



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE
REDES DE CAMPUS UNIVERSITARIO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA DE REDES DE COMUNICACIONES**

JOHN RAÚL OLIVA CUEVAS

**PROFESOR GUÍA:
ALFONSO EHIJO BENBOW**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JORGE SANDOVAL ARENAS
JOSÉ GONZÁLEZ ARENCIBIA**

**SANTIAGO DE CHILE
2019**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL
GRADO DE: Magíster en Ingeniería de
Redes de Comunicaciones
POR: John Raúl Oliva Cuevas
FECHA: 20/06/2019
PROFESOR GUÍA: Alfonso Ehijo Benbow**

El dinámico desarrollo de las Telecomunicaciones Fijas y Móviles, la convergencia de las tecnologías y arquitecturas de Telecomunicaciones, la masificación de los terminales inteligentes en manos de los usuarios, la creciente demanda de mayor ancho de banda hacia aplicaciones computacionales en la nube y la necesidad de interacción en línea con el menor retardo posible impulsan las infraestructuras de las Redes de Campus Universitario. Estas redes son una realidad que deben satisfacer múltiples necesidades en el ámbito Universitario y ello plantea desafíos de estudio, actualización y capacitación a los profesionales que trabajan tanto en las grandes empresas, como en los Operadores de Telecomunicaciones, Proveedores de Servicios de Valor Agregado y también a los futuros egresados de Ingeniería Civil Electricista de la Universidad de Chile.

Las Redes de Campus Universitario, tienen un desafío especial respecto a otros Campus de la industria (Casas Centrales de Bancos, Aeropuertos, Hospitales y otros) y consiste en que deben brindar soporte a las comunicaciones permitiendo todos los tipos de tráfico, es decir, no deben realizar bloqueo de tráfico “a priori”, pues pueden ser parte de iniciativas de investigación entre miembros de la academia local o internacional.

El presente trabajo de tesis, tiene como motivación hacer un aporte a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), entregando una guía con las mejores prácticas a considerar en el diseño de Redes de Campus y emplear metodologías en las futuras licitaciones.

El objetivo general del presente trabajo de tesis para optar al grado de Magíster e Ingeniería de Redes de Comunicaciones es presentar y analizar criterios técnicos y de procesos, que permitan la aplicación de un conjunto de metodologías, para diseñar Redes de Campus (considerando las aplicaciones de software y los servicios de comunicaciones), que perduren el máximo tiempo posible y que soporten crecimiento. Además, una vez realizado el diseño, especificar los requerimientos técnicos y comerciales dentro de una metodología de licitación

Para lograr el objetivo planteado, se analizan y utilizan metodologías para el diseño de redes de campus, para llamados a licitación y para la implementación de proyectos tecnológicos. En conjunto, las metodologías aplicadas permiten implementar un proceso de mejora continua.

Las metodologías utilizadas fueron validadas por el mercado, pues todos los proveedores oferentes, en el caso particular desarrollado a modo de ejemplo en la FCFM de la Universidad de Chile, respondieron favorablemente ajustándose a los modelos planteados en las bases de licitación.

La tesis de grado plantea una propuesta innovadora para el DIE de la Universidad de Chile, pues tiene valor agregado respecto a la infraestructura de red actual y proyecciones en el plano investigativo, ya que las Redes de Campus constituyen una excelente plataforma para nuevos trabajos y validaciones de modelos tanto prácticos como teóricos.

Agradecimientos

Las primeras palabras de agradecimiento son para mi familia, especialmente a mi Madre quien con su amor y sabiduría me acompaña, también a mi hijo Felipe Oliva quien es una de las principales fuentes de inspiración para cumplir con este importante paso.

Especial agradecimiento al profesor guía Sr. Alfonso Ehijo Benbow, quien con su sorprendente capacidad logra entregar una guía de excelencia, enfocada a obtener resultados del mejor nivel académico acompañado de una profunda comprensión de la industria. Muchas gracias profesor, además de su experta guía, destaco su calidad humana y empatía.

Agradezco a todos los profesores del Magíster en Ingeniería de Redes de Comunicaciones (MIRC), y en particular al profesor Sr. José González Arencibia, por sus rigurosas revisiones, críticas constructivas y propuestas que enriquecieron el trabajo de tesis.

Agradezco a los profesionales del área de redes del CEC, especialmente al Ingeniero Sr. Héctor Véliz Olguín, pues es un profesional clave en todo el proceso de modernización de las Redes de Campus de la FCFM.

Agradezco también a los técnicos del área de operaciones del CEC, liderada por el Sr. Hernán Mendoza Pereira, quienes trabajan las 24 horas del día, los 365 días del año, velando por la continuidad operativa de la infraestructura de redes y Data Center de la FCFM.

El compromiso, trabajo en equipo, excelente disposición y cordialidad de las áreas de redes y operaciones del CEC, permitieron lograr el objetivo de modernizar las Redes de Campus de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, continuando a la fecha, en un proceso de mejora continua.

Finalmente, agradezco al profesor y ex Decano de la FCFM Sr. Francisco Brieva Rodríguez, quien apoyó y asesoró sabiamente al equipo humano involucrado en los proyectos de modernización de las Redes de Campus, especialmente agradezco la confianza depositada en mi persona.

Tabla de Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	IX
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 MOTIVACIÓN.....	1
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2.1 <i>Presentación del tema</i>	1
1.2.2 <i>Metas a alcanzar</i>	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3.1 <i>Objetivos técnicos</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos de Metodología</i>	3
1.3.3 <i>Objetivos profesionales</i>	3
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	3
1.5 METODOLOGÍA.....	4
1.6 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS.....	4
1.6.1 <i>Capítulo 1 – Introducción</i>	5
1.6.2 <i>Capítulo 2 – Antecedentes</i>	5
1.6.3 <i>Capítulo 3 - Metodología</i>	5
1.6.4 <i>Capítulo 4 – Resultados</i>	5
1.6.5 <i>Capítulo 5 – Discusión</i>	6
1.6.6 <i>Capítulo 6 – Conclusiones</i>	6
1.6.7 <i>Bibliografía - Referencias</i>	6
1.6.8 <i>Anexos</i>	6
1.7 PROYECCIONES DEL TRABAJO DE TESIS.....	6
CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES.....	8
2.1 ANTECEDENTES DE REDES DE CAMPUS.....	8
2.1.1 <i>Evolución y estado del arte de las Redes de Campus:</i>	9
2.1.1.1 <i>Evolución de las Redes de Campus:</i>	9
2.1.1.2 <i>Modelo Jerárquico de Redes:</i>	11

2.1.1.3	Metodologías de Caracterización de Servicios IP en Redes de Campus:	12
2.1.1.4	Desafíos actuales para el despliegue de Redes de Campus:	14
2.2	ANTECEDENTES TEÓRICOS DE COMUNICACIONES	15
2.3	ANTECEDENTES DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS	17
2.3.1	<i>Redes de Campus: modelos de diseño jerárquico.</i>	19
2.3.1.1	Modelo de tres niveles	20
2.3.1.2	Modelo de dos niveles.	20
2.3.2	<i>Modularidad de la Red de Campus:</i>	21
2.4	ANTECEDENTES DE METODOLOGÍA PARA UNA LICITACIÓN EXITOSA	23
2.4.1	<i>Introducción</i>	23
2.4.2	<i>Factores críticos de éxito de un RFP</i>	24
2.4.3	<i>Evaluación.</i>	24
2.5	ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN	26
2.5.1	<i>Proceso de Entrega de Proyectos.</i>	27
2.5.1.1	Soporte Pre y Post-Implementación	28
2.5.1.2	Ingeniería de Detalle	29
2.5.1.3	Supuestos y Acuerdos	29
2.5.2	<i>Pruebas Funcionales.</i>	30
2.5.2.1	Descubrimiento (selección y ejecución del test)	31
2.5.2.2	Análisis	31
2.5.2.3	Recomendaciones	31
2.5.2.4	Reportes / Informes	31
2.5.3	<i>Puesta en Marcha.</i>	31
2.5.3.1	Inicio	32
2.5.3.2	Definición	32
2.5.3.3	Construcción	33
2.5.3.4	Desarrollo	33
2.5.3.5	Transición	33
2.5.4	<i>Documentación Definitiva y Cierre de los proyectos de las Redes de Campus en la FCFM.</i>	33

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA34

3.1	METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS	34
3.1.1	<i>Metodología para el diseño de red de campus.</i>	36
3.1.1.1	Analizar los requerimientos de los usuarios y clientes	36
3.1.1.2	Caracterizar las redes e instalaciones existentes.	37
3.1.1.3	Diseño de la solución y topología de red.	37
3.1.2	<i>Consideraciones de Seguridad de la Red.</i>	38
3.2	METODOLOGÍAS DE LICITACIÓN	39

Tabla Global de Evaluación de Licitación	41
3.3 METODOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN.....	42
3.3.1 <i>Introducción:</i>	42
3.3.2 <i>Sistemas de control de proyectos</i>	43
3.3.3 <i>Implementación de activos físicos de las redes de campus</i>	43
3.3.4 <i>Pruebas Funcionales</i>	44
CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	46
4.1 RESULTADO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS.....	46
4.2 RESULTADO DE LAS METODOLOGÍAS DE LICITACIÓN	50
4.2.1 <i>Bases Técnicas</i>	50
4.2.2 <i>Bases Administrativas</i>	50
4.2.3 <i>Evaluación</i>	51
4.2.3.1 Tabla Global de Evaluación de Licitación	51
4.2.3.2 Evaluación de los Adicionales (Servicios y Requerimientos)	53
4.2.3.3 Evaluación de Requerimientos Específicos.....	56
4.3 RESULTADO DE LA METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN.....	60
4.3.1 <i>Adjudicación</i>	62
4.3.2 <i>Pruebas Funcionales</i>	62
4.3.3 <i>Puesta en Marcha</i>	63
4.3.4 <i>Documentación Definitiva y Cierre de los proyectos de las Redes de Campus en la FCFM</i>	64
CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN.....	65
5.1 METODOLOGÍAS UTILIZADAS	65
5.2 VALIDACIÓN PRÁCTICA DE LAS METODOLOGÍAS	66
5.3 ALCANCE E IMPACTO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	66
5.4 VALOR AGREGADO PARA EL DIE	67
5.5 VALOR AGREGADO PARA LA FCFM.....	68
5.6 PROYECCIONES DEL TRABAJO DE TESIS.....	68
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES.....	69
6.1 METAS Y LOGROS.....	69
6.2 APLICABILIDAD DE LA METODOLOGÍA	70
6.3 TRABAJOS FUTUROS	70
6.4 PROYECCIONES EN LA INVESTIGACIÓN	71
ACRÓNIMOS - SIGLAS.....	72
BIBLIOGRAFÍA	76

ANEXOS - APÉNDICES	78
ANEXO 1: RC - REDES DE CAMPUS	78
ANEXO 2: BT - BASES TÉCNICAS DE LICITACIÓN	96
ANEXO 3: BA - BASES ADMINISTRATIVAS DE LICITACIÓN.....	162
ANEXO 4: EV - EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS Y ADJUDICACIÓN	194

Índice de Figuras

Figura 2-1: Metodología de Redes Jerárquicas	11
Figura 2-2: Modelo de Referencia OSI – TCP/IP	11
Figura 2-3: Matriz de Caracterización de QoS según la Recomendación G.1000 de la ITU.....	13
Figura 2-4: Diagrama de la Red de Campus Diseñada.....	18
Figura 2-5: Modelo de Diseño de 3 Niveles.....	20
Figura 2-6: Modelo de Diseño de 2 Niveles.....	21
Figura 2-7: Arquitectura Modular de Red de Campus	22
Figura 2-8: Factores críticos del éxito de un RFP	24
Figura 2-9: Ejemplo de una de las planillas de cálculo utilizada para la evaluación	25
Figura 2-10: PPDIIO Ciclo de Vida del Proyecto	26
Figura 2-11: PPDIIO Ciclo de Vida del Proyecto - Multidimensional.....	27
Figura 2-12: Proceso de Entrega y Ciclo de Vida del Proyecto	28
Figura 2-13: Pruebas Funcionales	31
Figura 2-14: Modelo de Puesta en Marcha.....	32
Figura 3-1: Integración Modular de ambos Campus	35
Figura 3-2: Diseño modular al interior de los Departamentos y Unidades	35
Figura 3-3: Enlaces Campus FCFM Antes y Después	35
Figura 3-4: Modalidad de Diseño Top-Down de Aplicaciones y Topologías de Red	37
Figura 3-5: Módulos considerados en la Topología de Red.....	38
Figura 3-6: Esquema general de las Bases Técnicas, Administrativas y Evaluaciones	39

Figura 3-7: Ámbitos en la Gestión de Proyectos	42
Figura 3-8: Estrategia de las Pruebas Funcionales	44
Figura 4-1: Panorámica General de la nueva conectividad de la FCFM.....	47
Figura 4-2: CORE.....	48
Figura 4-3: BACKBONE	48
Figura 4-4: ACCESO	48
Figura 4-5: DISTRIBUCIÓN B850	48
Figura 4-6: Antenas WiFi en FCFM	48
Figura 4-7: Equipos de Red WiFi.....	48
Figura 4-8: Monitoreo Conexiones	49
Figura 4-9: Monitoreo Departamentos	49
Figura 4-10: Monitoreo Cobertura WiFi	50
Figura 4-11: Conexiones por SSID WiFi	50
Figura 4-12: Panel de Control Sitio Mercado Público	61
Figura 4-13: Acta de Adjudicación	62

Índice de Tablas

Tabla 2-1 : Elementos Básicos de los Módulos de Instrucción.....	16
Tabla 2-2 : Temas / Módulos y Contenidos en Presentaciones Microsoft Power Point	16
Tabla 3-1: Apartados de las bases técnicas	39
Tabla 3-2: Apartados de las bases administrativas.....	40
Tabla 3-3: Tabla global de evaluación de licitación.....	42
Tabla 4-1: Tabla global de evaluación de licitación.....	51
Tabla 4-2: Ponderación para Criterio C-3.1	52
Tabla 4-3: Ponderación para Criterio C-3.2	52
Tabla 4-4: Ponderación para Criterio C-3.3	52
Tabla 4-5: Ponderación para Criterio C-4	53
Tabla 4-6: Servicios Adicionales Red A, B, C, W y B850	53
Tabla 4-7: Criterios a Evaluar en Oferta Técnica.....	53

Tabla 4-8: Evaluación Técnica del OFERENTE.....	54
Tabla 4-9: Requerimientos Adicionales RED IP ACCESO.....	54
Tabla 4-10: Requerimientos Adicionales RED IP BACKBONE.....	55
Tabla 4-11: Requerimientos Adicionales RED IP CORE.....	55
Tabla 4-12 : Requerimientos Adicionales Software de Administración	55
Tabla 4-13 : Requerimientos Adicionales a evaluar de los equipos de RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850.....	56
Tabla 4-14: Ponderación para Criterio C-1 RED IP ACCESO	56
Tabla 4-15: Ponderación para Criterio C-1 RED IP BACKBONE.....	56
Tabla 4-16: Ponderación para Criterio C-1 RED IP CORE.....	57
Tabla 4-17: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP CORE.....	57
Tabla 4-18: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP CORE.....	57
Tabla 4-19: Ponderación para Criterio C-1 RED IP WIFI.....	58
Tabla 4-20: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP WIFI.....	58
Tabla 4-21: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP WIFI.....	58
Tabla 4-22: Ponderación para Sub-factor C-1.3 RED IP WIFI.....	59
Tabla 4-23: Ponderación para Criterio C-1 RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850	59
Tabla 4-24: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP B850.....	60
Tabla 4-25: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP DISTRIBUCIÓN B850 (Licencias)	60

Índice de Ecuaciones

Ecuación 4-1 : Puntaje Oferta Económica.....	52
Ecuación 4-2 : Evaluación Técnica de la Oferta	54
Ecuación 4-3 : Evaluación Experiencia Técnica del Oferente	54

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo se presenta la introducción de la tesis, detallando las motivaciones del trabajo de tesis, los objetivos generales y específicos, las hipótesis de trabajo, la metodología empleada en el desarrollo del trabajo y una breve descripción de los contenidos de los capítulos del documento.

1.1 MOTIVACIÓN

La presente tesis tiene por motivación realizar un aporte metodológico y de contenidos al Departamento de Ingeniería Eléctrica que podrá ser utilizado en futuros cursos de pre y post grado, post títulos y magíster.

También es una motivación para el alumno tesista y profesor guía, hacer un aporte a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, entregando una guía con las mejores prácticas a considerar en el diseño de Redes de Campus y emplear metodologías en las futuras licitaciones de la FCFM.

1.2 OBJETIVO GENERAL

1.2.1 Presentación del tema

El objetivo general del trabajo de tesis del Magíster Profesional MIRC es presentar y analizar criterios técnicos y de procesos, que permitan la aplicación de un conjunto de metodologías para el diseño de Redes de Campus (considerando las aplicaciones de software y los servicios de comunicaciones), que perduren el máximo tiempo posible y que soporten crecimiento en el tiempo. Además, una vez realizado el diseño, especificar los requerimientos técnicos y comerciales dentro de una metodología de licitación (que considere las mejores prácticas de un RFP) hacia el mercado tecnológico nacional e internacional. Finalmente, recibidas las propuestas de los proveedores, la

tesis presenta una guía para evaluar, adjudicar, adquirir, contratar e implementar Redes de Campus en una organización universitaria.

Dicho lo anterior, el título más apropiado para la tesis es: “APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE CAMPUS UNIVERSITARIO”.

La tesis aplica metodologías ya desarrolladas, las cuales constituyen un conjunto de procesos y buenas prácticas de la industria de tecnologías de redes de comunicaciones.

1.2.2 Metas a alcanzar

La tesis es clara y precisa en los temas más relevantes a considerar en las Redes de Campus y en el ámbito práctico de un proyecto de ingeniería, partiendo por las bases de licitación y terminando en la puesta en marcha y operación de las Redes de Campus.

Esta claridad y precisión es importante, pues las áreas temáticas involucradas son numerosas y es fácil perder el foco en aspectos técnicos asociados al diseño e implementación de Redes de Campus o a la gestión de proyectos. En este sentido, la tesis fue desarrollada con una mirada “gerencial” (técnica y económica), la que se espera sea un aporte para los profesionales que deban enfrentar proyectos tecnológicos de gran envergadura e impacto.

Los resultados en detalle se documentan en los anexos de la tesis.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivos técnicos

- Investigar, recopilar y actualizar conocimientos técnicos de las tecnologías de Redes de Campus.
- Investigar, recopilar y actualizar conocimientos de las metodología y criterios para el diseño e implementación de Redes de Campus

- Investigar, recopilar y actualizar conocimientos técnicos relativos a la elaboración y gestión de licitaciones.

1.3.2 Objetivos de Metodología

- Aplicar una metodología que permita diseñar una Red de Campus, para luego aplicar una metodología exitosa de gestión de proyectos, desde la elaboración de la licitación hasta la evaluación, adjudicación e implementación del mismo.

1.3.3 Objetivos profesionales

- Presentar de manera estructurada las características de las Redes de Campus que puedan ser usadas por la comunidad de la FCFM y con ello motivar tanto la elaboración de proyectos tecnológicos sobre ella en beneficio operativo de los diferentes departamentos que conforman la facultad como también la elaboración y ejecución de proyectos de investigación.
- Presentar un conjunto de herramientas metodológicas que puedan ser usadas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), como referencia y guía, para futuros cursos de pre y post grado, tanto en el ámbito de tecnologías de Redes de Campus, como en el ámbito de RFP tecnológicos, para futuras licitaciones en la FCFM.

1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Dados los proyectos de Redes de Campus, desarrollados por el alumno tesista al interior de la FCFM y dada la factibilidad de utilizar la información de licitaciones asociadas a cada una de estas Redes de Campus, es posible estructurar un conjunto de metodologías para el diseño y aplicar dicho conjunto de metodologías en la implementación de redes de campus universitario, considerando las principales dimensiones de la ingeniería de proyectos de infraestructura tecnológica.

Las principales hipótesis de trabajo, son las siguientes:

- Para el desarrollo del trabajo de tesis, el alumno cuenta con amplia experiencia profesional en el área de Redes IP (CISCO, HP, DELL, ALLOT y otros) y Redes Inalámbricas (WIFI CISCO, 4G ZTE y 4G HUAWEI). Además, el tesista cuenta con la experiencia profesional en gestión técnica y administrativa de varias licitaciones realizadas en los ámbitos de la empresa privada y los últimos siete años al interior de la FCFM.
- Factibilidad de integración con otras tesis y memorias relativas a los temas de Redes de Campus y de gestión de proyectos tecnológicos.
- Factibilidad de utilizar la información de licitaciones realizadas al interior de la FCFM.
- Disponibilidad de las personas involucradas; Tesista, Profesor Guía y Profesor Co-Guía.
- Uso eficiente del tiempo, para cumplir con los hitos en plazo y forma.

1.5 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo del tesis de grado, consideró las siguientes actividades:

- Recopilación de información y estudio de las tecnologías de Redes de Campus.
- Aplicación de metodologías en el diseño de Redes de Campus.
- Recopilación de información y estudio de los procesos de RFP.
- Aplicación de metodologías en el llamado y gestión de licitaciones.
- Reuniones periódicas de seguimiento con el Profesor Guía durante el período de cierre de la tesis profesional.
- Documentación de la información recopilada y los resultados obtenidos.

1.6 DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Esta sección describe la estructura del presente documento, el cual tiene un total de seis capítulos (además la bibliografía y anexos) y aquí se presenta una descripción resumida del contenido de cada uno de ellos:

1.6.1 Capítulo 1 – Introducción

Contiene las motivaciones del trabajo de grado, los objetivos generales y específicos, la hipótesis de trabajo, la metodología empleada en el desarrollo del trabajo de tesis y una breve descripción de los contenidos de los capítulos del documento.

1.6.2 Capítulo 2 – Antecedentes

Contiene los principales antecedentes sobre:

- Las tecnologías de Redes de Campus, con especial énfasis en su evolución, arquitecturas, protocolos, estándares y el estado del arte.
- Los fundamentos teóricos, protocolos y servicios de comunicaciones.
- Los antecedentes generales sobre las metodologías de diseño de Redes de Campus.
- Los antecedentes generales sobre las metodologías para una licitación exitosa.
- Los antecedentes generales sobre las metodologías de implementación de proyectos de Ingeniería.

1.6.3 Capítulo 3 - Metodología

Contiene las metodologías empleadas para facilitar el logro de los objetivos generales y específicos del trabajo de grado:

- Metodologías de Diseño de Redes de Campus.
- Metodologías de Licitación
- Metodologías de Implementación.

1.6.4 Capítulo 4 – Resultados

Contiene los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo de tesis, aplicadas las metodologías:

- Resultado concreto de las metodologías aplicadas para el diseño de Redes de Campus: El Diseño de la Red de Campus Upgredeada para la FCFM.
- Resultado concreto de las metodologías aplicadas para el llamado a licitación: Las Bases Técnicas y Administrativas de Licitación.
 - Resultado concreto de las metodologías aplicadas para la implementación: Las Redes de Campus implementadas, considerando: Los Diagramas de Red, las funcionales y conectividad, las herramientas de monitoreo que apoyan la operación actual de la Red de Campus de la FCFM.

1.6.5 Capítulo 5 – Discusión

Contiene el análisis de la aplicación de las metodologías utilizadas, la validación práctica de las metodologías, el alcance e impacto de los resultados obtenidos, el valor agregado para el DIE, el valor agregado para la FCFM y las proyecciones del trabajo de tesis.

1.6.6 Capítulo 6 – Conclusiones

Contiene una descripción resumida de las metas y logros, la aplicabilidad de la metodología, propuestas para trabajos futuros y proyecciones en la investigación.

1.6.7 Bibliografía - Referencias

Contiene las referencias bibliográficas consultadas durante el desarrollo del trabajo de tesis y se referencian en el formato APA.

1.6.8 Anexos

Contiene el complemento a los antecedentes teóricos de redes (se entrega el material docente de 10 módulos de instrucción), el complemento a los antecedentes de las tecnologías de Redes de Campus y los resultados prácticos en detalle de las licitaciones realizadas.

1.7 PROYECCIONES DEL TRABAJO DE TESIS

La tesis informa en detalle las características técnicas de las actuales Redes de Campus de la FCFM. Esta información, sin duda, incrementa la comprensión de la infraestructura ya instalada y permite, entre otras, las siguientes iniciativas de desarrollo y proyecciones:

- Desarrollo de un Curso de Diseño e Implementación de Redes de Campus Universitario basado en el material docente y en la documentación de esta tesis profesional.
- Proyectos de IoT, utilizando las Redes de Campus, como parte de la habilitación de un Campus Inteligente.
- Proyectos de Big-Data, utilizando la información que entregada por sondas específicas orientadas a:
 - Actividad/Tráfico/Data de las Redes de Campus.
 - Actividad/Tráfico/Data de una red de sensores IoT.

- Proyectos de seguridad física y lógica, basados en:
 - Monitorización y correlación de los archivos de registros (LOGs) de los equipos de redes, utilizando herramientas OpenSource.

También, la comunidad de la FCFM podrá usar la tesis como guía para replicar la infraestructura de Redes de Campus al interior de sus departamentos/unidades en eventuales licitaciones tecnológicas.

Capítulo 2

Antecedentes

En este capítulo se presentan los principales antecedentes de las tecnologías, procesos y modelos asociados al despliegue de Redes de Campus.

En una primera parte se describe brevemente la evolución de dichas redes, y se revisa el estado del arte de las arquitecturas empleadas, los protocolos, estándares, consideraciones de seguridad y plataformas de servicios más relevantes para las mismas.

En su segunda parte, se **contempló** una revisión de los fundamentos teóricos, protocolos y servicios de comunicaciones. Estos antecedentes **fueron documentados** en un conjunto de diez (10) presentaciones, sumando un total de 799 láminas.

En su tercera parte, el capítulo se centra en las metodologías prácticas utilizadas para el diseño de Redes de Campus.

En la cuarta parte, el capítulo detalla un conjunto de buenas prácticas para elaborar un proceso de licitación (requerimiento de propuestas al mercado), basado en un documento RFP claro y preciso.

En la quinta parte, el capítulo detallan los antecedentes las metodologías de implementación de proyectos tecnológicos.

2.1 ANTECEDENTES DE REDES DE CAMPUS

Dado el desarrollo en las tecnologías de comunicaciones y en las aplicaciones computacionales en equipos fijos y móviles, las redes de campus universitarios son cada vez más demandadas en: escalabilidad, capacidad, velocidad, seguridad, calidad de servicio, disponibilidad, flexibilidad, costo-efectividad (en su conjunto referidos como Xdad).

Los temas desarrollados en el capítulo son:

2.1.1 Evolución y estado del arte de las Redes de Campus:

2.1.1.1 Evolución de las Redes de Campus:

Las Redes de Campus o Redes de Área de Campus (Campus Area Network) son aquellas redes de computadores conformadas por grupos de Redes de Área Local (Local Area Network) circunscritos a una zona geográfica específica. Son usadas principalmente dentro de las instalaciones de instituciones como universidades, centros de investigación y grandes empresas. Estas instituciones son generalmente propietarias y responsables de la operación de los enlaces, equipos de conmutación, servidores, y servicios desplegados sobre estas redes.

Muchas de las tecnologías pioneras en redes TCP/IP, tales como protocolos de red y capacidades de conmutación y enrutamiento de paquetes, fueron desarrolladas inicialmente como parte de proyectos asociados a Redes de Campus de universidades y corporaciones tecnológicas.

Entre estas tecnologías pueden citarse los estándares ALOHA y Ethernet, implementados por primera vez en las Redes de Campus de la Universidad de Hawaii y el Centro de Investigaciones Xerox PARC, respectivamente. ALOHA, desarrollado desde 1970, fue uno de los primeros protocolos de acceso al medio, con influencia en muchos otros posteriores, tales como el propio Ethernet, y permitió el despliegue de ALOHANET, una de las primeras Redes de Campus inalámbricas de conmutación de paquetes, que empleaba frecuencias en la banda UHF para la comunicación entre estaciones (Kuo, 1981). Por su parte, Ethernet fue creado entre 1973 y 1974 por un equipo liderado por Robert Metcalfe para Xerox, y propone a su vez un estándar de acceso al medio para redes cableadas, inicialmente en cable coaxial y par trenzado, y posteriormente también pensado para fibra óptica. Desde fines de la década del 80 del pasado siglo es el estándar de facto para redes LAN y CAN, con tasas de transferencia que han evolucionado desde los 10 Mbps en sus primeras versiones hasta más de 100 Gbps en la actualidad, a través de mejoras progresivas en los requerimientos para los medios de transmisión y la aplicación de nuevas técnicas de modulación y precodificación (Metz, 2009).

En los años 80 las Redes de Campus comenzaron a estar formadas por varias decenas de terminales conectados entre sí en algunas de las principales universidades en países

industrializados. En ese entorno se continúan generando desarrollos tecnológicos que posteriormente fueron ampliamente adoptados. Dos ejemplos de redes notables en esa época son la red SUNet, de Stanford, y el Project Athena, del MIT. En la primera se hicieron avances en los sistemas operativos de los enrutadores, que después dieron pie al sistema IOS creado por Cisco, mientras que la segunda fue pionera en el uso de computación distribuida para la distribución de aplicaciones educativas, y produjo o influyó en protocolos o sistemas como Kerberos, LDAP o Active Directory.

Durante la década siguiente las Redes de Campus se hacen ubicuas, alcanzando una cobertura total en gran parte de las universidades y campus corporativos importantes, incluyendo los primeros casos de redes inalámbricas a nivel de campus, los que inicialmente empleaban tecnologías propietarias, para migrar gradualmente hacia redes basadas en WiFi. Un ejemplo temprano de este tipo de redes fue el Andrew Project, de la Carnegie Mellon University, que estableció una serie de protocolos, servicios e infraestructura propia que abarcaba el conjunto de edificios ocupado por la universidad en su totalidad. Asimismo, es en esta década que muchas Redes de Campus comienzan a implementar servidores web, basados en los desarrollos del protocolo HTTP realizados en el campus del CERN por Tim Berners-Lee y el uso del sistema DNS. Estos primeros servicios web constituyen la base de la posterior proliferación de servicios over the top en redes de campus a nivel global.

En la actualidad las Redes de Campus son conjuntos de LAN interconectadas entre sí mediante enlaces de alta capacidad, mayormente basados en fibra óptica, y que alcanzan los 10 o 100 Gbps en sus tramos principales. Cuentan con cobertura inalámbrica prácticamente en la totalidad de su área de influencia, generalmente versiones avanzadas de WiFi (WiFi 5 o 6). Además, las más avanzadas ofrecen servicios propios o tercerizados de computación en la nube, orientados a capacidades elevadas de procesamiento para desarrollos propios de las investigaciones o proyectos que tienen lugar en el campus.

2.1.1.2 Modelo Jerárquico de Redes:

Una breve revisión de los modelos jerárquicos de redes se muestra en la Figura 2-1, particularmente los modelos OSI y TCP/IP (Figura 2-2), destacando las funciones más relevantes de sus distintas capas para el despliegue de Redes de Campus, su seguridad, y el aprovisionamiento de servicios.

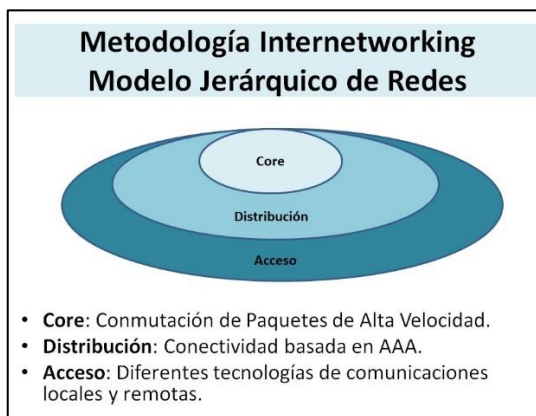


Figura 2-1: Metodología de Redes Jerárquicas

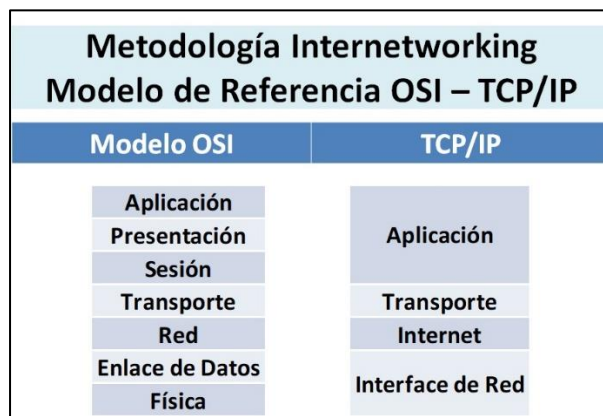


Figura 2-2: Modelo de Referencia OSI – TCP/IP

En las CAN, como en todo tipo de redes, las funciones necesarias para la operación de las mismas y la provisión de servicios sobre ellas son implementadas de manera modular, siguiendo modelos jerárquicos que distribuyen en niveles o capas dichas funciones. El modelo más importante en este sentido es el Modelo OSI (Open Systems Interconnection), desarrollado por la ISO (International Standards Organization) a principios de la década de los 70 del siglo pasado. Este modelo consta de 7 niveles o capas, en cada una de las cuales pueden implementarse un conjunto de funciones necesarias para la provisión de servicios.

En el Anexo 1: Redes de Campus (RC.1) se presentan más antecedentes de los modelos de referencia.

2.1.1.3 Metodologías de Caracterización de Servicios IP en Redes de Campus:

En la actualidad, los servicios a los que se orientan las CAN abarcan una amplia gama, con requerimientos (como tasa de transferencia o latencia) igualmente muy variados. La tendencia en las últimas décadas, de manera análoga a lo sucedido en redes de todos los ámbitos, ha sido configurar redes abstraídas de los servicios, con capacidades para realizar un tratamiento diferenciado de los mismos, de manera que puedan acomodarse necesidades de servicio en rangos extensos de valores posibles. Así, es necesario caracterizar tanto las redes en su conjunto como el funcionamiento de cada servicio en particular con posterioridad a su puesta en funcionamiento, estableciendo objetivos de servicio y evaluando adecuadamente el cumplimiento de los mismos.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones, ITU, en su recomendación G.1000, la Calidad del Servicio (o QoS, según las siglas del inglés Quality of Service) es la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico, en términos de perfil y ancho de banda, para un flujo de información dado. La calidad de un servicio de extremo a extremo debe ser considerada como la suma de las contribuciones de todas las redes involucradas en una comunicación (UIT-T, 2001).

Dada la imposibilidad de medir cuantitativamente todas las funciones necesarias para la provisión de un servicio extremo-extremo, la ITU propone una serie de criterios (que pueden ser cualitativos o cuantitativos) para evaluar cada una de las funciones requeridas en un servicio en particular. La Figura 2-3, muestra la matriz de evaluación propuesta en la Recomendación ITU G.1000.

Función de servicio			Criterios de calidad de servicio						
			Velocidad	Precisión	Disponibilidad	Fiabilidad	Seguridad	Simplicidad	Flexibilidad
			1	2	3	4	5	6	7
GESTIÓN DE SERVICIO	Ventas y actividades precontractuales	1							
	Prestación	2							
	Alteración	3							
	Atención al cliente	4							
	Reparaciones	5							
	Cese	6							
CALIDAD DE LA CONEXIÓN	Establecimiento de Conexión	7							
	Transferencia de información	8							
	Liberación de conexión	9							
Facturación		10							
Gestión de la red/servicio por el cliente		11							

Figura 2-3: Matriz de Caracterización de QoS según la Recomendación G.1000 de la ITU

Los criterios de QoS para evaluar cada una de las funciones de servicio son:

- **Velocidad:** Es la rapidez con la que una función del servicio es provista.
- **Precisión:** Es la fidelidad con la que una función de servicio es provista con respecto a un nivel predeterminado.
- **Disponibilidad:** Es la probabilidad de acceder a un recurso determinado del servicio en un instante dado.
- **Fiabilidad:** Es la probabilidad de que los parámetros de velocidad, disponibilidad y precisión funcionen dentro de los rangos adecuados por un período de un año.
- **Seguridad:** Determinado por la confidencialidad del servicio de comunicación provisto.
- **Simplicidad:** Facilidad de uso de los servicios.
- **Flexibilidad:** Capacidad del proveedor de los servicios para acomodar requerimientos especiales.

En Anexo 1: Redes de Campus (RC.2), se presenta más antecedentes respecto a la caracterización de servicios IP en Redes de Campus.

2.1.1.4 Desafíos actuales para el despliegue de Redes de Campus:

Se abordan aspectos relevantes en la actualidad o en un futuro próximo, que constituyen desafíos importantes en el despliegue de Redes de Campus adecuadas, teniendo en cuenta la necesidad de que estas se transformen en redes capaces, seguras y flexibles, que permitan la innovación y el desarrollo de tecnologías. En este sentido, se consideran temas como la:

- **Seguridad de las redes:** las CAN tienen ventajas propias para el manejo de la seguridad, ya que normalmente el conjunto de LAN que las componen se conectan entre sí y al exterior mediante un conjunto acotado de puntos de interconexión, en los cuales deben implementarse mecanismos de inspección de tráfico y otros mecanismos de seguridad. No obstante, la extensión del campus, la existencia de redes inalámbricas, la cantidad de usuarios que usan la red y las características de los mismos (en algunos casos con herramientas avanzadas de software o hardware a su disposición) presentan retos elevados para la seguridad de estas redes.
- **Alta disponibilidad:** en las CAN generalmente tienen lugar servicios críticos para el funcionamiento de la institución que abarcan, y en algunos casos para una región, industria o país (es el caso de los centros sismológicos o de monitoreo de emergencias asociados a algunas universidades, como la Universidad de Chile). De esta forma, es fundamental contar con configuraciones de alta disponibilidad (redundancia de rutas y servidores), especialmente en aquellos elementos o funciones vitales para el funcionamiento de la red y sus servicios.
- **Portabilidad de servicios:** la Redes de Campus actuales deben implementarse de manera que sean abstractas del servicio, es decir, que estos puedan ser brindados a los usuarios autorizados que así lo requieran, en distintas ubicaciones del campus (considerando asimismo conexiones inalámbricas) o en distintos tipos de terminales (PCs, teléfonos inteligentes, terminales ad hoc, etc).
- **Movilidad:** las CAN deben ser capaces de soportar una elevada movilidad desde el punto de vista de las capacidades de itinerancia en el campus, implementando redes inalámbricas

de altas prestaciones y con tecnologías de radio (tales como el uso extensivo de MIMO y beamforming) que permitan una cobertura adecuada del campus, tanto en entornos exteriores como interiores.

- **Soporte para la IoT:** dadas las necesidades de despliegue de numerosos proyectos de investigación, desarrollo o producción típicas de un campus en el contexto de la revolución industrial 4.0, las CAN deben contar con plataformas capaces de manejar el tráfico de sensores y actuadores propios de la Internet de las Cosas, tecnologías cableadas e inalámbricas con suficiente cobertura y capacidad para conectar los mismos, y permitir de forma dinámica el cumplimiento de las necesidades de las aplicaciones de la IoT en términos de latencia, seguridad y requerimientos energéticos, entre otros aspectos.
- **Coexistencia de redes heterogéneas:** en las CAN actuales coexisten redes de distintas tecnologías de red, tanto cableadas como inalámbricas, así como múltiples variantes de medios de transmisión, por lo que se hace necesario la existencia de plataformas de seguridad, calidad y aprovisionamiento de servicios que sean capaces de interactuar con dicha variedad de tecnologías y medios, y lograr que el aprovisionamiento y el traspaso de servicios entre unos y otros sea realizado de manera transparente.

2.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE COMUNICACIONES

En el estudio de los antecedentes fue necesario revisar una gran cantidad de contenidos teóricos de comunicaciones (Fundamentos, Protocolos y Servicios), los cuales fueron analizados y documentados en diez (10) presentaciones Microsoft Power Point, sumando un total de 799 láminas.

Cada presentación corresponde a un módulo de instrucción, que puede ser utilizado en una o varias clases (dependiendo de la extensión), y contiene siete elementos básicos que se muestran en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1 : Elementos Básicos de los Módulos de Instrucción

#	Elementos Básicos de los Módulos de Instrucción	Notas
1	Título del Módulo de Instrucción	Breve y Asertivo
2	Índice General	Detallado y Numerado
3	Resumen	Principales Ideas
4	Objetivos	Describe lo esperado del alumno al final del módulo (conocimientos y destrezas)
5	Cuerpo del Módulo	Extensión según el tema
6	Elementos de Apoyo	Aplica según el tema y puede ser simplemente revisar contenidos ya vistos o adelantar otros en baja profundidad
7	Bibliografía	Importante para el autoestudio e investigación del alumno

En la Tabla 2-2, se detallan los contenidos de los módulos:

Tabla 2-2 : Temas / Módulos y Contenidos en Presentaciones Microsoft Power Point

Temas / Módulos	Contenidos	Total de láminas	Nombre del archivo
Fundamentos de TCP/IP	Arquitectura TCP/IP Direccionamiento IP ARP (Address Resolution Protocol) ICMP (Internet Control Message Protocol) Capa de Transporte Protocolos, Servicios y Aplicaciones sobre TCP/IP	125	RdC-01
Fundamentos de Ruteo	Fundamentos de Ruteo Clasificación de los Protocolos de Ruteo Ruteo estático y Ruteo por defecto	46	RdC-02
Protocolos de Ruteo	Protocolo RIP Protocolo IGRP Protocolo EIGRP Protocolo OSPF Protocolo BGP	237	RdC-03
MPLS	Introducción Falencias del Ruteo basado en IP Conceptos básicos de MPLS Etiquetas MPLS y Stack de Etiquetas Aplicaciones sobre MPLS	52	RdC-04

	MPLS VPN AToM		
Servicios ISP	Servicios vía TCP o UDP Servicios DNS Servicios DHCP Servicios HTTP y HTTPS Servicios Proxy Servicios FTP y FTPS Servicios TFTP Servicios de E-mail	32	RdC-05
Ambientes Abiertos	Software Open Source Mejores Prácticas Internet Overbooking	21	RdC-06
Operadores Convergentes	Arquitecturas Convergentes Redes Backhaul	19	RdC-07
Telefonía	Introducción Telefonía Tradicional Telefonía IP Transporte de Voz en la Telefonía IP	89	RdC-08
Señalización en Telefonía IP	H.323 SIP – El Enfoque Internet MEGACO – Protocolo de Control de Gateways Transporte de Señalización de la PSTN en IP Implementaciones de Telefonía IP - Ejemplos	99	RdC-09
Calidad de Servicio	Introducción MOS Parámetros que Inciden en el QoS Modelos de QoS Arquitecturas de QoS	79	RdC-10

En Anexo 1: Redes de Campus (RC.3), se presenta más antecedentes respecto a los módulos de instrucción.

