 2023 y durante el mes de diciembre optó por una semana de descanso, aun así las etapas de diseño y especificación ya estaban completas. En total se emplearon 236 a lo largo de 14 semanas.

A simple vista los objetivos de cada etapa parecen ambiciosos, pero el autor del proyecto, exceptuando las fechas de exámenes, podía dedicarse a tiempo completo de ser necesario a resolver las distintas actividades.

Se presentan el cronograma de la estimación original y el cronograma de la ejecución real del desarrollo (figuras 13 y 14 respectivamente). Los números en cada celda son las horas dedicadas por cada etapa según la/s semana/s. En la siguiente sección se detalla la situación para cada etapa del proyecto.



Figura 13. Diagrama de Gantt de la Planificación Inicial Estimada



Figura 14. Diagrama de Gantt de Ejecución

## **Análisis de Etapas**

### **Toma de Requerimientos**

La toma de requerimientos se remonta a principios del mes de octubre de 2023 donde tuvo lugar la primera reunión del equipo con la referente funcional. Las expectativas previas a la reunión era que no estaban claros los requerimientos, por lo que estar activo, haciendo preguntas, jugaría un papel fundamental para las otras partes del proyecto.

En total hubo 2 reuniones destinadas para la toma de requerimientos, razón por la cual las horas de ejecución dio por debajo de lo estimado. El equipo esperaba, inicialmente, una tercera reunión para poder obtener otros requerimientos o incluso completar, de ser posible, los ya existentes.

Sin embargo los requerimientos primordiales fueron contemplados en el documento y en la solución en los distintos entregables.

### **Relevamiento**

Tras la primera reunión con la referente del proyecto se hicieron 2 visitas al edificio de la facultad en donde se pudo ingresar a la mayoría de oficinas y aulas y determinar en qué estado se encontraba la red de datos actual e ir documentando tantos los aspectos positivos como negativos de la red, tales como por ejemplo, la falta de dispositivos de red en más de la mitad de las plantas, no permitiendo la conexión a la mayoría de aulas. Asimismo la

conexión inalámbrica dentro de las oficinas no es del mejor rendimiento, declarado por la referente funcional en base a su experiencia personal.

Nuevamente el tiempo de ejecución es menor al estimado (18 horas por sobre 25 horas). Esto se debe a que el número de visitas también fue menor al deseado. Se cree que hubiera sido útil una visita más.

La gran desventaja de ello es que no se pudo ingresar a todas y cada una de las aulas y/u oficinas, lo cual podría haber refinado aún más las notas del relevamiento. No fue posible entrar a todas las aulas dado que había profesores ejerciendo sus actividades curriculares y es evidente que no iban a ser interrumpidos. Por otra parte, las oficinas faltantes, al momento de las 2 visitas se encontraban cerradas.

A pesar de esta situación, las aulas de cada piso presentan ciertas similitudes. Por lo tanto es deducible como conformar el diseño de la nueva red. Y respecto a las oficinas al poder ver el interior por fuera de ellas se hizo una aproximación, siempre estimando un peor caso, de cómo se dispondrán los cables necesarios y sus respectivas tomas o bocas de red.

### **Estudio de las Tecnologías**

El tiempo de ejecución fue, una vez más, menor al estimado. Son 6 horas de ejecución contra 10 horas estimadas.

Cabe destacar que es la única etapa que comenzó antes de que realmente sus etapas antecesoras realmente presenten algún avance o bien hayan finalizado.

Esto se debe a que el autor del proyecto optó por recopilar los aprendizajes

previos para la búsqueda de tecnologías y determinar cuáles podrían ser aplicables y cuáles no, principalmente, por factibilidad económica y técnica.

La justificación es la experiencia práctica previa, factor que simplificó la selección de la categoría y el tipo de cable, la opción de utilizar fibra óptica como cableado vertical, los switches y patch panels que corresponden a la solución en base a su calidad.

Dentro de las horas de ejecución del estudio se incluye la reunión con el Subsecretario de Gestión de la Información de la UNMdP, Franco Kühn.

En definitiva, la causa del desvío en las horas fue una sobreestimación, en parte, por la falta de experiencia en proyectos a gran escala, pero a fin de cuentas, las tecnologías a utilizar presentan similitudes con el práctico de la asignatura “Redes de Computadoras”.

### **Diseño y Confección de los Planos**

Se partió dedicando entre unas 2 y 4 horas para el diseño preliminar o boceto sobre los planos impresos en papel. Únicamente se posicionaron los dispositivos y tomas de red, además de los racks. Luego de que el director aprobase el boceto se pasó a la digitalización del diseño de la red de datos.