2.3 ANTECEDENTES DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS

Revisados los antecedentes de las Redes de Campus, ahora nos enfocamos en su diseño, con el objetivo de que la red soporte las crecientes necesidades en aspectos del “conjunto Xdad”

(escalabilidad, capacidad, velocidad, seguridad, calidad de servicio, disponibilidad, flexibilidad, costo-efectividad).

El aumento de las exigencias en estos criterios de diseño provienen tanto de la actividad de la academia (profesores, alumnos, investigadores, proyectos, eventos y ferias), como de las áreas administrativas, seguridad y comerciales del ámbito universitario.

Analizado el estado del arte de los equipos de comunicaciones actuales, teniendo presente la alta disponibilidad de los servicios, adelantamos el diseño seleccionado para la Red de Campus de la FCFM, el cual consideró un modelo de tres capas, con redundancia en los equipos y enlaces de manera de soportar la alta disponibilidad a nivel de los servicios entregados a los usuarios finales de la facultad. Además, la redundancia fue diseñada en modalidad de activo-activo, de esta forma se utilizan siempre los recursos (equipos y enlaces), con la característica adicional de sumar las velocidades de los enlaces (Narbik Kocharians, 2014). La Figura 2-4 muestra el diseño:

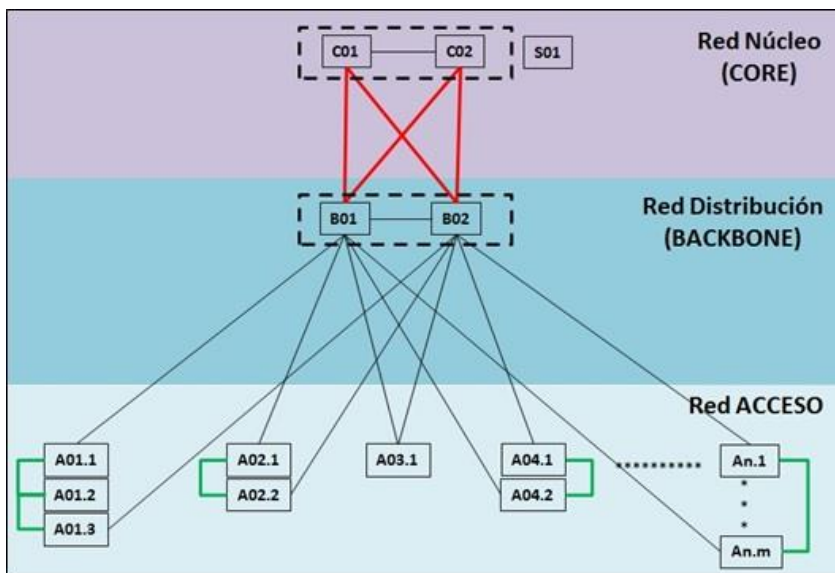


Figura 2-4: Diagrama de la Red de Campus Diseñada

Una red de campus es la infraestructura que proporciona acceso a los servicios y recursos de comunicación para usuarios finales y dispositivos que se extienden en una única ubicación geográfica. Puede ser un solo edificio o un grupo de edificios distribuidos en un área geográfica

definida. Normalmente, la organización que posee la red del campus posee los cables físicos (cableado de fibra óptica y UTP) desplegados en el mismo.

Dicho lo anterior, los diseños de redes de campus buscan optimizar las mismas, considerando criterios óptimos de arquitectura física, funcionalidad y alta velocidad (1/10/40/100 Gbps). Además, las organizaciones usualmente tienen más de un edificio o área dentro del campus, cada una de las cuales tiene diferente cantidad de usuarios, particulares actividades y objetivos (académicos, recreación, comerciales, etc).

El diseño de redes de campus debe considerar el siguiente conjunto de principios de ingeniería y arquitectura:

- Jerarquía
- Modularidad
- Resiliencia

2.3.1 Redes de Campus: modelos de diseño jerárquico.

El modelo de diseño de red jerárquico divide el diagrama de red física y lógica (usualmente un diagrama complejo de elaborar y comprender) en múltiples redes más pequeñas y manejables. Cada nivel en la jerarquía se centra en un conjunto específico de roles. Este enfoque ofrece a los diseñadores de redes un alto grado de flexibilidad para optimizar y seleccionar el hardware, el software y las funciones de red adecuados para realizar roles específicos dentro de las diferentes capas o niveles de red (CiscoPress, Network Computing, 2016).

Un diseño de red de campus empresarial jerárquico típico incluye las siguientes tres capas:

- **NÚCLEO O CORE:** es la capa fundamental, que proporciona transporte óptimo entre sitios y enrutamiento de alto rendimiento. Debido a su criticidad, los principios de diseño de esta capa deben proporcionar un nivel adecuado de resiliencia (alta disponibilidad) que ofrezca la capacidad de recuperarse de manera rápida y sin problemas después de cualquier evento de falla de red con el bloque central.
- **DISTRIBUCIÓN:** proporciona conectividad basada en políticas y control de límites entre los niveles de acceso y núcleo (core).

- **ACCESO:** proporciona acceso a los usuarios a la red.

Las dos arquitecturas de diseño jerárquico primarias y comunes de las redes de campus son los modelos de tres niveles y de dos niveles.

2.3.1.1 Modelo de tres niveles

Este modelo de diseño, ilustrado en la Figura 2-5, se usa normalmente en redes de campus de grandes organizaciones, que se construyen a partir de múltiples “bloques de niveles de distribución funcional”.

2.3.1.2 Modelo de dos niveles

Este modelo de diseño, ilustrado en la Figura 2-6, es más adecuado para redes de campus de tamaño pequeño a mediano (idealmente, no deben interconectarse más de tres “bloques de distribución funcional”), donde las funciones básicas y de distribución se pueden combinar en un nivel, también conocido como arquitectura de distribución de núcleo colapsado.

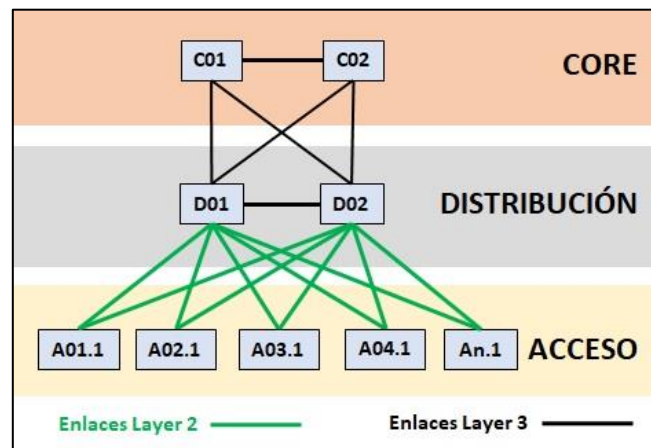


Figura 2-5: Modelo de Diseño de 3 Niveles

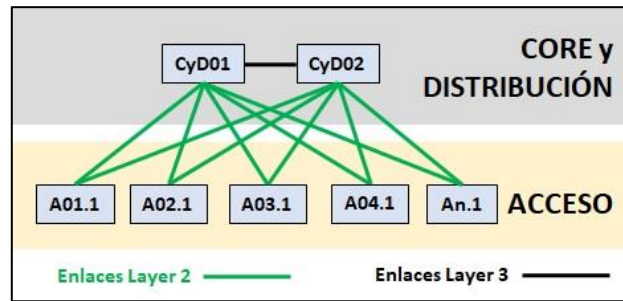


Figura 2-6: Modelo de Diseño de 2 Niveles

El concepto de “bloque de distribución funcional” se refiere a cualquier bloque en la red del campus que tiene su propia capa de distribución, tales como: bloque de acceso de usuarios, bloques de redes WAN o el bloque del Data Center.

2.3.2 *Modularidad de la Red de Campus:*

Al aplicar el modelo de diseño jerárquico en los múltiples bloques funcionales de la red del campus, se puede lograr una arquitectura de red escalable y modular (comúnmente conocida como bloques de construcción). Esta arquitectura modular de red de campus ofrece un alto nivel de flexibilidad de diseño que lo hace más apto a las necesidades en constante evolución y crecimiento. El diseño modular hace que la red sea más escalable y manejable al permitir el aislamiento del dominio de fallas y características de tráfico más específicas. Como resultado, los cambios y las actualizaciones de la red se pueden realizar de forma controlada y por etapas, lo que permite una mayor estabilidad y flexibilidad en el mantenimiento y el funcionamiento de la red del campus. La Figura 2-7, muestra una red de campus típica junto con los diferentes módulos funcionales como parte del diseño de la arquitectura modular.

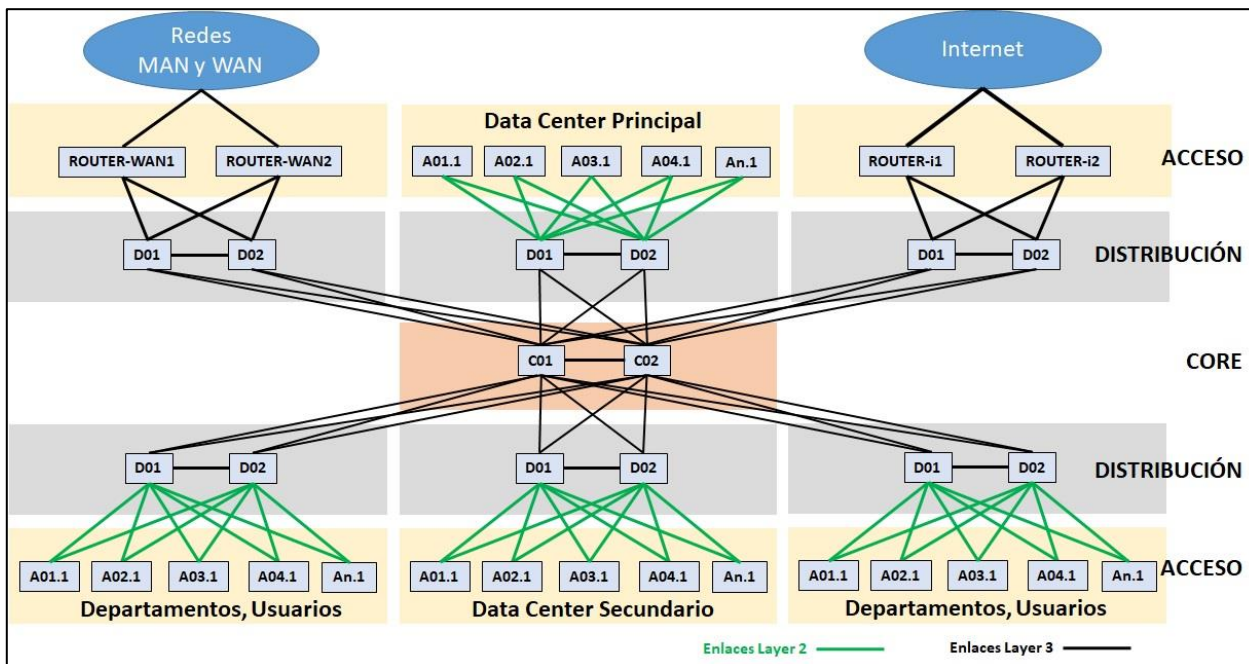


Figura 2-7: Arquitectura Modular de Red de Campus

Para lograr un diseño estructurado óptimo, es importante contemplar dentro de cada bloque funcional (de la arquitectura de red de campus modular), la aplicación del principio de diseño de red jerárquico (Cisco, 2019).

En Anexo 1: Redes de Campus (RC.4), se presentan más antecedentes de Diseño de Redes de Campus: Modelo de Diseño de niveles Distribución y Acceso, Virtualización de Redes de Campus, Elementos de diseño de virtualización de red y Modelos de implementación de virtualización de redes empresariales (Conran, 2018) y consideraciones en redes Wireless (Ruckus, 2019).

2.4 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍA PARA UNA LICITACIÓN EXITOSA

Una vez diseñada la Red de Campus para la FCFM, es necesario elaborar las bases técnicas y administrativas que permitan el llamado a licitación (RFP) efectivo en el mercado, del cual participen proveedores de tecnología nacional, en conjunto con las marcas internacionales de equipos.

Una vez recibidas las ofertas de los proveedores (ofertas técnicas y económicas), se debe realizar la evaluación utilizando un criterio óptimo (tiempo, forma y transparencia) para cada una de las licitaciones de las Redes de Campus.

Después de seleccionado el/los proveedores, se debe realizar la adjudicación, para luego dar paso al contrato, implementación del proyecto, pruebas funcionales, puesta en marcha y operación.

Las nuevas Redes de Campus deben coexistir durante el período de pruebas y marcha blanca con la(s) red(es) existente(s) y es considerado un desafío adicional, pues la migración no debe tener impacto en la operación normal de los servicios de un campus universitario.

2.4.1 *Introducción*

La clave de una licitación exitosa, es un adecuado proceso de “Solicitud de Propuesta” (en inglés RFP), el cual proporciona un mecanismo para que las organizaciones adquieran productos y servicios para sus soluciones de proyectos. El proceso de RFP también proporciona a los proveedores (en este caso, empresas integradoras de tecnología) un mecanismo para vender sus productos o servicios a las organizaciones basándose en una **plataforma** de especificaciones de proyectos estable desde la que pueden trabajar.

2.4.2 Factores críticos de éxito de un RFP

De la experiencia profesional y de la teoría de proyectos (PMI, 2017), se identifican cuatro factores críticos de éxito que una organización debe conocer para apalancar la efectividad de las actividades de RFP. Estos factores de éxito se centran en la organización, a saber:

- Información de calidad,
- presentación RFP, estructura y organización,
- asociación con las marcas y los integradores del mercado y
- apoyo de las jefaturas.

La Figura 2-8, muestra en forma de “pirámide” estos factores y resume las componentes de la RFP.



Figura 2-8: Factores críticos del éxito de un RFP

En Anexo 1: Redes de Campus (RC.5), se presenta más antecedentes de los factores críticos del éxito de un RFP.

2.4.3 Evaluación

El tiempo empleado en revisar las respuestas de los proveedores a un RFP y el tiempo necesario para seleccionar al mejor proveedor es directamente proporcional a la calidad de las respuestas recibidas y a la coherencia de las propuestas presentadas. Los documentos de RFP que consideran una evaluación electrónica (basada en planillas de cálculo) reducen la subjetividad de puntuación asociada a los proveedores. Se puede crear un documento de puntuación electrónico

simple utilizando planillas de cálculo que permitan el uso de fórmulas para calcular las puntuaciones brutas y ponderadas en función de los valores y los pesos incluidos en las fórmulas.

Según la importancia de cada requisito para la necesidad del proyecto, según lo indicado por la prioridad asignada (obligatorio u opcional), cada respuesta recibe automáticamente un puntaje bruto. Luego, este puntaje bruto se ajusta (se incrementa) al multiplicar el puntaje por el peso asignado al proceso de negocios al cual se asocia cada requisito, para determinar el puntaje final ponderado tanto en el nivel de requerimientos como en el acumulado de la respuesta del RFP.

La metodología de RFP aquí expuesta, fue empleada íntegramente en las licitaciones de Redes de Campus para la FCFM. Además, se analizará en los capítulos 3 (metodología) y capítulo 4 (resultados). Finalmente, en los anexos (bases técnicas, administrativas, evaluación, etc.) se **concreta la materialización** de esta metodología.

La Figura 2-9, muestra una de las planillas de cálculo utilizada, que considera los pesos de los criterios y sub-criterios, sobre los cuales se ponderaron las respuestas de los oferentes:

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio	
1	Oferta técnica			
Sub. 1.1	Requerimientos adicionales de RED IP CORE	70%	45%	
Sub. 1.2	Requerimientos adicionales del Software de Administración	30%		
2	Oferta económica		40%	
3	Experiencia técnica			
Sub. 3.1	Experiencia en el mercado nacional	30%	14%	
Sub. 3.2	Cantidad de proyectos similares	30%		
Sub. 3.3	Cantidad de profesionales certificados en nivel experto	40%		
4	Cumplimiento de los requisitos formales		1%	

Item	Empresa	Tecnología	Sub. 1.1	Sub. 1.2	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico
1	PROVEEDOR-1	CISCO	13	14	30	4	4	6	1	71	40
2	PROVEEDOR-2	HP	19	14	34	4	2	6	1	80	44
3	PROVEEDOR-3	CISCO	32	14	40	4	4	4	1	99	58
4	PROVEEDOR-4	BROCADE	32	14	22	4	2	6	1	80	57
5	PROVEEDOR-5	HUAWEI	13	14	10	4	0	4	1	46	35

Figura 2-9: Ejemplo de una de las planillas de cálculo utilizada para la evaluación

2.5 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN

En la implementación de proyectos y servicios tecnológicos (redes de TI en nuestro caso), la industria recomienda adoptar un enfoque de "ciclo de vida", donde las empresas y organizaciones buscan mejorar la disponibilidad de sus servicios, mejorar la calidad de la experiencia del usuario (QoE) y reducir los gastos de operaciones. Al adoptar un enfoque de ciclo de vida, las organizaciones pueden definir un conjunto de metodologías y estándares a seguir en cada etapa/fase del ciclo.

En la mayoría de los enfoques de ciclo de vida, la información y los hallazgos de cada fase se utilizan para alimentar y mejorar la siguiente fase. Esto produce soluciones más eficientes y rentables que permiten mayor elasticidad de las redes de TI y así poder adoptar nuevas tecnologías de la información y justificar su costo de inversión.

El ciclo de vida llamado PPDIOO (CiscoPress, 2011), que significa Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar, se muestra en la Figura 2-10.

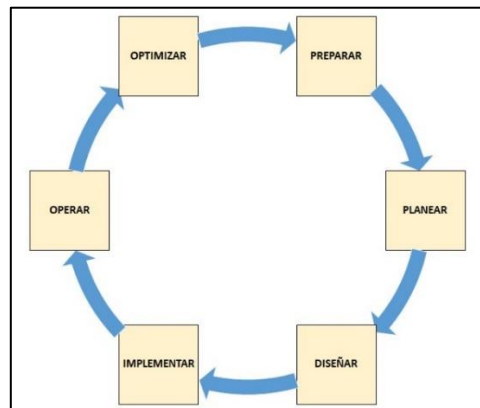


Figura 2-10: PPDIOO Ciclo de Vida del Proyecto

Este enfoque de ciclo de vida del proyecto, ofrece además la flexibilidad de tener una **dirección bidireccional** en la relación entre las etapas/fases. Por ejemplo, durante la fase de monitoreo de la nueva red (diseñada e implementada), se pueden descubrir problemas que pueden ser solucionados mediante la adición de algunas características. Por lo tanto, cada fase puede

proporcionar retroalimentación a la fase o fases anteriores para superar los problemas y limitaciones que aparecen durante el ciclo de vida del proyecto. Como resultado, esto proporcionará una flexibilidad adicional al proceso de implementación de Redes de TI.

La Figura 2-11, ilustra el ciclo de vida de PPDIOO, con la relación multidimensional entre las etapas/fases del ciclo de vida.

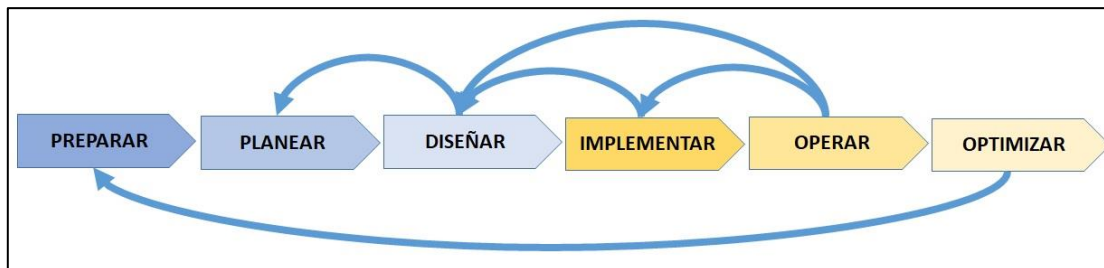


Figura 2-11: PPDIOO Ciclo de Vida del Proyecto - Multidimensional

Las tareas del equipo humano que diseña y proyecta la implementación de un proyecto de Redes TI, son las siguientes:

- Analizar la información del proyecto (Preparar).
- Utilizar esta información para tomar decisiones de diseño (Plan).
- Generar, proponer o sugerir un diseño adecuado (Diseño).
- Aplicar el diseño seleccionado (Implementar).
- Recopilar la retroalimentación o control (Operación) para optimización y mejoras (Optimizar).

2.5.1 Proceso de Entrega de Proyectos

Las fases mostradas en la Figura 2-12, constituyen el marco de entrega de proyectos tecnológicos y capacidades de gestión. El proceso está estructurado para proveer las soluciones más relevantes y escalables y que estas sean entregadas, asegurando que el riesgo, tiempo y recursos sean gestionados a través del ciclo de vida del proyecto.

El proceso está alineado con los principios y las bases integradas en el Management Body of Knowledge (PMBOK) entregado por el Project Management Institute (PMI).

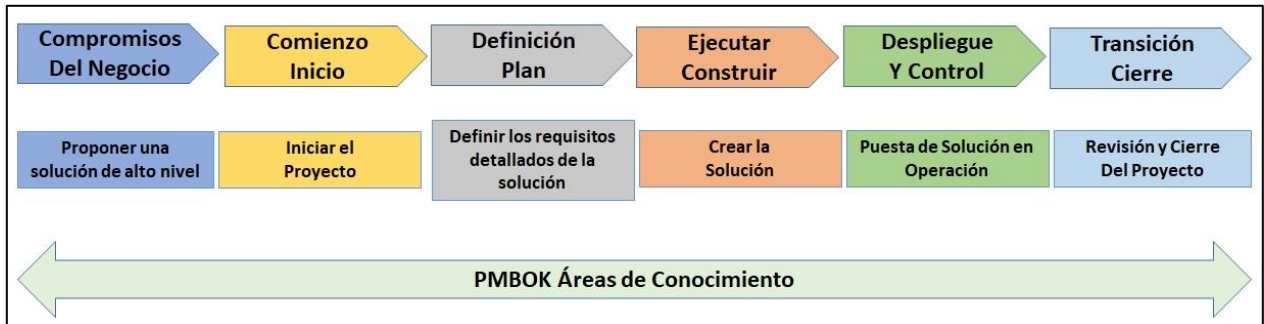


Figura 2-12: Proceso de Entrega y Ciclo de Vida del Proyecto

Se observa que las etapas son típicamente secuenciales, sin embargo, hay superposiciones entre las etapas y, en ocasiones, una etapa subsecuente puede influir en los entregables de una etapa precedente. Estos cambios son manejados mediante la gestión de cambios del proyecto.

En la implementación, se consideran las distintas ventanas de intervención directas en la red para la instalación, implementación, puesta en marcha y pruebas iniciales de cada uno de los equipos considerados. Las actividades son genéricas y son detalladas para cada componente en la etapa de ingeniería de detalles:

Actividades genéricas de implementación:

- Instalación física de equipos según las componentes involucradas.
- Carga de *script*, políticas y configuración en cada uno de ellos.
- Ajuste de configuración y sincronización de parámetros.
- Interconexión con capa de acceso.
- Pruebas de conexión y operatividad.

2.5.1.1 Soporte Pre y Post-Implementación

Luego de efectuada la actividad de implementación, y en el caso de que la infraestructura instalada presente situaciones anómalas luego de la ventana de intervención, se debe considerar un plazo (tres semanas o un mes), durante el cual el proveedor estará atento ante eventuales fallas o

imprevistos que se pudieran presentar, debiendo realizar las intervenciones necesarias para superar el evento.

2.5.1.2 Ingeniería de Detalle

Define varias instancias del servicio en acuerdo con todas las partes involucradas y condiciones existentes. Esta tarea debe ser liderada por el contacto válido del cliente y el jefe de proyectos del proveedor, asistido por sus correspondientes especialistas técnicos.

En un marco global, deberán quedar claramente definidos los procedimientos para la configuración del equipo, de manera de planificar su integración, los segmentos (VLANs), direccionamiento IP, SSID, calidad de servicio u otros parámetros. En resumen, el detalle para organizar la planificación, logística y las etapas que permitan llevar a buen término la implementación.

Algunas tareas contempladas en esta actividad son:

- Obtención de antecedentes (levantamiento).
- Selección IOS.
- Revisión de configuración actual.
- Elaboración del Diseño Detallado.
- Preparación y logística para la instalación de los equipos.
- Preparación de *scripts*.
- Montaje de los equipos sin el paso a producción y sin interconectar, es decir, solo encendido.

2.5.1.3 Supuestos y Acuerdos

Para efectos de cada licitación en particular, el proveedor puede dar por supuesto lo siguiente:

- Toda la documentación solicitada será proporcionada al proveedor dentro de dos días de su solicitud, en formato electrónico.
- La conectividad de los *jumpers* de fibra óptica hacia la cabecera está basada en la licitación, en los módulos de conexión informados en las bases técnicas.

- Se tiene conectividad sin problema a todos los sectores de la red.
- No existen problemas de cableado y todos los enlaces se encuentran certificados.
- El cliente acepta que el equipo de trabajo del proveedor realice sus funciones en una combinación de actividades in-situ y remotas según sea necesario.
- El equipo de trabajo del cliente que está involucrado en las distintas etapas del proyecto estará disponible según lo acordado y cualquier representante de la FCFM designado para la toma de decisiones está debidamente autorizado para hacerlo.
- La infraestructura necesaria (hardware y software) que no dependa del proveedor estará disponible para no generar retrasos en la implementación.
- En el caso de ser necesaria la reprogramación de actividades por motivos relacionados a la FCFM o sus contratistas, el proveedor recibirá un mínimo de cinco (05) días laborables para reprogramar y sus costos serán tratados como servicio adicional a la propuesta del proveedor.
- No hay otros proyectos en curso que pueden obstaculizar la ejecución de este proyecto.

2.5.2 Pruebas Funcionales

Las pruebas funcionales son usualmente específicos de cada equipo, marca y modelo, por tanto, deben ser detallados completamente en anexos y acuerdos entre el proveedor y el cliente. Como regla general, las pruebas funcionales incluyen tres tipos principales de tareas / salidas que se repiten de forma regular:



Figura 2-13: Pruebas Funcionales

- Descubrimiento (Test/Prueba específica)
- Análisis de Resultados
- Recomendaciones

2.5.2.1 Descubrimiento (selección y ejecución del test)

Las tareas típicas de descubrimiento incluyen:

- Reunión administrativa y comercial (foco en los servicios).
- Reunión técnica y coordinación (foco en la disponibilidad e impacto).
- Ejecución del test.

2.5.2.2 Análisis

Las tareas típicas de análisis incluyen:

- Revisión de los registros del sistema y resultados.
- Revisión de cobertura de soporte de los dispositivos.
- Revisión de hitos de dispositivos (por ejemplo, fechas de fin de venta, fechas de fin de soporte).
- Revisiones de vulnerabilidades y buenas prácticas de dispositivos.

2.5.2.3 Recomendaciones

Las recomendaciones son priorizadas e incluidas en un informe detallado. Estas deben incluir:

- Recomendaciones de hardware, el software, parches y actualizaciones.
- Recomendaciones de cambios de configuraciones y topologías.

2.5.2.4 Reportes / Informes

Los alcances de los reportes varían según el tipo de test realizado, sin embargo, todos los test deben incluir al menos una salida de resultados.

2.5.3 *Puesta en Marcha*

La puesta en marcha, se ejecuta una vez realizados todas las pruebas funcionales consideradas y en ventanas de tiempo específicas acordadas con el proveedor. Usualmente las

ventanas de trabajo son informadas a la comunidad de usuarios y realizadas fuera de horario normal de operación, con el fin de impactar lo menos posible los servicios a los usuarios.

La puesta en marcha es un proceso que sigue el ciclo de buenas prácticas, y el apego al modelo (PMBOK) garantiza una transición sin problemas y se compone de los siguientes elementos estándar (Figura 2-14):

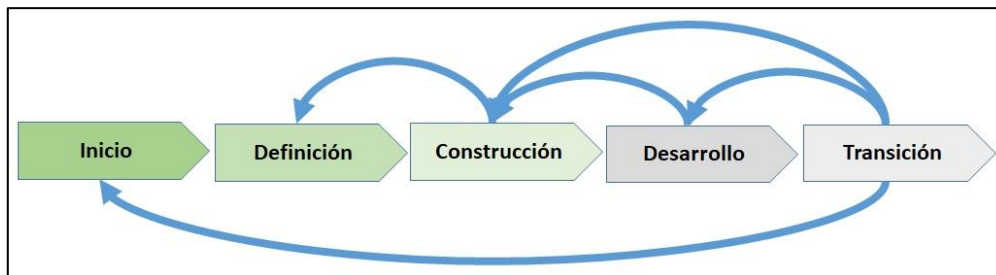


Figura 2-14: Modelo de Puesta en Marcha

Cada una de las etapas del proceso, debe considerar la “marcha atrás”, para dar respuesta a posibles imprevistos, con el objetivo final de mantener la continuidad operativa de la infraestructura.

2.5.3.1 Inicio

Durante la fase inicial se deben asignar recursos del proveedor y el cliente, idealmente en una reunión inicial, para:

- Discutir el alcance de alto nivel, el calendario y los procesos de los elementos de servicio.
- Proporcionar plantillas necesarias para trabajar en conjunto (cliente y proveedor)
- Proporcionar toda la documentación técnica pertinente.

2.5.3.2 Definición

- Proporcionar y discutir un calendario detallado de actividades y los elementos entregables del servicio.
- Proporcionar una declaración detallada del proyecto de obra para las actividades requeridas durante las fases posteriores.

2.5.3.3 Construcción

- Conectividad local y remota a la plataforma de red, para actividades programadas, incidentes, diagnósticos y peticiones especiales.
- Puesta a punto técnica del monitoreo de disponibilidad.
- Tareas programadas para la Gestión de Niveles de Servicio y Evaluaciones.

2.5.3.4 Desarrollo

Durante la fase de desarrollo, la entrega oficial a los equipos de operaciones de servicio tiene lugar, la capacitación específica al cliente se lleva a cabo, y se realiza la puesta a punto técnica de los elementos de servicio.

2.5.3.5 Transición

La fase de transición marca el fin del proyecto y la implementación del mismo, y da el inicio al proceso en donde el cliente toma el control. A medida que se avanza en los hitos de entrega, el proveedor debe acompañar al cliente en la activación de los servicios.

2.5.4 Documentación Definitiva y Cierre de los proyectos de las Redes de Campus en la FCFM

La gestión de ciclo de vida de cada proyecto y su respectivo contrato se ocupa de la correcta gestión de este último, así como de la información relativa a los dispositivos asociados.

La gestión de ciclo de vida del contrato consta de dos fases:

- Servicios de implementación – Es la puesta a punto inicial y la configuración de los dispositivos y de sus componentes en los sistemas de gestión.
- Servicios de mantenimiento – es la actualización de los plazos y modificación puntual de las componentes del contrato (actualizaciones de softwares, parches y otros).

Las siguientes tareas se llevan a cabo como parte de la gestión del ciclo de vida del contrato:

- Registro de dispositivos.
- Registro de configuraciones.
- Toda la información técnica relevante de cada infraestructura de red.
- Planos “As-Built”.

Capítulo 3

Metodología

En este capítulo se describe la metodología utilizada en el trabajo de tesis, la cual se inició con la búsqueda y recopilación de información sobre las tecnologías de Redes de Campus, avanzando a las **metodologías de diseño** de Redes de Campus, para finalmente materializar los resultados en las **metodologías de licitación**, las cuales consideran la documentación de bases técnicas y administrativas.

Adicionalmente, una vez adjudicada cada una de las Redes de Campus licitadas, se describen las **metodologías de implementación**, pruebas de aceptación, puesta en marcha y documentación del cierre de los proyectos de las Redes de Campus de la FCFM.

3.1 Metodologías de Diseño de Redes de Campus

El modelo jerárquico del diseño de redes y la modularidad en bloques funcionales, fueron considerados en la integración de los Campus Beauchef 850 y 851. La Figura 3-1, muestra la integración completa:

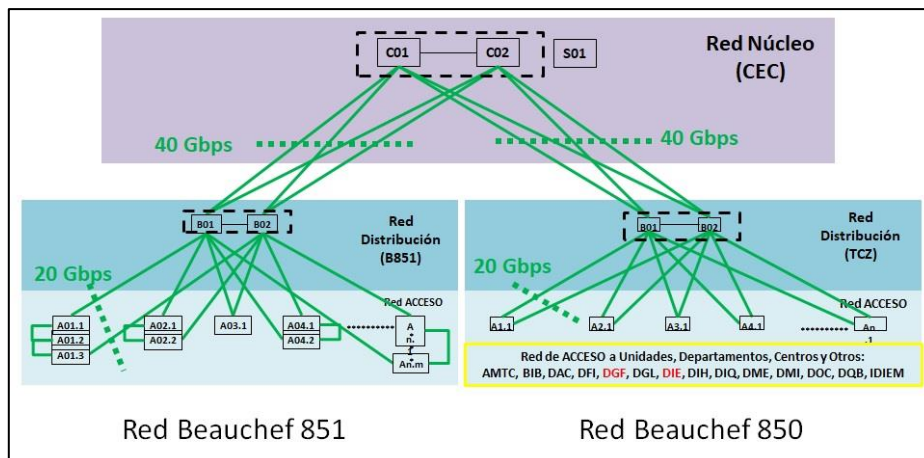


Figura 3-1: Integración Modular de ambos Campus

El diseño fue replicado al interior de los departamentos, como muestra la Figura 3-2.

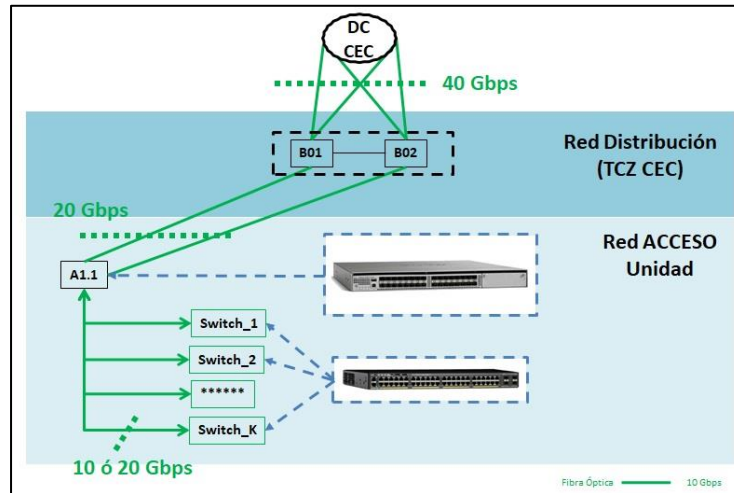


Figura 3-2: Diseño modular al interior de los Departamentos y Unidades

La nueva infraestructura de redes de campus, permitió mejorar las velocidades en el acceso desde 100 Mbps a 1 Gbps y los enlaces de 1 Gbps a 10/20/40 Gbps, como lo muestra la Figura 3-3:

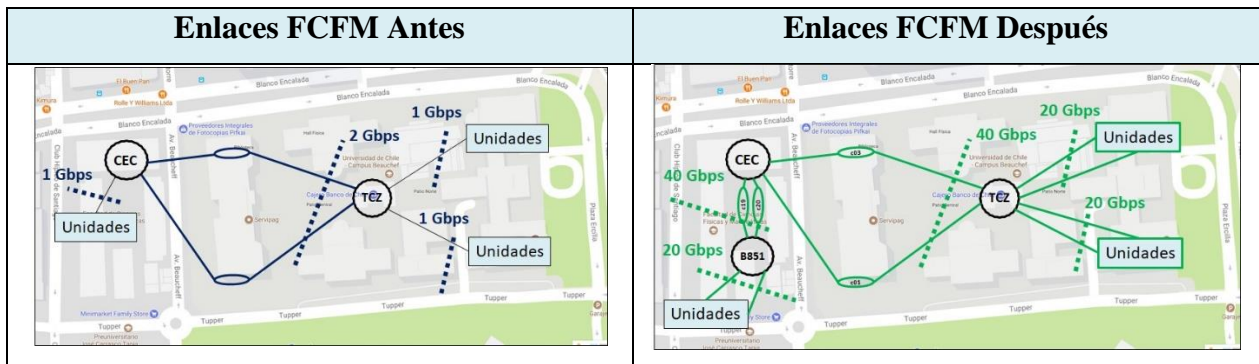


Figura 3-3: Enlaces Campus FCFM Antes y Después

La información anterior, anticipa el resultado de una metodología de diseño de red, la cual se inició con las siguientes preguntas y sus respuestas:

P1: ¿Por qué necesitamos un nuevo y moderno diseño de red de campus?

- R1.1 : Advenimiento de nuevas tecnologías.
- R1.2 : Los límites de las tecnologías existentes ya fueron excedidos.
- R1.3 : Las actuales redes están aumentando en complejidad.
- R1.4 : Es necesario mejorar los tiempos de implementación y desarrollo.

P2: ¿Cuáles son los resultados deseados de un nuevo diseño de red?

- R2.1 : Efectos positivos en disponibilidad de la infraestructura.
- R2.2 : Crecimientos en desarrollos y aplicaciones.
- R2.3 : Superar las limitaciones del anterior diseño.
- R2.4 : Permitir virtualización.

El objetivo de este apartado, es presentar una metodología de diseño de red, sistematizando los requerimientos de los usuarios, la organización universitaria y las nuevas aplicaciones (Jarafi, 2015).

3.1.1 Metodología para el diseño de red de campus

Podemos identificar tres pasos:

- Paso 1: Analizar los requerimientos de los usuarios y clientes.
- Paso 2: Caracterizar las redes e instalaciones existentes.
- Paso 3: Diseño de la solución y topología de red.

A su vez, cada uno de estos pasos se subdivide en procesos menores, los cuales son listados a continuación.

3.1.1.1 Analizar los requerimientos de los usuarios y clientes

- Paso 1: Identificar las aplicaciones y servicios de red.
- Paso 2: Definir las metas/objetivos de la organización.
- Paso 3: Definir las posibles limitaciones de la organización.
- Paso 4: Definir las metas/objetivos técnicos.
- Paso 5: Definir las posibles limitaciones técnicas.

3.1.1.2 Caracterizar las redes e instalaciones existentes

Paso 1: Reunir la documentación existente y consultas a la organización.

Paso 2: Realizar una auditoría de red.

Paso 3: Utilizar el análisis del tráfico.

- Identificar las mayores fuentes de tráfico y los almacenamientos de data.
- Caracterizar los flujos de tráfico de las nuevas aplicaciones.
- Caracterizar el comportamiento del tráfico.
- Caracterizar la calidad de servicio requerida.

3.1.1.3 Diseño de la solución y topología de red

La Figura 3-4 muestra una metodología de diseño *top-Down* y la Figura 3-5, muestra los módulos a considerar en el diseño de la topología de red

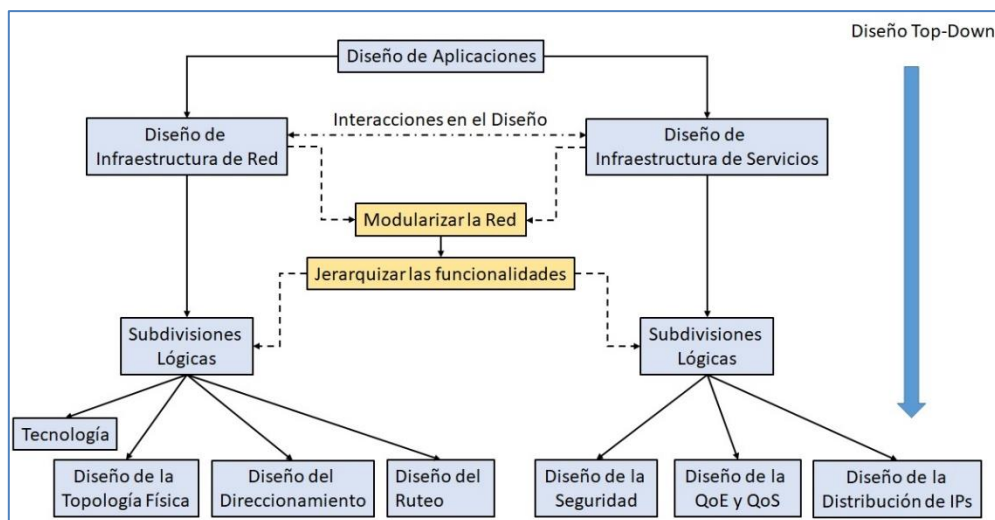


Figura 3-4: Modalidad de Diseño Top-Down de Aplicaciones y Topologías de Red

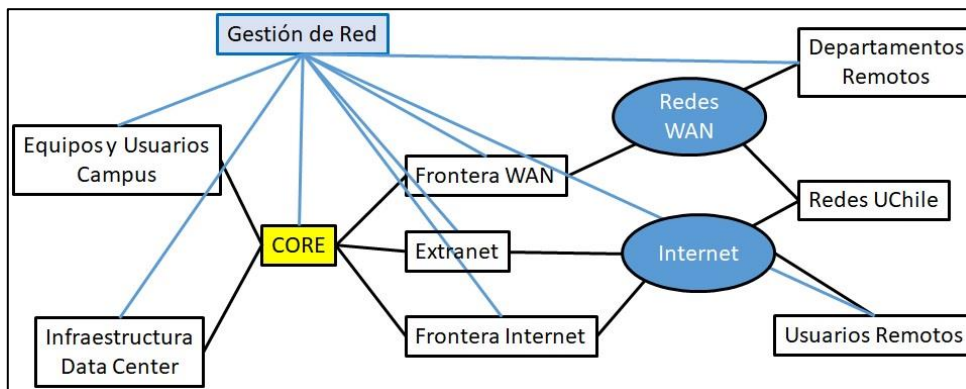


Figura 3-5: Módulos considerados en la Topología de Red

3.1.2 Consideraciones de Seguridad de la Red

Estrategias de Seguridad:

- Identificar los activos (hardware, software, servicios) de la red
- Analizar los riesgos de seguridad
- Analizar los requerimientos de seguridad
- Desarrollar un plan de seguridad
- Desarrollar las políticas de seguridad
- Desarrollar los procedimientos de seguridad
- Mantenimiento de la seguridad

Mecanismos de Seguridad:

- Seguridad física
- Autenticación, Autorización y Contabilidad (AAA)
- Encriptación de los datos
- Filtrado de paquetes
- Firewalls
- Sistemas de detección y prevención de intrusos

Monitoreo, Análisis y Correlación de eventos

3.2 Metodologías de Licitación

Según lo revisado en el capítulo de antecedentes, la metodología que contiene las mejores prácticas en la elaboración y ejecución de un RFP es la metodología de referencia del PMI, basada en el PMBOK (PMI, 2017).

La siguiente Figura 3-6, muestra la estrategia empleada en la construcción de las Bases Técnicas y Administrativas de las licitaciones, considerando desde un inicio la evaluación electrónica de cada propuesta.

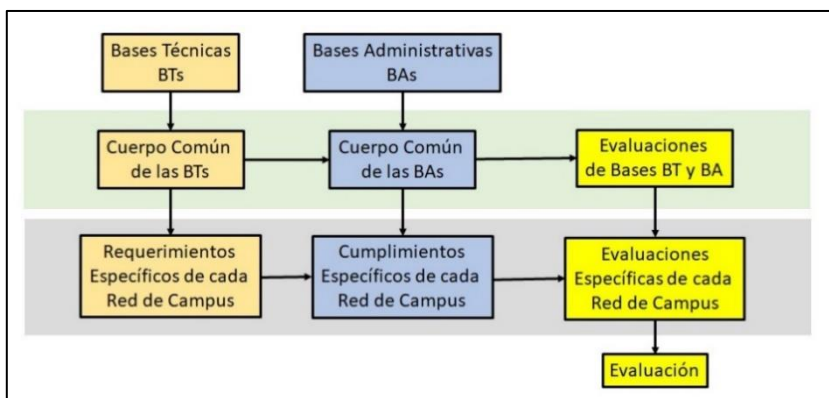


Figura 3-6: Esquema general de las Bases Técnicas, Administrativas y Evaluaciones

Esta metodología y estrategia, fue aplicada íntegramente en las cinco (5) licitaciones realizadas en la FCFM; (Red IP ACCESO, CORE, BACKBONE, WIFI Y DISTRIBUCIÓN 850)

La Tabla 3-1, muestra los apartados considerados en las bases técnicas.

Tabla 3-1: Apartados de las bases técnicas

BT	Bases Técnicas de Licitación
BT.1	Objetivos
BT.2	Alcances
BT.3	Alcances relacionados
BT.4	Definiciones
BT.5	Requerimientos Técnicos
BT.6	Requerimientos Técnicos Generales
BT.7	Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP A, B, C, W y B850
BT.8	Requerimientos Técnicos de los SERVICIOS

BT.8.1	Servicio 1: Mantenimiento de Equipos
BT.8.2	Servicio 2: Requerimientos de Operación – Solución de Fallas
BT.8.3	Servicio 3: Requerimientos de Operación - Mesa de Ayuda
BT.8.4	Servicio 4: Requerimientos de Ejecución del Proyecto - Carta Gantt
BT.8.5	Servicio 5: Capacitación y Certificación
BT.8.6	Resumen y Puntaje
BT.9	Condiciones Generales
BT.9.1	Garantía Técnica
BT.9.2	Software
BT.9.3	Hardware
BT.9.4	Funcionamiento Lógico de la Solución Propuesta
BT.9.5	Privacidad de la Información
BT.9.6	Inventario a la entrega del equipamiento
BT.9.7	Experiencia Técnica del OFERENTE en proyectos similares
BT.9.8	Grupo de Trabajo
BT.10	Anexos Bases Técnicas
BT.11	Requerimientos Específicos RED IP IP A, B, C, W y B850
BT.11.1	Requerimientos Específicos RED IP ACCESO
BT.11.2	Requerimientos Específicos RED IP BACKBONE
BT.11.3	Requerimientos Específicos RED IP CORE
BT.11.4	Requerimientos Específicos RED IP WIFI
BT.11.5	Requerimientos Específicos RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

La Tabla 3-2, muestra los apartados de las bases administrativas

Tabla 3-2: Apartados de las bases administrativas

BA	Bases Administrativas de Licitación
BA.1	IDENTIFICACIÓN DEL COMPRADOR
BA.2	PROCESO DE LICITACIÓN
BA.2.1	Objetivo de la Propuesta
BA.2.2	Requisitos para contratar con la Universidad de Chile
BA.2.3	Especificaciones Técnicas
BA.2.4	Documentos esenciales de la Licitación
BA.2.5	Exigencias de cumplimiento de la calidad de los bienes y servicios requeridos
BA.3	CRONOGRAMA DE LA PROPUESTA

BA.3.1	Visita en terreno
BA.3.2	Entrega de Garantías
BA.3.3	Aclaraciones y Consultas
BA.3.4	Modificación de las Bases.
BA.3.5	Exclusión
BA.3.6	Adjudicación de la propuesta
BA.3.7	Revocación de la adjudicación
BA.4	PRESENTACIÓN DE OFERTAS
BA.4.1	Oferta Administrativa
BA.4.2	Oferta Técnica
BA.4.3	Oferta Económica
BA.4.4	Experiencia Técnica
BA.4.5	Plazo de Vigencia de la Oferta
BA.4.6	Licitación declarada desierta e inadmisibilidad de las ofertas
BA.5	EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS
BA.6	PRESUPUESTO ESTIMADO Y CONDICIONES DE PAGO
BA.6.1	Entrega e instalación
BA.6.2	Anticipo
BA.6.3	Condiciones de pago
BA.7	CONTRATO
BA.7.1	Inscripción en el registro electrónico oficial de proveedores
BA.7.2	Plazo para suscripción del contrato
BA.7.3	Garantía de fiel y oportuno cumplimiento del contrato.
BA.7.4	Obligaciones y prohibiciones del adjudicatario.
BA.8	CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA
BA.8.1	Cumplimiento de normas legales y disposiciones administrativas
BA.8.2	Cumplimiento de normas laborales y de seguridad social
BA.9	MULTAS
BA.10	TÉRMINO ANTICIPADO DEL CONTRATO
BA.11	ACEPTACIÓN DE LAS BASES DE LICITACIÓN
BA.12	ANEXOS BASES ADMINISTRATIVAS

Tabla Global de Evaluación de Licitación

Las bases administrativas consideraron la siguiente tabla global de evaluación:

Tabla 3-3: Tabla global de evaluación de licitación

Nº	Criterio	% Sub-factor	Criterio
C-1	Oferta técnica (RED IP A, B, C, W y B850)		45%
C-2	Oferta económica		40%
C-3	Experiencia técnica		
Sub. C-3.1	Experiencia en el mercado nacional	30%	14%
Sub. C-3.2	Cantidad de proyectos similares	30%	
Sub. C-3.3	Cantidad de profesionales certificados en nivel experto	40%	
C-4	Cumplimiento de los requisitos formales		1%

3.3 Metodologías de Implementación

3.3.1 Introducción:

La gestión de proyectos es la disciplina que estudia el planeamiento, la organización, y el control de los recursos con el propósito de alcanzar uno o varios objetivos (amp, 2019).

Un proyecto es una actividad temporal (tiene inicio y fin) diseñado para producir un producto, servicio o resultado único, con objetivos únicos, agregando valor a la organización (Figura 3-7).

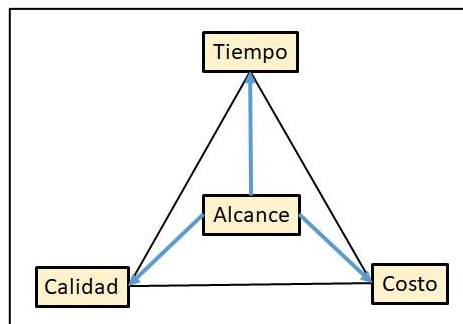


Figura 3-7: Ámbitos en la Gestión de Proyectos

La naturaleza temporal de los proyectos usualmente se contraponen con las operaciones normales de cualquier organización, las cuales son actividades funcionales repetitivas, permanentes o semi-permanentes.

La gestión de proyectos tiene por desafío primario alcanzar los objetivos del proyecto, dentro de restricciones como el alcance, el tiempo, la calidad y el presupuesto. El desafío secundario, es optimizar la asignación de recursos tiempos, número de personas, impactos en el servicio y otras consideraciones estratégicas de la organización.

El éxito de un proyecto tiene directa relación con el logro de los objetivos de alcance, plazos, costo y calidad, idealmente mediante una gestión integrada de los mismos. (PMI, 2017)

3.3.2 Sistemas de control de proyectos

El control de un proyecto, consiste en implementar procesos de control y verificación durante el desarrollo del mismo tal de asegurar los objetivos de rendimiento predefinidos. Para ello, se recomienda:

- Disponer en todo momento de la información adecuada y actualizada del proyecto.
- Establecer canales formales de comunicación de información.
- Asignar y re-asignar los recursos según el desarrollo del proyecto.
- Llevar actualizada la Carta Gantt, especialmente lo relativo a: recursos (financieros, personas), plazos, cumplimientos en la implementación y avances.

El efectivo control de un proyecto permite que esté en la ruta correcta, se realice a tiempo y según el presupuesto.

3.3.3 Implementación de activos físicos de las redes de campus

En la implementación de los activos físicos de las redes de campus, se consideraron los siguientes criterios:

Tipos de cables y topologías de cableado de las redes de campus:

- Topologías que consideran el campus y sus edificios.

- Cables entre edificios.
- Racks y Closets de comunicaciones.
- Cableado vertical entre los pisos de un edificio (fibra óptica).
- Cableado horizontal en cada piso del edificio (fibra óptica y UTP).

Criterios de selección de equipos de redes:

- Número de puertas.
- Velocidad de procesamiento.
- Cantidad de memoria.
- Tráfico en paquetes por segundo soportado.
- Tecnologías LAN/WAN soportadas.
- Medios soportados (cables, interfaces).
- Fuentes de energía redundantes.
- Soporte de características de QoS.

3.3.4 Pruebas Funcionales

Una prueba funcional es una prueba de tipo caja negra basada en la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades **previamente diseñadas para**; componente, equipo, software, protocolo, servidor y otros elementos a probar.

Las pruebas funcionales se ejecutan respetando un diseño de modelos de prueba, el que busca evaluar cada una de las opciones de funcionalidad.

En otras palabras, las pruebas funcionales son pruebas específicas, concretas y exhaustivas para probar y validar que el componente/equipo/software/protocolo hace lo que debe.

El conjunto de pruebas funcionales, completa las pruebas de aceptación de los diferentes componentes de la infraestructura de Red de Campus. La Figura 3-8, muestra la estrategia del conjunto de pruebas funcionales, hasta las pruebas de aceptación.

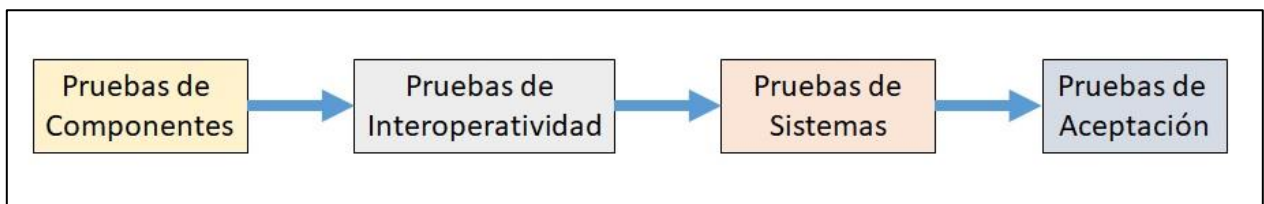


Figura 3-8: Estrategia de las Pruebas Funcionales

Las pruebas de aceptación deben considerar, como mínimo los siguientes componentes, formales:

- 1 Prueba

2	Sub-Prueba
3	Objetivos
4	Diagrama de Red
5	Condiciones Previas
6	Pasos de la Prueba
7	Anticipo de resultados
8	¿Prueba completada?
9	Notas
10	Fecha/Hora
11	Firmas

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo del trabajo de tesis, aplicadas las metodologías analizadas en el capítulo anterior:

- Resultado de las metodologías aplicadas para el diseño de Redes de Campus.
- Resultado de las metodologías aplicadas para el llamado a licitación.
- Resultado de las metodologías aplicadas para la implementación.

Los resultados materializados en documentos se presentan en los Anexos de la tesis, los que fueron escritos en detalle, pues el objetivo es ilustrar al lector de las componentes reales de un proceso de diseño, licitación e implementación de Redes de Campus.

Los temas desarrollados en el capítulo son:

4.1 RESULTADO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE CAMPUS

Los resultados se alcanzaron empleando la metodología de diseño de red propuesta, considerando el modelo jerárquico y la modularidad de bloques funcionales.

La Figura 4-1, muestra una panorámica general de la conectividad instalada y operativa en la FCFM. En color verde se indican las redes IP acceso, backbone, core y distribución del campus Beauchef 850. Es fácil ver que la infraestructura de redes de la FCFM brinda a la comunidad servicios de conectividad a Internet (al igual que un ISP) y a otras redes (CSN, STI, REUNA, NIC, UNTEC, IDIEM regiones y otros).

Las siguientes figuras, muestran el equipamiento de las Redes IP CORE (Figura 4-2), BACKBONE (Figura 4-3), ACCESO (Figura 4-4) y DISTRIBUCIÓN 850 (Figura 4-5).

La Figura 4-6 muestra la red WiFi, que básicamente cuenta con dos (2) controladores inalámbricos en configuración de alta disponibilidad y las antenas AP WiFi distribuidas en Beauchef 850 y 851 (Figura 4-7).

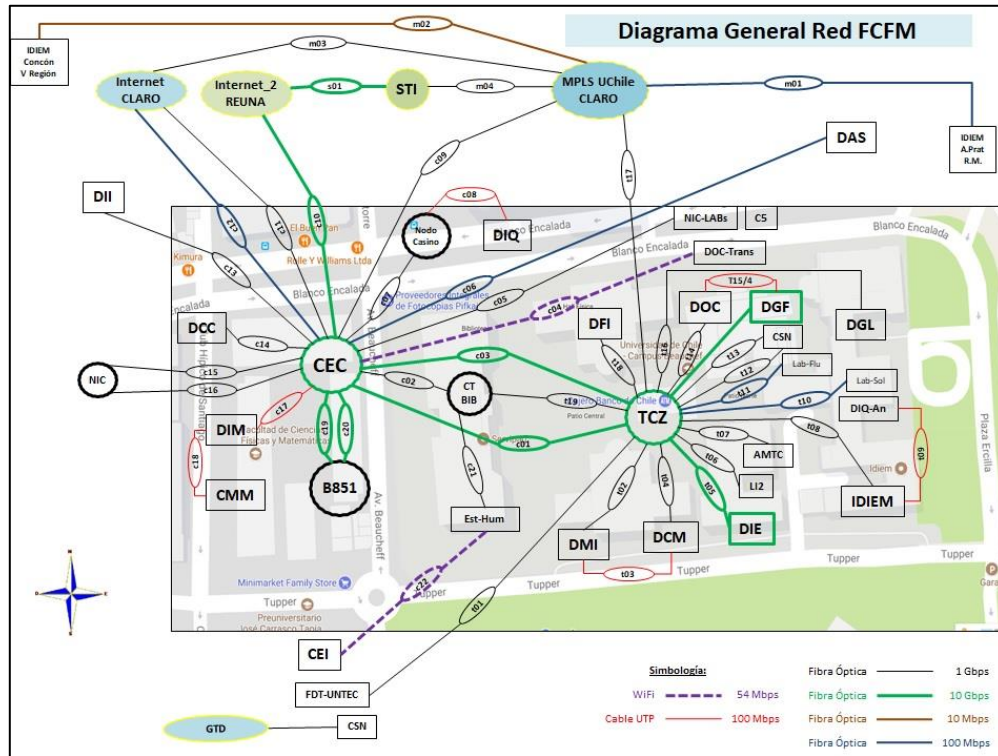


Figura 4-1: Panorámica General de la nueva conectividad de la FCFM



Figura 4-2: CORE

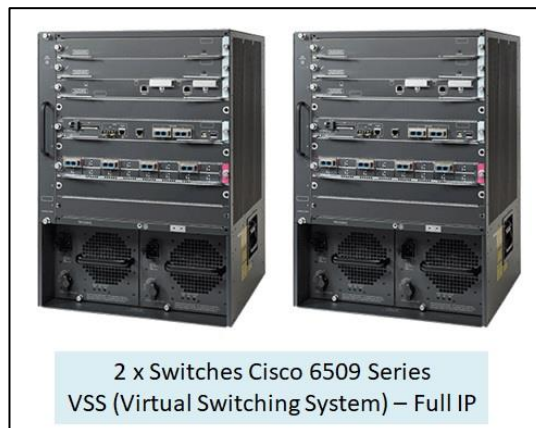


Figura 4-3: BACKBONE

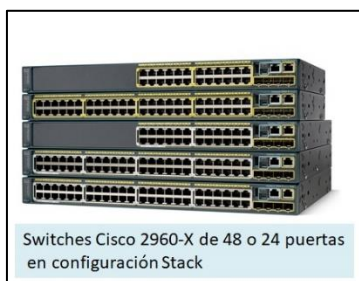


Figura 4-4: ACCESO

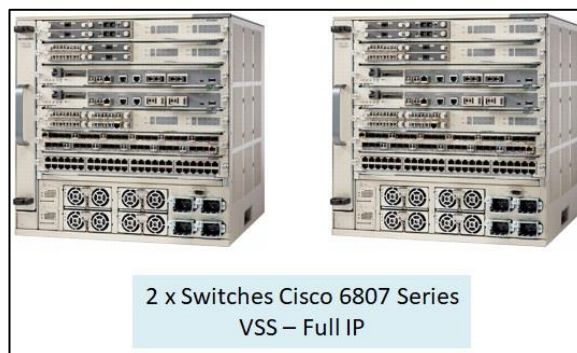


Figura 4-5: DISTRIBUCIÓN B850

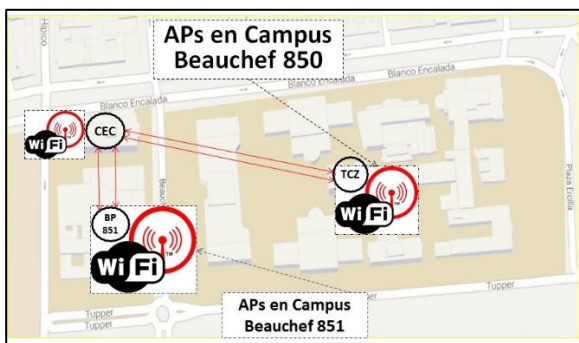


Figura 4-6: Antenas WiFi en FCFM



Figura 4-7: Equipos de Red WiFi

Beneficios técnicos para la FCFM de los proyectos:

- Incremento en las velocidades de los enlaces internos:
 - De 2 Gbps a 40 Gbps hacia la Red Núcleo (CEC).
 - De 1 Gbps a 10 ó 20 Gbps hacia las Unidades de la FCFM.
- Redundancia de enlaces hacia las unidades de la FCFM.
- Incremento en las velocidades de Red para los equipos finales, de 100 Mbps a 1 Gbps.
- Equipos de las Redes IP modernos y escalables, con una capacidad de crecimiento del 100% de sus puertos instalados (condición de diseño).
- Red WiFi:
 - Crecimiento en equipos, funcionalidad, capacidad, seguridad y cobertura de Red WiFi.
 - Incremento en velocidades de acceso a la Red.
 - Mayor capacidad de usuarios por AP (200 usuarios simultáneos).
 - Control y gestión de las interferencias RF.
 - Aumento de cobertura WiFi en zonas *indoor* y *outdoor*.
 - Mayor seguridad en la red WiFi y en las redes internas de la FCFM.
 - Mayor disponibilidad (*uptime*) de los servicios de Red WiFi.
 - Menor tiempo de habilitación de nuevos servicios.
- Monitoreo y Control: las siguientes figuras muestran las principales gráficas que despliegan las aplicaciones de monitoreo implementadas:

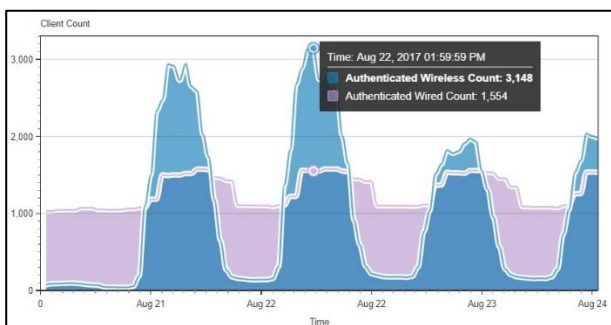


Figura 4-8: Monitoreo Conexiones

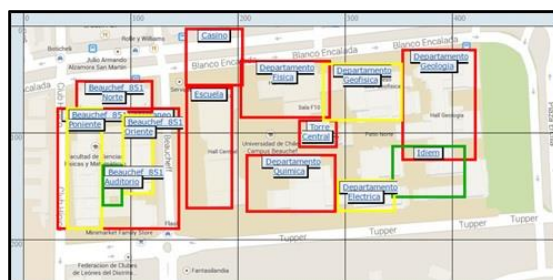


Figura 4-9: Monitoreo Departamentos

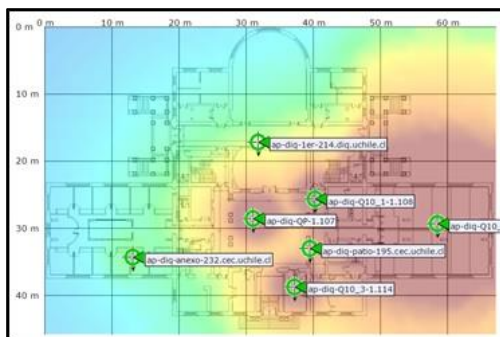


Figura 4-10: Monitoreo Cobertura WiFi

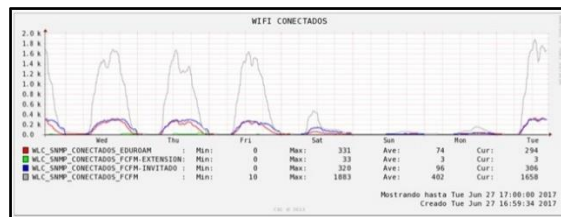


Figura 4-11: Conexiones por SSID WiFi

4.2 RESULTADO DE LAS METODOLOGÍAS DE LICITACIÓN

Los resultados basados en las mejores prácticas del PMBOK y metodología de RFP se describen a continuación:

4.2.1 Bases Técnicas

Las bases técnicas, en todos sus apartados, consideraron la metodología expuesta, incluyendo requerimientos obligatorios (los oferentes debían cumplir el 100% de ellos) y requerimientos adicionales y específicos, sobre los cuales se realizó la evaluación.

Además, las bases técnicas, fueron escritas con un “cuerpo común”, válido para todas las licitaciones. Con esta estrategia, cada una de las licitaciones de las REDES IP, se enfocó en los requerimientos obligatorios, adicionales y específicos de cada una de las mismas.

En el Anexo 2: Bases Técnicas, se detallan todos los apartados considerados en las bases técnicas reales emitidas al mercado público.

4.2.2 Bases Administrativas

Las bases administrativas fueron escritas como guía de todo el proceso de cada una de las licitaciones, cubriendo todos los requerimientos administrativos, técnicos, comerciales y contractuales.

En el Anexo 3: Bases Administrativas, se detallan todos los apartados considerados en las bases administrativas reales emitidas al mercado público.

4.2.3 Evaluación

La estrategia para una rápida y efectiva evaluación (siguiendo la metodología) fue definir requerimientos obligatorios (los cuales deben cumplir en un 100% los proveedores, de lo contrario la oferta es rechazada) y requerimientos adicionales (sobre los cuales se realizará la evaluación).

Esta estrategia metodológica permite mejorar la probabilidad de éxito de una licitación y acotar las incertezas.

La metodología indica además que se definan claramente los criterios de evaluación en las bases técnicas y administrativas. A continuación se resumen las tablas de evaluación, para las Redes de Campus ACCESO (A), BACKBONE (B), CORE (C), WIFI (W) y DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850 (B850).

En el Anexo 4: Evaluación, se detallan todas las evaluaciones reales emitidas al mercado público (para efectos de la tesis, se utilizaron nombres genéricos, para los proveedores).

4.2.3.1 Tabla Global de Evaluación de Licitación

Las bases administrativas consideraron la siguiente tabla global de evaluación:

Tabla 4-1: Tabla global de evaluación de licitación

N°	Criterio	% Sub-factor	Criterio
C-1	Oferta técnica (RED IP A, B, C, W y B850)		45%
C-2	Oferta económica		40%
C-3	Experiencia técnica		
Sub. C-3.1	Experiencia en el mercado nacional	30%	14%
Sub. C-3.2	Cantidad de proyectos similares	30%	
Sub. C-3.3	Cantidad de profesionales certificados en nivel experto	40%	
C-4	Cumplimiento de los requisitos formales		1%

El criterio C-1, que califica la oferta técnica, es directo en el caso de las licitaciones RED IP ACCESO y RED IP BACKBONE, es decir, sin sub-criterios.

El criterio C-1, tiene sub-criterios en las licitaciones; RED IP CORE, RED IP WIFI y RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850, debido a que estas licitaciones contemplaron software y hardware adicional.

El Criterio C- 2: Oferta Económica, se calculó, con la siguiente fórmula:

$\text{Puntaje Oferta Económica} = (\text{Of. Mínima} / \text{Of. Evaluada}) \times 100$	Ecuación 4-1 : Puntaje Oferta Económica
--	---

El Criterio C-3: Experiencia Técnica, consideró las ponderaciones de los sub-criterios C-3.1, C-3.2 y C-3.3:

Tabla 4-2: Ponderación para Criterio C-3.1

Ponderación para Criterio C-3.1.	
Escala	Nota
5 o más años en el mercado nacional	100
Menos de 5 años en el mercado nacional	50
No informa	Oferta Rechazada

Tabla 4-3: Ponderación para Criterio C-3.2

Ponderación para Criterio C-3.2.	
Escala	Nota
Presenta 10 o más proyectos similares	100
Presenta 7 y hasta 9 proyectos similares	80
Presenta 3 y hasta 6 proyectos similares	50
Presenta menos de 3 proyectos similares	0
No informa	Oferta Rechazada

Tabla 4-4: Ponderación para Criterio C-3.3

Ponderación para Criterio 3.3.	
Escala	Nota
5 o más Ingenieros certificados en nivel experto	100
3 o 4 Ingenieros certificados en nivel experto	80
2 Ingenieros certificados en nivel experto	50

Menos de 2 Ingenieros certificados en nivel experto	0
---	----------

Tabla 4-5: Ponderación para Criterio C-4

Ponderación para Criterio C-4	
Escala	Nota
No se solicita información	100
Se solicita información y responde en el plazo establecido	50
Se solicita información y NO responde en el plazo establecido	Oferta Rechazada

4.2.3.2 Evaluación de los Adicionales (Servicios y Requerimientos)

Las bases técnicas consideran las siguientes tablas de evaluación:

Tabla 4-6: Servicios Adicionales Red A, B, C, W y B850

ID	Servicios Adicionales	Puntos
Serv-01	Mantenimiento de Equipos.	20
Serv-02	Requerimiento de Operación – Solución de Fallas.	10
Serv-03	Requerimiento de Operación – Mesa de Ayuda.	10
Serv-04	Requerimiento de Ejecución del Proyecto – Carta Gantt.	20
Serv-05	Capacitación	20
Serv-06	Certificación	20

- Donde el OFERENTE sumará **P_Serv** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos de Servicios Adicionales.

Tabla 4-7: Criterios a Evaluar en Oferta Técnica

ID	Criterios a Evaluar	Puntos	Ponderación
Cev-1	Requerimientos Adicionales de RED IP A,B,C,W y B850	P_(A, B, C,W o B850)	60%
Cev-2	Requerimientos Adicionales de Servicios	P_Serv	40%

- La siguiente fórmula, muestra la ecuación de cálculo de la evaluación técnica de la Oferta:

$\text{Evaluación_Técnica_de_la_Oferta} = \text{Cev_1}(P_A,B,\text{CoW}*0,6)+\text{Cev_2}(P_ \text{Serv}*0,4)$	Ecuación 4-2 : Evaluación Técnica de la Oferta
--	--

Tabla 4-8: Evaluación Técnica del OFERENTE

ID	Criterios a Evaluar	Puntos	Ponderación
Cev_1	Experiencia del OFERENTE en el Mercado (Nota_1):		30%
	5 años o más	100	
	Menos de 5 años	50	
Cev_2	Cantidad de proyectos similares ejecutados (Nota_2):		30%
	10 Proyectos o más	100	
	7 a 9 Proyectos	80	
	3 a 6 Proyectos	50	
	Menos de 3 Proyectos	0	
Cev_3	Profesionales certificados a nivel experto (Nota_3):		40%
	5 Ingenieros o más	100	
	3 y 4 Ingenieros Expertos	80	
	2 Ingenieros Expertos	50	
	Menos de 2 Ingenieros Expertos	0	

$\text{Evaluación_Experiencia_Técnica_del_OFERENTE} = \text{Cev_1}(\text{Puntos}*0,3)+\text{Cev_2}(\text{Puntos}*0,3)+\text{Cev_3}(\text{Puntos}*0,4)$	Ecuación 4-3 : Evaluación Experiencia Técnica del Oferente
---	--

Tabla 4-9: Requerimientos Adicionales RED IP ACCESO

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP ACCESO	Puntos
A-39	Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, externa por stack.	40
A-40	Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60

Tabla 4-10: Requerimientos Adicionales RED IP BACKBONE

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP BACKBONE	Puntos
B-76	Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
B-77	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP	5
B-78	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+	5
B-79	Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	5
B-80	Soporte WCCP v2 (compatible)	5
B-81	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
B-82	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
B-83	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
B-84	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Tabla 4-11: Requerimientos Adicionales RED IP CORE

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP CORE	Puntos
C-78	Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
C-79	Soporte de Netflow (compatible) en hardware de al menos 512k entradas.	15
C-80	Soporte WCCP v2 (compatible)	5
C-81	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
C-82	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
C-83	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
C-84	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Tabla 4-12 : Requerimientos Adicionales Software de Administración

ID	Descripción Requerimientos Adicionales Software de Administración	Puntos
S-18	Monitoreo y solución de problemas: Que cuente con Flujos de Trabajo embebidos para solución de problemas, para poder aislarlos de manera rápida y remediarlos	20
S-19	Monitoreo y solución de Problemas: Que permita la Interacción Inteligente para la creación de un requerimiento de servicio y/o búsquedas inteligentes en comunidades para solución de problemas.	20
S-20	Características y Funcionalidades: Que posea un Wizard, para: - Facilidad de Instalación y Configuración. - Buena experiencia de usuario, en el uso de la herramienta.	20
S-21	Características y Funcionalidades: Que permita el Manejo de APIs	10
S-22	Características y Funcionalidades: Que Soporte sistemas operativos Windows	20

S-23	Características y Funcionalidades: Que soporte plataformas de cómputo unificadas como UCS (compatible)	10
------	--	----

Tabla 4-13 : Requerimientos Adicionales a evaluar de los equipos de RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

ID	Descripción
D-79	Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.
D-80	Soporte de Netflow (compatible) en hardware de al menos 512k entradas.
D-81	Soporte WCCP v2 (compatible)
D-82	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.
D-83	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE
D-84	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE
D-85	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)

4.2.3.3 Evaluación de Requerimientos Específicos

A continuación se detallan las tablas de ponderación, con los requerimientos técnicos específicos de cada RED IP:

Tabla 4-14: Ponderación para Criterio C-1 RED IP ACCESO

Ponderación para Criterio C-1 RED IP ACCESO	Nota
Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, externa por stack.	40
Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60

Tabla 4-15: Ponderación para Criterio C-1 RED IP BACKBONE

Ponderación para Criterio C-1 RED IP BACKBONE	Nota
Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP	5
Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+	5

Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	5
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Tabla 4-16: Ponderación para Criterio C-1 RED IP CORE

Nº	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales de RED IP CORE	70%	45%
Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales del Software de Administración RED IP CORE	30%	

Tabla 4-17: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP CORE

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota
Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte de Netflow (compatible) en hardware de al menos 512k entradas.	15
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Tabla 4-18: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP CORE

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota
Monitoreo y solución de problemas: Que cuente con Flujos de Trabajo integrados para solución de problemas, para poder aislarlos de manera rápida y remediarlos	20
Monitoreo y solución de problemas: Que permita la Interacción Inteligente para la creación de un requerimiento de servicio y/o búsquedas inteligentes en comunidades para solución de problemas.	20

Características y Funcionalidades: Que posea un Wizard, para: - Facilidad de Instalación y Configuración. - Buena experiencia de usuario, en el uso de la herramienta.	20
Características y Funcionalidades: Que permita el Manejo de APIs	10
Características y Funcionalidades: Que soporte sistemas operativos Windows	20
Características y Funcionalidades: Que soporte plataformas de cómputo unificadas como UCS (compatible)	10

Tabla 4-19: Ponderación para Criterio C-1 RED IP WIFI

Nº	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales - Controladores Wireless (CW) – RED IP WIFI	40%	45%
Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales - Access Point (AP) - RED IP WIFI	30%	
Sub. C-1.3	Requerimientos adicionales – Licencias para Software de Administración (SA) – RED IP WIFI.	30%	

Tabla 4-20: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota
Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	40
Debe soportar Bonjour Services para manejo de dispositivos Apple, tales como Apple TV y Apple Printer sobre distintas redes de capa 3.	20
Capacidad de poder manejar autenticaciones basadas en web que pueda servir para la autenticación de usuarios invitados. Debe de poder incluir una página web interna que pueda ser personalizada como portal de autenticación.	20
Soporte de portales de aprovisionamiento externos de cuenta de invitados que permita tener un control del manejo de cuentas por tiempos y estadísticas de la actividad del invitado en la red inalámbrica.	20

Tabla 4-21: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota

Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	40
Debe ser capaz de realizar las funciones de detección de acceso no autorizado de clientes y otros puntos de acceso inalámbricos ubicados dentro de las áreas de cobertura de la red a fin de poder implementar la funcionalidad de Wireless IPS para proteger contra amenazas e interferencia en RF. Esta funcionalidad podrá ser dedicada o compartida con la atención de conectividad de clientes.	25
Capacidad de poder trabajar de manera autónoma ante algún corte en el enlace WAN. Este cambio a autónomo de los APs no debe de cambiar la experiencia del usuario en lo siguiente: 1.- Capacidad de poder hacer switching del tráfico localmente. 2.- Capacidad de poder mantener la autenticación manteniendo los esquemas AAA (802.1x) usados para nuevos usuarios que se conecten durante el corte.	25
El equipo de acceso (AP) tiene que tener la capacidad de trabajar como celda de 3G para extender capacidades de celulares (datos) dentro de un edificio, y hacer descarga desde la red móvil externa.	10

Tabla 4-22: Ponderación para Sub-factor C-1.3 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.3	Nota
Permita el diseño de la red. Publicar e Implementar flujo de trabajo, para una supervisión controlada.	50
Permita diseñar umbrales y que gatillen alarmas.	25
Permita completar de forma instantánea con toda la información básica: 1.- El site (el área) y su panel de control. 2.- Configuración lógica (aplicaciones) y su panel de control. 3.- Configuración de incidentes y su panel de control. 4.- Panel de rendimiento de los dispositivos. 5.- Medidas de cuantificación de experiencia de usuario final.	25

Tabla 4-23: Ponderación para Criterio C-1 RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales de RED IP B850	70%	45%

Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales del Software de Administración (Licencias) RED IP B850	30%	
-------------------	---	-----	--

Tabla 4-24: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP B850

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota
Informe de Rendimiento y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte de Netflow (compatible) en hardware de al menos 512k entradas.	15
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Tabla 4-25: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP DISTRIBUCIÓN B850 (Licencias)

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota
Permita el Diseño de la red. Publicar e implementar flujo de trabajo, para una supervisión controlada.	50
Permita diseñar umbrales y que gatillen alarmas.	25
Permita completar de forma instantánea con toda la información básica: 1.- El site (el área) y su panel de control. 2.- Configuración lógica (aplicaciones) y su panel de control. 3.- Configuración de incidentes y su panel de control. 4.- Panel de rendimiento de los dispositivos. 5.- Medidas de cuantificación de experiencia de usuario final.	25

4.3 RESULTADO DE LA METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

Las licitaciones en su confección siguieron las buenas prácticas ya explicadas, y en su ejecución siguieron los procedimientos del sitio de mercado público (Ministerio de Hacienda, 2019), la cual es una plataforma de gestión integral de las licitaciones. La Figura 4-12, muestra el panel principal de gestión:

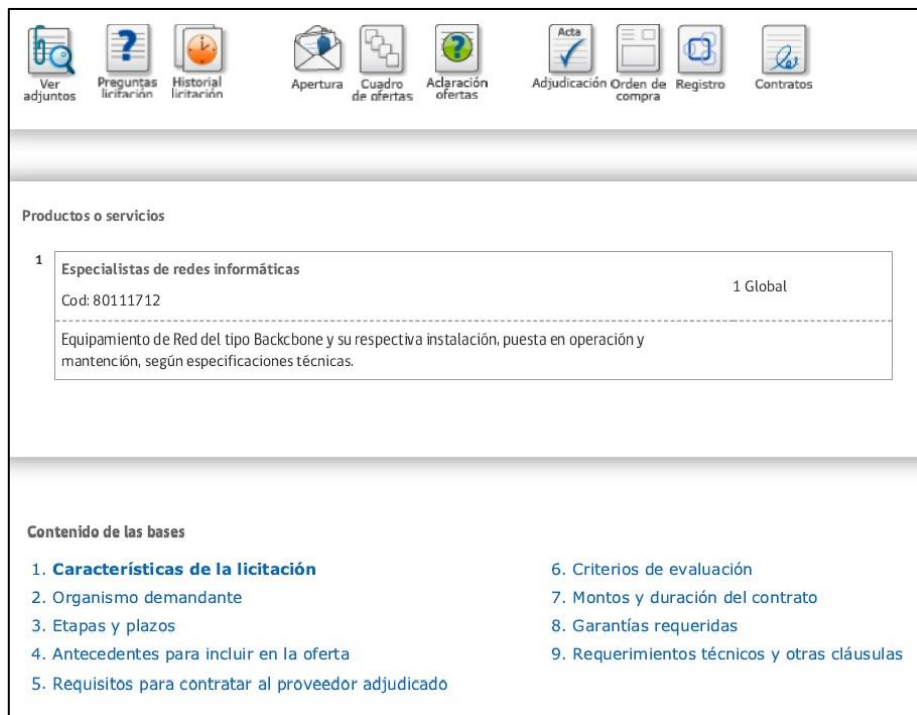


Figura 4-12: Panel de Control Sitio Mercado Público

La información de cada licitación fue gestionada por la plataforma de mercado público, destacando:

- Identificación de la licitación: ID.
- Breve glosa. Por ejemplo: “Adquisición de equipamiento del tipo Acceso”.
- Preguntas y respuestas de la licitación.
- Historial de la licitación.
- Apertura de ofertas.
- Cuadro de ofertas.
- Aclaración de ofertas.
- Acta de adjudicación.
- Orden de compra.
- Contratos.

4.3.1 Adjudicación

Una vez realizada las evaluaciones y confirmados los puntajes de cada proveedor, se realiza el acta de adjudicación, la cual debe contener:

- Identificación de la licitación: ID.
- Fecha.
- Vistos: Ámbito legal.
- Considerando: Todas los oferentes y sus evaluaciones, aceptación o rechazo.
- Resuelvo: Oferta aceptada y ofertas rechazadas.
- Identificación del Demandante/Contacto.
- Datos de la Adquisición: ID, Descripción, Monto y otros.

La Figura 4-13, muestra el Acta de Adjudicación de una de las licitaciones

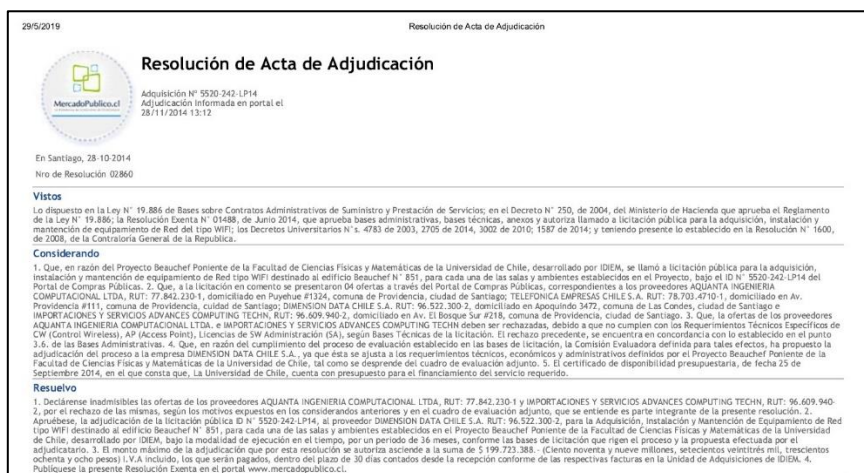


Figura 4-13: Acta de Adjudicación

4.3.2 Pruebas Funcionales

Cada una de las licitaciones observaron el ciclo de vida del proyecto, realizando pruebas funcionales en cada uno de sus sub-componentes de red.

Las pruebas funcionales fueron formalizados en planillas con las firmas del proveedor y el cliente. Cada elemento de red o sub-sistema testeado debe considerar los siguientes ítems:

#	Item
1	Prueba
2	Sub-Prueba

3	Objetivos
4	Diagrama de Red
5	Condiciones Previas
6	Pasos de la Prueba
7	Anticipo de resultados
8	¿Prueba completada?
9	Notas
10	Fecha/Hora
11	Firmas

4.3.3 *Puesta en Marcha*

La puesta en marcha de cada una de las Redes IP del Campus se realizó una vez finalizados y completados con éxito todas las pruebas funcionales.

La estrategia fue poner en marcha todas las nuevas redes IP, en el siguiente orden: Core, Backbone, Acceso y finalmente la red WiFi. Una vez operativas todas las redes, se inició la integración con las redes antiguas, de manera de acceder a los servidores y servicios de red; RADIUS, LDAP, DNS, Internet y otros.

Una vez realizada la integración de todos los servicios y ya operativo el Campus Beauchef 851, el equipo de proyecto se enfocó en la integración del Campus Beauchef 850, con los equipos denominados “Distribución 850” y luego al despliegue de la nueva red en los Departamentos. El primero en desplegar el nuevo diseño al interior fue el Departamento de Ingeniería Eléctrica y luego el Departamento de Geofísica.

La implementación paulatina (en marcha blanca), permitió corregir, estabilizar y/o reconfigurar componentes de la infraestructura sin afectar los servicios de los usuarios beneficiados con las nuevas plataformas. La comunidad usuaria de las nuevas Redes de Campus, manifestaron de inmediato su satisfacción ante una clara mejoría en las velocidades hacia los servicios y servidores de la facultad.

Dada la experiencia, podemos afirmar que es de gran importancia y utilidad para los proyectos de implementación de tecnología de redes, la correcta aplicación de **marcha blanca** en cada uno de los sistemas y sub-sistemas de la plataforma.

4.3.4 Documentación Definitiva y Cierre de los proyectos de las Redes de Campus en la FCFM

La documentación definitiva da el paso al cierre de cada proyecto dentro de la gestión de ciclo de vida.

- Registro de los activos: Hardware, Software, Licencias y Servicios.
- Registro de configuraciones: Toda las configuraciones lógicas y físicas fueron documentadas y entregadas en formato digital.
- Toda la información técnica relevante de la infraestructura física de red: Certificación de fibras ópticas y cables UTP, planos “As-Built” de cableado en el campus, rotulación de cabeceras de fibra ópticas y cabeceras de cableado UTP.
- Planos “As-Built” de la instalación de los equipos de red (Acceso, Core, Backbone, Distribución 850, Controladores WiFi y todas las antenas WiFi).