Esta etapa de diseño y confección de los planos es la contracara de las etapas anteriores, dado que el desvío se produjo en mayor cantidad de horas para la ejecución (80 horas) por sobre las estimadas (60 horas). Los 2 factores principales del desvío son la falta de experiencia (por la subestimación de las horas) y la dedicación de tiempo para aprender a usar la herramienta de diseño

AutoCAD. Otro motivo del desvío es el reemplazo de los caños de PVC por las cámaras de inspección ya que los caños ya estaban contemplados en los planos previo a la observación del director, sumado a que había una falla en el diseño por parte del autor, lo cual presume más horas de trabajo.

El aprendizaje se dio de manera progresiva al tener que utilizar las distintas funcionalidades como medición, para poder cuantificar los metros de cable, bandeja y de caño necesarios, trazado de líneas para representar gráficamente a los materiales con sus debidas referencias y la mayor dificultad se dio en el pegado o inserción de imágenes para los dispositivos de red y los racks.

AutoCAD tiene distintos formatos para el pegado de una imagen y se generó un dilema: las imágenes que se visualizaban con mayor nitidez eran debido a un determinado formato, pero a costas de que al exportar el archivo para que quien quisiera, incluso uno mismo pero desde un ordenador distinto no sea posible ver las representaciones. Al paso de unas horas investigando los distintos formatos, se decidió sacrificar nitidez para poder cumplir con la necesidad básica de que puedan verse las referencias independientemente del dispositivo en el que se abra el archivo de AutoCAD.

En la figura 15 se grafica la distribución de las 80 horas empleadas en esta etapa.

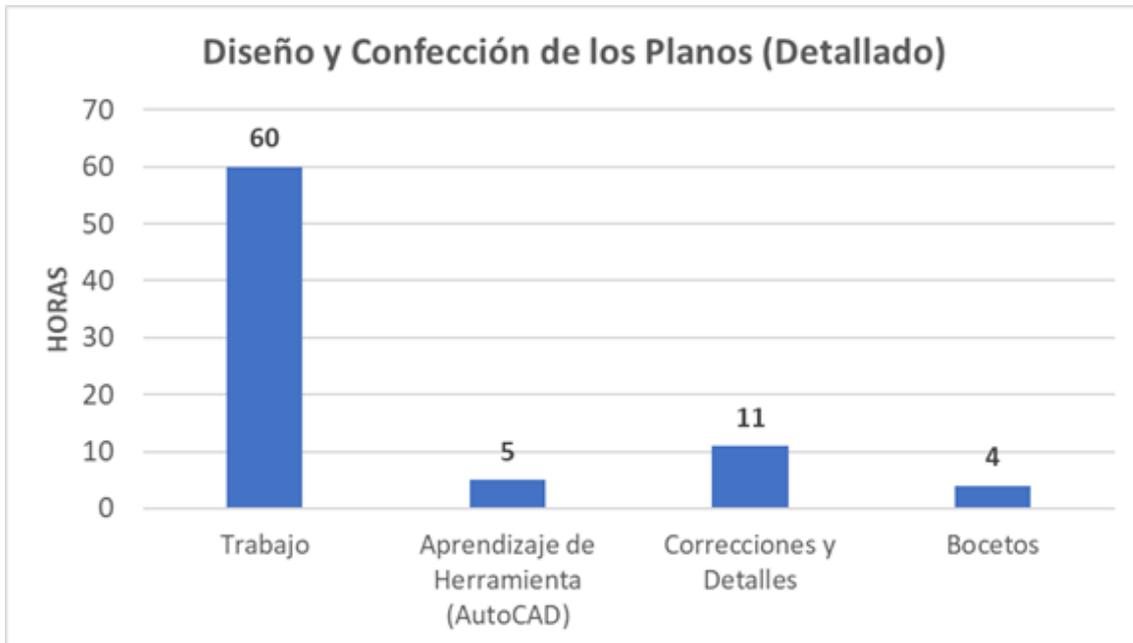


Figura 15. Detallado de las Horas Empleadas en el Diseño

### Cómputo y Presupuesto de Materiales

Esta etapa es la que menos desvío presentó. En lugar de 10 horas de ejecución, culminaron siendo 12, es decir, 2 horas únicamente. Los sitios en donde buscar los materiales y dispositivos eran familiares al autor por las prácticas anteriores.

Lo que demoró a la etapa fue su antecesora porque era necesario tener todos los ítems en el plano para poder medir y así obtener los subtotales correspondientes a cada uno en pesos argentinos como en dólares.