Nota importante: Mucha de esta documentación, es de carácter confidencial, por razones de seguridad de la infraestructura.

Capítulo 5

Discusión

En este capítulo se analiza la aplicación de la metodología, la validación de los resultados prácticos en las licitaciones realizadas, alcance e impacto de los resultados obtenidos y el valor agregado para el Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) y las proyecciones del trabajo de tesis.

5.1 Metodologías Utilizadas

Las **metodologías de diseño** de Redes de Campus, basadas en el modelo jerárquico de Redes fueron aplicada completamente (Acceso, Distribución y Núcleo). El nivel de distribución distingue al Campus Beauchef 850 (Equipos Distribución 850) y al Campus Beauchef 851 (Equipos Backbone 851).

Dado que la licitación de los equipos del Campus Beauchef 850 (año 2017) fue posterior a la licitación de Beauchef 851 (año 2015), los equipos adjudicados fueron más modernos (Switches Cisco 6807 versus los 6509 de la primera licitación), sin embargo el texto de la licitación fue el mismo utilizado para el Backbone 851.

En todas **las licitaciones, se utilizó el mismo marco conceptual** descrito en la tesis (Bases Técnicas, Bases Administrativas y Evaluación).

Finalmente, todas las licitaciones consideraron la aplicación de las **metodologías de implementación** de los proyectos dentro de un proceso de ciclo de vida, desde inicio a fin, con tal de realizar una implementación rápida y efectiva.

5.2 Validación Práctica de las Metodologías

Las metodologías de diseño de Redes de Campus fueron íntegramente validadas para todas las ofertas de los proveedores y marcas tecnológicas, pues se apegaron al modelo de tres niveles y a las características de modularidad del equipamiento.

El mercado de las tecnologías de redes pudo haber ofertado otras soluciones, tales como un modelo colapsado, o redes definidas por software. Sin embargo, no lo hicieron, dado el gran conocimiento y madurez del modelo planteado.

Las metodologías de procesos de licitaciones, también fueron validadas, tanto en el mercado público (www.mercadopublico.cl) como en la respuesta concreta de los proveedores al presentar sus ofertas. Además, ya se indicó que el mismo RFP fue utilizado el año 2017 y 2015, obteniendo en ambos casos respuestas favorables del mercado y además, equipos de distribución más modernos. Este hecho es un gran validador de la estructura y estrategia seleccionada.

Las metodologías de instalación y puesta en marcha de proyectos tecnológicos, fueron validadas en la entrada de operación de cada una de las Redes de Campus, actualmente operativas en la FCFM.

5.3 Alcance e Impacto de los Resultados Obtenidos

La tesis de grado plantea una propuesta innovadora para el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile, entregando un nuevo enfoque práctico y orientado a la industria.

Es importante mencionar que el trabajo de tesis tiene amplias proyecciones en el plano investigativo, pues la habilitación de una Red de Campus constituye una excelente plataforma para nuevos trabajos de Magíster y Doctorado, por ejemplo: validación de modelos teóricos simulados con herramientas como MATLAB, medición de calidad de servicio, integración de IPTV y otros servicios IP.

En conjunto con los profesores del MIRC (Magíster en Ingeniería de Redes de Comunicaciones) del DIE se planifica incorporar los contenidos y experiencias en las futuras versiones del Postítulo en Tecnologías de Información, Comunicaciones, automática y robótica

(TICar) para las Smart Cities (en proceso de formulación a partir de las experiencias previas con el Postítulo en Internetworking, el MIRC y el Centro de Entrenamientos con Laboratorios LTE de Huawei para la Industria).

En resumen, el trabajo de grado es un aporte importante a los profesores, alumnos y futuros ingenieros eléctricos que deseen profundizar en las tecnologías de Redes de Campus y los servicios soportados por ellas. Además, lleva a un plano práctico y concreto estos conocimientos en documentos de licitaciones exitosas orientados a la industria de las tecnologías de las comunicaciones.

5.4 Valor Agregado para el DIE

El principal valor agregado para el Departamento de Ingeniería Eléctrica, consiste en que el material de la tesis da pie para futuros cursos a ser impartidos en el área de pre y postítulo, diplomado y magíster profesional. Futuros cursos basados en la información de la tesis y en las diez (10) presentaciones (clases) elaboradas en Microsoft Power Point.

Además de la aplicabilidad de las metodologías presentadas y empleadas, la tesis tiene dos importantes rutas de proyección, a saber:

- **Ruta Investigativa:** Para realizar futuras tesis de Magíster Profesional, Magíster en Ciencias y/o Doctorados, complementando la metodología para que considere aspectos que hoy no están resueltos en su totalidad o que son interesantes de investigar y publicar. Por ejemplo:
 - Monitoreo de las capacidades de enlaces y equipos en una Red de Campus.
 - Monitoreo de la seguridad de las Redes de Campus.
 - Monitoreo, obtención y análisis de la “Big Data” de tráfico y estados de una Red de Campus.
 - Apoyo en pruebas de conceptos (POC) de nuevas redes, tales como: Redes IoT, Redes Multimedia, Redes de alta velocidad para ámbitos de investigación, etc.
 - Apoyo en temas de investigación en Departamentos, tales como DCC y CMM.
 - Transparencia de los procesos y sistemas de licitaciones.
 - Otros.

- **Ruta Aplicativa:** Para complementarse con memorias de título de ingeniería o bien otras tesis de Magíster Profesional. Posibles aplicaciones de ingeniería en otros Campus, tales como: Aeropuertos, Puertos Marítimos, Faenas Mineras y Hospitales.

5.5 Valor Agregado para la FCFM

El principal valor agregado para la FCFM consiste en que el material de la tesis puede guiar a las Unidades y Departamentos en la construcción de licitaciones exitosas en plazo y forma.

Además, la tesis muestra las características de las actuales Redes de Campus de la FCFM, lo que mejorará la comprensión de esta infraestructura y podrán usarla como guía, para replicarla dentro de sus Unidades y Departamentos.

5.6 Proyecciones del trabajo de Tesis

La tesis entrega una completa información técnica de la nueva infraestructura de Redes de Campus de la FCFM. Esta información, sin duda, mejora la comprensión y permite a la comunidad, plantear iniciativas de desarrollo e investigación en:

- Cursos basados en las clases (presentaciones MS Power Point) y en el material de la misma tesis.
- Proyectos de IoT (Campus Inteligente).
- Proyectos de Big-Data (Monitoreo de “sondas” específicas).
- Proyectos de seguridad física y lógica (Correlacionadores de “LOGs”).
- Proyectos de IPTV (Multimedia).

El trabajo de tesis, también puede ser usado como una referencia y guía, para licitaciones tecnológicas.

Capítulo 6

Conclusiones

En este capítulo se describen las metas y logros, la aplicabilidad de la metodología, una propuesta para trabajos futuros y las proyecciones en la investigación.

6.1 Metas y Logros

El trabajo realizado presentó resultados satisfactorios desde el punto de vista de los objetivos propuestos en un principio, así como los que se desarrollaron a medida que este trabajo avanzó.

El material desarrollado y la aplicación de las metodologías son un reflejo del cumplimiento del objetivo de establecer una base de nociones y conocimientos tecnológicos sobre tecnologías de Redes de Campus. El análisis de la arquitectura consideró factores como: Escalabilidad, Capacidad, Velocidad, Seguridad, Calidad de servicio, Disponibilidad, Flexibilidad y Costo-efectividad que presentan las tecnologías estudiadas. En este sentido se puede decir que se logró el objetivo general de la tesis (presentación del tema), ya que se seleccionaron los temas más relevantes en el entendimiento de los servicios soportados por estas tecnologías.

Respecto a la gestión de proyectos, desde la elaboración de las licitaciones hasta la implementación de Redes de Campus, para la FCFM, contempló la aplicación de procesos y metodologías maduras en el campo de la ingeniería de proyectos, permitiendo un desarrollo estructurado del tanto de la licitación como de la implementación del proyecto.

Un logro importante que se obtuvo en el desarrollo de este trabajo de tesis fue el material de las bases técnicas y bases administrativas de las licitaciones realizadas. Las bases técnicas contienen los requerimientos técnicos detallados de todas las Redes de Campus y las bases administrativas el complemento económico-legal a evaluar y el proceso de licitación.

6.2 Aplicabilidad de la Metodología

La tesis plantea una metodología “ágil” de ejecución de proyectos de tesis, de un Magíster Profesional, pues está basada en resultados ya obtenidos en la ejecución profesional de un desafío tecnológico y de proyecto, para finalmente, formalizarlo en un documento, estructurado, de fácil lectura, que sea de utilidad a la comunidad interesada.

Se aplicaron los tres tipos de metodologías, con muy buenos resultados; Metodología de Diseño de Red de Campus actual de la FCFM, Metodología de Licitación validada en las cinco licitaciones ejecutadas en el mercado público y Metodología de Implementación, redes operativas y creciendo en usuarios a la fecha. Dicho lo anterior, se puede concluir que las metodologías fueron empleadas de manera adecuada y con resultados satisfactorios.

6.3 Trabajos Futuros

En esta sección se comentan los trabajos futuros que se deriven del ya realizado, de manera de dejar propuestas formas de complementar el trabajo desarrollado.

Futuros cursos basados en la información de la tesis y en las diez (10) presentaciones (clases) elaboradas en Microsoft Power Point.

El trabajo puede ser complementado, desde los puntos de vista teórico y práctico utilizando simulaciones con herramientas como MATLAB, validando modelos con los datos empíricos obtenidos en las Redes de Campus.

Montar Red IoT para Campus Inteligente sobre la actual Red de la FCFM, considerando la misma metodología de licitación, diseño e implementación.

Apoyo a iniciativas de desarrollo e investigación en;

- Proyectos de Big-Data, instalando “sondas” específicas de monitoreo.
- Proyectos de seguridad física y lógica (correlacionadores de “LOGs”).
- Proyectos de IPTV (Multimedia).

6.4 Proyecciones en la Investigación

Como ya se indicó en el capítulo “Discusión”, el trabajo de tesis tiene amplias proyecciones en el plano investigativo (Magíster y Doctorado) disponiendo de una plataforma de Redes de Campus habilitada. Además, se planifica incorporar los contenidos y experiencias desarrolladas en las nuevas versiones del Postítulo de Redes de Comunicaciones del DIE y de TICar para SmartCities en preparación.

Con satisfacción, podemos concluir que el trabajo de tesis tiene continuidad.

Acrónimos - Siglas

A	AAA	Authentication Authorization and Accounting
	ACL	Access Control List
	AES	Advanced Encryption Standard
	AP	Access Point
	API	Application Programming Interface
	ARP	Address Resolution Protocol
B	BGP	Border Gateway Protocol
	bps	bits per second
C	CAN	Campus Area Network
	CAPWAP	Control And Provisioning of Wireless Access Points
	CDF	Cumulative Distribution Function
D	DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
	DNS	Domain Name Server
	DoS	Denial of Service
E	EAP	Extensible Authentication Protocol
	EAPOL	Extensible Authentication Protocol over LAN
	EAP-TLS	EAP-Transport Layer Security
	EAP-TTLS	EAP-Tunneled TLS
	EoMPLS	Ethernet over MPLS
	ERSPAN	Encapsulated remote SPAN
F	FCAPS	Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security
	FCC	Federal Communications Commission
	FFT	Fast Fourier Transform
	FTP	File Transfer Protocol
G	GRE	Generic Routing Encapsulation
H	HA	High Availability
	HTTP	Hypertext Transfer Protocol
	HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
	H-VPLS	Hierarchical Virtual Private LAN Service
I	ICT	Information and Communication Technologies
	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers

	IETF	Internet Engineering Task Force
	IGMP	Internet Group Management Protocol
	IP	Internet Protocol
	IP-SLA	Internet protocol service level agreement
	IPTV	Internet Protocol Television
	ISATAP	Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol
	IS-IS	Intermediate System to Intermediate System
	ISP	Internet Service Provider
	ITU	International Telecommunications Union
K	kbps	Kilobits Per Second
	kHz	Kilohertz
L	L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol
	L2VPN	Layer 2 Virtual Private Network
	LAN	Local Area Network
M	MAC	Media Access Control
	MAN	Metropolitan Area Network
	Mbps	Megabits Per Second
	MHz	Megahertz
	MIC	Message Integrity Check
	MIMO	Multiple Input Multiple Output
	MLD	Multicast Listener Discovery
	MP-BGP	Multiprotocol BGP
	MPLS	Multiprotocol Label Switching
	MRC	Maximal ratio combining
N	NOC	Network Operation Center
	NTP	Network Time Protocol
	NVRAM	Non-volatile random access memory
O	ODBC	Open DataBase Connectivity
	OSI	Open System Interconnection
	OSPF	Open Shortest Path First
	OTT	Over The Top
P	PEAP	Protected Extensible Authentication Protocol
	PHY	Physical Layer
	PMBOK	Project Management Body of Knowledge
	PMI	Project Management Institute
	PoC	Push to talk over Cellular

	PoE	Power over Ethernet
	PPDIOO	Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize
	PS	Packet Switched
	PSTN	Public Switched Telephone Network
Q	QoE	Quality of Experience
	QoS	Quality of Service
R	RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
	RF	Radio Frequency
	RFC	Request for Comments
	RFI	Request for Information
	RFP	Request for Proposal
	RIP	Routing Information Protocol
	RIPng	RIP New Generation
	RMON	Remote Network MONitoring
	RRM	Radio Resource Management
S	SFP	Small Form-Factor Pluggable Transceptor
	SGACL	Security Group ACL
	SIP	Session Initiation Protocol
	SMS	Short Message Service
	SNMP	Simple Network Management Protocol
	SNR	Signal to Noise Ratio
	SOC	Security Operation Center
	SPAN	Switch port Analyzer
	SSH	Secure Shell
	SSID	Service Set Identifier
T	TACACS	Terminal Access Controller Access Control System
	Telnet	Telecommunication Network
	TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
U	uRPF	Unicast Reverse Path Forwarding
	UTP	Unshielded twisted pair
V	VLAN	Virtual LAN
	VoIP	Voice over Internet Protocol
	VPLS	Virtual Private LAN Service
	VPN	Virtual Private Network
	VRF	Virtual Routing and Forwarding
	VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol

	VSS	Virtual Switching System
W	WAN	Wide Area Network
	WAP	Wireless Application Protocol
	WCCP	Web Cache Control Protocol
	WEP	Wired Equivalent Privacy
	Wi-Fi	Wireless Fidelity
	WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
	WMM	Wi-Fi Multimedia
	WPA	Wi-Fi Protected Access

Bibliografía

- amp. (2019). Obtenido de <https://www.apm.org.uk/resources/what-is-project-management/>
- Cisco. (2019). *Community.Cisco.com*. Obtenido de <https://community.cisco.com/t5/networking-documents/campus-network-design-guideline/ta-p/3140160>
- CiscoPress. (5 de Abril de 2011). Obtenido de <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=1697888&seqNum=2>
- CiscoPress. (2016). *CCNA Routing and Switching 200-125 Official Cert Guide Library*. Indianapolis: CiscoPress.
- CiscoPress. (23 de Agosto de 2016). *Network Computing*. Recuperado el Mayo de 2019, de <https://www.networkcomputing.com/data-centers/campus-network-design-models>
- Conlan, P. J. (2009). *Cisco Network Professional's Advanced Internetworking Guide*. Wiley.
- Conran, M. (2018). *networkworld*. Obtenido de <https://www.networkworld.com/article/3281447/a-new-era-of-campus-network-design.html>
- Ghein, L. D. (2006). *MPLS Fundamentals*. CiscoPress.
- Jarafi, A. (13 de Abril de 2015). *SlideShare*. Recuperado el mayo de 2019, de <https://www.slideshare.net/amirkhanjafari/network-design-46956357>
- Karumanchi, N. (2014). *Elements of Computer Networking: An Integrated Approach (Concepts, Problems and Interview Questions)*.
- Koch, S. (2011). *Multi-Disciplinary Advancement in Open Source Software and Processes*. IGI.
- Kuo, F. F. (11 de 8 de 1981). *Computer Networks-The ALOHA System*. Recuperado el 28 de 5 de 2019, de https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/jres/086/jresv86n6p591_A1b.pdf
- Macías, E. S. (2014). *Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao*. Recuperado el Mayo de 2019, de

- https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16518/MASTER_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Metz, C. (13 de 3 de 2009). *Ethernet — a networking protocol name for the ages*. Recuperado el 28 de 5 de 2019, de https://www.theregister.co.uk/2009/03/13/metcalfe_remembers?page=2
- Miller, P. (2009). *TCP/IP - The Ultimate Protocol Guide*. Universal Publishers.
- Minei, I., & Lucek, J. (2011). *MPLS-Enabled Applications: Emerging Developments and New Technologies*. Wiley.
- Ministerio de Hacienda, G. d. (Junio de 2019). *Mercado Publico*. Obtenido de <https://www.mercadopublico.cl/Home>
- Narbik Kocharians, P. P. (2014). *CCIE Routing and Switching v5.0*. Cisco Press.
- Negus, C. (2011). *Linux Bible 2011 Edition: Boot Up to Ubuntu, Fedora, KNOPPIX, Debian, OpenSUSE*. John Wiley & Sons.
- Odom, W. (2011). *CCENT/CCNA ICND1 640-822 Official Cert Guide*. Cisco Press.
- PMI. (2017). *GUÍA DEL PMBOK*. Project Management Institute.
- Prasad, A., Buford, J., & Gurbani, V. (2011). *Advances in Next Generation Services and Service Architectures*. River Publishers.
- Rooney, T. (2011). *IP Address Management Principles and Practice*. IEEE 2011.
- Ruckus. (2019). *ruckuswireless*. Obtenido de <https://webresources.ruckuswireless.com/pdf/other/campus-design-guide.pdf>
- Tanenbaum, A. S. (2010). *Computer Networks* (5th edition ed.). Boston, MA, United States.
- UIT-T. (11 de 2001). *UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES*. Recuperado el Mayo de 2019, de www.itu.int

Anexos - Apéndices

Contiene el complemento de los antecedentes de las tecnologías de Redes de Campus, los antecedentes teóricos de redes (se entrega el material docente de 10 módulos de instrucción), el complemento los antecedentes de las tecnologías de Redes de Campus y los resultados prácticos de las licitaciones realizadas (Bases Técnicas, Bases Administrativas, Evaluación y Adjudicación).

Anexo 1: RC - Redes de Campus

RC.1 Antecedentes de Modelos de Referencia

(7)	Capa de Aplicación
(6)	Capa de Presentación
(5)	Capa de Sesión
(4)	Capa de Transporte
(3)	Capa de Red
(2)	Capa de Enlace de Datos
(1)	Capa Física

Figura RC.1-1: Modelo de Capas OSI

Aplicaciones (HTTP, SMTP, etc.)	Aplicaciones (RTP, DNS, etc.)
TCP	UDP
IP	
ETHERNET	

Figura RC.1-2: Modelo TCP/IP

El modelo OSI (Figura RC.1-1) es un modelo teórico, por lo que solo establece funciones que corresponden a un nivel en particular, y no implementaciones prácticas de dichas funciones en la forma de protocolos de comunicación.

Por otro lado, existen modelos prácticos o de facto, en los cuales una serie de protocolos de comunicación funcionales que corresponden a una determinada tecnología de red son ordenados en un modelo o arquitectura jerárquica, de manera análoga al modelo OSI, pero cumpliendo solo las funciones mínimas requeridas por dicha tecnología. El más conocido de estos modelos es el TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) (Miller, 2009).

Las Redes de Campus ocupan un lugar prominente en el desarrollo de la arquitectura TCP/IP, la cual fue creada como parte de las investigaciones asociadas a ARPANET, un proyecto conjunto del Departamento de Defensa de los EEUU y varias universidades y empresas de dicho país, que se extendió entre mediados de la década del 60 y finales de la década del 80 pasadas.

La arquitectura debe su nombre a los protocolos más importantes diseñados para la misma. El set de protocolos básico fue completado hacia finales de los años 70, logrando los objetivos planteados de fiabilidad (existen múltiples caminos en una red) y modularidad (nuevas adiciones o modificaciones a protocolos existentes no implican cambios sobre las partes existentes). Este set básico es mostrado en la Figura RC.1-2.

Los niveles o capas fundamentales de TCP/IP son los siguientes:

- **Ethernet o Físico:** engloba funciones definidas en la capa física y de enlace de datos del modelo. Típicamente estas funciones están agrupadas en las definiciones de Ethernet, aunque pueden emplearse otro tipo de protocolos o tecnologías como PPP (Point-To-Point Protocol).
- **IP:** nivel que cumple las funciones principales definidas en el nivel de red del modelo OSI, tales como direccionamiento y enrutamiento, y que son implementada por el protocolo IP, que le da nombre a esta capa.
- **Transporte:** nivel en el que se implementan las funciones posibles para un nivel de transporte, según las definiciones del modelo OSI. Puede ser implementado principalmente

mediante los protocolos TCP (para un servicio de transporte confiable, orientado a la conexión) o UDP (User Datagram Protocol, para un servicio no confiable, no orientado a la conexión).

- **Aplicación:** en este nivel se incluyen las funciones que sean necesarias para un servicio determinado, entre aquellas definidas en los niveles superiores del modelo OSI (Sesión, Presentación y Aplicación), y es implementado por un protocolo específico para cada servicio (p.e. HTTP para un servicio web, SMTP para un servicio de correos, etc).

Una correcta comprensión de los modelos jerárquicos de redes es imprescindible para el despliegue adecuado de Redes de Campus, considerando las tecnologías físicas que serán empleadas y los servicios a proveer, y su relación con una arquitectura TCP/IP.

RC.2 Metodologías de Caracterización de Servicios IP en Redes de Campus

La Calidad de Servicio se refiere mayormente a las capacidades entregadas por una red operativa, distintos usuarios de la red pueden percibir dicha calidad de distinta forma, de acuerdo con preconcepciones propias y otros factores particulares. En este sentido, el foco en los últimos años es estudiar la Calidad de Experiencia, más allá de la Calidad de Servicio. La Calidad de Experiencia (Quality of Experience o QoE) corresponde a la QoS que percibe el cliente, considerando factores subjetivos adicionales al propio funcionamiento de la red y orientada a evaluar la satisfacción de este.

En la Recomendación G.1080 se ofrece una caracterización de la Calidad de Experiencia, tomada como suma entre los parámetros que determinan la Calidad de Servicio y factores humanos. En la Figura RC.2-1, se muestra la clasificación ofrecida en dicha recomendación para los factores que afectan la QoE (Macías, 2014).

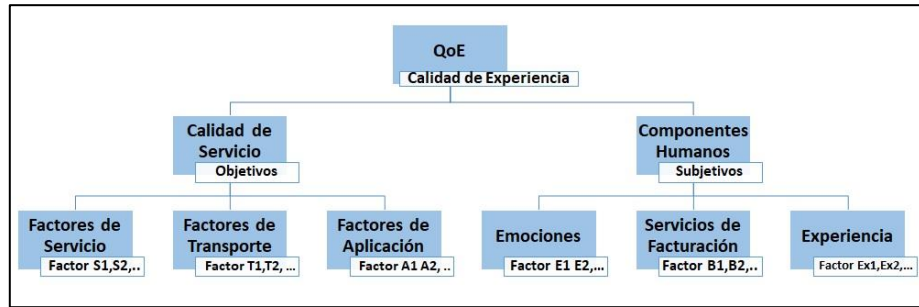


Figura RC.2-1: Clasificación de Factores que afectan la QoE según la Recomendación G.1080 de la ITU

En un entorno multiservicio, como es el caso de las CAN, para garantizar una Calidad de Servicio y de Experiencia adecuadas, es necesario realizar una clasificación de servicios, de acuerdo a sus necesidades, que priorice aquellas comunicaciones con restricciones de latencia o fiabilidad para su correcto funcionamiento. Existen varias clasificaciones propuestas en este sentido, las que consideran distintos factores, principalmente la tolerancia a fallos, y los requerimientos de throughput y demora extremo-extremo. Uno de los modelos de clasificación de servicios en redes IP es el ofrecido por la ITU en la Recomendación G.1010, el cual se presenta en la Tabla RC.2-1, a continuación.

Tabla RC.2-1: Clasificación de Servicios propuesta en la Recomendación G.1010 de la ITU

Tolera Errores	Voz en conversación y videos	Mensajería vocal/video	Audio/Video en tiempo real	Fax
NO Tolera Errores	Modo dirigido/control Ejemplos: Telnet, Juegos interactivos	Transacciones Ejemplos: Comercio Electrónico, Navegación en la Web, Correo Electrónico.	Mensajería, descarga Ejemplos: FTP, Imagen fija	Servicio de soporte Ejemplo: Usenet
Modo Retardo	Interactivo (Retardo << 1 s)	Pronta respuesta (Retardo ~ 2 s)	Oportuno (Retardo ~ 10 s)	No crítico (Retardo >> 10 s)

RC.3 Antecedentes Teóricos de Comunicaciones

Los antecedentes teóricos revisados, fueron documentados en diez (10) módulos de instrucción como material de presentaciones, sumando un total de 799 láminas

Las presentaciones, se anexan en un **PenDrive** en la presente tesis.

Los módulos y sus objetivos son los siguientes:

1.- Módulo: Fundamentos de TCP/IP

El objetivo específico del módulo de instrucción es nivelar los conocimientos de la suite de protocolos TCP/IP en los alumnos, relativos a los temas de: Arquitectura, Direccionamiento, ARP, ICMP, Capa de Transporte, Protocolos, Servicios y Aplicaciones.

2.- Módulo: Fundamentos de Ruteo

El objetivo específico del módulo de instrucción es nivelar los conocimientos de los Principios de Ruteo en los alumnos, relativos a los temas de: Fundamentos, Clasificación de los Protocolos, Ruteo estático y Ruteo por defecto.

3.- Módulo: Protocolos de Ruteo

El objetivo específico del módulo de instrucción es entregar elementos sobre Protocolos de Ruteo relativos a los protocolos RIP, IGRP, EIGRP, OSPF y BGP.

4.- Módulo: MPLS

El objetivo específico del módulo de instrucción es entregar conocimientos de MPLS relativos a los temas de: Motivación, Conceptos básicos, Etiquetas MPLS, Aplicaciones, VPN y AToM.

5.- Módulo: Servicios ISP

El objetivo específico del módulo de instrucción es entregar conocimientos sobre Servicios ISP relativos a los temas de: TCP o UDP, DNS, DHCP, HTTP y HTTPS, Proxy, FTP y FTPS, TFTP y E-mail.

6.- Módulo: Ambientes Abiertos

El objetivo específico del módulo de instrucción es conocer los Ambientes Abiertos y Estrategias en que se desarrolla la Industria de ISP relativos a temas como Software Open Source, Mejores Prácticas e Internet Overbooking.

7.- Módulo: Operadores Convergentes

El objetivo específico del módulo de instrucción es conocer el despliegue de Arquitecturas Convergentes y Redes Backhaul por parte de los Operadores Convergentes de Telecomunicaciones.

8.- Módulo: Telefonía

El objetivo específico del módulo de instrucción es nivelar los conocimientos de teoría de comunicaciones en los alumnos, con respecto a los temas de: Telefonía Tradicional, Telefonía IP y Transporte de Voz en la Telefonía IP.

9.- Módulo: Señalización en Telefonía IP

El objetivo específico del módulo de instrucción es entregar conocimientos sobre señalización para Telefonía IP, abordando temas como: H.323, SIP, MEGACO, transporte de señalización de la PSTN en IP y ejemplos de implementaciones de Telefonía IP.

10.- Módulo: Calidad de Servicio

El objetivo específico del módulo de instrucción es entregar conocimientos acerca de Calidad de Servicio, incluyendo aspectos tales como: conceptos básicos, MOS, parámetros que inciden en el QoS, modelos de QoS y arquitecturas de QoS.

RC.4 Antecedentes de Diseño de Redes de Campus

Pregunta de diseño: **¿Cuándo se requiere el bloque central (CORE)?**

Un núcleo (CORE) proporciona la capacidad de escalar el tamaño de la red del campus universitario de una manera estructurada que minimiza la complejidad general cuando aumenta el tamaño de la red (bloques de distribución de campus múltiples) y la cantidad de interconexiones que vinculan los bloques funcionales del campus múltiple aumenta significativamente

(normalmente conduce a complejidades físicas y de plano de control), como se muestra en la Figura RC.4-1. Es decir, no todos los diseños requieren un núcleo.

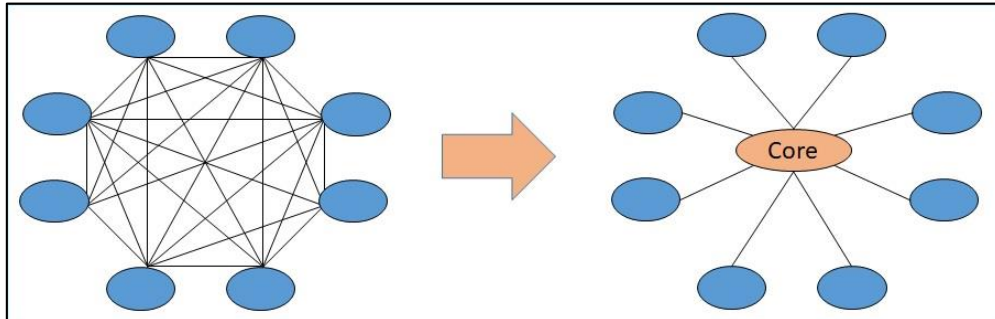


Figura RC.4-1: Conectividad de Red sin CORE y con CORE

Además de las consideraciones técnicas (escalabilidad, capacidad, velocidad, seguridad, calidad de servicio, disponibilidad, flexibilidad), el diseño de red debe estar orientado a los requerimientos de la actividad propias del negocio con una visión de futuro (costo-efectividad). Los factores que influyen en la selección y diseño de la arquitectura de red de dos niveles frente a la de tres niveles es la naturaleza del sitio o red y su potencialidad de crecer en el futuro (sucursal remota, sede central regional, secundaria o principal).

RC.4.1 Modelo de Diseño de niveles Distribución y Acceso:

Técnicamente, cada modelo de diseño tiene diferentes atributos de redes y se deben comprender sus características para poder elegir y aplicar el modelo más factible basado en los requisitos de diseño.

A continuación se describen tres modelos de diseño primarios comunes para el nivel de Acceso y el nivel de Distribución. La principal diferencia entre estos modelos es dónde se colocan los límites de capa 2 (layer 2) y capa 3 (layer 3) y cómo se manejan los servicios de puerta de enlace:

- **Modelo clásico, basado en STP:** este modelo es la forma clásica o tradicional de conexión del nivel Acceso al nivel Distribución en la red de campus. En este modelo, los switches de

nivel de Acceso usualmente operan solo en modo capa 2 (layer 2), y los switches de Distribución operan en los modos capa 2 y capa 3. La principal limitación de este modelo de diseño es la dependencia del Spanning Tree Protocol (STP) First Hop Redundance Protocol (FHRP). Presenta tiempos altos de convergencia en caso de falla de un equipo.

- **Acceso Enrutado:** en este modelo de diseño, los switches del nivel de Acceso actúan como nodos enrutadores (Routers) de capa 3, proporcionando tanto el reenvío de capa 2 como el de capa 3. Es decir, el punto de demarcación entre la capa 2 y la capa 3 se mueve desde el nivel de Distribución al nivel de Acceso. En base a eso, los enlaces troncales de capa 2 desde el Acceso a la Distribución se reemplazan por enlaces “enrutados” de punto a punto en capa 3, como se muestra en la Figura RC.4-2.

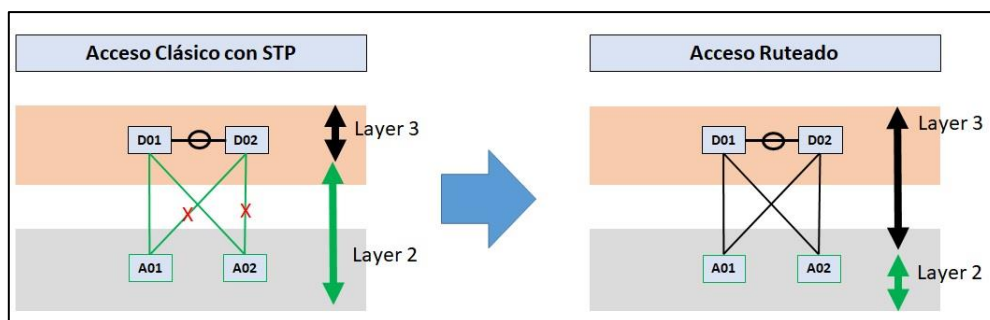


Figura RC.4-2: Nivel Acceso con STP v/s Ruteado

- **Clusterización de equipos switches:** En inglés “switching clustering” es el modelo de diseño que proporciona simplicidad y flexibilidad en comparación con los otros modelos (basado en STP y nivel Acceso enrutado). Al introducir el concepto de agrupamiento de switches en los diferentes módulos funcionales de la arquitectura de redes de campus empresarial, se ofrece un mayor nivel de resiliencia de nodos y rutas, junto con una red significativamente optimizada y tiempos de convergencia menores. La Figura RC.4-3, representa la conectividad física, y la vista lógica de esta arquitectura, que se basa en el diseño de “clusterización de equipos switches” en toda la red de campus.

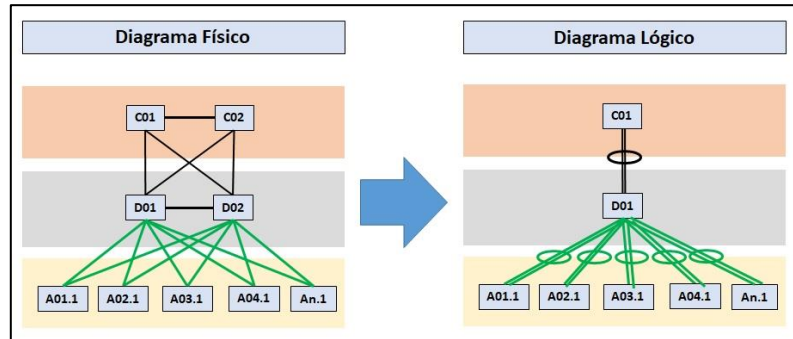


Figura RC.4-3: Concepto de Cluster de Switches

La Tabla RC.4-1, compara los tres modelos de conectividad de los niveles Acceso – Distribución revisados:

Tabla RC.4-1: Comparación de los tres modelos de conectividad Acceso – Distribución desde diversos criterios de Diseño

Criterio de Diseño	Modelo clásico, basado en STP	Modelo de Acceso Ruteado	Modelo de Cluster de Switches
Flexibilidad del diseño	Limitada (depende de la topología de red)	Limitada (El Acceso en Capa 2, puede requerir superposición de switches)	Flexible
Escalabilidad	Soporta escalabilidad, pero limitada a la topología	Es escalable	Es escalable, pero limitado a un cluster de pares de equipos.
Servicios de Gateway de Capa 3	Nivel de distribución usualmente basado en FHRP	Nivel de Acceso con capacidad de Capa 3	Nivel de Distribución puede o no puede requerir FHRP
Agregación de enlaces en múltiples equipos (mLAG)	No soportado	No soportado (confía en Capa 3 ECMP)	Soportado
Tiempo de convergencia en Niveles Acceso y Distribución	Depende de los tiempos de STP y FHRP (relativamente lento)	Depende del protocolo de Gateway interior (IGP) comúnmente rápido	Rápido
Complejidad Operacional	Complejo (trata con múltiples protocolos de control); STP, FHRP	Moderado (sin embargo requiere gran experiencia en el diseño de redes enrutadas)	Simple

Algunas tecnologías de “switching clustering”, tales como Cisco Nexus vPC, usan FHRP (Protocolo de enrutador de espera en caliente HSRP “Hot Standby Router Protocol”). Sin embargo,

desde el punto de vista del plano de tráfico, ambos switches envían tráfico, a diferencia del comportamiento clásico, que se basa en *standby* (sin actividad) y activo (CiscoPress, 2016).

RC.4.2 Virtualización de Redes de Campus

La virtualización en TI generalmente se refiere al concepto de tener dos o más instancias de un componente o función del sistema, como un sistema operativo, servicios de red o aplicaciones. Normalmente, estas instancias están representadas en una manera lógica virtualizada en un lugar físico.

La virtualización generalmente se puede clasificar en dos modelos principales:

- **Muchos a uno:** en este modelo, varios recursos físicos aparecen como una única unidad lógica. El ejemplo clásico de la virtualización de muchos a uno es el clustering de switches. Además, el clúster de firewall y FHRP con una única IP virtual (VIP) que representa y es la frontera (front-end) de un par de nodos de red ascendentes físicos (switches y routers) puede considerarse como otros ejemplos del modelo de virtualización de muchos a uno.
- **Uno a muchos:** en este modelo, un solo recurso físico puede aparecer como muchas unidades lógicas, como al virtualizar un servidor x86, donde el software llamado hipervisor (en inglés hypervisor) aloja múltiples máquinas virtuales (VM) y se ejecutan en el mismo servidor físico. El concepto de virtualización de funciones de red (NFV) también se puede considerar como un modelo de sistema de virtualización de uno a muchos.

RC.4.3 Elementos de diseño de virtualización de red

La Figura RC.4-4, muestra los principales elementos de diseño de virtualización de red de extremo a extremo, y son los siguientes:

- **Control de borde:** este elemento representa el punto de acceso a la red. Típicamente, es un acceso del computador del usuario final (por cable o inalámbrica) a la Red donde se mapea a la red física y lógica utilizando VLAN.

- **Virtualización del transporte:** este elemento representa la ruta de transporte que llevará diferentes redes virtualizadas sobre una infraestructura física común, como una tecnología de superposición tal como un túnel de encapsulación de enrutamiento genérico (GRE, Generic Routing Encapsulation).
- **Virtualización de servicios:** este elemento representa la extensión de la virtualización de red. Es un Concepto al borde de los servicios, que pueden ser servicios compartidos entre diferentes grupos aislados lógicamente, como un enlace de Internet o un servidor de archivos ubicado en los Data Center al que solo debe acceder un grupo lógico.

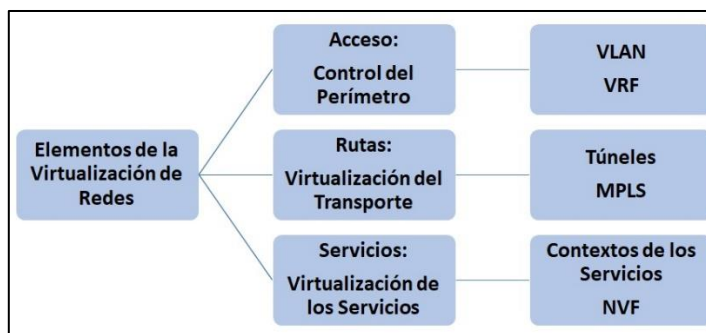


Figura RC.4-4: Elementos de Virtualización de Redes

RC.4.4 Modelos de implementación de virtualización de redes empresariales

Visto los elementos considerados fundamentales para crear la virtualización de la red dentro de la arquitectura de red de campus, este apartado describe cómo se pueden usar estos elementos con diferentes técnicas de diseño y enfoques para implementar la virtualización de red en todo el Campus, las cuales son comparadas.

La virtualización de la red se puede clasificar en los siguientes tres modelos principales, cada uno de los cuales cuenta con técnicas que pueden servir a diferentes requerimientos:

- Virtualización de dispositivos
- Aislamiento del camino/ruta
- Virtualización de servicios

Virtualización de dispositivos:

También conocida como partición de dispositivos, la virtualización de dispositivos representa la capacidad de virtualizar el plano de datos, el plano de control o ambos, en un determinado nodo/equipo de red, como un switch o un router. El uso de la virtualización a nivel de dispositivo por sí mismo ayudará a lograr la separación en la capa 2, capa 3, o ambos, en un nivel de dispositivo local. Las siguientes son las principales técnicas utilizadas para lograr la virtualización de red a nivel de dispositivo:

- **LAN virtual (VLAN):** VLAN es la técnica de virtualización de red de capa 2 más común. Se utiliza en todas las redes donde se puede dividir un solo switch en múltiples dominios lógicos de difusión de capa 2 que están virtualmente separados de otras VLANs. Se puede usar VLAN en el borde de la red para colocar un punto final en una determinada red virtual. Cada VLAN tiene su propia tabla de reenvío de MAC e instancia de spanning-tree.
- **Enrutamiento y reenvío virtual (VRF):** los VRF son conceptualmente similares a las VLAN, pero desde un plano de control y una perspectiva de reenvío en un dispositivo de capa 3. Los VRF pueden ser combinado con VLAN para proporcionar un servicio de puerta de enlace de capa 3 virtualizado por VLAN. Como se ilustra en la Figura RC.4-5, cada VLAN sobre un troncal 802.1Q se puede asignar a un sub-interfaz diferente que se asigna a un VRF único, donde cada VRF mantiene su propia instancia de enrutamiento y reenvío, para potencialmente aprovechar diferentes protocolos de enrutamiento (por ejemplo, instancia de OSPF por VRF).

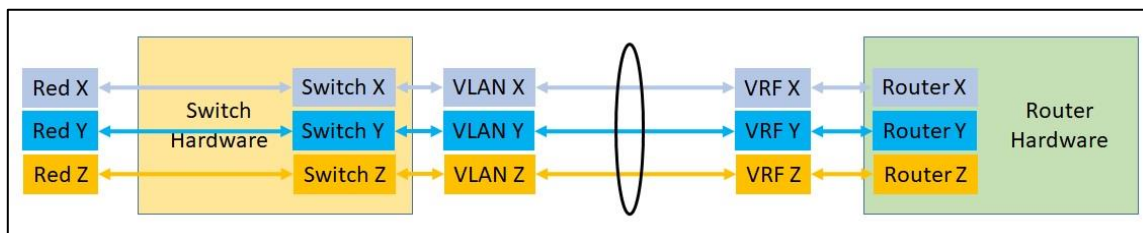


Figura RC.4-5: Ruteo Virtual y Re-envío Virtual

Aislamiento del camino/ruta:

El aislamiento de ruta se refiere al concepto de mantener el transporte de ruta lógica de extremo a extremo separada a través de la red. La separación de la trayectoria de extremo a extremo se puede lograr utilizando los siguientes enfoques de diseño principales:

- **Hop by hop:** este enfoque de diseño, como se ilustra en la Figura RC.4-6 , se basa en la implementación de extremo a extremo (VLAN + 802.1Q enlaces troncales + VRF) por dispositivo en la ruta de tráfico. Este enfoque de diseño ofrece una solución de separación de ruta simple y confiable. Sin embargo, para redes dinámicas a gran escala (gran número de redes virtualizadas), es una solución complicada de gestionar.