Otro de los inconvenientes es la falta de stock en algunos proveedores debido a la situación económica del país, en donde los productos, especialmente los switches y los APs, no ingresan, por lo que correspondía una investigación más a fondo, partiendo de la base conocida. Asimismo, los cambios en el valor del

dólar repercutieron en la planilla ya que había que actualizar los subtotales y valores unitarios prácticamente todos los días, causando que la ejecución dure más de lo estimado.

Existe un hueco temporal en la semana 6 del proyecto, ya que el autor se encontraba en período de exámenes. Tanto las etapas de diseño y confección, cómputo y presupuesto, e indefectiblemente la bitácora de trabajo fueron suspendidas. Luego, el trabajo continuó a ritmo normal.

### **Especificaciones para el Proceso Adquisitivo**

Se emplearon 4 horas en lugar de 10 estimadas. La justificación es que se sobreestimó por falta de experiencia. El autor nunca realizó un documento de especificaciones, influyendo en el desvío. Otros factores para que la ejecución haya tomado menos tiempo es la matriz ponderada de proveedores. Al no requerirse la matriz de proveedores, en este caso, únicamente se adjuntó la información relevante de las 3 sucursales de Ciardi Hnos. en la ciudad de Mar del Plata.

Realizar el documento era más sencillo de lo planificado, eso explica la sobreestimación. La información técnica principal (marca, modelo y dimensiones, si corresponde) de los productos se encontraban fácilmente en la planilla de cálculo, por lo que la tarea que más tiempo tomó dentro la etapa fue la búsqueda de información para describir las funcionalidades de los ítems dentro de las especificaciones.

### **Bitácora de Trabajo**

La bitácora de trabajo tomó unas 21 horas para su desarrollo, 6 horas más de lo planificado. Se debe a la subestimación e ineficiencia, dado que en una de las reuniones y visitas, las notas u observaciones fueron manuscritas, lo que produjo un trabajo doble organizar y emprolijar las notas en un documento Word desde la bitácora al informe.

Aprendiendo del error, las observaciones consiguientes se hicieron mediante un celular, por lo que el ritmo de trabajo allí fue el que realmente se esperaba.

### **Documentación Final**

La documentación final consistió en emprolijar todos los documentos para poder incluirlos en un anexo para la cátedra del Trabajo Final, como así también la confección de las recomendaciones, que tomará importancia en el futuro de la obra, es por ello que no se incluyó en ninguna de las etapas ya que es no es indispensable por el momento.

La redacción del informe fue a lo que más tiempo se le dedicó. La bitácora fue de gran utilidad ya que redujo el tiempo de desarrollo del informe al tener la información a mano y con cierta organización. Sin embargo, se tuvo que filtrar lo que quedaría en el informe y lo que no, dado que la bitácora tenía anotaciones de todo tipo que puede que no den un valor agregado al informe.

Se incluyeron los tiempos de reunión con el director del proyecto para revisar los puntos débiles de la redacción y determinar qué secciones podrían agregarse, quitarse o modificarse para la entrega final.

Se estimaron unas 75 horas a lo largo del mes de diciembre de 2023, pero se extendió 2 semanas más hasta mediados de enero destinados al descanso del autor luego del fin del cuatrimestre, por lo que las horas diarias dedicadas fue menor o ninguna. No obstante los objetivos del proyecto no se ven comprometidos por esta decisión. En total se emplearon 80 horas resultando más de lo esperado.

Entre las causas se encuentran la cantidad de figuras, tablas y documentos a insertar o generar por fuera de la redacción del informe que aporten al mismo. Se añade el tiempo empleado para la presentación para la defensa pública que espera llevarse a cabo en el 2024.