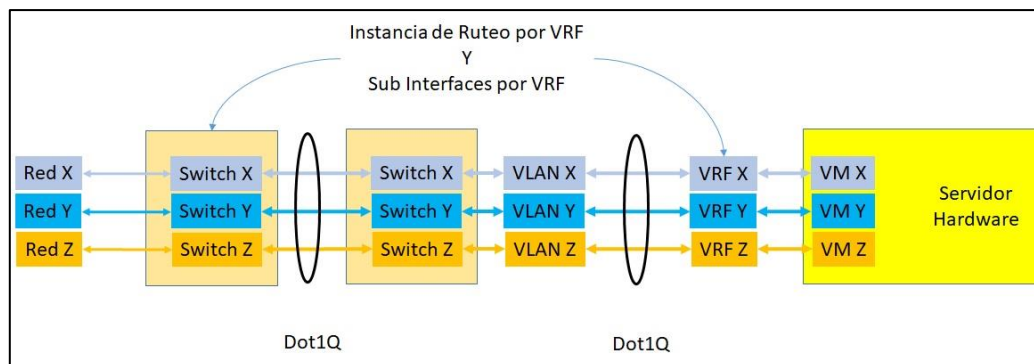


Figura RC.4-6: Camino/Ruta Virtual Hop-by-Hop

- **Multihop:** este enfoque se basa en el uso de túneles y otras tecnologías de superposición para proporcionar aislamiento de ruta de extremo a extremo y transportar el tráfico virtualizado a través de la red.

Los métodos **Multihop** probados más comunes incluyen los siguientes:

- **Tunneling:** empleando GRE o multipunto GRE (mGRE) (multipunto dinámico VPN [DMVPN]) se elimina la dependencia en la implementación de VRF de extremo a extremo y troncales 802.1Q a través de la red de campus, debido a que el tráfico “virtualizado” se llevará a través del túnel. Este método ofrece un mayor nivel de escalabilidad en

comparación con la opción anterior y con una operación más simple hasta cierto punto. Este diseño es ideal para escenarios donde solo una parte de la red necesita tener aislamiento de ruta. Sin embargo, para redes a gran escala con múltiples grupos lógicos o unidades funcionales, el enfoque de túneles puede agregar complejidad al diseño y a la operación. Por ejemplo, si el diseño requiere aislamiento de ruta para un grupo de usuarios en dos "bloques de distribución", la tunelización puede ser una buena opción, combinado con VRFs. Sin embargo, mGRE puede proporcionar el mismo transporte y ruta aislada para redes más grandes con menor complejidad operativa.

- **MPLS VPN:** Permite asimilar la red de campus a un red de proveedor de servicios (como un ISP), donde en el núcleo se implementa el protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching), de forma que los switches del nivel de distribución actúan como dispositivos de borde de proveedor (PE). En las redes de los proveedores de servicios, cada PE (en nivel de distribución) intercambiará el enrutamiento VPN a través de sesiones MP-BGP, como se muestra en la Figura RC.4-7. Además, las capacidades L2VPN se pueden introducir en esta arquitectura, como Ethernet sobre MPLS (EoMPLS), para proporcionar comunicaciones extendidas de capa 2 a través de diferentes bloques de distribución si es necesario. Con este enfoque de diseño, la virtualización de extremo a extremo y la separación de tráfico se puede simplificar la operación, alcanzando un alto grado de escalabilidad (Ghein, 2006).

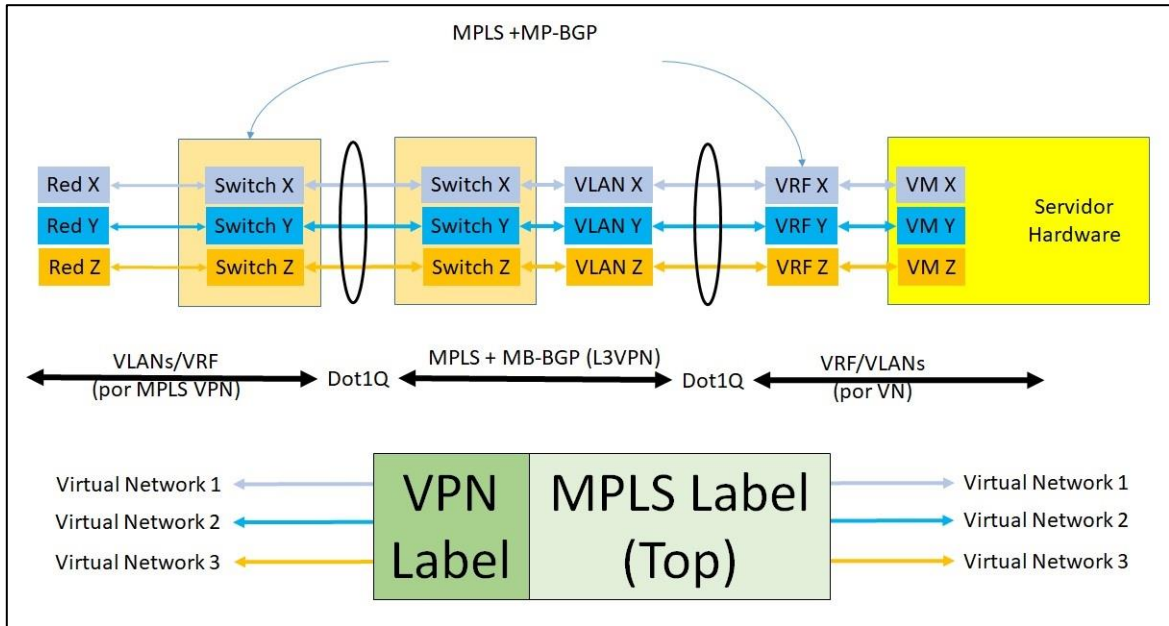


Figura RC.4-7: Virtualización de Camino/Ruta basado en MPLS VPN

Virtualización de los Servicios:

Uno de los principales objetivos de la virtualización de los servicios, es separar el acceso a ellos en diferentes grupos lógicos, en grupos de usuarios y en departamentos. Sin embargo, en algunos escenarios puede haber una combinación de acceso al servicio en la cual algunos de los servicios solo pueden ser accedidos por un cierto grupo y otros pueden ser compartidos entre diferentes grupos, tales como un servidor de archivos en el DataCenter o acceso a Internet, como se muestra en la Figura RC.4-8. Por lo tanto, en escenarios como este donde el acceso al servicio debe estar separado por red virtual o grupo, el concepto de virtualización de red debe extenderse a los servicios de acceso perimetral, tales como un servidor con varias máquinas virtuales, un router de borde de Internet o un “switch telefónico” de borde de la PSTN.

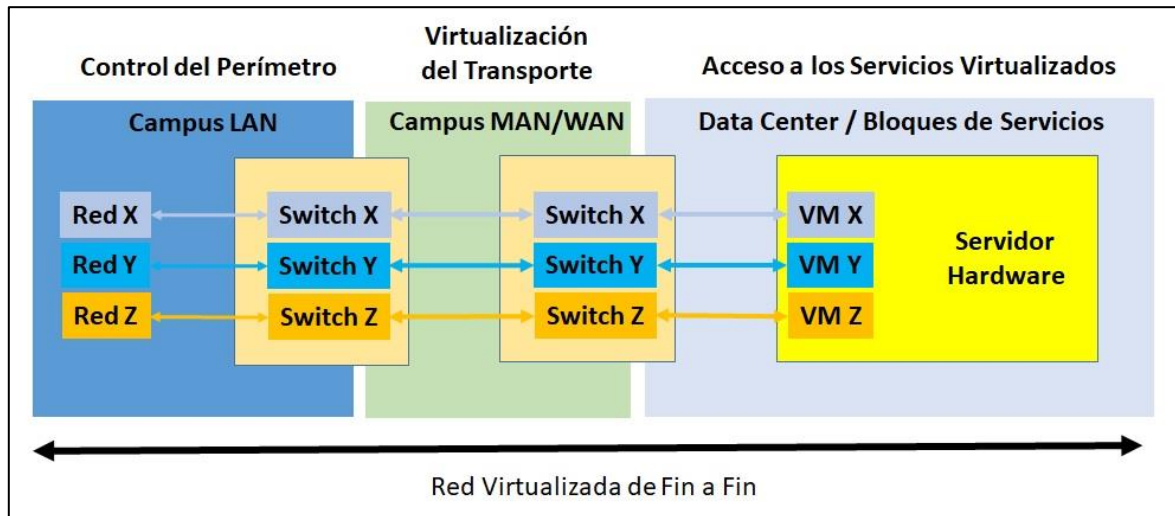


Figura RC.4-8: Virtualización de los Servicios

RC.5 Factores Críticos del Éxito de un RFP

Información de Calidad

El éxito del proyecto se basa en que las partes interesadas en el mismo puedan definir clara y completamente sus necesidades en forma de una declaración de alcance y requisitos comerciales.

Presentación RFP, estructura y organización

Este factor se relaciona con la creación de un documento RFP completo que incluya la información necesaria para el proveedor, de modo que entiendan las necesidades funcionales del proyecto y todas las instrucciones, reglas, plazos y formatos solicitados. La estructura de un RFP, debe contemplar:

Resumen del proyecto e información administrativa

Información general del proyecto, incluida una descripción de la necesidad técnica y comercial que debe resolver el mismo, información sobre el calendario y el lugar para enviar las propuestas, instrucciones para preparar las respuestas de la propuesta, el calendario del proceso,

una descripción general del proceso de evaluación y el único punto de contacto para la comunicación entre el proveedor y el equipo responsable.

Requisitos de negocio (necesidad del proyecto)

Se materializa como una lista de requisitos técnicos y comerciales que establecen las necesidades específicas. Cada necesidad se redacta como requisito individual. Redactar los requisitos de esta manera permite a los proveedores responder si satisfacen o no cada una de ellas.

Calificaciones y referencias de proveedores

Conjunto de preguntas que califican la organización, la estructura y las prácticas del proveedor. Las respuestas proporcionadas ayudan al equipo del proyecto a determinar la viabilidad y estabilidad del proveedor para convertirse en socio y miembro del mismo, así como aclarar la experiencia en la tecnología ofertada, el soporte y la gestión.

Requisitos de gestión

Se refiere a los requisitos no funcionales adicionales que se espera que el proveedor cumpla, incluyendo supuestos y restricciones del proyecto. Los requisitos de gestión incluyen expectativas en torno a las pruebas y capacitaciones asociadas a la solución propuesta, los requisitos de documentación y las expectativas sobre el nivel de participación en las actividades de planificación del proyecto que se espera que el proveedor realice.

Sección de precios

Para poder comparar las propuestas de los proveedores, es necesario especificar cómo el proveedor debe estructurar sus ofertas, incluyendo información de costos únicos, costos recurrentes y los descuentos.

Contratos y licencias.

Comunicar los términos contractuales específicos con los que se espera que los proveedores cumplan. También debe contener acuerdos de no divulgación, tipos de contrato esperados y condiciones de pago.

Anexos

Los Anexos proporcionan al proveedor información adicional de antecedentes, que lo ayudará a comprender las necesidades del proyecto, incluidos los diagramas y planos de infraestructura instalada.

Asociarse con el proveedor

Se aumenta la probabilidad de éxito del proyecto al considerar que el proveedor seleccionado y contratado es un socio con igual o mayor interés de completar en tiempo y forma el mismo. Así, el proveedor se convertirá en parte del equipo, y la organización debe respetar sus aportes y necesidades con respecto a la entrega de la solución.

Apoyo de las jefaturas

Este factor de éxito aborda la necesidad de soporte administrativo. El equipo del proyecto de la organización y el proveedor buscarán las aprobaciones de presupuesto y programación y la participación oportuna para finalizar los contratos. Además, se requiere especial apoyo ante imprevistos y resolver disputas, manteniendo los avances previstos.

Anexo 2: BT - Bases Técnicas de Licitación

Las licitaciones realizadas para cinco (5) Redes del Campus (RED IP ACCESO, RED IP BACKBONE, RED IP CORE, RED IP WIFI y RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850) de la Facultad de Ciencias Físicas, aplicando la metodología expuesta en la tesis se detallan a continuación:

Introducción

Para cuatro (4) licitaciones, se elaboró un documento común y luego se incorporaron los requerimientos específicos para cada Red de Campus, a saber:

- RED IP **A**: RED IP ACCESO
- RED IP **B**: RED IP BACKBONE
- RED IP **C**: RED IP CORE
- RED IP **W**: RED IP WIFI
- RED IP **B850**: RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

Las Redes A, B, C, W y B850, son complementarias y en su totalidad constituyen una nueva infraestructura para la FCFM.

BT	Bases Técnicas de Licitación
-----------	-------------------------------------

El documento considera; Objetivos, Alcances, Referencias, Definiciones, Requerimientos Técnicos, Requerimientos Técnicos Generales, Requerimientos Técnicos Específicos de las Redes IP A, B, C, W y B850 (para orden del presente documento, los detallaremos en puntos independientes), Requerimientos Técnicos de Servicios, Condiciones Generales y los Anexos;

Formato de Presentación de la Oferta, Método de Evaluación y Antecedentes Técnicos de Campus Universitario y la Infraestructura Instalada.

BT.1 Objetivos

El objetivo de la licitación es la adquisición de equipamiento y servicios para implementar y mantener la RED IP (A, B, C, W y B850), para la FCFM.

El objetivo de las bases técnicas de la licitación pública es informar al OFERENTE los requerimientos que deben cumplir el equipamiento de red, los servicios asociados, el formato de presentación de la oferta técnica y el método de evaluación.

BT.2 Alcances

El OFERENTE deberá ofertar Equipamiento y Servicios que, utilizando la infraestructura ya instalada y certificada (fibras ópticas, cables F / UTP, Racks y Bastidores) en tanto en el nuevo edificio del Campus Beauchef (Beauchef 851) y en el Campus Histórico (Beauchef 850) permita a la FCFM disponer de una Red de Datos capaz de desplegar los servicios integrados en una plataforma considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.

BT.3 Alcances relacionados

- Bases Administrativas de la Licitación

BT.4 Definiciones

- OFERENTE, OFERENTES: Son todas aquellas empresas que participen en la licitación.
- FCFM: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, ubicada en calle Beauchef, Número 850, Comuna de Santiago.

BT.5 Requerimientos Técnicos

- Parte integral de las Bases Técnicas, son los Anexos:

- Anexo_1: Formato de Presentación de la Oferta Técnica.
- Anexo_2: Método de Evaluación.
- Anexo_3: Antecedentes Técnicos del Nuevo Edificio e Infraestructura Instalada.
- Anexo_4: Antecedentes Técnicos de la RED IP Planificada.
- Anexo_5: Fichas Técnicas de los Gabinetes.

BT.6 Requerimientos Técnicos Generales

- El equipamiento cumplirá funciones críticas por lo que debe soportar la transmisión de datos, voz y video en forma segura, confiable y con una alta disponibilidad.
- El equipamiento a suministrar debe ser absolutamente compatible con las tecnologías LAN (Ethernet), protocolos (IP) y hardware de marca Cisco actualmente usados por la FCFM.
- El equipamiento debe ser nuevo y sin uso (mandatorio).
- El equipamiento debe ofrecer un escalamiento en el futuro, manteniendo compatibilidad con la infraestructura existente, permitiendo proteger las inversiones de FCFM.
- Se deben considerar, además de la provisión de equipos, los siguientes servicios:
 - Puesta en marcha; instalación, rotulación y configuración inicial del equipamiento.
 - Garantía de al menos 3 años.
 - Soporte 5x8, NBD (Next Business Day).
 - Mantenimiento que aseguren el correcto funcionamiento de la infraestructura involucrada.
 - Capacitación y Certificación al personal técnico de la FCFM (2 Ingenieros y 2 Técnicos).

BT.7 Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP A, B, C, W y B850

Se detallan en los siguientes apartados:

- Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP ACCESO
- Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP BACKBONE
- Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP CORE
- Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP WIFI

- Requerimientos Técnicos Específicos de la RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

BT.8 Requerimientos Técnicos de los SERVICIOS

Los OFERENTES deberán considerar, los Servicios Adicionales, que se describen a continuación:

BT.8.1 Servicio 1: Mantenimiento de Equipos

- Servicio Adicional.
- El OFERENTE adjudicado deberá realizar la mantención de los sistemas instalados. Se debe realizar la mantención preventiva y correctiva de los sistemas sin costo alguno para la FCFM.
- La mantención debe incluir reemplazo de equipamiento de funcionalidad similar en caso de falla.
- El OFERENTE deberá disponer de una mesa de ayuda o esquema de escalamiento con el cual contactarse en modalidad 5x8.
- El OFERENTE deberá dar soporte de 09:00 a 18:30 horas de lunes a viernes.
- Las fallas de hardware o software deberán ser reparadas lo antes posible, según el tipo de falla.
- La mantención, garantía y soporte técnico en línea tendrán una vigencia no menor a tres (3) años, contados a partir de la fecha de finalización de la implementación de la solución y de la firma de la conformidad del servicio.

BT.8.2 Servicio 2: Requerimientos de Operación – Solución de Fallas

- Servicio Adicional.
- Definiciones de tipos de fallas y tiempos de solución de fallas:

Tabla BT.8.2-1 - Tipos de Fallas y Tiempos de Solución

ID	Tipo de Falla	Servicio Involucrado	Condición	Tiempo de Resolución	Nivel de Falla
F1	Indisponibilidad Total	Equipos		2 horas	Mayor
F2	Rendimiento Degradado Total	Equipos		2 horas	Mayor

F3	Caída de una puerta de respaldo	Conexión principal	Sin caída de del segundo enlace	8 horas	Menor
F4	Caída de una puerta de respaldo	Conexión principal	Con caída del segundo enlace	2 horas	Mayor
F5	Caída de equipo de RED IP A, B, C, W	Departamento en BP	Falla equipo	4 horas	Mayor

- Definiciones de niveles de fallas: mayor, media y menor:

Tabla BT.8.2-2 - Definición de Nivel de Falla

Nivel de Falla	Definición del Nivel de Falla
Falla Mayor	Se entenderá por falla mayor, si se produce una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Si hay indisponibilidad/degradación total del servicio. • Alguno de los equipos o enlaces principales involucrados falla o se degrada. • Alguno de los equipos de acceso falla.
Falla Media	Se entenderá por falla media, si se produce una de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> • Si hay indisponibilidad/degradación en algunos componentes del servicio, pero que no afectan en la operación. • Pérdida de funcionalidad u operación.
Falla Menor	Todos los mal funcionamientos no clasificados como falla mayor o falla media.

- **Tiempo de Solución de Fallas:**
 - El tiempo de solución de fallas, es aquel que transcurre entre el requerimiento efectuado por la FCFM al OFERENTE adjudicado y la solución del problema reportado.
 - El tiempo de solución variará dependiendo del tipo de falla.
 - Se entiende que las fallas y tiempos de solución de fallas, aplican a cualquiera de los casos, tanto sea responsabilidad directa del OFERENTE adjudicado y/o la FCFM u otro, en caso que la falla sea responsabilidad de la FCFM el problema debe ser resuelto en iguales condiciones.
- **El OFERENTE debe explicitar su nivel de compromiso con estas exigencias.**

BT.8.3 Servicio 3: Requerimientos de Operación - Mesa de Ayuda

- Servicio Adicional.

- El OFERENTE deberá disponer de horarios de atención de 5x8 y debe definir el procedimiento para la recepción de requerimientos.
- El OFERENTE deberá disponer soporte local, en español, y con oficinas establecidas en Chile.
- El OFERENTE debe indicar, al menos:
 - Estructura de soporte: Organigrama de la unidad, Explicar estructura de funcionamiento y las características más destacadas.
 - Mediciones de calidad del sistema y su resolución.
 - Método de escalamiento de las solicitudes de soporte.
 - Explicar el procedimiento de atención de reclamos por fallas, Tickets, Seguimiento, Facilidades de despliegue de las bitácoras de problemas, etc.

BT.8.4 Servicio 4: Requerimientos de Ejecución del Proyecto - Carta Gantt

- Servicio Adicional.
- El OFERENTE deberá presentar un plan analítico que ejecutará durante el desarrollo del trabajo, el mismo que deberá realizarse conforme a las etapas establecidas en su propuesta técnica.
- El OFERENTE debe entregar una propuesta de hitos principales con informes de avance, considerando al menos los siguientes hitos:
 - Hito1: Traslado y entrega del equipamiento,
 - Hito2: Instalación física, conexiónado y rotulación (equipos, jumpers, cables patch cord y otros)
 - Hito3: Pruebas de funcionalidad,
 - Hito4: Marcha blanca,
 - Hito5: Puesta en producción,
 - Hito6: Recepción conforme.
- Se debe indicar los puntos de prueba, que permitan comprobar los avances realizados.
- Cada actividad y sus alcances deben estar descritos claramente y con el mayor detalle posible.
- Cada actividad debe estar cuantificada en días calendario, determinando las fechas de inicio y término de cada una.
- El OFERENTE debe precisar en el plan, claramente los productos finales que se obtendrán en cada etapa.
- Respecto al planeamiento del proyecto, el OFERENTE deberá detallar:

- Cronograma de trabajo.
- Plan del proyecto: Análisis, Diseño, Descripción de Actividades, etc.
- Personal asignado (funciones, cantidad)
- Respecto a la puesta en producción, el OFERENTE deberá entregar:
 - Protocolos de conformidad de puesta en producción.
 - Estos documentos y sus formatos, deben ser entregados en la propuesta técnica.

BT.8.5 Servicio 5: Capacitación y Certificación

- Servicio Adicional.
- El OFERENTE puede considerar adicionalmente la capacitación y certificación a 2 Ingenieros y 2 Técnicos de la FCFM.
- El OFERENTE debe especificar, para cada curso propuesto, al menos lo siguiente:
 - Título del curso.
 - Perfil del relator.
 - Requisitos mínimos de los asistentes.
 - Objetivos.
 - Programa y duración.
- El OFERENTE debe especificar, los cursos necesarios, para los distintos niveles de certificación.

BT.8.6 Resumen y Puntaje

- Los Servicios Adicionales requeridos son los siguientes:
 - Mantenimiento de Equipos.
 - Requerimiento de Operación – Solución de Fallas.
 - Requerimiento de Operación – Mesa de Ayuda.
 - Requerimiento de Ejecución del Proyecto – Carta Gantt.
 - Capacitación y Certificación.
- La siguiente tabla detalle el puntaje asociado a estos servicios:

Tabla BT.8.6-1 Servicios Adicionales Red A, B, C, W y B850

ID	Servicios Adicionales	Puntos
Serv-01	Mantenimiento de Equipos.	20

Serv-02	Requerimiento de Operación – Solución de Fallas.	10
Serv-03	Requerimiento de Operación – Mesa de Ayuda.	10
Serv-04	Requerimiento de Ejecución del Proyecto – Carta Gantt.	20
Serv-05	Capacitación	20
Serv-06	Certificación	20

- El OFERENTE sumará **P_Serv** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos de Servicios Adicionales.

BT.9 Condiciones Generales

BT.9.1 Garantía Técnica

- Servicio Mínimo y Obligatorio.
- Con objeto de mantener un adecuado nivel de funcionamiento del equipamiento que adquirirá la FCFM, la marca (fabricante) a través de la empresa OFERENTE deberá proveer una Garantía Técnica por 3 años para la totalidad de las partes y piezas incluidas en la oferta.
- Durante la vigencia de la garantía, la empresa OFERENTE deberá informar a la FCFM en cuanto a actualizaciones de seguridad o problemas de operación reportados por el fabricante del equipamiento ofertado, incluyendo todo el software instalado en la plataforma adquirida.
- Durante el período de garantía, en caso de fallas en partes y piezas del hardware ofertado, el OFERENTE no podrá efectuar ningún cobro adicional a la FCFM ni invocar el uso de las Horas de Ingeniería contratadas, si es que las hubiere.
- En caso que se deba remplazar algún equipo, parte o pieza por motivo de garantía o contrato de mantenimiento, dicho remplazo deberá contar con la garantía respectiva.

BT.9.2 Software

- Se deberá incluir una copia del software y los manuales.
- Sólo se aceptarán CD-ROM y/o DVD-ROM originales, los cuales deben venir etiquetados por el fabricante.
- Todo el software y sistema operativo instalado debe venir en idioma inglés.

BT.9.3 Hardware

- Todo el hardware ofertado debe tener dimensiones para Rack de 19” y debe incluir los accesorios de montaje y cables de poder.
- Todos los equipos, componentes, materiales y accesorios deben ser nuevos y sin uso.
- El OFERENTE debe indicar las características relevantes de los materiales a usar. Interesa en especial: marca y tipo de Jumpers de fibra óptica, conectores y otros similares que se considere relevante destacar.
- El OFERENTE debe indicar los mecanismos de certificación de cada uno de los componentes de la red.

BT.9.4 Funcionamiento Lógico de la Solución Propuesta

- El OFERENTE debe indicar el sistema lógico propuesto, para el correcto funcionamiento del sistema, al menos en cuanto a:

Funcionamiento de la red:

- Algoritmos de ruteo.
- Alta disponibilidad.
- Optimización de protocolos.
- Seguridad.

Gestión de la Red:

- Administración.
- Monitoreo.
- Inventario.
- Facilidad de administración.
- Efectividad de algoritmos.
- Reportes.

BT.9.5 Privacidad de la Información

- Toda información sobre las configuraciones, equipos, procedimientos, planos, diagramas, accesos o cualquier otra que el OFERENTE tomara conocimiento con motivo de la implementación y ejecución de la provisión de equipos y los servicios de puesta en marcha y mantenimiento del equipamiento, son propiedad de la FCFM, y tiene carácter confidencial por lo que el OFERENTE tiene prohibición de mantenerlas en sus instalaciones o difundirla

por cualquier medio, forma o vía, sin el consentimiento explícito por escrito por parte de la FCFM.

BT.9.6 Inventario a la entrega del equipamiento

- El OFERENTE deberá poner a disposición de la FCFM, un archivo en formato digital y en papel, el mismo día de entrega del equipamiento ofertado, el cual debe contener al menos la siguiente información para cada equipo:

Tabla BT.9.6-1 Archivo y Documento Inventario por cada Equipo

ID	Descripción
i-01	Número de Serie (S/N) de cada equipo.
i-02	Fecha de entrega.
i-03	Número guía de despacho.
i-04	Numero de licencia del Sistema Operativo instalado, y de todo otro software adicional requerido.
i-05	Código de atención de usuario, de la garantía y mantenimiento.
i-06	Códigos e información adicional requerida para efectuar actualizaciones vía Internet.
i-07	Dirección de destino del equipo.

- El archivo en formato papel debe estar debidamente firmado, por los responsables comerciales y técnicos del OFERENTE.

BT.9.7 Experiencia Técnica del OFERENTE en proyectos similares

- El OFERENTE, deberá entregar, mediante documentación firmada por el cliente, la participación en al menos tres (3) proyectos tecnológicos de la magnitud del proyecto solicitado por la FCFM durante los tres últimos años en Chile. Adicionalmente dichos proyectos deberán contener la tecnología ofertada en la propuesta (no necesariamente los modelos específicos), quedando fuera del alcance de este punto, cualquier tipo de proyecto que no incluya la tecnología ofrecida.

BT.9.8 Grupo de Trabajo

- En relación a las personas responsables de la elaboración y ejecución de este proyecto, el OFERENTE debe entregar:
 - Organigrama: Se deben destacar los principales roles y las respectivas personas.

- CV Resumido: Entregar un breve perfil profesional de las personas con roles principales en el Organigrama, destacando los años de trabajo en la empresa, si han trabajado en uno de los cuatro proyectos citados en el punto de la experiencia del OFERENTE.

BT.10 Anexos Bases Técnicas

ANEXO BT-1: Formato de Presentación de la Oferta Técnica

Introducción

- La oferta técnica debe cumplir con lo especificado en las bases técnicas, sin embargo el ordenamiento en cómo debe ser presentada se detalla a continuación.
- El OFERENTE debe ceñirse estrictamente al siguiente formato de presentación de la oferta técnica.

Detalle de los Equipos Ofertados

- El OFERENTE deberá detallar los equipos, componentes, materiales y software ofertados, según la siguiente tabla:

Tabla BT.10-1 Detalle de los Equipos Ofertados

ID Item	Tipo	Ubicación Planificada (ID Gabinete)	Modelo	Cantidad	Descripción Detallada

- ID Item: Cada equipo, componente, materiales y software, debe contar con un identificador “ID Item”, definido por el OFERENTE.
- Tipo: A, B, C, W o B850
- Ubicación Planificada: Se debe identificar el “ID Gabinete” (Rack o Bastidor) considerado por el OFERENTE para la instalación del Item. (ver punto: Identificación “Rotulación” de los Gabinetes)

Detalle de los Servicios Ofertados

- El OFERENTE deberá detallar en extenso cada uno de los servicios ofertados y poder resumirlos, según la siguiente tabla:

Tabla BT.10-2 Tabla Resumen de los Servicios Ofertados

ID	Servicios Ofertados	Descripción	Período	Cantidad
Serv-01	Mantenición de Equipos.			
Serv-02	Requerimiento de Operación – Solución de Fallas.			
Serv-03	Requerimiento de Operación – Mesa de Ayuda.			
Serv-04	Requerimiento de Ejecución del Proyecto – Carta Gantt.			
Serv-05	Capacitación.			
Serv-06	Certificación.			

Calidad de Componentes y Materiales

Funcionamiento Lógico de la Solución Propuesta

Grupo de Trabajo

Experiencia del OFERENTE en proyectos similares

- Se entiende Proyectos Similares, donde se han empleado equipamiento similar a los ofertados en la licitación y en cantidades iguales o superior.
- El OFERENTE debe entregar la información de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla BT.10-3 Experiencia del OFERENTE

ID	Cliente / Proyecto	Fechas Inicio/Termino	Equipamiento Utilizado	Cantidad
Cp1				
Cp2				
Cp3				
.....				
Cpn				

- Cpn, es el correlativo del Cliente/Proyecto, pudiendo existir varios proyectos en un mismo cliente.
- El OFERENTE además, debe informar:
 - Los años de experiencia en el Mercado.
 - La cantidad de profesionales certificados de nivel “Experto”. (ver ANEXO BT-2)

ANEXO BT-2: Método de Evaluación

Introducción

- La evaluación técnica de las ofertas estará a cargo de una comisión evaluadora y se extenderá por el lapso señalado en las Bases Administrativas de la licitación.
- La comisión evaluará de acuerdo con los criterios establecidos en las presentes Bases Técnicas y podrá requerir las asesorías y los antecedentes que estime pertinentes para su adecuado funcionamiento.
- La comisión evaluadora estará integrada por a lo menos tres profesionales de la FCFM y está definida en las Bases Administrativas de la Licitación.

Evaluación de las Ofertas

- Sólo con los OFERENTES que hayan calificado administrativamente, se procederá a la revisión y verificación del grado de cumplimiento de los Requerimientos Técnicos. Dicha evaluación se realizará de acuerdo a los criterios y ponderaciones que a continuación se indican, los que serán evaluados en una escala de 0 a 100 puntos, en la que los mayores puntajes reflejarán una mejor evaluación.

Evaluación de las Ofertas – RED IP A, B, C, W y B850

- La evaluación de las ofertas recibidas se efectuará de acuerdo al procedimiento que se detalla a continuación:
- Para que una oferta califique técnicamente deberá cumplir las características identificadas como MÍNIMAS y OBLIGATORIAS, el NO cumplimiento de alguna de estas características, implica la NO admisibilidad de la oferta del OFERENTE, quedando fuera del proceso licitatorio.
- La siguiente tabla, informa los criterios a evaluar, los puntos de cada una de ellos y la ponderación:

Tabla BT.10-4 Criterios a Evaluar en Oferta Técnica

ID	Criterios a Evaluar	Puntos	Ponderación
Cev-1	Requerimientos Adicionales de RED IP A, B, C, W o B850	P_(A, B, C, W o B850)	60%
Cev-2	Requerimientos Adicionales de Servicios	P_Serv	40%

- La siguiente fórmula, muestra la ecuación de cálculo de la evaluación técnica de la Oferta:

Evaluación_Técnica_de_la_Oferta =	Evaluación Técnica de la Oferta
-----------------------------------	---------------------------------

$Cev_1(P_A,B,C,WoB850*0,6)+Cev_2(P_Serv*0,4)$	
---	--

Evaluación de la Experiencia Técnica del OFERENTE

- La siguiente tabla, informa los criterios a evaluar, los puntos de cada una de ellos y la ponderación:

Tabla BT.10-5 Evaluación Técnica del OFERENTE

ID	Criterios a Evaluar	Puntos	Ponderación
Cev_1	Experiencia del OFERENTE en el Mercado (Nota_1):		30%
	5 años o más	100	
	Menos de 5 años	50	
Cev_2	Cantidad de proyectos similares ejecutados (Nota_2):		30%
	10 Proyectos o más	100	
	7 a 9 Proyectos	80	
	3 a 6 Proyectos	50	
	Menos de 3 Proyectos	0	
Cev_3	Profesionales certificados a nivel experto (Nota_3):		40%
	5 Ingenieros o más	100	
	3 y 4 Ingenieros Expertos	80	
	2 Ingenieros Expertos	50	
	Menos de 2 Ingenieros Expertos	0	

- **Nota_1:** Se considerarán años enteros, desde el inicio del ejercicio comercial del OFERENTE en el Mercado.
- **Nota_2:** Se entiende Proyectos Similares, donde se han empleado equipamiento similar a los ofertados en la licitación y en cantidades iguales o superior.
- **Nota_3:** Los profesionales Certificados de nivel “Experto” se entiende como personal calificado y certificado por la marca de los equipos ofertados, cuyas certificaciones deben ser acreditadas por una entidad autónoma internacional y válidas en Chile, debiendo adjuntar su certificación.

$Evaluación_Experiencia_Técnica_del_OFERENTE = Cev_1(Puntos*0,3)+Cev_2(Puntos*0,3)+Cev_3(Puntos*0,4)$	Evaluación Experiencia Técnica del Oferente
--	---

ANEXO BT-3: Antecedentes Técnicos del Campus e Infraestructura Instalada

Introducción

- La FCFM y su proyecto Bicentenario está en la última fase de construcción y equipamiento del moderno edificio ubicado en la calle Beauchef, número 851, al poniente del histórico Campus y denominado en este documento como; “Beauchef Poniente” (BP) o “Beauchef 851”.
- El moderno edificio tendrá las características de “Edificio Inteligente”, considerando sistemas de automatización y control integrados a través de la RED IP.
- El sistema de automatización considera aspectos de: Ahorro de energía, Control centralizado, Iluminación, Control clima, Seguridad, CCTV y otros, basados en la RED IP.
- La RED IP, obviamente deberá soportar también los servicios de: Datos, Voz, Wi-Fi, Data Media Streaming (DMS), Medios Audiovisuales (A.V.) y otros.

Descripción del Edificio “Beauchef 851 (BP)”

El moderno edificio de Beauchef 851, está ubicado al sur de calle Blanco Encalada y al poniente del Campus Beauchef 850 y se identifican las siguientes áreas: Oriente, Poniente, Centro y Auditorium.

Las siguientes figuras, muestran en detalle su ubicación y áreas:

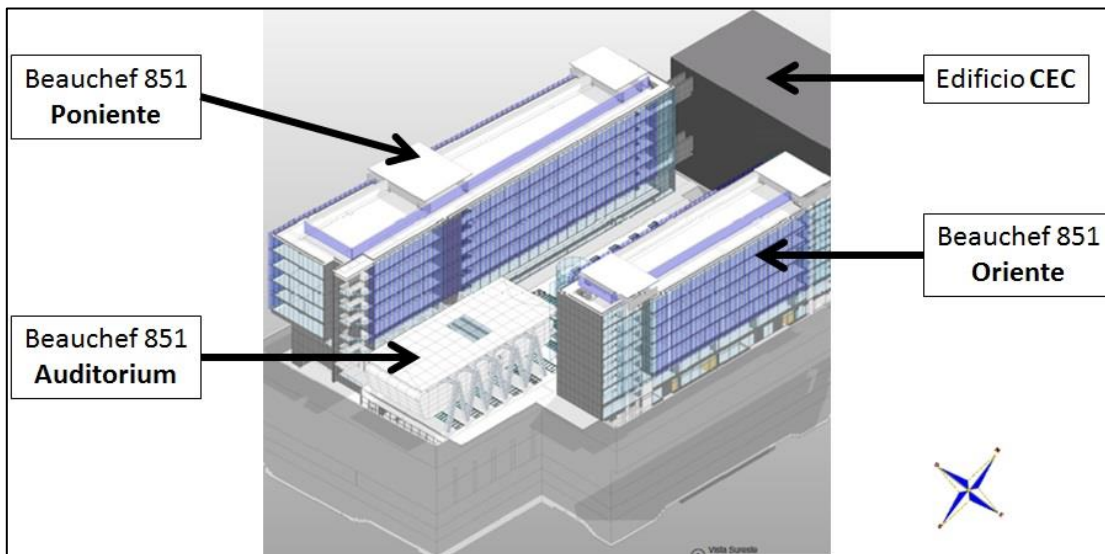


Figura BT.10-1: Edificio Beauchef 851 (BP)

Vista desde Google Earth:

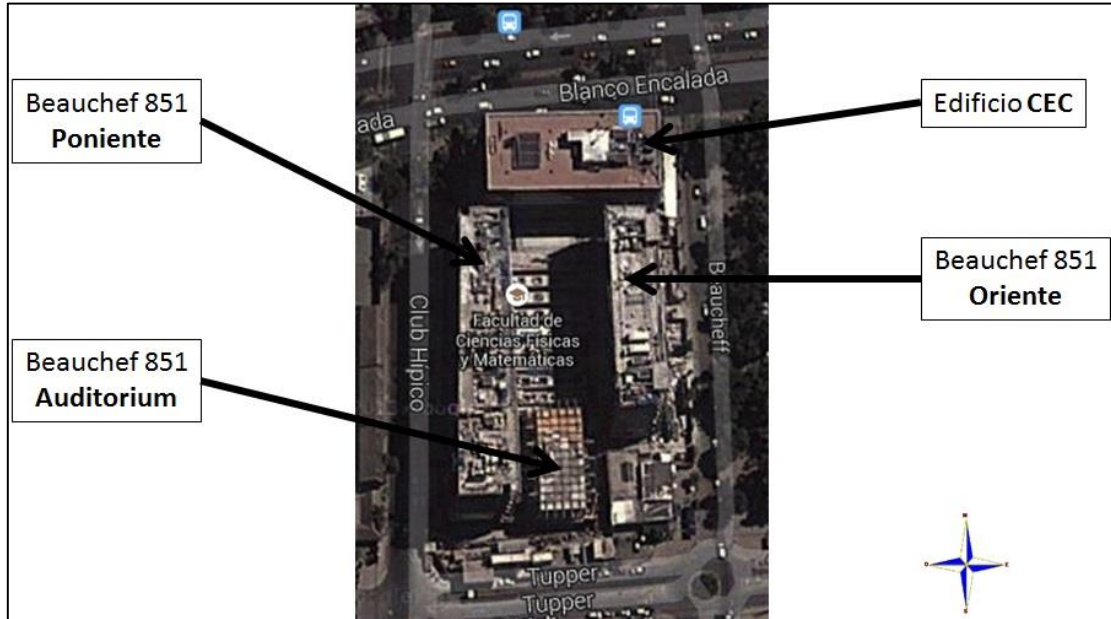


Figura BT.10-2: Vista desde Google Earth

Vista de las zonas / áreas del Edificio:

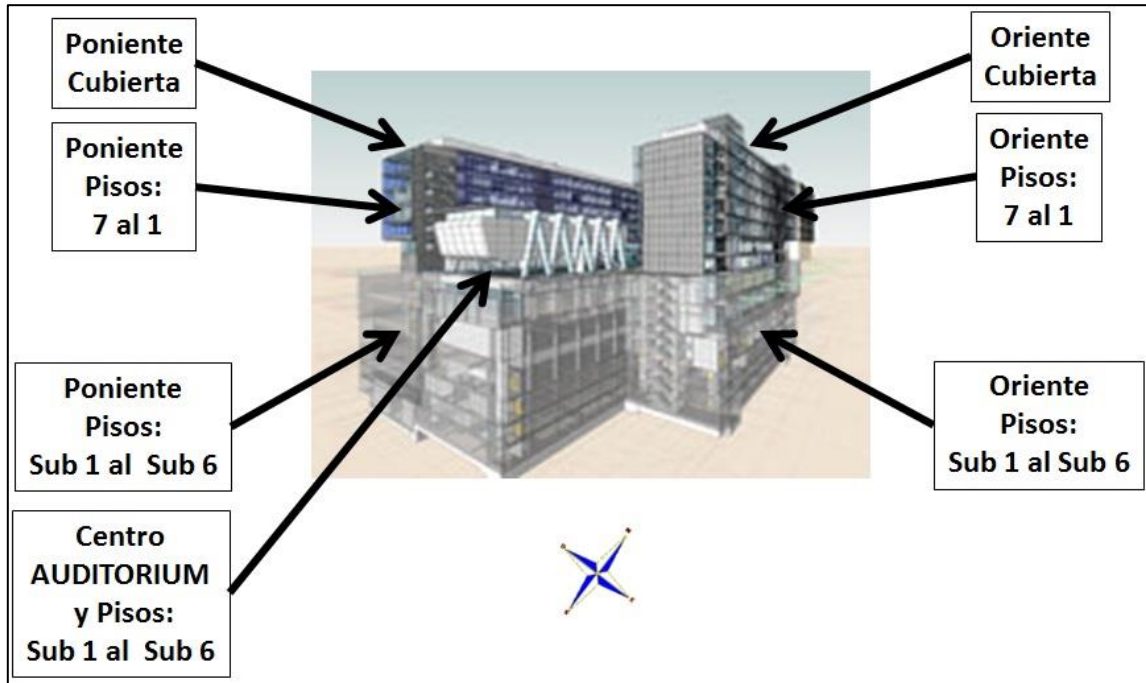


Figura BT.10-3: Vista zonas / áreas del Edificio

Diagrama de Planta:



Figura BT.10-4: Diagrama de Planta

Diagrama Vista Sur a Norte:

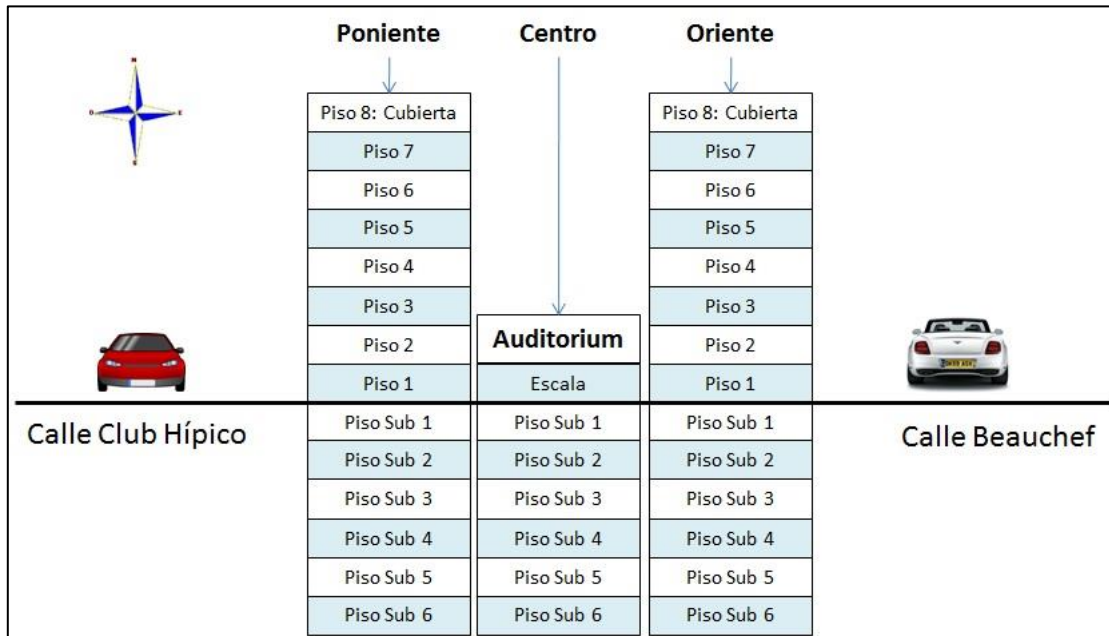


Figura BT.10-5: Diagrama Vista Sur a Norte

Infraestructura de Gabinetes Instalados

- El proyecto de construcción finalizó la instalación de gabinetes que soportarán el equipamiento de la RED IP que proveerá el OFERENTE.
- Los gabinetes instalados son de dos tipos: Racks de 15 RU (Unidades de Rack) y Bastidores de 45 RU, todos de marca Quest. (ver Anexo_3: Fichas Técnicas de los Gabinetes)

La figura muestra gráficamente los tipos de gabinetes instalados:



Figura BT.10-6: Tipos de Gabinetes Instalados

- Los gabinetes se han distribuido en diversos pisos (no en todos) del edificio, en las zonas: Oriente (norte/sur), Poniente (norte/sur), Centro (norte, Piso Sub1) y Auditorium (norponiente).
- En el Data Center del CEC el equipamiento se instalará en dos (2) gabinetes provistos por el CEC.