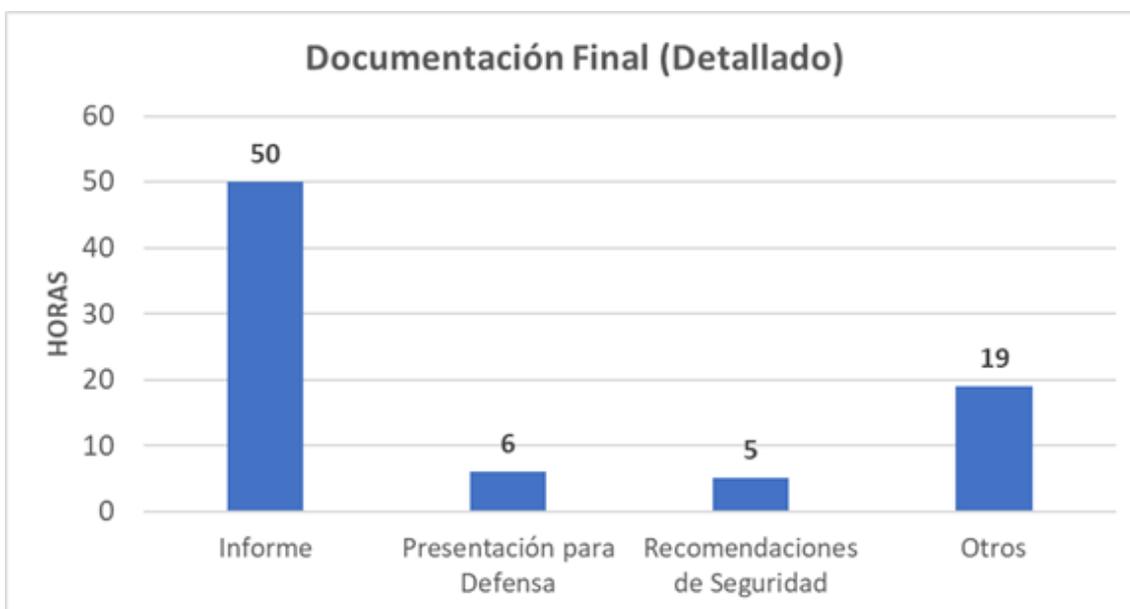


Figura 16. Detallado de las Horas Empleadas en la Documentación Final

### Resumen

Finalmente se presenta la comparativa (figura 17) en detalle para cada etapa a partir de lo estimado y su contraparte de ejecución:

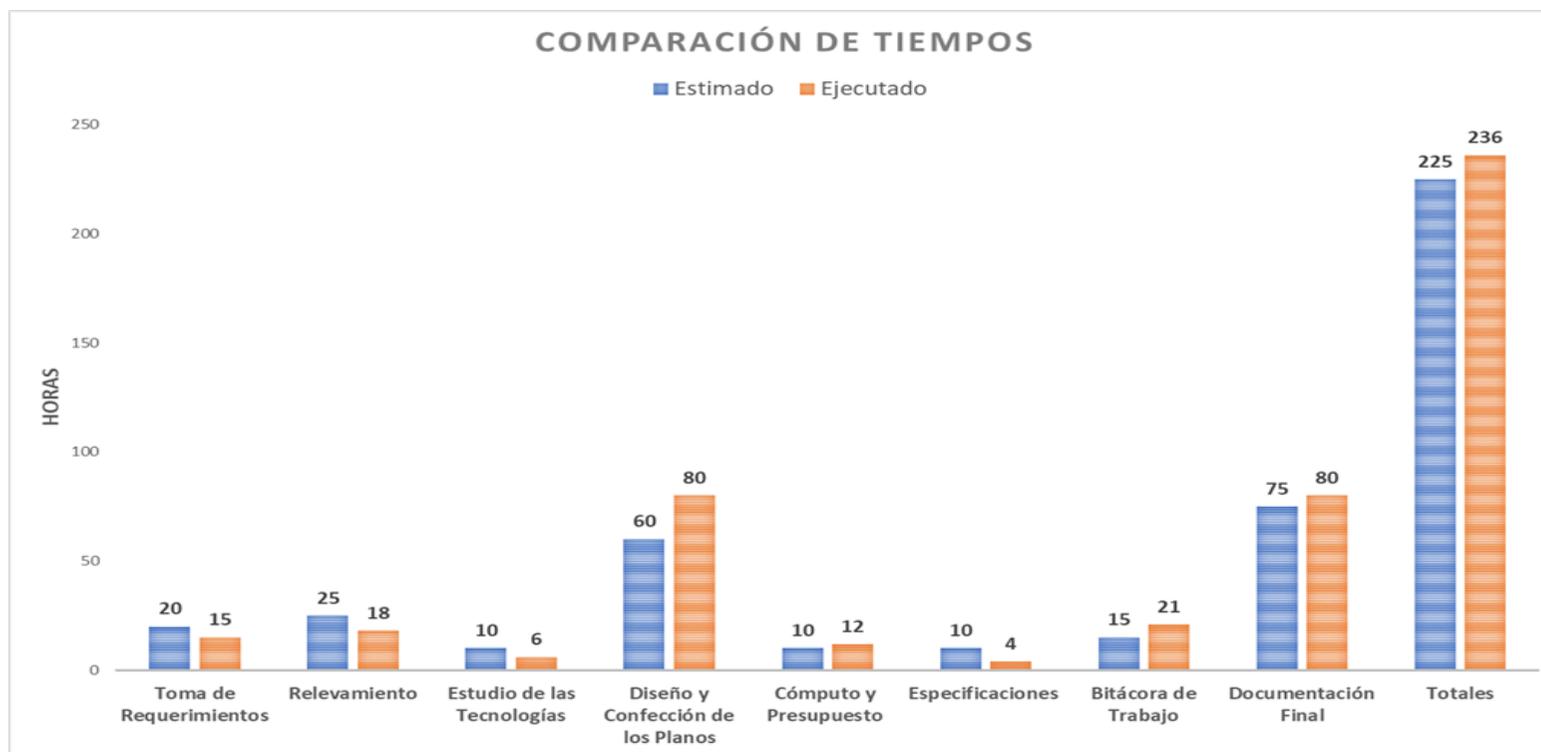


Figura 17. Comparativa Estimación vs Ejecución en Horas.

En total hubo un desvío únicamente de unas 11 horas o del 4,88%. Por ende la estimación se presume correcta a pesar de los desvíos, pero hubo una tendencia a sobreestimar y subestimar en la mitad de las etapas respectivamente.

Las sobreestimaciones están representadas por la falta de reuniones, visitas y de análisis que en cualquier otro caso tendrían que llevarse a cabo.

Haciendo énfasis en el diseño, es una de las etapas que se estimó y se dio un flujo de trabajo como el esperado pero al tener que aprender a usar una nueva herramienta se produjo una subestimación, coherente, por el trasfondo de la falta de experiencia.

De todas formas al haber desvíos en todas las etapas sin excepción, ya sea por subestimación o sobreestimación, esto no debe pasarse por alto. Ambas situaciones pueden ser perjudiciales en cualquier tipo de proyectos.

Los riesgos que se corren por subestimar son:

- Puede llevar a retrasos en la entrega del proyecto y al incumplimiento de plazos, lo que afecta la satisfacción del demandante y la imagen del equipo.
- Los plazos ajustados pueden generar cierta presión, lo que podría afectar negativamente la calidad del trabajo.
- La subestimación puede llevar a costos adicionales inesperados, ya que pueden surgir problemas o tareas no previstas que requieren recursos adicionales para su realización.

Y por sobreestimar:

- Es posible que se asignen más recursos de los necesarios, lo que podría llevar a un uso ineficiente de los recursos del proyecto. En consecuencia, los costos de proyecto pueden ser más altos, poniendo en riesgo la continuidad del equipo.
- Si se sobreestiman los tiempos, en relación al punto anterior, pueden perderse oportunidades frente a competidores que estén capacitados a cumplir los plazos más ajustados.

## **Conclusiones**

El objetivo principal del proyecto era analizar, diseñar y planificar la red de datos en el edificio de la Facultad de Derecho con la finalidad de garantizar la mejora de la conectividad y satisfacer las necesidades presentes y contemplando las futuras. Como así también proveer la documentación y las herramientas para el proceso adquisitivo y las recomendaciones de seguridad.

Todos los entregables obtenidos cumplen tanto con el objetivo principal como el general por lo que se concluye un proyecto con éxito. El aspecto más destacable es que en el hipotético caso de que se quiera/deba realizar una siguiente obra en el futuro, la facultad de derecho cuenta con la documentación necesaria para determinar el nuevo punto de partida, además de las recomendaciones alrededor de la red de datos.

Las actividades realizadas tales como la toma de requerimientos y el relevamiento a partir de las reuniones y visitas al edificio, como así también la escritura del informe sirvieron para ganar experiencia de cara a la carrera profesional, justificando la necesidad o el requerimiento de un trabajo final para poder optar por el grado de ingeniero.

Por otro lado, durante el desarrollo del proyecto se logró poner en práctica los conceptos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera. Específicamente haciendo referencia a las asignaturas: “Redes de Computadoras”, “Sistemas de Representación”, “Análisis y Diseño de Sistemas I”, “Gestión de la Seguridad Informática”, etc.

Una de las tareas más difíciles de llevar a cabo fue el diseño de los planos de la nueva red de datos, donde se subestimó el tiempo de ejecución, principalmente por el desafío de aprender a utilizar una herramienta nueva y la falta de experiencia a la hora de estimar, sumado a otros factores propios del trabajo en sí.

A pesar de la extensión del trabajo en cuanto a las semanas, la estimación inicial, teniendo en cuenta que en todas las etapas hubo desvíos, se presume correcta ya que se produjo únicamente un desvío en 11 horas de más respecto a lo planificado. La causa principal de estos errores en la estimación fue la falta de experiencia del autor, debido a que no se hizo una planificación de esta magnitud anteriormente y en adición, el desarrollo de las etapas no se dio al 100% como se había planificado.

A lo largo del proyecto la comunicación con el director de proyecto y con otros profesores de la carrera fue indispensable para poder reforzar los detalles y corregir los errores, presentes por la falta de experiencia del autor.