La figura muestra la vista de planta de la distribución de los gabinetes:

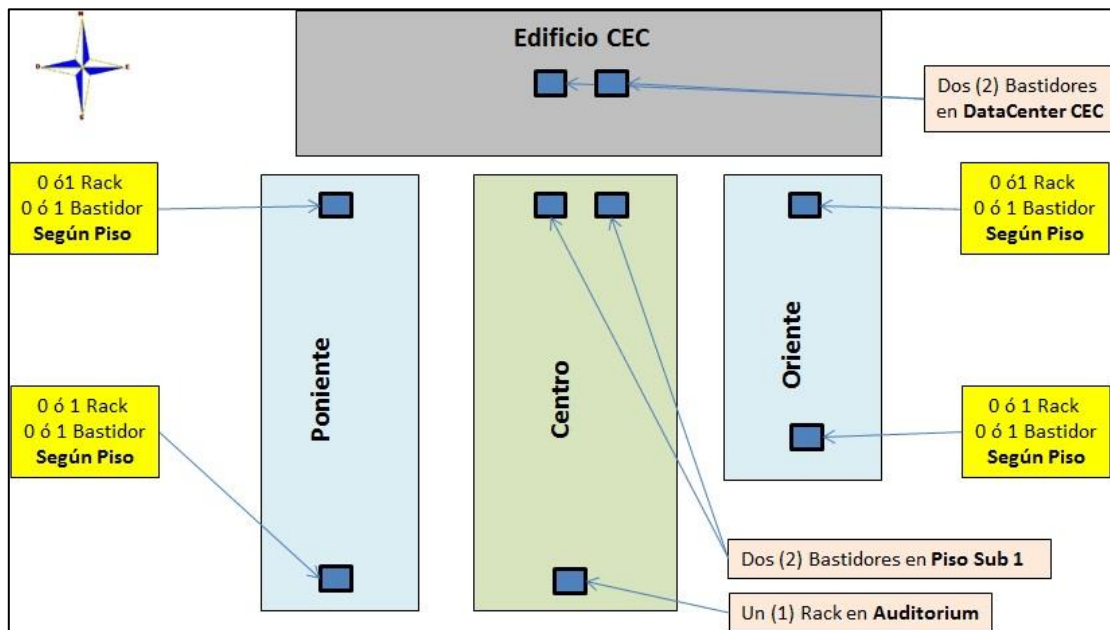


Figura BT.10-7: Vista de Planta Distribución de Gabinetes

- Los gabinetes finalmente instalados en el nuevo edificio son 35, con la siguiente distribución:
 - 33 (18 Racks y 15 Bastidores)
 - 02 Bastidores en Piso Sub 1
- En la planilla resumen de los puntos de red, se indica la ubicación específica de cada gabinete, las unidades de racks (RU) disponibles (libres) y los puntos de red que debe recibir el equipamiento de la RED IP.

Conectividad de Cables de Fibra Óptica entre Gabinetes

- Los cables de fibra óptica fueron tendidos desde cada uno de los gabinetes hasta el Piso Sub 1 del edificio, con la siguiente distribución:
 - 33 Cables Fibra Óptica (50/125 μ m MM 6 Filamentos) hacia Piso Sub 1:
 - 18 Cables desde Zona Poniente
 - 01 Cables desde Auditorium
 - 14 Cables desde Zona Oriente
- Además, desde el Piso Sub 1 fueron tendidos 4 cables de fibra óptica, para proveer la conectividad con el Datacenter CEC, con el siguiente detalle:
 - 4 Cables hacia DataCenter CEC:
 - 2 X Fibra Óptica 50/125 μ m MM 12 Filamentos.
 - 2 X Fibra Óptica 9/125 μ m SM 6 Filamentos.

La figura muestra la conectividad de Cables de Fibra Óptica entre Gabinetes:

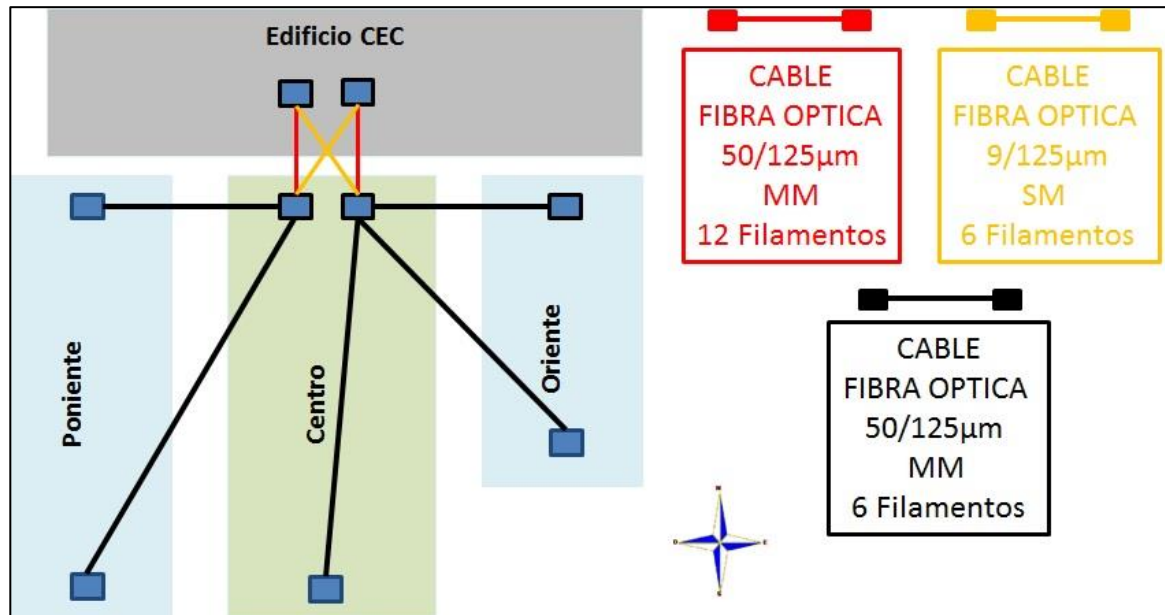


Figura BT.10-8: Conectividad de Cables de Fibra Óptica entre Gabinetes

Conectividad de Cables F / UTP de Respaldo

- Para proveer respaldo a la conectividad de Cables de Fibra Óptica entre los gabinetes, se tendieron 33 cables F / UTP Categoría 6 A, hasta el Piso Sub 1 del Edificio, con la siguiente distribución:
 - 33 Cables F / UTP (CAT 6 A):
 - 18 Cables desde Zona Poniente
 - 01 Cables desde Auditorium
 - 14 Cables desde Zona Oriente
 - Los 33 Cables F / UTP serán utilizados de Respaldo y características son:
 - LEVITON, CAT 6 A, LAN CABLE LSZH, 23 AWG, 4 PR, FTP, FTPAZ-MSS, 1C22V, RN12020055, ETL, VERIFIED TO ANSI/TIA 568C.2.

La figura muestra la conectividad de Cables de F / UTP (Respaldo) entre Gabinetes:

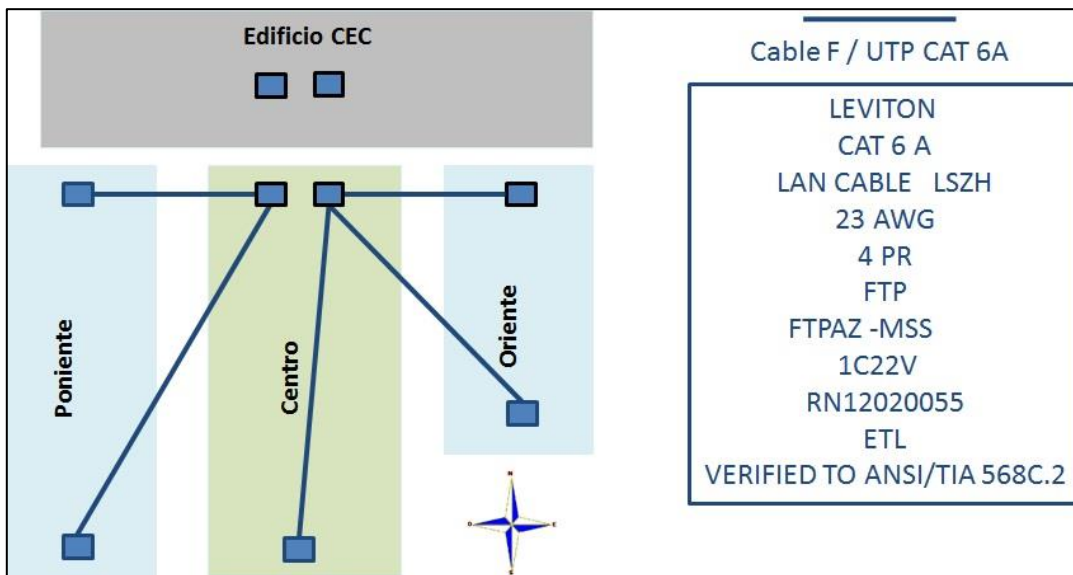


Figura BT.10-9: Conectividad de Cables F / UTP (Respaldo) entre Gabinetes

Funcionalidades de los Puntos de Red

- La RED IP del edificio proveerá conectividad a diversos “Puntos de Red”, distribuidos según los planos en diferentes ubicaciones del edificio y con funcionalidad asignadas según la siguiente tabla:

Tabla BT.10-6: Funcionalidades de Los Puntos de Red

#	SIGLA	FUNCIONALIDAD	Notas
1	AP	Access Point	Red Wi-Fi
2	F-AP	Futuro Access Point	Red Wi-Fi
3	TAG	Acceso (Seguridad)	RFID
4	DMS	Data Media Streaming	
5	Red_IP	Puntos de Datos	
6	IP	Puntos de Datos	
7	CCTV	RED IP CCTV	
8	C.C.	Control Centralizado	Sistema de Control
9	C.CL.	Control Clima	Sistema de Clima
10	C.A.	Cajero Automático	1 punto
11	A.V.	Audio Visual	16 puntos
12	R.Gab.	Puerta/Cable de Respaldo desde Gabinete hacia Piso Sub 1.	33 cables en total

Distribución de los Puntos de Red desde/hacia los Gabinetes.

- Los “Puntos de Red”, se distribuyen alrededor de los Gabinetes a una distancia máxima de 90 metros, en el mismo piso del gabinete o en los pisos superiores o inferiores cercanos, respetando la distancia máxima.
- El cable utilizado para cada punto de red es Cable F / UTP, con las siguientes características:
 - LEVITON, CAT 6 A, LAN CABLE LSZH, 23 AWG, 4 PR, FTP, FTPAZ-MSS, 1C22V, RN12020055, ETL, VERIFIED TO ANSI/TIA 568C.2.

La figura muestra gráficamente la distribución de los “Puntos de Red” desde los Gabinetes:

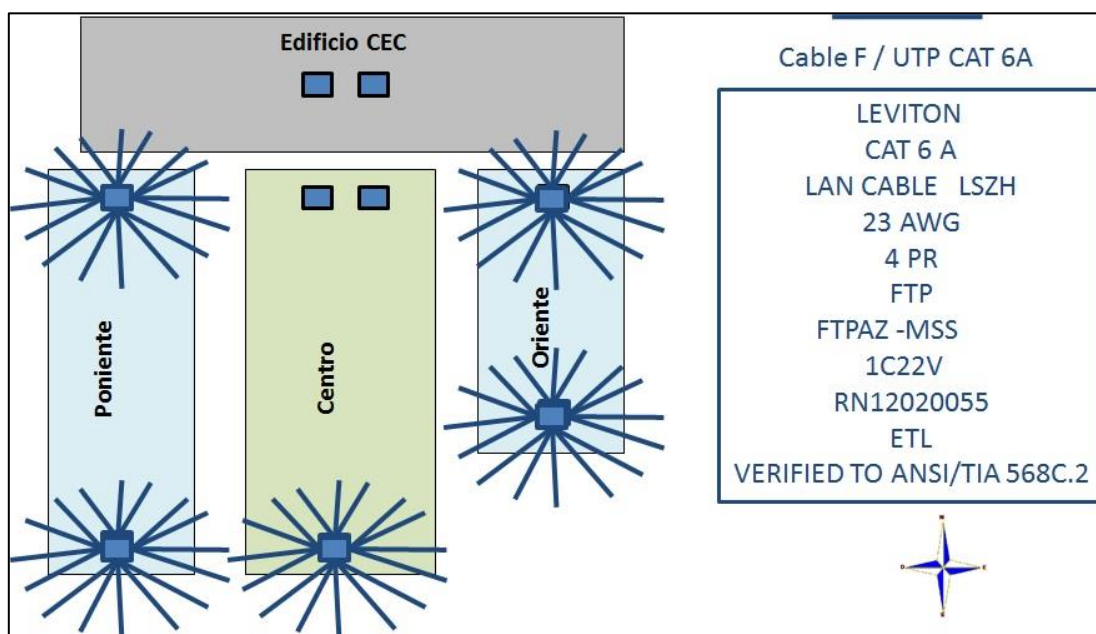


Figura BT.10-10: Distribución de los "Puntos de Red" desde los Gabinetes

Detalle de los Puntos de Red “Cableados” en el Edificio y sus Funcionalidades

- Los “Puntos de Red”, se distribuyen en el Edificio, respetando la distancia máxima de 90 metros, hacia/desde los gabinetes.
- Los Gabinetes que reciben los “Puntos de Red” se encuentran distribuidos en ciertos pisos de las zonas: Oriente, Poniente y Auditorium.
- En total, se contabilizan 2683 Puntos de Red:

La siguiente tabla muestra el detalle de los puntos de red: totales por piso y sector (Poniente/Oriente) y su funcionalidad:

Tabla BT.10-7 Puntos de Red “Cableados” y sus Funcionalidades

Piso	TOTAL	FUNCIONALIDADES PUNTOS DE RED											
		AP	F-AP	TAG	DMS	RED_IP	IP	CCTV	C.C.	C.CL.	C.A.	A.V.	R.Gab.
Piso 8: Poniente	3								3				
Piso 8: Oriente	3								3				
Piso 7: Poniente	154	12	4	5	3	5	115	3		5			2
Piso 7: Oriente	105	8	2	4	5	2	78	2		3			1
Piso 6: Poniente	175	12	3	5	5	4	135	3	2	4			2
Piso 6: Oriente	122	8	2	3	6	2	94	2	2	2			1
Piso 5: Poniente	278	13	4	5	5	6	236	3		4			2
Piso 5: Oriente	126	10	6	4	4	1	96	2		2			1
Piso 4: Poniente	254	14	5	5	4	2	214	3	1	4			2
Piso 4: Oriente	78	9	3	3	10	5	42	2	1	2			1
Piso 3: Poniente	303	9	3	5	6	4	266	3	1	4			2
Piso 3: Oriente	117	6	3	3	6	4	89	2	1	2			1
Auditorium	19	8	2				8						1
Piso 2: Poniente	204	10	5	6	4		167	5	1	4			2
Piso 2: Oriente	72	4	1	6	2	1	49	2	1	4			2
Piso 1: Poniente	45	5	1	6	1		13	13		5			1
Piso 1: Oriente	54	5	1	5	2	1	24	8	1	4	1		2
Piso Sub 1	214	31	31	5	22	9	87	5	2	4		16	2
Piso Sub 2	207	18	5	7	2	4	158	4	3	4			2
Piso Sub 3	92	22	10	15	5	7	16	4	1	8			4
Piso Sub 4	24	6		5				5		6			2
Piso Sub 5	17	5		5				5		2			
Piso Sub 6	17	5		5				5		2			
TOTALES	2683	220	91	107	92	57	1887	81	23	75	1	16	33

FUNCIONALIDADES PUNTOS DE RED												
TOTAL	AP	F-AP	TAG	DMS	RED_IP	IP	CCTV	C.C.	C.CL.	C.A.	A.V.	R.Gab.
2683	220	91	107	92	57	1887	81	23	75	1	16	33
2683												

Distribución de los Puntos de Red por cada Gabinete.

- Un antecedente relevante, es la distribución de los “Puntos de Red”, por cada uno de los Gabinetes y la disponibilidad de RU (Unidades de Racks) libres de cada Gabinete.

La siguiente tabla muestra esta información:

Tabla BT.10-8 Distribución de Los Puntos de Red y RU Libres por cada Gabinete

Piso	RACKS (15 RU)												BASTIDORES (45 RU)										
	PONIENTE						ORIENTE						PONIENTE					ORIENTE					
	NORTE			SUR			NORTE			SUR			NORTE		SUR			NORTE		SUR			
	Racks	Ulibre	P.Red	Racks	Ulibre	P.Red	Racks	Ulibre	P.Red	Racks	Ulibre	P.Red	Bast.	Ulibre	P.Red	Bast.	P.Red	Bast.	Ulibre	P.Red	Bast.	P.Red	
Piso 8																							
Piso 7				1	6	38								1	25	119			1	25	108		
Piso 6				1	5	51								1	25	124			1	25	122		
Piso 5				1	5	78								1	19	200			1	25	126		
Piso 4:				1	5	79								1	19	175			1	19	78		
Piso 3				1	5	78								1	19	225			1	19	117		
Auditorium	1	9	19																				
Piso 2				1	9	29	1	10	7	1	5	65	1	19	175								
Piso 1				1	5	45	1	10	13	1	5	41											
Piso Sub 1													1	19	106				1	19	108		
Piso Sub 2													1	19	105				1	19	102		
Piso Sub 3	1	9	21	1	9	32	1	9	21	1	9	32											
Piso Sub 4	1	7	28				1	9	16														
Piso Sub 5																							
Piso Sub 6																							
TOTALES	3	25	68	8	49	430	4	38	57	3	19	138	8	164	1229	0	0	7	151	761	0	0	

	TOTALES	PONIENTE	ORIENTE
TOTAL RACKS 15 RU (Racks)	18	11	7
TOTAL BASTIDORES 45 RU (Bast.)	15	8	7
TOTAL PUNTOS DE RED (P.Red)	2683	1727	956

- En total, se contabilizan los siguientes Gabinetes y los Puntos de Red:
 - 33 Gabinetes:
 - 18 Racks
 - 15 Bastidores
 - 2683 Puntos de Red:
 - 1727 Puntos de Red Zona Poniente (Contados los 19 del Auditorium)
 - 956 Puntos de Red de Zona Oriente

Conectividad en Piso Sub 1 del Edificio

- El Piso Sub 1 del nuevo Edificio reunirá (en 2 Bastidores) la conectividad desde/hacia los Gabinetes que “conectan” los “Puntos de Red” y la conectividad desde/hacia el Datacenter CEC.
- Cada Gabinete (Rack o Bastidor) del Edificio es “conectado” vía 1 Cable de Fibra Óptica MM (6 Filamentos) y 1 Cable F / UTP de Respaldo.
 - Total 33 Cables y Fibra Óptica y 33 Cables F / UTP.
- La conectividad hacia/desde el Datacenter CEC será vía 4 cables de Fibra Óptica:

- 2 X Fibra Óptica 50/125µm MM 12 Filamentos.
- 2 X Fibra Óptica 9/125µm SM 6 Filamentos.

Identificación “Rotulación” de los Gabinetes

- La siguiente tabla identifica a cada uno de los Gabinetes (Racks o Bastidores) en el nuevo Edificio, incluido los dos Bastidores del Piso Sub 1:

Tabla BT.10-9 Identificación de los Gabinetes en el nuevo Edificio

Beauchef 851							
	PONIENTE			CENTRO	ORIENTE		
	NORTE		SUR		NORTE		SUR
Piso	Rack	Bastidor	Rack	Rack / Bastidor	Rack	Bastidor	Rack
Piso 8							
Piso 7		B-P7-NP	R-P7-SP			B-P7-NO	
Piso 6		B-P6-NP	R-P6-SP			B-P6-NO	
Piso 5		B-P5-NP	R-P5-SP			B-P5-NO	
Piso 4		B-P4-NP	R-P4-SP			B-P4-NO	
Piso 3		B-P3-NP	R-P3-SP			B-P3-NO	
Auditorium				R-Au-NP			
Piso 2		B-P2-NP	R-P2-SP		R-P2-NO		R-P2-SO
Piso 1			R-P1-SP		R-P1-NO		R-P1-SO
Piso Sub 1		B-Ps1-NP		B1-Ps1-CENTRO B2-Ps1-CENTRO		B-Ps1-NO	
Piso Sub 2		B-Ps2-NP				B-Ps2-NO	
Piso Sub 3	R-Ps3-NP		R-Ps3-SP		R-Ps3-NO		R-Ps3-SO
Piso Sub 4	R-Ps4-NP				R-Ps4-NO		
Piso Sub 5							
Piso Sub 6							

- En el Datacenter CEC se identifican los dos Bastidores, con la siguiente rotulación:

- **B1-ps2-CEC**
- **B2-ps2-CEC.**

ANEXO BT-4: Antecedentes Técnicos de la RED IP Planificada

Diagrama Lógico de la RED IP Planificada Beauchef 851

- La RED IP Planificada (proyectada y en desarrollo) para el nuevo edificio, está compuesta por tres redes claramente definidas y su equipamiento respectivo:
 - **Red de Núcleo (CORE):**
 - Equipos **C01** y **C02**.
 - Software **S01** de Administración (Monitoreo y Gestión).
 - **Red de Distribución (BACKBONE):**
 - Equipos **B01** y **B02**.
 - **Red de ACCESO:**
 - Equipos **A01.1** a **An.m**.

La figura muestra las tres capas y la identificación del equipamiento:

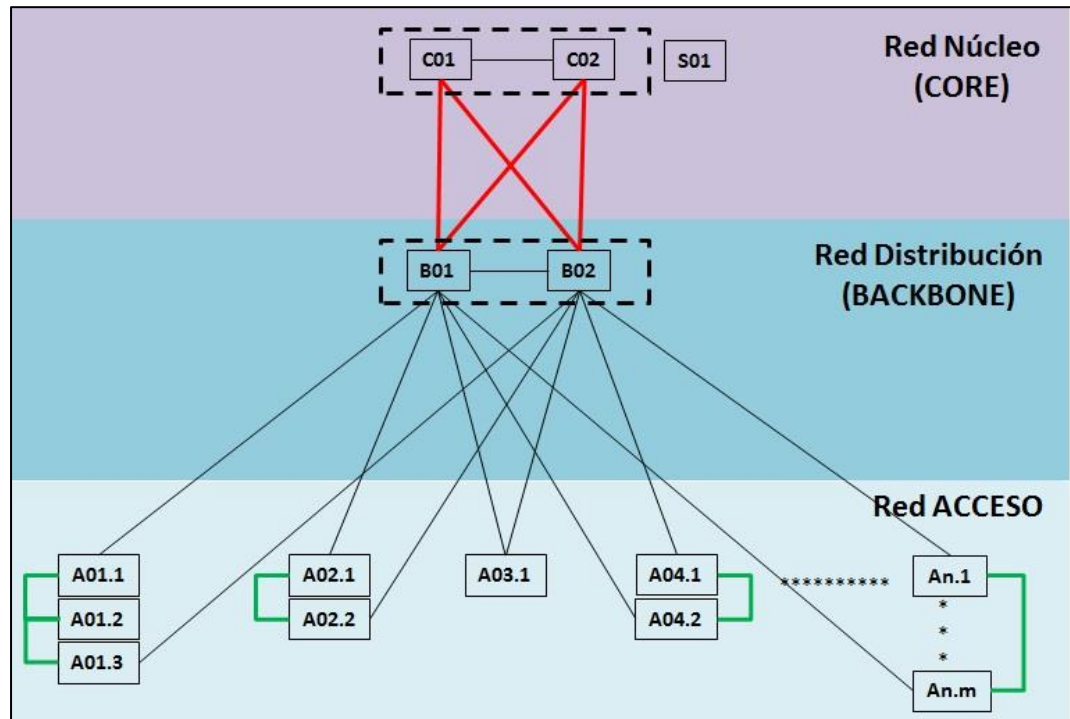


Figura BT.10-11: Diagrama Lógico de la RED IP Planificada

Diagrama Lógico de la RED IP Planificada Beauchef 850

- La RED IP Planificada, para el campus B850, está compuesta por una Red IP DISTRIBUCIÓN (dos equipos B01 y B02)

La Figura BT.10-12, muestra el diagrama lógico para la Red IP DISTRIBUCIÓN de Beauchef 850 planificada y la Figura BT.10-13, muestra la conectividad planificada entre las Redes de Campus Beauchef 850 y Beauchef 851.

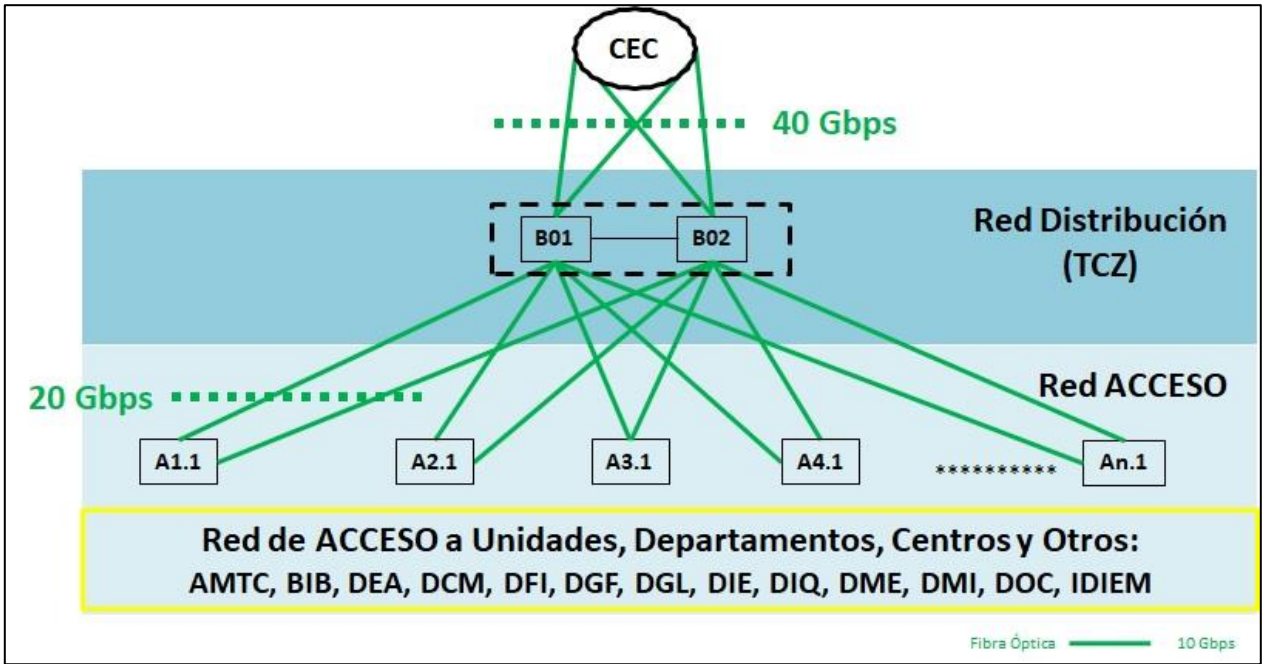


Figura BT.10-12: Diagrama Lógico de la RED IP Planificada para Beauchef 850

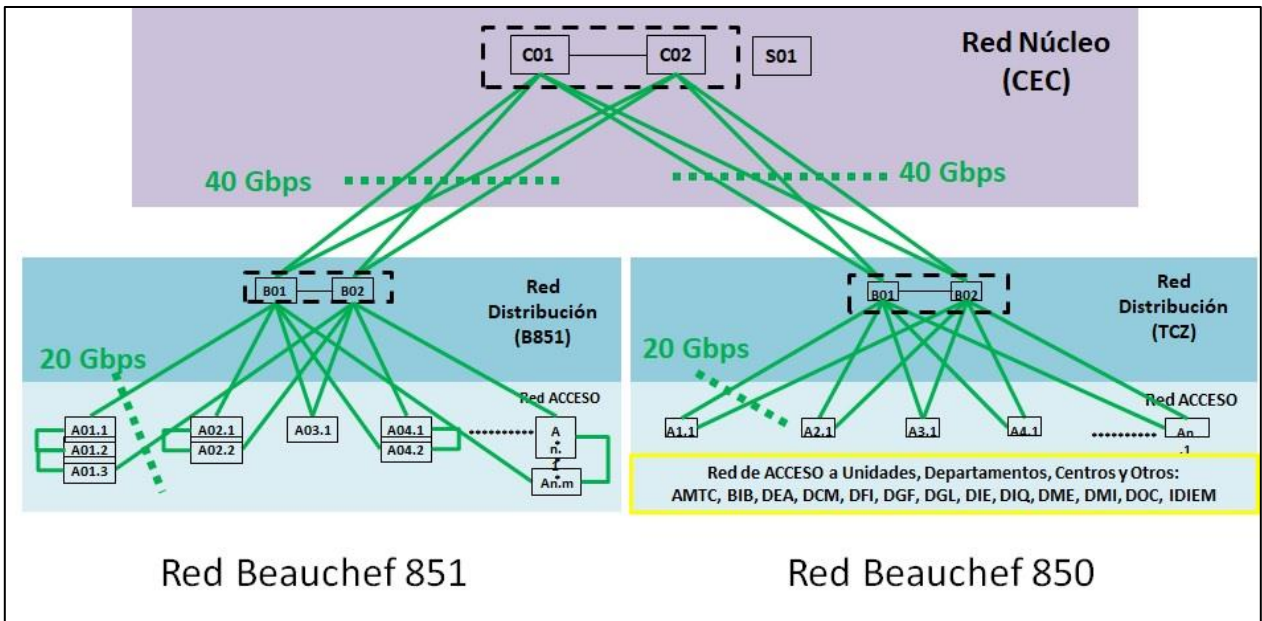


Figura BT.10-13: Diagrama Lógico de la Conectividad entre Beauchef 850 y Beauchef 851

Diagrama Lógico/Físico de la RED IP Planificada

- Vistos los “Antecedentes Técnicos del Nuevo Edificio” del presente documento y considerando el cableado se muestra en la siguiente figura el diagrama lógico/físico de la red:

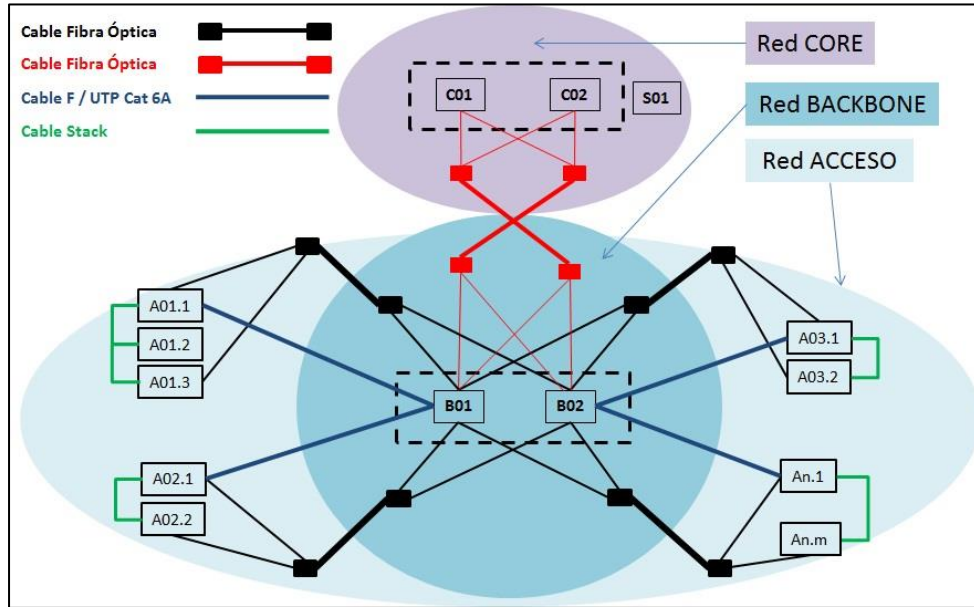


Figura BT.10-14: Diagrama Lógico/Físico de la RED IP Planificada

Diagrama Físico de la RED IP Planificada

- Vistos los “Antecedentes Técnicos del Campus” del presente documento, considerando el cableado y la ubicación física de los gabinetes en el nuevo Edificio, se muestra en la siguiente figura el diagrama físico de la red:

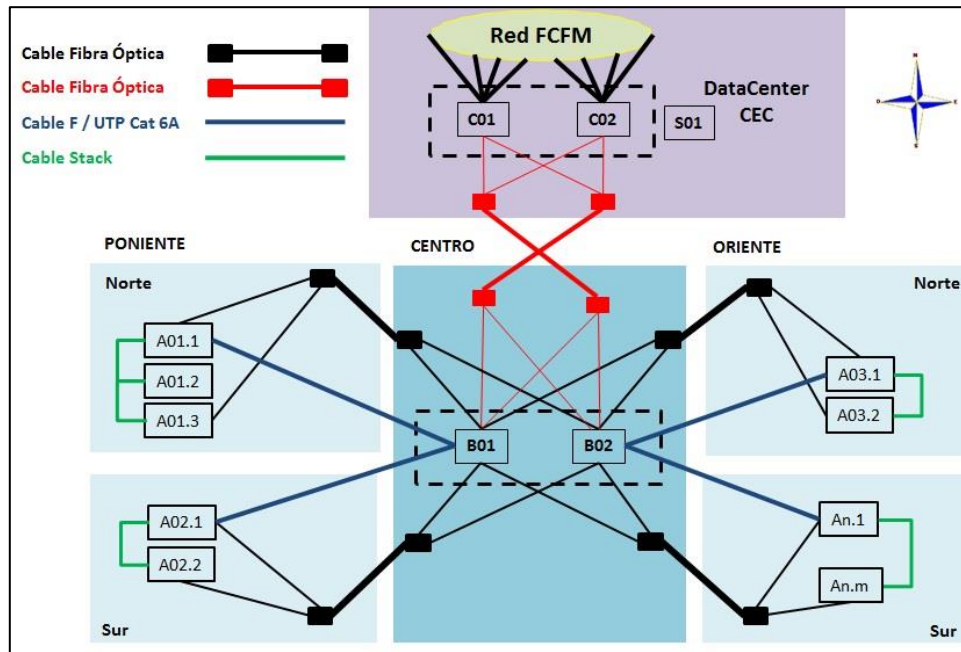


Figura BT.10-15: Diagrama Físico de la RED IP Planificada

ANEXO BT-5: Fichas Técnicas de los Gabinetes

Ficha Técnica de los Bastidores 45 RU, marca Quest:

Rack de Piso - Modelo Steel		
Formato 19"		
Ancho	20,3"	516 mm
Profundidad	14"	355 mm

QUEST



Ángulos superiores que ofrecen resistencia adicional al rack para evitar desajustes en los parais a causa del peso de los equipos.

Agujeros de montaje para ganchos

Incluye kit de 14 ganchos organizadores de cable.

Base perforada que ofrece la posibilidad de anclaje al piso para aumentar la estabilidad de la estructura

Especificaciones Técnicas

Materiales

Base : Hot rolled en espesor de 3,5 mm.
 Estructura : Hot rolled en espesor de 3,5 mm.
 Acabados : Pintura electrostática
 Tornillos : 3/8" X 1" UNF Acero G-2

Normas

EIA - 310D ISO 9001 versión 2000

Referencias

Código	Alto ft	Alto mm	Alto útil	Color
RP-6621	7	2,137	45 RU	Negro

Dimensiones Externas Sistema inglés (pulgadas)

Producto				
Alto Útil	Alto	Ancho	Prof.	Capacidad
45 RU	84	20,3	14	950 lb

Empaque				
Alto Útil	Alto	Ancho	Prof.	Peso
45 RU	85	10	6	56 lb

Dimensiones Externas Sistema métrico (milímetros)

Producto				
Alto Útil	Alto	Ancho	Prof.	Capacidad
45 RU	2,137	516	355	475 kg


Empaque				
Alto Útil	Alto	Ancho	Prof.	Peso
45 RU	2,160	254	152	25 kg

60

RU : Unidades de Rack

www.questinter.com


Ficha Técnica de los Racks 15 RU, marca Quest:



Modelo Andes II - Tapas laterales

Formato 19"

Ancho	20,5"	525 mm
Profundidad	20"	510 mm



Especificaciones Técnicas

Materiales

Estructura : Acero laminado en frío calibre 18.

Puerta Frontal : Marco metálico en acero laminado en frío calibre 20 y vidrio templado de seguridad de 4 mm o acrílico.

Paneles laterales : Acero laminado en frío calibre 20.

Ángulos de montaje ajustables : Acero laminado en frío calibre 16 marcados bajo el estándar EIA 310 D

Llaves maestras : Acero.

Acabados : Pintura electrostática.

Tornillos : Tuerca en canastilla #12-24

Empaque : Cartón Corrugado

Normas

ANSI/EIA 310 D

Referencias

Código	Alto útil	Alto pulgadas	Alto mm	Color
GT-2177	5 RU	11	280	Negro
GT-2178	5 RU	11	280	Almendra / Gris
GT-2179	5 RU	11	280	Gris
GT-2180	7 RU	15	370	Negro
GT-2181	7 RU	15	370	Almendra / Gris
GT-2182	7 RU	15	370	Gris
GT-2183	9 RU	18	460	Negro
GT-2184	9 RU	18	460	Almendra / Gris
GT-2185	9 RU	18	460	Gris
GT-2186	11 RU	22	550	Negro
GT-2187	11 RU	22	550	Almendra / Gris
GT-2188	11 RU	22	550	Gris
GT-2189	14 RU	26	680	Negro
GT-2190	14 RU	26	680	Almendra / Gris
GT-2191	14 RU	26	680	Gris
GT-2192	16 RU	30	770	Negro
GT-2193	16 RU	30	770	Almendra / Gris
GT-2194	16 RU	30	770	Gris

Dimensiones Externas - Sistema Inglés (pulgadas)

Producto

Alto útil	Alto	Ancho	Profundidad	Capacidad
5 RU	11	20,5	20	30 lb
7 RU	15	20,5	20	50 lb
9 RU	18	20,5	20	70 lb
11 RU	22	20,5	20	90 lb
14 RU	27	20,5	20	120 lb
16 RU	31	20,5	20	130 lb

Empaque

Alto útil	Alto	Ancho	Profundidad	Peso
5 RU	13	23	22	24 lb
7 RU	17	23	22	28 lb
9 RU	20	23	22	35 lb
11 RU	24	23	22	40 lb
14 RU	26	23	22	43 lb
16 RU	30	23	22	49 lb

Dimensiones Externas - Sistema métrico (milímetros)

Producto

Alto útil	Alto	Ancho	Profundidad	Capacidad
5 RU	284	520	510	15 kg
7 RU	373	520	510	25 kg
9 RU	462	520	510	35 kg
11 RU	551	520	510	45 kg
14 RU	684	520	510	60 kg
16 RU	773	520	510	65 kg

Empaque

Alto útil	Alto	Ancho	Profundidad	Peso
5 RU	335	576	561	12 kg
7 RU	424	576	561	14 kg
9 RU	516	576	561	18 kg
11 RU	602	576	561	20 kg
14 RU	735	576	561	22 kg
16 RU	824	576	561	25 kg

1 RU : Unidades de Rack

53

128

BT.11 Requerimientos Específicos RED IP A, B, C, W y B850

BT.11.1 Requerimientos Específicos RED IP ACCESO (RED IP A)

- El equipamiento de la Red ACCESO A01.1 a An.m deben operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- El equipamiento A01.1 a An.m deben considerar mecanismos de ahorro de energía.
- El equipamiento A01.1 a An.m deben cubrir el total de los “Puntos de Red” cableados en el edificio y soportar un crecimiento del 10%, llegando a cubrir un total de 3.000 Puntos de Red.
- El equipamiento A01.1 a An.m deben tener características similares o superiores al equipo Cisco Catalyst 2960X.
- Los equipos A01.1 a An.m deben cumplir las siguientes características MÍNIMAS y OBLIGATORIAS, el NO cumplimiento de alguna de estas características, implica la NO admisibilidad de la oferta del OFERENTE, quedando fuera del proceso licitatorio:

Tabla BT.11.1-1 Requerimientos Mínimos y Obligatorios RED IP ACCESO

ID	Descripción Requerimiento Mínimo y Obligatorio RED IP ACCESO
A-01	Los equipos deben cumplir los estándar para Racks / Bastidores de 19” y deben incluir los accesorios y kit de montaje.
A-02	Los equipos deben ser nuevos y sin uso.
A-03	Los equipos deben tener la capacidad de administración y gestión de la red en forma remota con software centralizado.
A-04	Capacidad de cada equipo de al menos 108 Gbps Forwarding Bandwidth y 216 Gbps Switching Bandwidth (Full-Duplex). Para el caso de equipos de 24 puertas, considerar al menos 95 Mpps Forwarding Performance (Paquete L3 de 64Byte) y para equipos de 48 puertas 130 Mpps.
A-05	Cada equipo debe estar equipado en su inicio de al menos de: <ul style="list-style-type: none"> •02 puertas de 10Gbps (Uplink) en Fibra Óptica (SFP+). •48 y/o 24 puertas 10/100/1000Base-TX, PoE+ y control de consumo. •Puerta de consola. •1 fuente de poder. •Jumpers de fibra óptica a cabeceras •Cables conectores “Stack” entre equipos •Cables de poder
A-06	Los equipos deben soportar configuraciones en Stack de Backplane.
A-07	Los equipos deben soportar, al menos 80Gbps en Stacking, y deben poder ser "stackeados" al menos 8 equipos por Stack.