Ya se hizo alusión en reiteradas ocasiones a que el proyecto es unipersonal. Es evidente que todas las tareas fueron realizadas por una sola persona, contando únicamente con el soporte del Director.

La gran ventaja de trabajar solo es la organización de los tiempos y no depender de que todas las partes (suponiendo un equipo de 2 o más personas) estén trabajando en simultáneo o bien que una parte del proyecto se encuentre retrasada por alguna de las partes. En definitiva el flujo y ritmo de trabajo está bajo control en todo momento, como así también la responsabilidad en su totalidad sobre el actor.

La gran desventaja es que no se cuenta con un compañero(s) con el cual poder debatir en las distintas etapas de la solución. Es importante tener más de un punto de vista a medida que se progresa en el trabajo. Es posible que uno de los integrantes no detecte un error o un punto a mejorar en la solución que otro de los integrantes sí. Consecuentemente al estar trabajando solo uno mismo, de no poder consultar con el Director o bien que el Director no revise minuciosamente el trabajo, se estaría entregando finalmente un proyecto con fallas.

Otra desventaja es que al no haber delegación de tareas, es necesario capacitarse en los aspectos en los que uno presenta debilidades. Se observó

anteriormente que el autor del proyecto dedicó horas para el aprendizaje de la herramienta AutoCAD. Suponiendo que exista un integrante más con conocimientos de la herramienta, los tiempos del proyecto podrían haberse reducido.

En cuanto a Carlos, director del proyecto, al ser una persona sumamente confiable en el ámbito de la UNMdP y al contar con años de experiencia en materia de redes, fue de gran ayuda a la hora de encontrar los puntos débiles de todos los entregables y de hallar distintas alternativas para una solución, ya sea por experiencia propia o por contactos en los que confiar, como así ellos confían en él.

Por otra parte, la predisposición del director en todo momento fue fundamental para encaminar la solución a como se encuentra al momento de la entrega y para que los plazos de entrega no sean mayores.

En la memoria del proyecto se destacó el hecho de que el autor fue el único individuo en demostrar interés en el proyecto, y es por ello la razón por la que la Facultad de Derecho disponga del material necesario para poder llevar a cabo la obra de instalación de red.

Un gran porcentaje de los trabajos finales para optar por el grado de ingeniero informático consta de trabajos relacionados al desarrollo de aplicaciones o de aspectos relacionados a las bases de datos, inteligencia artificial (tomando mayor relevancia actualmente), mientras que trabajos referidos a redes de

computadoras, no se hallan en el radar de interés de los alumnos en búsqueda de un trabajo final.

Una de las competencias del ingeniero es la competencia para gestionar, planificar, ejecutar y desarrollar proyectos de ingeniería. Si bien se involucran otras competencias, la mencionada es la que destaca y este proyecto también tiene la intención de fomentar la realización de este tipo de trabajos en el futuro y no únicamente considerar al desarrollo de aplicaciones o sistemas, por ejemplo, como una de las únicas alternativas para optar por el grado de ingeniero.

En conclusión, el resultado fue exitoso. Desde el punto de vista técnico, se reforzaron las habilidades técnicas necesarias, vistas durante la carrera, para la solución. Por último, desde lo personal, se produjo la primera experiencia en cuanto a diseño, proyección y especificación de un proyecto o problema real a gran escala en donde se pudo integrar los conocimientos adquiridos en los últimos años de la carrera.

## Apéndice

### Glosario

*Wi-Fi*<sup>1</sup>: Es una tecnología que posibilita la conexión inalámbrica entre dispositivos electrónicos utilizando ondas de radio. Los routers convierten datos de Internet en ondas de radio, que son emitidas y capturadas por dispositivos inalámbricos para su descarga o acceso a la información solicitada.

*OSI*<sup>2</sup>: El modelo Open Systems Interconnection (OSI) es un modelo conceptual creado por la Organización Internacional para la Estandarización, el cual permite que diversos sistemas de comunicación se conecten usando protocolos estándar. En otras palabras, el modelo OSI proporciona un estándar para que distintos sistemas de equipos puedan comunicarse entre sí. El modelo OSI se puede ver como un lenguaje universal para la conexión de las redes de equipos.

*Red*<sup>3</sup>: Una red de computadoras, también llamada red de comunicaciones de datos o red informática, es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios.

*PVC (Policloruro de Vinilo)*<sup>4 5</sup>: Es un polímero derivado del petróleo (43%) y la sal (57%), compuesto por carbono, hidrógeno y cloro. Este material es

apreciado en el sector de la construcción por su baja conductividad, lo que lo convierte en un excelente aislante. Se utiliza ampliamente en perfiles, placas aislantes, fundas para cable eléctrico, suelos interiores y exteriores, entre otros.