A-08	Los equipos deben soportar ACL descargables (dACL) y la capacidad de integrarse nativamente con una solución de control de acceso a la red, utilizando mecanismos tales como CoA (Change of Autorization).
A-09	Los equipos deben permitir Identity Services Engine ISE (compatible)
A-10	Los equipos deben soportar políticas de seguridad basada en identidad y provisión
A-11	Las puertas de cada equipo deben poder ser agrupadas en Trunk.
A-12	Los equipos deben cubrir la totalidad de los puntos de red ya instalados (2683) y soportar un crecimiento del 10%. (es decir, cobertura de 3.000 puntos de red)
A-13	Las decisiones de Switching deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
A-14	Las decisiones de Routing, Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
A-15	Los equipos deberán soportar mecanismos de protección a su plano de control, así como restricciones de acceso.
A-16	Soporte y capacidad de replicar tráfico multicast en un módulo de salida.
A-17	Soporte y capacidad de al menos 4k VLANs ID y 1k VLAN VLAN activas
A-18	Soporte de estándar IEEE: 802.1D, 802.1ab, 802.1ax, 802.1p, 802.1Q, 802.1s, 802.1w, 802.1X, 802.3, 802.3ab, 802.3ad, 802.3ae, 802.3af, 802.3ah, 802.3at, 802.3az, 802.3u, 802.3x y 802.3z.
A-19	Cumplimiento a los RFC: 768, 783, 791, 792, 793, 826, 854, 951, 959, 1112, 1157, 1166, 1256,1305, 1492, 1493, 1542, 1643, 1757, 1901, 1902-1907, 1981, 2068, 2131, 2138, 2233, 2373, 2460, 2461, 2462, 2463, 2474, 2597, 2598, 2571, 3046, 3376 y 3580
A-20	Soporte AAA
A-21	Soporte RADIUS
A-22	Soporte TACACS+ (compatible)
A-23	Soporte RMON
A-24	Soporte SNMP(v1,v2 y v3)
A-25	Soporte NTP
A-26	Soporte SSH(v1 y v2).
A-27	Soporte Telnet
A-28	Soporte AutoQoS (compatible)
A-29	Soporte VPLS (compatible)
A-30	Soporte de mecanismos para mitigar ataques DoS dirigidos al módulo de la supervisora o administración.
A-31	Soporte uRPF (compatible) en IPv4 e IPv6
A-32	Soporte IGMPv3 snooping (compatible) en hardware
A-33	Soporte IPv6 MLDv snooping (compatible) en hardware
A-34	Los equipos deben soportar el protocolo EnergyWise (compatible)

A-35	Los equipos deben tener la capacidad de configurar el consumo de las puertas de manera inteligente, al menos por horario, con el fin de ahorrar energía.
A-36	Los equipos deben soportar la funcionalidad de configuración automática, basado en el tipo de dispositivo conectado en el puerto (Auto Smart Port).
A-37	Todas las funcionalidades solicitadas y el cumplimiento por el OFERENTE deben ser respaldadas, mediante documentación disponible en sitio público del fabricante, indicando página y/o sección en donde se hace referencia directa al cumplimiento a dicha funcionalidad.
A-38	Incluir documento público (ejemplos de diseño e implementación) en donde indique que los elementos nuevos a adquirir se interconecten a los actuales equipos de la FCFM (Cisco familias 45XX, 35XX, 29XX).

- Adicionalmente, para los equipos ofertados A01.1 a A0n.m, se pueden cumplir las siguientes características, que serán evaluadas positivamente, como sigue:

Tabla BT.11.1-2 Requerimientos Adicionales RED IP ACCESO

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP ACCESO	Puntos
A-39	Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, externa por stack.	40
A-40	Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60

- La suma de los “Puntos” asignados a cada uno de los IDs (desde A-39 hasta A-40) es en total **100** Puntos
- El OFERENTE sumará **P_ACCESO** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos Adicionales.

BT.11.2 Requerimientos Específicos RED IP BACKBONE (RED IP B)

- El equipamiento de la Red BACKBONE B01 y B02 deben operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- El equipamiento de la Red BACKBONE B01 y B02 deben operar en Alta Disponibilidad.
- Los equipos B01 y B02 deben ser idénticos y tener características similares o superiores al equipo Cisco Catalyst 6509.
- Los equipos B01 y B02 deben cumplir las siguientes características MÍNIMAS y OBLIGATORIAS, el NO cumplimiento de alguna de estas características, implica la NO admisibilidad de la oferta del OFERENTE, quedando fuera del proceso licitatorio:

Tabla BT.11.2-1 Requerimientos Mínimos y Obligatorios RED IP BACKBONE

ID	Descripción Requerimiento Mínimo y Obligatorio RED IP BACKBONE
----	--

B-01	Los equipos deben cumplir los estándar para Racks / Bastidores de 19" y deben incluir los accesorios y kit de montaje.
B-02	Los equipos deben ser nuevos y sin uso.
B-03	Equipos modulares que permitan agregar/retirar/cambiar tarjetas o módulos según el crecimiento.
B-04	Los equipos deben permitir agregar/retirar/cambiar tarjetas con el equipo en funcionamiento (Hot Swap).
B-05	Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, que posean la capacidad de ser Hot Swap.
B-06	Los equipos deben contar con ventiladores redundantes, que posean la capacidad de ser Hot Swap.
B-07	Los equipos deben tener la capacidad de administración y gestión de la red en forma remota con software centralizado.
B-08	Los equipos (chasis) deben soportar la posibilidad de redundancia en supervisora
B-09	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Load Balancing
B-10	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Wireless Controller
B-11	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Encriptación
B-12	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar múltiples módulos de alta densidad en puertos de: 40Gbps, 10Gbps y 1 Gbps.
B-13	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar en el futuro múltiples módulos en puertos de 100Gbps.
B-14	Los equipos deben tener soporte de interfaces 10Gbps y 40Gbps, sin necesidad de cambiar los módulos supervisores.
B-15	Los dos equipos deben ser idénticos y en H.A. (Alta Disponibilidad) en todos sus componentes. Los módulos supervisores, pueden ser uno (1) por equipo, considerando que cada módulo supervisor debe estar conectado con su par (conexión entre módulos supervisores), tal de proveer redundancia en su operación, con características tipo "StateFull".
B-16	Los dos equipos deben operar como un solo "Switch Virtual".
B-17	Capacidad de cada equipo de al menos 2 Tbps (System Bandwidth) y 80 Gbps por Slot, para cada uno de los Slots.
B-18	Capacidad de Packet Forwarding de 720 Mpps por Slot para IPv4.
B-19	Capacidad de Packet Forwarding de 390 Mpps por Slot para IPv6.

B-20	<p>Cada equipo debe estar equipado en su inicio al menos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> •08 puertas de 10 Gbps Fibra Óptica (SFP+) (conexión al CORE). •33 puertas 10Gbps Fibra Óptica (SFP+). (conexión a ACCESO) •33 puertas 10/100/1000Base-TX. •Puerta de consola. •1 x Tarjeta supervisora •2 x fuentes de poder •Jumpers de fibra óptica a cabeceras •Cables conectores entre equipos •Cables de poder
B-21	Las puertas de cada equipo deben poder ser agrupadas en Trunk.
B-22	Las puertas deben poder ser agrupadas en Trunk considerando puertas de cada equipo y/o de ambos equipos.
B-23	Los equipos deben soportar un crecimiento de al menos un 50% de sus puertas y un 40% del crecimiento en los equipos de Acceso.
B-24	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: Rutas Estáticas
B-25	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: RIP v1/v2
B-26	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: OSPF v1/v2
B-27	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: VRRP
B-28	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: IS-IS
B-29	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: Rutas Estáticas
B-30	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: RIPng
B-31	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: OSPF v3
B-32	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: VRRP
B-33	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: IS-IS v6
B-34	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: 6over4
B-35	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: ISATAP
B-36	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: Tunel Manual
B-37	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: VRF (Soporte de 4k)
B-38	Las decisiones de Routing deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
B-39	Las decisiones de Switching deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
B-40	Las decisiones de Routing, Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
B-41	Las decisiones de Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
B-42	Los equipos deberán soportar mecanismos de protección a su plano de control, así como restricciones de acceso.
B-43	Soporte y capacidad de 64k entradas en tabla ACL y compartida con QoS
B-44	Soporte y capacidad de 128k en tabla de MAC Address

B-45	Soporte y capacidad de verificar las ACL, en relación a la capacidad de hardware, antes de que se le aplique la ACL respectiva.
B-46	Soporte y capacidad de almacenar localmente, filtrar, visualizar y exportar los paquetes capturados.
B-47	Soporte y capacidad de replicar tráfico multicast en un módulo de salida.
B-48	Soporte y capacidad de aplicar políticas de QoS por puerta por VLAN (QoS per-port-per-VLAN).
B-49	Soporte y capacidad de al menos 4k VLANs ID y 1k VLAN VLAN activas
B-50	Soporte de estándar IEEE: 802.1D, 802.1ab, 802.1ax, 802.1p, 802.1Q, 802.1s, 802.1w, 802.1X, 802.3, 802.3ab, 802.3ad, 802.3ae, 802.3af, 802.3ah, 802.3at, 802.3u, 802.3x y 802.3z.
B-51	Cumplimiento a los RFC: 768, 783, 791, 792, 793, 826, 854, 951, 959, 1112, 1157, 1166, 1256,1305, 1492, 1493, 1542, 1643, 1757, 1901, 1902-1907, 1981, 2068, 2131, 2138, 2233, 2373, 2460, 2461, 2462, 2463, 2474, 2597, 2598, 2571, 3046, 3376 y 3580
B-52	Soporte AAA
B-53	Soporte RADIUS
B-54	Soporte TACACS+ (compatible)
B-55	Soporte RMON
B-56	Soporte SNMP(v1,v2 y v3)
B-57	Soporte NTP
B-58	Soporte SSH(v1 y v2).
B-59	Soporte Telnet
B-60	Soporte AutoQoS (compatible)
B-61	Soporte VPLS (compatible)
B-62	Soporte SGACLs (compatible)
B-63	Soporte de mecanismos para mitigar ataques DoS dirigidos al modulo de la supervisora o administración.
B-64	Soporte TrustSec (compatible)
B-65	Soporte uRPF (compatible) en IPv4 e IPv6
B-66	Soporte ACL en L2, L3 y L4
B-67	Soporte IGMPv3 snooping (compatible) en hardware
B-68	Soporte IPv6 MLDv snooping (compatible) en hardware
B-69	Soporte ERSPAN (compatible)
B-70	Virtualización: Soporte H-VPLS (compatible)
B-71	Los equipos deben soportar el protocolo EnergyWise (compatible)
B-72	Los equipos deben tener la capacidad de configurar el consumo de las puertas de manera inteligente, al menos por horario, con el fin de ahorrar energía.

B-73	Los equipos deben soportar la funcionalidad de configuración automática, basado en el tipo de dispositivo conectado en el puerto (Auto Smart Port).
B-74	Todas las funcionalidades solicitadas y el cumplimiento por el OFERENTE deben ser respaldadas, mediante documentación disponible en sitio público del fabricante, indicando página y/o sección en donde se hace referencia directa al cumplimiento a dicha funcionalidad.
B-75	Incluir documento público (ejemplos de diseño e implementación) en donde indique que los elementos nuevos a adquirir se interconecten a los actuales equipos de la FCFM (Cisco familias 45XX, 35XX, 29XX).

- Adicionalmente, para los equipos ofertados B01 y B02, se pueden cumplir las siguientes características, que serán evaluadas positivamente, como sigue:

Tabla BT.11.2-2 Requerimientos Adicionales RED IP BACKBONE

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP BACKBONE	Puntos
B-76	Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
B-77	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP	5
B-78	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+	5
B-79	Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	5
B-80	Soporte WCCP v2 (compatible)	5
B-81	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
B-82	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
B-83	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
B-84	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

- La suma de los “Puntos” asignados a cada uno de los IDs (desde B-76 hasta B-84) es en total **100** Puntos.

El OFERENTE sumará **P_BACKBONE** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos Adicionales

BT.11.3 Requerimientos Específicos RED IP CORE (RED IP C)

- El equipamiento de la RED IP CORE, será en el mediano plazo, el equipamiento principal de Red CORE de la FCFM.

- El equipamiento de la Red CORE C01 y C02 deben operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- Los equipos C01 y C02 deben operar en Alta Disponibilidad.
- Los equipos C01 y C02 deben ser idénticos y tener características similares o superiores al equipo Cisco Catalyst 6509.
- Los equipos C01 y C02 deben cumplir las siguientes características MÍNIMAS y OBLIGATORIAS, el NO cumplimiento de alguna de estas características, implica la NO admisibilidad de la oferta del OFERENTE, quedando fuera del proceso licitatorio:

Tabla BT.11.3-1 Requerimientos Mínimos y Obligatorios RED IP CORE

ID	Descripción Requerimiento Mínimo y Obligatorio RED IP CORE
C-01	Los equipos deben cumplir los estándar para Racks / Bastidores de 19” y deben incluir los accesorios y kit de montaje.
C-02	Los equipos deben ser nuevos y sin uso.
C-03	Equipos modulares que permitan agregar/retirar/cambiar tarjetas o módulos según el crecimiento.
C-04	Los equipos deben permitir agregar/retirar/cambiar tarjetas con el equipo en funcionamiento (Hot Swap).
C-05	Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, que posean la capacidad de ser Hot Swap.
C-06	Los equipos deben contar con ventiladores redundantes, que posean la capacidad de ser Hot Swap.
C-07	Los equipos deben tener la capacidad de administración y gestión de la red en forma remota con software centralizado.
C-08	Los equipos (chasis) deben soportar la posibilidad de redundancia en supervisora
C-09	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Load Balancing
C-10	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Wireless Controler
C-11	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Encriptación
C-12	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar múltiples módulos de alta densidad en puertas de: 40Gbps, 10Gbps y 1 Gbps.
C-13	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar en el futuro múltiples módulos en puertas de 100Gbps.
C-14	Los equipos deben tener soporte de interfaces 10Gbps y 40Gbps, sin necesidad de cambiar los módulos supervisores.

C-15	Los dos equipos deben ser idénticos y en H.A. (Alta Disponibilidad) en todos sus componentes. Los módulos supervisores, pueden ser uno (1) por equipo, considerando que cada módulo supervisor debe estar conectado con su par (conexión entre módulos supervisores), tal de proveer redundancia en su operación, con características tipo “StateFull”.
C-16	Los dos equipos deben operar como un solo “Switch Virtual”.
C-17	Capacidad de cada equipo de al menos 2 Tbps (System Bandwith) y 80 Gbps por Slot, para cada uno de los Slots.
C-18	Capacidad de Packet Forwarding de 720 Mpps por Slot para IPv4.
C-19	Capacidad de Packet Forwarding de 390 Mpps por Slot para IPv6.
C-20	<p>Cada equipo debe estar equipado en su inicio al menos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 08 puertas de 10Gbps Fibra Optica (SFP+) (Conexión al BACKBONE). • 04 puertas 1/10 Gbps.(Conexión a la Red FCFM). •Puerta de consola •1 x Tarjeta supervisora •2 x fuentes de poder •Jumpers de fibra óptica a cabeceras •Cables conectores entre equipos •Cables de poder
C-21	Las puertas de cada equipo deben poder ser agrupadas en Trunk.
C-22	Las puertas deben poder ser agrupadas en Trunk considerando puertas de cada equipo y/o de ambos equipos.
C-23	Los equipos deben soportar un crecimiento de al menos un 100% de sus puertas y un 50% del crecimiento en los equipos de Backbone.
C-24	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: Rutas Estáticas
C-25	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: RIP v1/v2
C-26	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: OSPF v1/v2
C-27	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP
C-28	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: VRRP
C-29	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: IS-IS
C-30	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: Rutas Estáticas
C-31	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: RIPng
C-32	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: OSPF v3
C-33	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+
C-34	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: VRRP
C-35	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: IS-IS v6
C-36	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: 6over4
C-37	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: ISATAP

C-38	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: Tunnel Manual
C-39	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: VRF (Soporte de 4k)
C-40	Las decisiones de Routing deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
C-41	Las decisiones de Switching deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
C-42	Las decisiones de Routing, Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
C-43	Las decisiones de Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
C-44	Los equipos deberán soportar mecanismos de protección a su plano de control, así como restricciones de acceso.
C-45	Soporte y capacidad de 64k entradas en tabla ACL y compartida con QoS
C-46	Soporte y capacidad de 128k en tabla de MAC Address
C-47	Soporte y capacidad de verificar las ACL, en relación a la capacidad de hardware, antes de que se le aplique la ACL respectiva.
C-48	Soporte y capacidad de almacenar localmente, filtrar, visualizar y exportar los paquetes capturados.
C-49	Soporte y capacidad de replicar tráfico multicast en un módulo de salida.
C-50	Soporte y capacidad de aplicar políticas de QoS por puerta por VLAN (QoS per-port-per-VLAN).
C-51	Soporte y capacidad de al menos 4k VLANs ID y 1k VLAN VLAN activas
C-52	Soporte de estándar IEEE: 802.1D, 802.1ab, 802.1ax, 802.1p, 802.1Q, 802.1s, 802.1w, 802.1X, 802.3, 802.3ab, 802.3ad, 802.3ae, 802.3af, 802.3ah, 802.3at, 802.3u, 802.3x y 802.3z.
C-53	Cumplimiento a los RFC: 768, 783, 791, 792, 793, 826, 854, 951, 959, 1112, 1157, 1166, 1256, 1305, 1492, 1493, 1542, 1643, 1757, 1901, 1902-1907, 1981, 2068, 2131, 2138, 2233, 2373, 2460, 2461, 2462, 2463, 2474, 2597, 2598, 2571, 3046, 3376 y 3580
C-54	Soporte AAA
C-55	Soporte RADIUS
C-56	Soporte TACACS+ (compatible)
C-57	Soporte RMON
C-58	Soporte SNMP(v1,v2 y v3)
C-59	Soporte NTP
C-60	Soporte SSH(v1 y v2).
C-61	Soporte Telnet
C-62	Soporte AutoQoS (compatible)
C-63	Soporte VPLS (compatible)
C-64	Soporte SGACLs (compatible)
C-65	Soporte de mecanismos para mitigar ataques DoS dirigidos al modulo de la supervisora o administración.
C-66	Soporte TrustSec (compatible)

C-67	Soporte uRPF (compatible) en IPv4 e IPv6
C-68	Soporte ACL en L2, L3 y L4
C-69	Soporte IGMPv3 snooping (compatible) en hardware
C-70	Soporte IPv6 MLDv snooping (compatible) en hardware
C-71	Soporte ERSPAN (compatible)
C-72	Virtualización: Soporte H-VPLS (compatible)
C-73	Los equipos deben soportar el protocolo EnergyWise (compatible)
C-74	Los equipos deben tener la capacidad de configurar el consumo de las puertas de manera inteligente, al menos por horario, con el fin de ahorrar energía.
C-75	Los equipos deben soportar la funcionalidad de configuración automática, basado en el tipo de dispositivo conectado en el puerto (Auto Smart Port).
C-76	Todas las funcionalidades solicitadas y el cumplimiento por el OFERENTE deben ser respaldadas, mediante documentación disponible en sitio público del fabricante, indicando página y/o sección en donde se hace referencia directa al cumplimiento a dicha funcionalidad.
C-77	Incluir documento público (ejemplos de diseño e implementación) en donde indique que los elementos nuevos a adquirir se interconecten a los actuales equipos de la FCFM (Cisco familias 45XX, 35XX, 29XX).

- Adicionalmente, para los equipos ofertados C01 y C02, se pueden cumplir las siguientes características, que serán evaluadas positivamente, como sigue:

Tabla BT.11.3-2 Requerimientos Adicionales RED IP CORE

ID	Descripción Requerimientos Adicionales RED IP CORE	Puntos
C-78	Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
C-79	Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	15
C-80	Soporte WCCP v2 (compatible)	5
C-81	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
C-82	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
C-83	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
C-84	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

- La suma de los “Puntos” asignados a cada uno de los IDs (desde C-78 hasta C-84) es en total **100** Puntos.
- El OFERENTE sumará **P_CORE** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos Adicionales.

Requerimientos Técnicos Específicos del Software de Administración

- El Software de Administración S01, deberá permitir la Administración de las Redes; CORE y al menos mil (1000) equipos comunicados al CORE.
- El Software de Administración S01, debe cumplir las siguientes características MÍNIMAS y OBLIGATORIAS, el NO cumplimiento de alguna de estas características, implica la NO admisibilidad de la oferta del OFERENTE, quedando fuera del proceso licitatorio:

Tabla BT.11.3-3 Requerimientos Mínimos y Obligatorios del Software de Administración

ID	Descripción Requerimiento Mínimo y Obligatorio Software de Administración
S-01	Monitoreo y solución de Problemas: Que cuente con un Navegador Centralizado de eventos y fallas (consolidación de syslog, traps, eventos y alarmas)
S-02	Monitoreo y solución de Problemas: Que permita la Navegación rápida para identificar aéreas con problemas
S-03	Monitoreo y solución de Problemas: Que soporte el uso del protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol) para polear y poder identificar problemas de disponibilidad y rendimiento.
S-04	Monitoreo y solución de Problemas: Que maneje IPSLAs para las operaciones de video lo cual ayuda a identificar si la red está lista para aplicaciones de video y multimedia
S-05	Monitoreo y solución de Problemas: Capacidad detectar equipos de video y que pueda hacer una evaluación de la red para que cumpla con mejores prácticas para la transmisión de video y multimedia.
S-06	Inventario: Que permita llevar un inventario de Chasis, Módulos e Interfaces entre otros.
S-07	Inventario: Que pueda proveer un menú para ver el estado del avance del descubrimiento en curso de la red
S-08	Inventario: Que soporte más de 600 tipos de dispositivos
S-09	Reportes: Que cuente con un menú para que la navegación a través de esta funcionalidad (reporteo) sea sencilla y se pueda acceder a reportes detallados
S-10	Reportes: Que permita generar Reportes como Inventario, Equipos con anuncio de Fina de Vida o de Soporte, alertas sobre bugs de seguridad
S-11	Reportes: Que los reportes se pueden agendar para que corran diario, o semanalmente o mensualmente, y pueden ser consultados en línea o exportados a un archivo tipo csv
S-12	Centros de Trabajo: Que cuente con flujos de trabajo (work flows) que permitan que la configuración de dispositivos de distintas tecnologías sea simple.
S-13	Centros de Trabajo: Que contenga Indicadores gráficos (dashboards) que den una actualización del estado de configuración de los dispositivos, inventario y monitoreo para poder solucionar problemas.
S-14	Características y Funcionalidades: Que permita Monitoreo en Tiempo Real

S-15	Características y Funcionalidades: Que tenga la Capacidad de Solucionar Problemas (Troubleshooting)
S-16	Características y Funcionalidades: Que permita el Manejo de ODBC para poder conectar bases de datos a aplicaciones de terceros
S-17	Características y Funcionalidades: Que tenga la Capacidad de instalarse en una plataforma Virtualizada

- Adicionalmente, para el Software de Administración ofertado, se pueden cumplir las siguientes características, que serán evaluadas positivamente, como sigue:

Tabla BT.11.3-4 Requerimientos Adicionales Software de Administración

ID	Descripción Requerimientos Adicionales Software de Administración	Puntos
S-18	Monitoreo y solución de Problemas: Que cuente con Flujos de Trabajo embebidos para solución de problemas, para poder aislarlos de manera rápida y remediarlos	20
S-19	Monitoreo y solución de Problemas: Que permita la Interacción Inteligente para la creación de un requerimiento de servicio y/o búsquedas inteligentes en comunidades para solución de problemas.	20
S-20	Características y Funcionalidades: Que posea un Wizard, para: - Facilidad de Instalación y Configuración. - Buena experiencia de usuario, en el uso de la herramienta.	20
S-21	Características y Funcionalidades: Que permita el Manejo de APIs	10
S-22	Características y Funcionalidades: Que Soporte sistemas operativos Windows	20
S-23	Características y Funcionalidades: Que soporte plataformas de cómputo unificadas como UCS (compatible)	10

- La suma de los “Puntos” asignados a cada uno de los IDs (desde S-18 hasta S-23) es en total **100** Puntos.
- El OFERENTE sumará **P_Sw_Adm** puntos, según cumplimiento a los Requerimientos Adicionales.

BT.11.4 Requerimientos Específicos RED IP WIFI (RED IP W)

Requerimientos Técnicos Específicos RED IP WIFI – Controladores Wireless (CW).

- El equipamiento de la RED IP WIFI – Controladores Wireless debe operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- Los equipos deben operar en Alta Disponibilidad.
- Los equipos deben tener características similares o superiores al equipo “Cisco 5508 Wireless Controller”.
- Los equipos deben cumplir las siguientes características:

Tabla BT.11.4-1: Requerimientos de los Equipos de Red WIFI – Controladores Wireless

ID	Descripción
CW-01	Características Generales: Formato tipo appliance para controlar todos los puntos de acceso a la red inalámbrica. NOTA: Hardware dedicado, para ser instalado en Datacenter de la Facultad.
CW-02	Características Generales: El hardware ofertado deberá tener la capacidad de controlar hasta 500 Access Points. El hardware en Alta Disponibilidad (HA) debe contar desde su inicio de operación con las 500 licencias.
CW-03	Características Generales: El hardware ofertado deberá tener la capacidad de soportar siete mil (7.000) clientes simultáneos.
CW-04	Características Generales: Debe contar con 6 interfaces tipo SFP para puertos 1000Base-T, como mínimo.
CW-05	Características Generales: Las interfases a colocar deben de poder establecer una agregación de enlace hacia el switch conectado mediante el estándar 802.1ax. Esto permitirá tener un canal de mayores prestaciones hacia los usuarios.
CW-06	Características Generales: A nivel de hardware, como mínimo debe de tener: 1.- Una interface 10/100/1000 Mbps Ethernet (RJ-45) para gestión fuera de banda. 2.- Una interface de administración por consola (RJ-45) 3.- Fuente de poder 100 a 240 VAC; 50 a 60 Hz 4.- Fuente de poder redundante para asegurar la disponibilidad del equipo.

CW-07	Características Generales: Debe manejar los estándares 802.11 a/b/g/n y ac.
CW-08	Características Generales: La solución de controlador debe de manejar el estándar CAPWAP bajo el RFP 5415.
CW-09	Características Generales: Soporte de IGMP para la optimización del tráfico multicast.
CW-10	Características Generales: Debe soportar tecnologías de optimización de tráfico multicast en la red inalámbrica, en donde ante tráfico multicast, los puntos de acceso puedan transformarlo a tráfico unicast y permitir que los clientes que reciban este tráfico lo hagan a su mejor velocidad posible de manera independiente.
CW-11	Características Generales: Debe tener la capacidad de funcionar como servidor de DHCP, DHCP Proxy o DHCP Relay.
CW-12	Características Generales: Para la administración como mínimo debe de soportar el acceso via HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, SNMP v2c, 3 .
CW-13	Características Generales: Debe manejar los estándares 802.11 d/e/h/r/u
CW-14	Características Generales: Debe poder identificar aplicaciones en el medio inalámbrico para luego marcarlas o impedir su uso. Debe poder identificar al menos 1000 aplicaciones.
CW-15	Características Generales: Soporte de IPv6 en la red inalámbrica
CW-16	Características Generales: Para un esquema de múltiple controladores en la red (distribuido), cada uno de ellos debe de poder trabajar de manera independiente sin la necesidad de que exista una codependencia obligatoria entre ellos para funcionar. Cada uno de los controladores deberá de mantener las funcionalidades de gestión y monitoreo.
CW-17	Características Generales: En el evento de una falla en el controlador, los puntos de acceso inalámbrico deberán poder encontrar de forma automática un controlador de respaldo. El controlador de respaldo y el controlador primario deben estar sincronizados a nivel de configuración y de estados de manera que no haya corte de los SSIDs publicados y se pueda mantener el estado de autenticación de los usuarios.
CW-18	Características Generales: Debe de operar conjuntamente con el resto de los equipos de la solución inalámbrica para soportar las aplicaciones de datos, voz y video.

CW-19	<p>Roaming: Deberá de ofrecer servicios de roaming entre puntos de acceso inalámbrico, sin importar que estos se encuentren en diferente subred y sin hacer cambios en la infraestructura de LAN, preservando las características del acceso en términos de QoS y Seguridad y logrando que el delay sea imperceptible por las aplicaciones de misión crítica como es el caso de la voz.</p>
CW-20	<p>Roaming: La solución deberá de ser escalable permitiendo crecer hasta 24 controladores bajo el mismo dominio de movilidad que permita realizar roaming en la red.</p>
CW-21	<p>QoS: Deberá soportar las siguientes funcionalidades de calidad de servicio: 1.- Soporte de Wi-Fi Multimedia 2.- Manejo de 802.1p 3.- Soporte de DSCP 4.- Soporte de 802.11e</p>
CW-22	<p>QoS: Debe poder limitar el tráfico, tanto para la subida como para la bajada, basado en el SSID o en el cliente.</p>
CW-23	<p>Gestión de APs: Debe ser capaz de controlar y administrar los puntos de acceso inalámbrico de forma centralizada incluyendo las funciones de actualización de configuraciones y software.</p>

CW-24

Gestión de APS:

La solución controlador/punto de acceso debe de soportar diferentes tipos de topologías que se adapten a las necesidades del cliente:

- 1.- Topología centralizada local, aplicado para oficinas con gran cantidad de clientes, en donde el tráfico del cliente termine en el controlador para un mejor control.
- 2.- Topología para oficinas remotas, que permita controlar los puntos de acceso de manera centralizada a través de la WAN, sin necesidad de desplegar un controlador en cada "rama". Esta tecnología debe de soportar la capacidad de que el tráfico de usuario sea switchado de manera local, y en caso de pérdida de comunicación con el controlador, el punto de acceso pueda mantener comunicación y autenticación con los clientes finales.
- 3.- Soporte de puntos de acceso que puedan trabajar de manera autónoma en una sede remota ante algún corte en el enlace WAN. Este cambio a autónomo de los APs no debe de cambiar la experiencia del usuario en lo siguiente:
 - 3.1.- Capacidad de poder hacer switching del tráfico localmente.
 - 3.2.- Capacidad de poder mantener la autenticación manteniendo los esquemas AAA (802.1x) usados para nuevos usuarios que se conecten durante el corte.
 - 3.3.- Además, ante la creación de varias redes inalámbrica (SSID) en la sede remota, estas no debe de generar más de un canal de comunicación entre AP y controlador para evitar la sobrecarga del enlace WAN así como también la sobrecarga del punto de acceso.

<p>CW-25</p>	<p>Gestión de APs: Debe de soportar las siguientes funcionalidades en relación a los puntos de acceso inalámbrico que maneja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Capacidad de poder agregar a los puntos de acceso de manera automática usando certificados digitales de fábrica previamente instalados en los mismos. No debe de depender de una aprobación previa de certificados para funcionar. 2.- Autenticación de puntos de acceso inalámbrico mediante el uso de certificados. 3.- Soporte de hasta 16 SSIDs por punto de acceso inalámbrico cada uno de ellos con diversas políticas de seguridad y calidad de servicio. 4.- Soporte de puntos de acceso que puedan generar un túnel encriptado desde una ubicación externa a la red por Internet para la extensión de la red inalámbrica en ambientes de teletrabajo. 5.- Operación de puntos de acceso inalámbricos en modo que permita dar acceso a usuarios además de realizar funciones de monitoreo de forma simultánea. 6.- Operación de puntos de acceso inalámbricos en modo de monitoreo que permita aumentar la densidad sin degradar el desempeño. 7.- Operación de puntos de acceso inalámbricos en modo de sniffer que permita capturar los paquetes en la red y enviarlos a un analizador de protocolos. 8.- Operación de puntos de acceso inalámbricos en modo de malla que permita obtener conectividad a los recursos de LAN vía inalámbrica a través de otro punto de acceso inalámbrico. 9.- Operación del punto de acceso como un sensor remoto del espectro WiFi, que permita poder tener un análisis en tiempo real de la data del espectro en la capa física, pudiendo tener información del duty cycle, gráficas de la transformada rápida de fourier (FFT) del espectro WiFi, etc. Este rol puede ser invocado en demanda, pudiendo el AP regresar a su modo de atención a clientes.
--------------	--

<p>CW-26</p>	<p>RRM: Deberá de contar con software que le permita adaptarse y administrar en tiempo real el entorno de RF. Entre estas funciones deberá de encontrarse: 1.- Asignación dinámica de canales para optimizar la cobertura y desempeño. 2.- Balanceo de carga de usuarios entre múltiples puntos de acceso inalámbricos. 3.- Detección y corrección de espacios en la cobertura inalámbrica. 4.- Control dinámico de potencia de acuerdo a las condiciones de la red. 5.- En caso de falla de un punto de acceso inalámbrico, el controlador deberá de ser capaz de ajustar la potencia en los puntos de acceso adyacentes para cubrir el área que fue afectada. 6.- Detección y capacidad de evitar interferencia 802.11 mediante la recalibración de la red.</p>
<p>CW-27</p>	<p>Seguridad: Deberá soportar mecanismos de detección y mitigación de interferencia no 802.11n en tiempo real en frecuencias WiFi gracias al uso de puntos de acceso soportados para tal funcionalidad. Como mínimo debe de realizar lo siguiente: 1.- Detección de la interferencia basado en patrones de frecuencia comunes a dispositivos no WiFi. 2.- Capacidad de auto-curado de la red inalámbrica. Esta funcionalidad para mantener la disponibilidad de la red debe de darse en cuestión de segundos y ser automática. 2.1.- Clasificación de la interferencia (tanto en 2.4GHz como en 5GHz) entre ellas hornos microondas, teléfonos analógicos inalámbricos, cámaras de video, dispositivos bluetooth, etc.</p>
<p>CW-28</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Protección, detección y ubicación de intrusos a nivel inalámbrico mediante firmas predefinidas o la definición de nuevas. Al menos se deben de soportar las siguientes: 1.- Broadcast deauthentication frame 2.- Null probe response 3.- Management frame flood 4.- Wellenreiter 5.- EAPOL flood 6.- NetStumbler</p>

<p>CW-29</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Detección y clasificación de puntos de acceso inalámbricos no legítimos (rogue) de manera automática, con opción a llevar acciones de contención como las siguiente: 1.- Contención en el aire. Los puntos de acceso de la solución permiten contener al rogue incrementando su señal para que el cliente se asocie a la red adecuada. 2.- Contención en la red. Integración con la plataforma de switches que permita identificar con la información de la red inalámbrica el punto de red a la cual se ha conectado el rogue. Debe de poder inclusive, realizar un apagado de puerto.</p>
<p>CW-30</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Debe de soportar mecanismos de protección de los mensajes de administración entre cliente-punto de acceso y punto de acceso-controlador. Por lo menos debe de asegurar la encriptación de los mensajes de administración desde los clientes.</p>
<p>CW-31</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Seguridad en capa 2 mediante el manejo de filtrado por MAC, WEP, WEP dinámico, TKIP, WPA, 802.11i (WPA2), 802.1X (PEAP, EAP-TLS, EAP-TTLS) y L2TP.</p>
<p>CW-32</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Bloqueo de tráfico entre clientes asociados a un mismo SSID.</p>
<p>CW-33</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Soporte de AAA mediante un servidor de RADIUS/TACACS+ para manejar las políticas de usuarios y derechos de gestión del equipo.</p>
<p>CW-34</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Deberá de soportar autenticación de usuarios en base a un servidor de RADIUS, base de datos local, base de datos LDAP, directorio activo de Microsoft, entre otros.</p>
<p>CW-35</p>	<p>Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: La solución debe de permitir que mediante el uso de un mismo SSID, se pueda diferenciar a los usuarios que se conectan y agregar políticas de acuerdo al rol tales como: 1.- Listas de control de acceso.</p>

	2.- Calidad de servicio 3.- VLANs
CW-36	Seguridad: Deberá de proveer múltiples capas de seguridad, incluyendo: Soporte para poder permitir que los puntos de acceso puedan autenticarse a la red mediante 802.1x en su switch y evitar puntos de acceso no deseados en la red.

Requerimientos Técnicos Específicos RED IP WIFI – Access Point (AP).

- El equipamiento de la Red WIFI – Access Point (AP) debe operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- Los equipos deben tener características similares o superiores al equipo “Cisco Aironet 3700”.
- Los equipos deben cumplir las siguientes características:

Tabla BT.11.4-2 Requerimientos de los Equipos de Red WIFI – Access Point AP

ID	Descripción
AP-01	Capacidad de poder ser administrado y configurado de manera centralizada
AP-02	Toda la comunicación con la solución Wireless debe manejar un esquema de túneles de seguridad basados en el estándar CAPWAP RFC 5415.
AP-03	El equipo de acceso (AP) debe de estar preparado para ambientes internos.
AP-04	El equipo de acceso (AP) debe soportar un máximo de clientes simultáneos de al menos doscientos (200).
AP-05	Debe soportar la asignación de canal de comunicación de manera dinámica.
AP-06	Capacidad de soportar dual-radio para los estándares IEEE 802.11 a, b, g, n y ac. Se debe de tener en consideración que ante un ambiente mixto de clientes, es decir, clientes con radio a/g, clientes con radio n y clientes con radio ac, los clientes de menor velocidad puedan recibir un mejor downlink entendiendo las señales recibidas de uplink del cliente. Esta capacidad debe de estar basado en hardware.
AP-07	Debido a la gran cantidad de canales libres en la banda de 5GHz, el sistema controlador/punto de acceso, debe de permitir que ante la aparición de un dispositivo con interfaces duales asocie al cliente a la banda de 5GHz y libere el espectro de 2.4GHz.

AP-08	<p>Para el estándar 802.11n, versión 2.0, debe tener las siguientes capacidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 4x4 MIMO with three spatial streams 2.- Maximal ratio combining (MRC) 3.- 802.11n and 802.11a/g beamforming 4.- 20- and 40-MHz channels 5.- PHY data rates up to 450 Mbps (40 MHz with 5 GHz) 6.- Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) 7.- 802.11 dynamic frequency selection (DFS) 8.- Cyclic shift diversity (CSD) support
AP-09	<p>Para el estándar 802.11ac Wave 1, debe tener las siguientes capacidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- 4x4 MIMO with three spatial streams 2.- MRC 3.- 802.11ac beamforming 4.- 20-, 40-, and 80-MHz channels 5.- PHY data rates up to 1.3 Gbps (80 MHz with 5 GHz) 6.- Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx) 7.- 802.11 DFS 8.- CSD support
AP-10	<p>Debe de poder recibir energía a través de Power over Ethernet (PoE) 802.3af y PoE+ 802.3at.</p>
AP-11	<p>Debe de operar conjuntamente con el resto de los equipos de la solución inalámbrica para soportar las aplicaciones de datos, voz y video.</p>
AP-12	<p>Debe ser capaz de ser controlado y administrado de forma centralizada incluyendo las funciones de actualización de configuraciones y software.</p>
AP-13	<p>Deberá de poder descubrir el controlador al cual se va a registrar por alguno de los siguientes mecanismos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Petición a través de un broadcast en la subred donde esté conectado. 2.- Mediante el uso de la dirección del controlador previamente aprendida y almacenada en su memoria NVRAM. 3.- Haciendo uso de la opción 43 de DHCP para comunicar al punto de acceso las direcciones de los controladores disponibles. 4.- A través de la resolución de la dirección IP del controlador vía los servicios de DNS. <p>NOTA: Los mecanismos indicados anteriormente, deben ser todos cubiertos.</p>
AP-14	<p>En el evento de una falla en el controlador, los puntos de acceso inalámbrico deberán de poder encontrar y registrarse de forma automática a su controlador de respaldo. Esta transición debe de poder preservar el SSID publicado y el estado de autenticación del usuario para una mínima interrupción.</p>
AP-15	<p>Soporte de hasta 16 SSIDs para cada uno de los cuales se deben de poder aplicar diversas políticas de seguridad y calidad de servicio.</p>

AP-16	Deberá de poder operar sin requerir estar en la misma VLAN o subred que el controlador.
AP-17	La solución de puntos de acceso debe de poder contar con requerimiento de conexión integrada (suplicante embebido) que permita autenticarse al punto de acceso con el switch en donde se conecte. Esto permite evitar ataques de personificación.
AP-18	Debe de soportar las siguientes funcionalidades de seguridad: 1.- WPA y WPA2 (802.11i) 2.- Message Integrity Check (MIC) 3.- WEP keys of 40 bits and 128 bits 4.- 802.1X EAP types: PEAP-GTC, PEAP, EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-SIM 5.- AES-CCMP encryption (WPA2) 6.- TKIP (WPA)
AP-19	El punto de acceso puede tomar el rol de un sensor remoto del espectro WiFi, que permita poder tener un análisis en tiempo real de la data del espectro en la capa física, pudiendo tener información del duty cycle, gráficas de la transformada rápida de fourier (FFT) del espectro WiFi, etc. Este rol puede ser invocado en demanda, pudiendo el AP regresar a su modo de atención a clientes.
AP-20	Para los casos anteriores, la solución debe de tener una herramienta en software que permita medir la latencia de los enlaces entre el punto de acceso al controlador de la solución.
AP-21	Debe de ser capaz de poder detectar interferencias en el aire no nativas de WiFi con hardware dedicado en el mismo punto de acceso, además como sistema controlador/punto de acceso, permita la clasificación de la fuente interferente, el auto aprovisionamiento de canales de RF que no esté usando la fuente interferente. Este hardware debe de ser dedicado al análisis de espectro y no de uso para atención de clientes WiFi.
AP-22	Como capacidad de analizador de interferencia, los puntos de acceso deben de poder informar de la zona de impacto de la interferencia, el índice del impacto de la interferencia en el aire, etc.
AP-23	A nivel de hardware, como mínimo debe de tener: 1.- Una interface 10/100/1000 BASE-T autosensing (RJ-45) 2.- Una interface de administración por consola (RJ-45) 3.- Un LED indicador del estado de operación.
AP-24	El punto de acceso debe de contar con antenas integradas, cada antena debe ser dual en banda (2.4GHz y 5GHz).
AP-25	Cada una de las antenas integradas debe contar con una ganancia de al menos 2 dBi para 2.4GHz y 5dBi para 5GHz.