*Topología de Red*<sup>6 7</sup>: Cómo se organizan los elementos de una red de comunicaciones.

*Topología de Red Física*<sup>6 7</sup>: La topología de red física es la ubicación de diversos componentes de una red. Los diferentes conectores representan los cables de red físicos y los nodos representan los dispositivos de red físicos (como los switches).

*Topología de Red Lógica*<sup>6 7</sup>: La topología de red lógica ilustra, en el nivel más alto, cómo fluyen los datos dentro de una red. Los dispositivos de comunicación se modelan como nodos y las conexiones entre dispositivos se modelan como enlaces o líneas entre nodos.

*Política de Seguridad de la Red*<sup>8</sup>: Una política de seguridad de red es un conjunto de mandatos para monitorear, gestionar y hacer cumplir la seguridad en la infraestructura de red de su organización. Destaca en detalle los controles de acceso a la seguridad de la red, los protocolos a seguir y los procedimientos a promulgar para que la red permanezca protegida de cualquier actividad que pueda amenazar la seguridad.

*ISP*<sup>9</sup>: Un proveedor de servicios de Internet (ISP) es una organización que ofrece diversos servicios para que los usuarios puedan acceder y utilizar

Internet. Los ISP pueden ser organizaciones de propiedad privada, comunitaria, comercial o sin ánimo de lucro.

*Router*<sup>10 11</sup>: Un router es un dispositivo de hardware que conecta una red local a Internet, gestionando el tráfico de datos entre dispositivos de diferentes redes. Facilita el uso compartido de una conexión a Internet entre varios dispositivos y actúa como intermediario esencial mediante el protocolo IP, dirigiendo el tráfico de Internet y los paquetes de datos a las direcciones IP correctas. Sin un router, cada dispositivo necesitaría su propia conexión a Internet.

*FTP (Foiled Twisted Pair)*<sup>12</sup>: La traducción sería par trenzado laminado. Lleva una lámina protectora, normalmente de aluminio que se encuentra entre la cubierta protectora y los 4 pares de hilos trenzados. Este tipo de cable estructurado es ideal en aquellas instalaciones donde existe ruido electromagnético que puede afectar a la señal, aquellas instalaciones con routers, puntos de acceso, switch, etc.

*STP (Shielded Twisted Pair)*<sup>12</sup>: Cable blindado o apantallado. Este cable es el más caro (a comparación del FTP y UTP) por su blindaje que le permite obtener una impedancia mayor que el resto. Dispone de su cubierta plástica como el cable UTP, a lo que le suma la lámina protectora al igual que hace el cable FTP y le añade a cada par de hilo trenzado otra lámina protectora.

*UTP (Unshielded Twisted Pair)*<sup>12</sup>: cable de par trenzado no apantallado. Tiene una cubierta protectora exterior y en su interior 4 pares de hilos trenzados. Únicamente tiene una cubierta plástica protectora por lo que no está blindado o apantallado. Se trata del cable más económico, pero tiene sus limitaciones en instalaciones de redes más complejas o de grandes tiradas o distancias.

*SFP (Small Form-factor Pluggable)*<sup>13</sup>: El puerto SFP de un switch Gigabit es una ranura diseñada para utilizar conectores enchufables de factor de forma pequeño (SFP) que permiten la transmisión de datos. El puerto SFP permite enlaces ópticos o de cobre en un switch Gigabit mediante la inserción de los módulos SFP correspondientes (SFP de fibra o SFP de cobre, como un UTP categoría 5e o categoría 6).

*Hub*<sup>14</sup>: Un hub es un dispositivo de red que conecta diferentes nodos de, por ejemplo, una red Ethernet. En el modelo de referencia OSI, los hubs se clasifican como elementos de la capa 1 que operan en la capa física. Su principal cometido es conectar varios ordenadores entre sí y reenviar inmediatamente los datos recibidos.

*Norma TIA 568*<sup>15</sup>: Establece estándares para el diseño y la implementación de sistemas de cableado estructurado en edificios comerciales y entre edificios en entornos de campus. Define tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones, características de rendimiento, requisitos de instalación y métodos de prueba. Su objetivo es ofrecer prácticas

recomendadas para sistemas de cableado que respalden servicios actuales y futuros, con una vida útil de más de diez años en entornos comerciales.

*AutoCAD*<sup>16</sup>: AutoCAD es un programa que permite diseñar bocetos, dibujos, planos, estructuras y piezas para cumplir con ciertos parámetros solicitados por los clientes. Es un software multifacético que permite desarrollar proyectos de índole arquitectónico, industrial, mecánico, de diseño gráfico y de ingeniería. Gracias a la posibilidad de visualizar los diseños en 2D y 3D, AutoCAD es uno de los programas de diseño digital líderes del mercado.

*Competencia*<sup>17</sup>: capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales.

## **Anexos**

Junto con la entrega del informe se adjunta un directorio de anexos:

- Anexo I: Dentro de este directorio se encuentran los planos del edificio de la facultad de derecho con el diseño de la nueva red de datos y las referencias pertinentes.
- Anexo II: Planilla de cálculo con el cómputo y presupuesto de materiales. En la planilla se encuentra un detallado a grosso modo de los materiales a utilizar por piso.
- Anexo III: Especificaciones de los materiales para el proceso adquisitivo.
- Anexo IV: Recomendaciones de Seguridad de la Información para la Red de Datos.
  - Se incluye el directorio de referencias bibliográficas brindados por el departamento de informática de la facultad de ingeniería de la UNMDP.

## Bibliografía

1. Gallego, G. 2023. Qué es el WiFi y cómo funciona para conectar todo a Internet. ADSLZone. Disponible en: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/que-es-wifi-como-funciona/#370530-que-es-wifi>. 7 de diciembre de 2023.
2. CloudFlare. 2023. ¿Qué es el modelo OSI? Disponible en: <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/ddos/glossary/open-systems-interconnection-model-osi/>. 8 de diciembre de 2023.
3. Pérez Arbesu L, B. 2021. Networking, redes, cableado: Similitudes y diferencias. ComputerWeekly. Disponible en: <https://www.computerweekly.com/es/consejo/Networking-redes-cableado-Similitudes-y-diferencias>. 8 de diciembre de 2023.
4. Rehau. 2023. ¿Qué es el PVC? Disponible en: <https://www.rehau.com/es-es/que-es-el-pvc>. 10 de diciembre de 2023.
5. Asociación Argentina del PVC. 2023. ¿Qué es el PVC? Disponible en: <https://www.aapvc.org.ar/que-es-el-pvc/>. 10 de diciembre de 2023.
6. Aruba Networks. 2023. ¿Qué es la topología de red? Hewlett Packard. Disponible en: <https://www.arubanetworks.com/es/faq/que-es-la-topologia-de-red/>. 26 de diciembre de 2023.

7. International IT. 2022. Topología de Red: conozca los principales tipos. Disponible en: <https://www.internationalit.com/post/topologia-de-red-conozca-los-principales-tipos?lang=es>. 26 de diciembre de 2023.
8. Manage Engine. 2023. Política de seguridad de la red. Disponible en: <https://www.manageengine.com/latam/firewall/politica-de-seguridad-de-la-red.html>. 5 de enero de 2024.
9. Kinsta. 2022. ¿Qué es un ISP? Todo lo que necesitas saber. Disponible en: <https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-un-isp/>. 7 de enero de 2024.
10. Burdova, C. 2022. ¿Qué es un router? AVG. Disponible en: <https://www.avg.com/es/signal/what-is-a-router>. 10 de diciembre de 2023.
11. Cisco. 2023. ¿Qué es un router? Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html#~how-does-a-router-work](https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html#~how-does-a-router-work). 10 de diciembre de 2023.
12. TDT. 2022. Tipos de Cable de Datos: UTP, FTP y STP. Disponible en: <https://www.tdtprofesional.com/blog/tipos-de-cable-de-datos-utp-ftp-y-stp/>. 27 de diciembre de 2023.
13. Ramirez, S. 2023. ¿Qué es el puerto SFP del switch Gigabit? Community FS. Disponible en:

<https://community.fs.com/es/article/what-is-sfp-port-of-gigabit-switch.html>

.28 de diciembre de 2023.(21/12)

14.IONOS. 2022. ¿Qué es un hub y cómo funciona? Disponible en:

<https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-un-hub/>. 5

de enero de 2024.

15.WordPress. 2014. NORMA EIA/TIA 568. Disponible en:

<https://diarioredes.wordpress.com/2014/10/30/norma-eiatia-568/>. 5 de

enero de 2024.

16.Italo, Q. 2021. ¿Qué es AutoCAD y para qué sirve? Arcux. Disponible

en: <https://arcux.net/blog/que-es-autocad-y-para-que-sirve/>. 6 de enero

de 2024.

17.Confedi. 2014. Competencias en Ingeniería. Disponible en:

[https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/Cuadernillo-de-Com](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Com)

[petencias-del-CONFEDI.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Com). 21 de marzo de 2024.