AP-26	El punto de acceso tiene que tener la capacidad de poder hacer identificación de puntos de acceso inalámbrico no legítimo (rogue) basado en hardware, manteniendo una inspección en todo momento durante la atención del punto de acceso a los usuarios finales así como también fuera de los canales de atención.
AP-27	Los AP deben cumplir los siguientes estándares: 1.- UL 60950-1 2.- CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 3.- UL 2043 4.- IEC 60950-1 5.- EN 60950-1 6.- EN 50155
AP-28	Autorizaciones de Radio, Respecto a las normas establecida en: ◦ FCC Part 15.247, 15.407 ◦ RSS-210 (Canada) ◦ EN 300.328, EN 301.893 (Europe) ◦ ARIB-STD 66 (Japan) ◦ ARIB-STD T71 (Japan) ◦ EMI and susceptibility (Class B) ◦ FCC Part 15.107 and 15.109 ◦ ICES-003 (Canada) ◦ VCCI (Japan) ◦ EN 301.489-1 and -17 (Europe) ◦ EN 60601-1-2 EMC requirements for the Medical Directive 93/42/EEC ◦ FCC Bulletin OET-65C ◦ RSS-102
AP-29	Cumplimiento a los estándares IEEE: 1.- IEEE 802.11a/b/g, 802.11n, 802.11h, 802.11d 2.- IEEE 802.11ac Draft 5
AP-30	Cumplimiento Seguridad: 1.- 802.11i, Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2), WPA 2.- 802.1X 3.- Advanced Encryption Standards (AES), Temporal Key Integrity Protocol (TKIP)

AP-31	Cumplimiento a los siguientes tipos de EAP (Extensible Authentication Protocol): 1.- EAP-Transport Layer Security (TLS) 2.- EAP-Tunneled TLS (TTLS) or Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol Version 2 (MSCHAPv2) 3.- Protected EAP (PEAP) v0 or EAP-MSCHAPv2 4.- EAP-Flexible Authentication via Secure Tunneling (FAST) 5.- PEAP v1 or EAP-Generic Token Card (GTC) 6.- EAP-Subscriber Identity Module (SIM)
AP-32	Cumplimiento Multimedia: Wi-Fi Multimedia (WMM)

Requerimientos Técnicos Específicos del Software (Licencias) de Administración (SA).

- El Software de Administración que posee la FCFM es Cisco Prime.
- La administración de los equipos controladores Wireless y los Access Point debe ser compatible con Cisco Prime.
- El Software de Administración (Licencias), deberá permitir la Administración de las Redes WIFI compuesta de quinientos (500) equipos AP (Access Point).
- El Software de Administración (Licencias), debe cumplir las siguientes características:

Tabla BT.11.4-3 Requerimientos Específicos RED IP WIFI – Software de Administración SA

ID	Descripción
SA-01	La Plataforma de Administración de la solución WiFi debe estar integrada a la plataforma "Cisco Prime Infrastructure", actualmente existente en la Facultad.
SA-02	El licenciamiento debe ser para 500 Access Points.
SA-03	Debe soportar FCAPS: FCAPS es el modelo y framework de red de gestión de telecomunicaciones de ISO para la gestión de redes. FCAPS es un acrónimo de Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security (Falla, Configuración, Contabilidad, Desempeño, Seguridad) que son las categorías en las cuales el modelo ISO define las tareas de gestión de redes. En algunas redes Contabilidad se reemplaza con Administración. para que la gestión no solo sea un ping
SA-04	Monitoreo y observación de puertos de red, lugares y ubicaciones, soporte carga de mapas.

SA-05	<p>Soporte Implementación de plantillas de Monitoreo:</p> <p>1.- Estatus de los dispositivos (disponibilidad / CPU / memoria) que se active automáticamente cuando el dispositivo se recupere.</p> <p>2.- Monitoreo avanzado puede ser planificado y diseñado antes del despliegue de la red.</p> <p>3.- Los umbrales pueden estar vinculados al perfil de captura de paquetes, para las capturas automáticas.</p>
SA-06	<p>Descubrir los equipos Wireless cableados (conectados) entre los dispositivos de red.</p>
SA-07	<p>Debe permitir el acceso a herramientas Operacionales:</p> <p>1.- Tradicional: Ping, Traceroute, captura de paquetes, Alarma y Eventos.</p> <p>2.- Avanzada: Ruta Wireless, Mediatrace, AP.</p>

BT.11.5 Requerimientos Específicos RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850 (RED IP B850)

- El equipamiento de la Red DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850 debe operar considerando los factores de escalabilidad, confiabilidad, estabilidad, rendimiento y funcionalidad.
- Los equipos deben operar en Alta Disponibilidad.
- Los equipos deben tener características similares o superiores al equipo Cisco Catalyst 6509.
- Los equipos deben cumplir las siguientes características:

Tabla BT.11.5-1: Requerimientos de los equipos de RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

ID	Descripción
D-01	Los equipos deben cumplir los estándar para Racks / Bastidores de 19” y deben incluir los accesorios y kit de montaje.
D-02	Los equipos deben ser nuevos y sin uso.
D-03	Equipos modulares que permitan agregar/retirar/cambiar tarjetas o módulos según el crecimiento.
D-04	Los equipos deben permitir agregar/retirar/cambiar tarjetas con el equipo en funcionamiento (Hot Swap).
D-05	Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, que posean la capacidad de ser Hot Swap.

D-06	Los equipos deben contar con ventiladores redundantes, que posean la capacidad de ser Hot Swap.
D-07	Los equipos deben tener la capacidad de administración y gestión de la red en forma remota con software centralizado.
D-08	Los equipos (chasis) deben soportar la posibilidad de redundancia en supervisora
D-09	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Load Balancing
D-10	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Wireless Controler
D-11	Los equipos (chasis) deben soportar módulos/tarjetas de: Encriptación
D-12	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar múltiples módulos de alta densidad en puertas de: 40Gbps, 10Gbps y 1 Gbps.
D-13	Los equipos (chasis) deben soportar y albergar en el futuro múltiples módulos en puertas de 100Gbps.
D-14	Los equipos deben tener soporte de interfaces 10Gbps y 40Gbps, sin necesidad de cambiar los módulos supervisores.
D-15	Los dos equipos deben ser idénticos y en H.A. (Alta Disponibilidad) en todos sus componentes. Los módulos supervisores, pueden ser uno (1) por equipo, considerando que cada módulo supervisor debe estar conectado con su par (conexión entre módulos supervisores), tal de proveer redundancia en su operación, con características tipo “StateFull”.
D-16	Los dos equipos deben operar como un solo “Switch Virtual”.
D-17	Capacidad de cada equipo de al menos 2 Tbps (System Bandwith) y 80 Gbps por Slot, para cada uno de los Slots.
D-18	Capacidad de la supervisora de alcanzar un máximo Packet Forwarding de 720 Mpps para IPv4
D-19	Capacidad de la supervisora de alcanzar un máximo Packet Forwarding de 390 Mpps para IPv6.

D-20	<p>Cada equipo debe estar equipado en su inicio al menos de:</p> <p>01 Tarjeta con 16 puertos y equipada con 16 módulos SFP+ LR (conexión al CORE) con soporte de puertos de 40Gbps.</p> <p>02 Tarjetas con 16 puertos y equipada cada una con 16 módulos SFP+ SR (conexión a los Departamentos) con soporte de puertos de 40Gbps.</p> <p>02 Tarjetas con 48 puertos SFP y equipada cada una con 48 módulos SFP SX</p> <p>01 Tarjeta con 48 puertos UTP 10/100/1000</p> <ul style="list-style-type: none"> •Puerta de consola. •1 x Tarjeta supervisora •2 x fuentes de poder 6.000 Watts •Jumpers de fibra óptica a cabeceras •Cables conectores entre equipos •Cables de poder
D-21	Las puertas de cada equipo deben poder ser agrupadas en Trunk.
D-22	Las puertas deben poder ser agrupadas en Trunk considerando puertas de cada equipo y/o de ambos equipos.
D-23	Los equipos deben soportar un crecimiento de al menos un 100% de sus puertos y un 50% del crecimiento en los equipos de Backbone.
D-24	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: Rutas Estáticas
D-25	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: RIP v1/v2
D-26	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: OSPF v1/v2
D-27	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP
D-28	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: VRRP
D-29	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: IS-IS
D-30	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: Rutas Estáticas
D-31	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: RIPng
D-32	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: OSPF v3

D-33	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+
D-34	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: VRRP
D-35	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: IS-IS v6
D-36	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: 6over4
D-37	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: ISATAP
D-38	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: Tunel Manual
D-39	Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4 e IPv6: VRF (Soporte de 4k)
D-40	Las decisiones de Routing deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
D-41	Las decisiones de Switching deben realizarse en forma distribuida en cada módulo.
D-42	Las decisiones de Routing, Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
D-43	Las decisiones de Switching, Multicast, ACL y QoS deben realizarse en hardware.
D-44	Los equipos deberán soportar mecanismos de protección a su plano de control, así como restricciones de acceso.
D-45	Soporte y capacidad de 64k entradas en tabla ACL y compartida con QoS
D-46	Soporte y capacidad de 128k en tabla de MAC Address
D-47	Soporte y capacidad de verificar las ACL, en relación a la capacidad de hardware, antes de que se le aplique la ACL respectiva.
D-48	Soporte y capacidad de almacenar localmente, filtrar, visualizar y exportar los paquetes capturados.
D-49	Soporte y capacidad de replicar tráfico multicast en un módulo de salida.
D-50	Soporte y capacidad de aplicar políticas de QoS por puerta por VLAN (QoS per-port-per-VLAN).
D-51	Soporte y capacidad de al menos 4k VLANs ID y 1k VLAN VLAN activas

D-52	Soporte de estándar IEEE: 802.1D, 802.1ab, 802.1ax, 802.1p, 802.1Q, 802.1s, 802.1w, 802.1X, 802.3, 802.3ab, 802.3ad, 802.3ae, 802.3af, 802.3ah, 802.3at, 802.3u, 802.3x y 802.3z.
D-53	Cumplimiento a los RFC: 768, 783, 791, 792, 793, 826, 854, 951, 959, 1112, 1157, 1166, 1256,1305, 1492, 1493, 1542, 1643, 1757, 1901, 1902-1907, 1981, 2068, 2131, 2138, 2233, 2373, 2460, 2461, 2462, 2463, 2474, 2597, 2598, 2571, 3046, 3376 y 3580
D-54	Soporte AAA
D-55	Soporte RADIUS
D-56	Soporte TACACS+ (compatible)
D-57	Soporte RMON
D-58	Soporte SNMP(v1,v2 y v3)
D-59	Soporte NTP
D-60	Soporte SSH(v1 y v2).
D-61	Soporte Telnet
D-62	Soporte AutoQoS (compatible)
D-63	Soporte VPLS (compatible)
D-64	Soporte SGACLs (compatible)
D-65	Soporte de mecanismos para mitigar ataques DoS dirigidos al módulo de la supervisora o administración.
D-66	Soporte TrustSec (compatible)
D-67	Soporte uRPF (compatible) en IPv4 e IPv6
D-68	Soporte ACL en L2, L3 y L4
D-69	Soporte IGMPv3 snooping (compatible) en hardware
D-70	Soporte IPv6 MLDv snooping (compatible) en hardware
D-71	Soporte ERSPAN (compatible)
D-72	Virtualización: Soporte H-VPLS (compatible)

D-73	Los equipos deben soportar el protocolo EnergyWise (compatible)
D-74	Los equipos deben tener la capacidad de configurar el consumo de las puertas de manera inteligente, al menos por horario, con el fin de ahorrar energía.
D-75	Los equipos deben soportar la funcionalidad de configuración automática, basado en el tipo de dispositivo conectado en el puerto (Auto Smart Port).
D-76	Todas las funcionalidades solicitadas y el cumplimiento por el OFERENTE deben ser respaldadas, mediante documentación disponible en sitio público del fabricante, indicando página y/o sección en donde se hace referencia directa al cumplimiento a dicha funcionalidad.
D-77	Incluir documento público (ejemplos de diseño e implementación) en donde indique que los elementos nuevos a adquirir se interconecten a los actuales equipos de la FCFM (Cisco familias 45XX, 35XX, 29XX).
D-78	Se debe proveer para cada equipo un (1) Rack de 42 U (Unidades de Rack) con orificios de ventilación lateral, frontal y posterior. Dimensiones de cada Rack: Ancho: 600mm, Profundidad: 1000mm. Total dos (2) Racks, con puertas de rejillas, paneles laterales y posterior de rejillas.

Adicionalmente, para los equipos ofertados, se evaluará el cumplimiento de las siguientes características:

Tabla BT.11.5-2: Requerimientos Adicionales a evaluar de los equipos de RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

ID	Descripción
D-79	Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.
D-80	Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.
D-81	Soporte WCCP v2 (compatible)

D-82	Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.
D-83	Virtualización: Soporte L2 sobre GRE
D-84	Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE
D-85	Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)

Requerimientos Técnicos Específicos del Software (300 Licencias) de Administración (LA).

- El Software de Administración que posee la FCFM es Cisco Prime.
- El Software de Administración (Licencias), deberá permitir la Administración de la RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850 que estará compuesta en su totalidad de trescientos (300) equipos, es decir, 300 licencias adicionales a las ya existentes.
- El Software de Administración (Licencias), debe cumplir las siguientes características:

Tabla BT.11.5-3: Requerimientos para el Software de Administración (Licencias):

ID	Descripción
LA-01	La Plataforma de Administración de la Red IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850 estará integrada a la plataforma "Cisco Prime Infrastructure", actualmente existente en la Facultad.
LA-02	El licenciamiento debe ser para 300 Equipos.
LA-03	Debe soportar FCAPS: FCAPS es el modelo y framework de red de gestión de telecomunicaciones de ISO para la gestión de redes. FCAPS es un acrónimo de Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security (Falla, Configuración, Contabilidad, Desempeño, Seguridad) que son las categorías en las cuales el modelo ISO define las tareas de gestión de redes. En algunas redes Contabilidad se reemplaza con Administración. para que la gestión no solo sea un ping
LA-04	Monitoreo y observación de puertos de red, lugares y ubicaciones, soporte carga de mapas.
LA-05	Soporte Implementación de plantillas de Monitoreo: 1.- Estatus de los dispositivos (disponibilidad / CPU / memoria) que se active automáticamente cuando el dispositivo se recupere. 2.- Monitoreo avanzado puede ser planificado y diseñado antes del despliegue de la red. 3.- Los umbrales pueden estar vinculados al perfil de captura de paquetes, para las capturas automáticas.
LA-06	Descubrir los equipos de red cableados (conectados) entre los dispositivos de red.

LA-07	Debe permitir el acceso a herramientas Operacionales: 1.- Tradicional: Ping, Traceroute, captura de paquetes, Alarma y Eventos. 2.- Avanzada: Ruta Wireless, Mediatrace, AP.
--------------	--

Anexo 3: BA - Bases Administrativas de Licitación

BA	Bases Administrativas de Licitación
-----------	--

BA.1 IDENTIFICACIÓN DEL COMPRADOR

La Universidad de Chile, para efectos de esta licitación, actuará representada por el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales, en adelante “**IDIEM**”, que es un organismo perteneciente a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

BA.2 PROCESO DE LICITACIÓN

En el presente proceso de licitación, los oferentes deberán presentar su propuesta administrativa, económica y técnica, a través, del Portal www.mercadopublico.cl. Estas propuestas estarán sujetas a un proceso de evaluación, a partir del cual se determinará el seleccionado.

BA.2.1 Objetivo de la Propuesta

Por el presente instrumento, IDIEM licita la adquisición del equipamiento de RED IP DEL TIPO (A, B, C, W y B850) y su respectiva instalación, puesta en operación y mantención, para el edificio Beauchef 851, según las características que se han definido en las presentes bases administrativas, sus anexos y bases técnicas.

En términos técnicos, se evaluará la idoneidad y calidad técnica de los bienes y servicios ofertados, de manera de asegurar que la propuesta seleccionada se ajuste a los requisitos que La Universidad ha especificado para su contratación.

En términos económicos, se espera recibir ofertas ventajosas dentro de los precios de mercado.

Esta Licitación Pública se registrará en todo momento, por lo dispuesto en la Ley Nro. 19.886 de Compras Públicas, su Reglamento, las presentes Bases Administrativas y Técnicas, Documentos Anexos de la propuesta y por las normas legales, reglamentarias y técnicas vigentes al momento de su publicación.

BA.2.2 Requisitos para contratar con la Universidad de Chile

Podrán establecer contratos con La Universidad todas las personas naturales y/o jurídicas que no se encuentren inhabilitadas para realizar contrataciones con la administración del Estado, según lo establecido en el artículo 4° de la Ley Nro. 19.886 de Compras Públicas, modificada por la Ley Nro. 20.238 de fecha 14 de enero de 2008, y no estar afecto a las inhabilidades contempladas en el artículo 92° del Reglamento de la Ley 19.886 de Compras Públicas.

BA2.3 Especificaciones Técnicas

IDIEM proporcionará, junto a las presentes Bases Administrativas, un documento denominado **BASES TÉCNICAS** que contiene la descripción de los productos y servicios requeridos por la Entidad, documento que se entenderá parte integrante del proceso de licitación.

BA2.4 Documentos esenciales de la Licitación

Se entenderá que los siguientes documentos y sus contenidos serán considerados como inherentes a la presente Licitación Pública e implican, por tanto, derechos y obligaciones irrenunciables para las partes, a saber:

- a. Las Bases Administrativas y Técnicas
- b. Anexos, fichas, láminas de arquitectura e instalaciones
- c. Aclaraciones, Respuestas y Modificaciones a las Bases
- d. Garantía de Seriedad de la Oferta
- e. Garantía de Fiel y Oportuno Cumplimiento del Contrato
- f. Garantía por anticipo (si se solicita)
- g. La Oferta Administrativa, Económica y Técnica
- h. Resolución de Acta de Adjudicación
- i. Órdenes de Compra Emitida por el Sistema de Compras Públicas
- j. El contrato

BA.2.5 Exigencias de cumplimiento de la calidad de los bienes y servicios requeridos

En caso que los bienes adquiridos y servicios contratados no satisficieren completamente las necesidades y requerimientos técnicos de calidad, cantidad u oportunidad de entrega, establecidos por La Universidad, éste podrá pedir los cambios y ajustes necesarios al proveedor. En el evento de persistir las deficiencias a juicio de la Unidad Demandante, La Universidad podrá proceder a la aplicación de multas y/o a terminar la contratación de forma unilateral, e imputar los costos que incurra a causa de las deficiencias por parte del proveedor.

BA.3 CRONOGRAMA DE LA PROPUESTA

El **cronograma** del presente proceso licitatorio, corresponderá al publicado en la ficha de licitación del portal www.mercadopublico.cl y se regirá por los siguientes plazos:

Tabla BA.3-1 Cronograma

Etapa	Plazo
Inicio de preguntas	Desde el momento de la publicación
Fecha final de preguntas	10 días con posterioridad a la fecha de publicación

Visita en terreno	Al 7° día hábil con posterioridad a la fecha de publicación
Publicación de respuestas	15 días con posterioridad a la fecha de publicación
Cierre de recepción de ofertas	20 días con posterioridad a la fecha de publicación
Apertura de ofertas	Mismo día del cierre de recepción de ofertas
Consultas y Aclaraciones	hasta 25 días con posterioridad a la fecha de cierre
Respuesta a las aclaraciones	Hasta 2 días hábiles con posterioridad a la solicitud de aclaración y consulta
Adjudicación	Plazo máximo 30 días a partir de la fecha de cierre
Suscripción del contrato	30 días contados desde la notificación de la adjudicación

BA3.1 Visita en terreno

Los oferentes interesados en participar de la presente licitación deberán asistir a una visita en terreno, al 7° día hábil transcurrido desde la publicación de la misma. La visita es de carácter obligatorio y tiene por objetivo dar a conocer las dependencias en las que se instalará el equipamiento de red, dimensiones y otras características.

La fecha y hora definitivas de la visita en terreno serán publicadas en la ficha de licitación del Portal, con el nombre del funcionario encargado de guiarla.

Cabe precisar que todas las consultas y aclaraciones que los oferentes pudiesen tener respecto de las bases de licitación así como de los alcances de ésta deberán formularse a través del Portal de compras públicas en el plazo establecido para ello.

Se solicita en forma ***obligatoria*** que todos los asistentes a la visita en terreno, lleven sus elementos de protección personal (mínimo casco y bototos de seguridad), quienes no cumplan con este requisito, no podrán participar de esta actividad obligatoria.

BA.3.2 Entrega de Garantías

Todas las garantías que se solicitan en el presente proceso de licitación, deberán ser entregadas en un sobre cerrado, debidamente caratulado con la glosa de la boleta, vale vista, póliza u otro instrumento que se entrega, en la Unidad de Adquisiciones de IDIEM, ubicada en calle Plaza Ercilla N° 883, Santiago.

BA.3.3 Aclaraciones y Consultas

Los proponentes podrán efectuar consultas y solicitar aclaraciones respecto al contenido y alcances de las presentes Bases en el portal www.mercadopublico.cl, en el marco del Cronograma de la Propuesta.

A su vez, La Universidad podrá requerir de los proponentes, aclaraciones de sus ofertas, con la finalidad de que la Comisión Evaluadora pueda realizar una mejor evaluación y comparación de las ofertas que hayan pasado la fase de apertura.

Las respuestas o aclaraciones deberán efectuarse dentro del plazo de 2 días hábiles contados desde la formulación de la solicitud respectiva.

IDIEM, podrá establecer contacto con los proveedores en el periodo de evaluación, según lo establecido en el Capítulo IV, artículo n° 39, del Reglamento de la Ley Nro. 19.886 de Compras Públicas.

BA3.4 Modificación de las Bases.

La Universidad, podrá modificar las Bases Administrativas, Técnicas y anexos, de la Licitación, hasta la fecha de cierre de recepción de las ofertas, informando de ello a través del portal de www.mercadopublico.cl. En este caso, los proveedores deberán efectuar las modificaciones que sean necesarias.

En todos los casos será obligación del oferente, revisar periódicamente el proceso de licitación por medio del portal de compras públicas y atender toda modificación solicitada por La Universidad. En caso de realizarse modificaciones, el plazo de cierre de la licitación se extenderá en un plazo prudente, para que los oferentes puedan corregir su oferta o en su defecto presentar una nueva propuesta.

BA.3.5 Exclusión

Cualquiera de los proponentes que no cumpla con alguno de los requisitos exigidos en estas Bases quedará excluido del presente proceso de licitación.

La omisión, distorsión, modificación, adulteración o falsificación, de cualquiera de los documentos o antecedentes requeridos en las Bases de Licitación, será causal suficiente para rechazar la propuesta, sin más trámite que la sola recomendación de la Comisión Evaluadora.

BA.3.6 Adjudicación de la propuesta

La Universidad adjudicará la propuesta seleccionada en el plazo indicado en el cronograma de la licitación. Cuando la adjudicación no se realice dentro del plazo señalado precedentemente, La Universidad podrá modificar la fecha de adjudicación, para lo cual deberá informar en el sistema de compras públicas las razones que justifiquen el cambio del plazo para adjudicar y consecuentemente con ello, deberá indicar un nuevo plazo para la adjudicación.

En el caso que los oferentes quieran aclarar aspectos de la adjudicación, podrán comunicarse vía correo electrónico, a la dirección: _____

BA.3.7 Revocación de la adjudicación

- Si el oferente rechaza expresa o tácitamente la adjudicación.
- En el caso de que el proveedor no se presente, sin excusa dos veces consecutivas, a la citación para la firma de contrato.

- Si el oferente adjudicado tiene o adquiere un conflicto de intereses con La Universidad, de aquellos establecidos en el artículo 4° de la Ley N° 19.886.

En este caso La Universidad podrá realizar un proceso de re-adjudicación a la segunda mejor oferta, siempre que ésta sea conveniente a sus intereses, y en caso de que no lo fuese, se realizará un nuevo proceso de contratación que se ajuste al marco regulatorio vigente.

BA.4 PRESENTACIÓN DE OFERTAS

BA.4.1 Oferta Administrativa

- Completar **OBLIGATORIAMENTE “ANEXO BA-1” ADJUNTO**, en el que se entregan datos de representante legal del oferente y el contacto para la licitación.
- Completar **OBLIGATORIAMENTE “ANEXO BA-2” ADJUNTO**, declaración jurada donde se señala no estar afecto a las inhabilidades para contratar con el Estado y el cumplimiento de remuneraciones o cotizaciones de seguridad social.

Los oferentes que se encuentren inscritos en el registro de chileproveedores, en calidad de habilitados y con la documentación pertinente disponible y vigente, no necesitan presentar el anexo1.

- **Garantía de Seriedad de la oferta.** La seriedad de la oferta se garantizará por una caución equivalente a \$X.000.000.- (X millones de pesos chilenos).

Dicha caución deberá consistir en Boleta de Garantía Bancaria, Póliza de Seguro, Vale Vista o Certificado de Fianza, de carácter irrevocable y pagaderos a la vista, tomados a favor de la Universidad de Chile RUT N° 60.910.000-1, consignando la siguiente frase: “PARA GARANTIZAR LA SERIEDAD DE LA OFERTA, EN LA LICITACIÓN PÚBLICA, ID _____”.

La vigencia del documento no podrá ser inferior a 80 días corridos contados desde la fecha de cierre de recepción de las ofertas y se mantendrá a resguardo en las oficinas de la Universidad de Chile.

Esta garantía se hará efectiva, sin notificación ni forma de juicio, si el oferente:

- a) Retira su oferta dentro del plazo de vigencia de la misma, y encontrándose en proceso la licitación.
- b) Si siéndole adjudicada la licitación, no proporciona los antecedentes necesarios para elaborar el contrato respectivo o no suscribe el contrato dentro del plazo fijado por La Universidad para hacerlo.
- c) No entregare en forma oportuna la garantía de fiel cumplimiento del contrato al momento de la suscripción del mismo o cuando correspondiere.
- d) Presenta antecedentes falsos.
- e) En los demás casos que las presentes bases administrativas de la licitación lo establezcan.

Dicho documento deberá ser entregado físicamente, según las indicaciones señaladas en el punto “Entrega de Garantías”, antes del término del plazo y hora señalados para el cierre de recepción de las ofertas, conforme al cronograma de licitación, en un sobre caratulado “Garantía de Seriedad de la Oferta” debidamente identificado con la razón social del oferente respectivo, circunstancia que se verificará inmediatamente al momento de su recepción y se considerará como parte de la oferta. La entrega física de la boleta por la seriedad de la oferta es obligatoria, por tanto, la no entrega implicará la exclusión del oferente respectivo.

Los oferentes que no resulten adjudicados, podrán solicitar la devolución de la caución al mail _____, a contar del segundo día con posterioridad a la fecha de adjudicación del proceso. Para retirar el documento será indispensable presentar: Rol Único Tributario; Poder

Notarial que autorice a quien retira la garantía, cuando se trata de una empresa y cédula de identidad vigente de la persona que retirará la garantía.

Para el postulante que resulte adjudicatario del presente proceso licitatorio la devolución se realizará al momento que entregue la garantía de fiel y oportuno cumplimiento de contrato.

BA.4.2 Oferta Técnica

Deberá completar OBLIGATORIAMENTE el “ANEXO BA-3” o un formato propio, donde deberá informar las características técnicas del producto ofertado.

La presentación de este anexo es obligatorio, por tanto, los oferentes que no lo anexen a su oferta presentada en el Portal, o que lo realicen en un formato distinto al establecido en las presentes bases, serán rechazadas.

BA.4.3 Oferta Económica

Los oferentes deberán presentar su oferta económica en pesos chilenos y sin impuestos incluidos de forma obligatoria en el “ANEXO BA-4”, Oferta Económica, según las indicaciones entregadas en éste.

Los Proveedores deberán considerar en la oferta económica que publiquen para la presente licitación, todos los gastos, incluidos los de equipamiento, traslado, personal, materiales, servicios, permisos, derechos, otros impuestos y, en general, todo cuanto implique un gasto para el cumplimiento de la orden de compra, sea éste directo, indirecto o a causa de él.

BA.4.4 Experiencia Técnica

Los oferentes deberán indicar su experiencia en proyectos con la misma tecnología ofertada, en el “ANEXO BA-5”, Experiencia, según las indicaciones entregadas en éste.

BA.4.5 Plazo de Vigencia de la Oferta

Las ofertas tendrán una validez de 80 días corridos contados desde la fecha de cierre de recepción de ofertas en el portal de compras y contrataciones públicas. Si dentro de ese plazo no se puede efectuar la adjudicación, La Universidad solicitará a los proponentes, antes de la fecha de su expiración, la prórroga de sus ofertas y renovación de la garantía de seriedad de la oferta. Si alguno de ellos no lo hiciera, dicha oferta podrá no ser considerada y se le devolverá la garantía de seriedad de la oferta.

BA.4.6 Licitación declarada desierta e inadmisibilidad de las ofertas

La Universidad declarará desierta la licitación cuando concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

a) No se presente oferente alguno a la licitación

b) Las ofertas presentadas hayan sido declaradas inadmisibles, por no cumplir con los requisitos establecidos en las Bases, o cuando presentándose uno o más oferentes, ninguna de las ofertas resulte conveniente para los intereses de la Institución.

De las circunstancias establecidas en las letras anteriores deberá dejarse constancia en el acta de evaluación que deberá elaborar la Comisión Evaluadora nombrada para ello.

La resolución respectiva, que declara desierta la adjudicación se publicará en el portal www.mercadopublico.cl

Sin perjuicio de lo anterior, La Universidad podrá solicitar a los oferentes que salven errores u omisiones formales, siempre y cuando las rectificaciones de dichos vicios u omisiones no les confieran a esos oferentes una situación de privilegio respecto de los demás competidores, esto en virtud de lo establecido en el artículo N° 40 del Reglamento de la Ley N° 19.886.

BA.5 EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS

Las ofertas presentadas por los proponentes serán calificadas exclusivamente por la Comisión Evaluadora, responsable de evaluar la oferta, seleccionar y efectuar la proposición de adjudicación a la autoridad competente.

Cada oferta será calificada con Notas que fluctúan entre 1 y 100, conforme al cuadro de evaluación de las ofertas indicado en este documento. Cada oferente obtendrá una nota final que se multiplicará por el ponderador respectivo, obteniendo la nota definitiva de la propuesta y el ranking en la licitación.

La nota final que puede obtenerse en los aspectos evaluados se construye a partir de la sumatoria de las notas obtenidas en cada uno de los criterios de evaluación detallados en el cuadro de evaluación de ofertas. Para efectos de cálculo del puntaje de evaluación, será considerado solamente 01 número decimal, sin hacer uso de aproximaciones matemáticas.

Tabla BA.5-1: Tabla de Evaluación de Ofertas

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica (RED IP A, B, C, W y B850)		45%
C-2	Oferta económica		40%
C-3	Experiencia técnica		
Sub. C-3.1	Experiencia en el mercado nacional	30%	14%
Sub. C-3.2	Cantidad de proyectos similares	30%	
Sub. C-3.3	Cantidad de profesionales certificados en nivel experto	40%	
C-4	Cumplimiento de los requisitos formales		1%

Criterio C-1: “Oferta técnica RED IP ACCESO”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-2: Ponderación para Criterio C-1 RED IP ACCESO

Ponderación para Criterio C-1 RED IP ACCESO	Nota
Los equipos deben contar con fuente de poder redundante, externa por stack.	40
Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60

Criterio C-1: “Oferta técnica RED IP BACKBONE”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-3: Ponderación para Criterio C-1 RED IP BACKBONE

Ponderación para Criterio C-1 RED IP BACKBONE	Nota
Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv4: BGP	5
Soporte para protocolos de enrutamiento estándar; IPv6: BGP4+	5
Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	5
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Criterio C-1: “Oferta técnica RED IP CORE”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-4: Ponderación para Criterio C-1 RED IP CORE

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales de RED IP CORE	70%	45%

Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales del Software de Administración RED IP CORE	30%	
-------------------	---	-----	--

Sub-factor Criterio C-1.1: “Requerimientos adicionales de RED IP CORE”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-5: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP CORE

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota
Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	15
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Sub-factor Criterio C-1.2: “Requerimientos adicionales Software de Administración RED IP CORE”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-6: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP CORE

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota
Monitoreo y solución de Problemas: Que cuente con Flujos de Trabajo embebidos para solución de problemas, para poder aislarlos de manera rápida y remediarlos	20
Monitoreo y solución de Problemas: Que permita la Interacción Inteligente para la creación de un requerimiento de servicio y/o búsquedas inteligentes en comunidades para solución de problemas.	20
Características y Funcionalidades: Que posea un Wizard, para: - Facilidad de Instalación y Configuración. - Buena experiencia de usuario, en el uso de la herramienta.	20

Características y Funcionalidades: Que permita el Manejo de APIs	10
Características y Funcionalidades: Que Soporte sistemas operativos Windows	20
Características y Funcionalidades: Que soporte plataformas de cómputo unificadas como UCS (compatible)	10

Criterio C-1: “Oferta técnica RED IP WIFI”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-7: Ponderación para Criterio C-1 RED IP WIFI

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales - Controladores Wireless (CW) – RED IP WIFI	40%	45%
Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales - Access Point (AP) - RED IP WIFI	30%	
Sub. C-1.3	Requerimientos adicionales – Licencias para Software de Administración (SA) – RED IP WIFI.	30%	

Sub-factor Criterio C-1.1: “Requerimientos adicionales – Controladores Wireless (CW) RED IP WIFI”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-8: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota
Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	40
Debe soportar Bonjour Services para manejo de dispositivos Apple, tales como Apple TV y Apple Printer sobre distintas redes de capa 3.	20

Capacidad de poder manejar autenticaciones basadas en web que pueda servir para la autenticación de usuarios invitados. Debe de poder incluir una página web interna que pueda ser personalizada como portal de autenticación.	20
Soporte de portales de provisionamiento externos de cuenta de invitados que permita tener un control del manejo de cuentas por tiempos y estadísticas de la actividad del invitado en la red inalámbrica.	20

Sub-factor Criterio C-1.2: “Requerimientos adicionales - Access Point (AP) RED IP WIFI”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-9: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota
Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	40
Debe ser capaz de realizar las funciones de detección de acceso no autorizado de clientes y otros puntos de acceso inalámbricos ubicados dentro de las áreas de cobertura de la red a fin de poder implementar la funcionalidad de Wireless IPS para proteger contra amenazas e interferencia en RF. Esta funcionalidad podrá ser dedicada o compartida con la atención de conectividad de clientes.	25
Capacidad de poder trabajar de manera autónoma ante algún corte en el enlace WAN. Este cambio a autónomo de los APs no debe de cambiar la experiencia del usuario en lo siguiente: 1.- Capacidad de poder hacer switching del tráfico localmente. 2.- Capacidad de poder mantener la autenticación manteniendo los esquemas AAA (802.1x) usados para nuevos usuarios que se conecten durante el corte.	25
El equipo de acceso (AP) tiene que tener la capacidad de trabajar como celda de 3G para extender capacidades de celulares (datos) dentro de un edificio, y hacer descarga desde la red móvil externa.	10

Sub-factor Criterio C-1.3: “Requerimientos adicionales – Licencias para Software de Administración (SA) RED IP WIFI”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-10: Ponderación para Sub-factor C-1.3 RED IP WIFI

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.3	Nota
Permita el Diseño de la red. Publicar e Implementar flujo de trabajo, para una supervisión controlada.	50
Permita Diseñar umbrales y que gatillen alarmas.	25
Permita completar de forma instantánea con toda la información básica: 1.- El site (el área) y su panel de control. 2.- Configuración lógica (aplicaciones) y su panel de control. 3.- Configuración de incidentes y su panel de control. 4.- Panel de rendimiento de los dispositivos. 5.- Medidas de cuantificación de experiencia de usuario final.	25

Criterio C-1: “Oferta técnica RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850” (B850)

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-11: Ponderación para Criterio C-1 RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

N°	Criterio	% Sub-factor	% Criterio
C-1	Oferta técnica		
Sub. C-1.1	Requerimientos adicionales de RED IP B850	70%	45%
Sub. C-1.2	Requerimientos adicionales del Software de Administración (Licencias) RED IP B850	30%	

Sub-factor Criterio C-1.1: “Requerimientos adicionales de RED IP BEAUCHEF 850”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-12: Ponderación para Sub-factor C-1.1 RED IP B850

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.1	Nota

Informe de Rendimiento, Performance y Capacidad validado por empresa independiente que certifiquen plataformas de mercado, ejemplo: Gartner.	60
Soporte de Netflow (compatible) en Hardware de al menos 512k entradas.	15
Soporte WCCP v2 (compatible)	5
Soporte de GRE por hardware sin impacto en la CPU.	5
Virtualización: Soporte L2 sobre GRE	5
Virtualización: Soporte MPLS sobre GRE	5
Virtualización: Soporte 16k Túneles EoMPLS (compatible)	5

Sub-factor Criterio C-1.2: “Requerimientos adicionales Software de Administración (Licencias) RED IP B850”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-3. Las notas de este criterio se asignarán, en función de lo siguiente:

Tabla BA.5-13: Ponderación para Sub-factor C-1.2 RED IP DISTRIBUCIÓN B850 (Licencias)

Ponderación para Criterio C-1	
Sub-factor C-1.2	Nota
Permita el Diseño de la red. Publicar e Implementar flujo de trabajo, para una supervisión controlada.	50
Permita Diseñar umbrales y que gatillen alarmas.	25
Permita completar de forma instantánea con toda la información básica: 1.- El site (el área) y su panel de control. 2.- Configuración lógica (aplicaciones) y su panel de control. 3.- Configuración de incidentes y su panel de control. 4.- Panel de rendimiento de los dispositivos. 5.- Medidas de cuantificación de experiencia de usuario final.	25

Criterio C-2: “Oferta económica”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-4. La nota de este criterio se asignará, en base a la siguiente fórmula:

<p>Puntaje Oferta Económica = (Of. Mínima / Of. Evaluada) x 100</p>	<p>Puntaje Oferta Económica</p>
---	---------------------------------

Criterio C-3: “Experiencia técnica”

La información requerida deberá ser ingresada en el ANEXO BA-5. La nota de este criterio se asignará, en función de lo siguiente:

Sub-factor C-3.1: Experiencia del oferente en el mercado nacional

Para acreditar la experiencia en el mercado nacional, el oferente deberá anexar una copia del certificado de iniciación de actividades emitido por el Servicio de Impuestos internos.

Tabla BA.5-14: Ponderación para Criterio C-3.1

Ponderación para Criterio C-3.1.	
Escala	Nota
5 o más años en el mercado nacional	100
Menos de 5 años en el mercado nacional	50
No informa Oferta Rechazada	Oferta Rechazada

Sub-factor C-3.2: Experiencia del oferente en proyectos similares

Tabla BA.5-15: Ponderación para Criterio C-3.2

Ponderación para Criterio C-3.2.	
Escala	Nota
Presenta 10 o más proyectos similares*	100
Presenta 7 y hasta 9 proyectos similares	80
Presenta 3 y hasta 6 proyectos similares	50
Presenta menos de 3 proyectos similares	0
No informa	Oferta Rechazada

**El concepto de “proyectos similares” se encuentra definido en las bases técnicas.*

Sub-factor C-3.3: Profesionales Certificados en nivel experto

Tabla BA.5-16: Ponderación para Criterio C-3.3

Ponderación para Criterio 3.3.	
Escala	Nota
5 o más Ingenieros certificados en nivel experto*	100
3 o 4 Ingenieros certificados en nivel experto	80
2 Ingenieros certificados en nivel experto	50
Menos de 2 Ingenieros certificados en nivel experto	0

**El concepto de “certificado en nivel experto” se encuentra definido en las bases técnicas.*

Criterio C-4 “Cumplimiento de requisitos formales”

Se aplicará según lo establecido en artículo 40 del Reglamento de la Ley Nro. 19.886 de Compras Públicas. El plazo definido para responder el requerimiento es de 2 días hábiles, desde realizada la solicitud. Si no entrega la información solicitada, la oferta será considerada inadmisibile.

Tabla BA.5-17: Ponderación para Criterio C-4

Ponderación para Criterio C-4	
Escala	Nota
No se solicita información	100
Se solicita información y responde en el plazo establecido	50
Se solicita información y NO responde en el plazo establecido	Oferta Rechazada

Cuadro de evaluación de ofertas

A partir de la aplicación de los criterios de evaluación, se generará el Cuadro de Evaluación, confeccionado por quienes integran la comisión evaluadora, documento que registra el puntaje final obtenido por cada una de las ofertas en función de la nota y ponderación asignada a los Criterios de Evaluación.

Mecanismo para resolver empates

En caso de empate, se adjudicará al proveedor que obtenga mayor puntaje según los siguientes criterios:

- La primera variable a considerar “oferta técnica”
- La segunda variable a considerar “oferta económica”

Comisión evaluadora

La comisión evaluadora designada para la evaluación de las ofertas estará compuesta por:

- Director Centro de Computación Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
- Jefe Área de Redes del Centro de Computación
- Ingeniero de Redes del Centro de Computación
- Ingeniero de Redes de NIC Chile

En caso de ausencia de alguno de los miembros de la comisión, el Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas designará un nuevo funcionario. La información referente a dicho cambio será informada oportunamente a través del portal de compras públicas.

BA.6 PRESUPUESTO ESTIMADO Y CONDICIONES DE PAGO

El presupuesto estimado para la presente contratación es de \$ XXX.000.000.- impuesto incluido. Los recursos comprometidos provienen de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Sin perjuicio de lo anteriormente señalado y a efectos de contar con un margen de disponibilidad en cuanto al servicio requerido inicialmente y el efectivamente adquirido e instalado, la Universidad de Chile podrá reducir el monto total adjudicado hasta en un 25%.

El precio ofertado por el adjudicatario tendrá una vigencia igual a la de la contratación.

El monto total ofertado para la presente licitación, deberá contemplar todos los gastos y riesgos necesarios para que se cumpla el objetivo del llamado a licitación.

BA.6.1 Entrega e instalación

La instalación del equipamiento, se efectuará en Calle Beauchef N° 851, comuna de Santiago, de acuerdo a lo indicado en las Bases Técnicas.

BA.6.2 Anticipo

La Universidad podrá entregar al adjudicatario un anticipo de hasta el 50% del monto total de la adjudicación, para que éste, comience con la fabricación y/o importación del equipo requerido.

Ahora bien, y en cumplimiento de lo prescrito en el artículo N° 73 del Reglamento de la Ley de Compras, el adjudicatario deberá entregar a La Universidad una garantía de anticipo igual al 100% de los recursos anticipados.

Dicha garantía podrá ser una Boleta de Garantía Bancaria, Vale Vista, Póliza de Seguro o Certificado de Fianza, con carácter irrevocables y pagaderos a la vista. Esta garantía tendrá una vigencia igual a la del plazo de ejecución del contrato.

BA.6.3 Condiciones de pago

La condición de pago por la Adquisición, Instalación y Mantenimiento del Equipamiento de Red del tipo Acceso, para el edificio Beauchef N° 851, se efectuará en el plazo de 30 días contados desde la presentación de la respectiva factura, la cual se deberá emitir una vez instalado el equipamiento, previa recepción conforme del ITO y de la Unidad de Adquisiciones de IDIEM, por un monto equivalente al 90% del valor del contrato. El 10% restante se pagará en 6 cuotas iguales, de forma semestral (esto en directa relación con la duración del contrato).

Toda factura deberá señalar obligatoriamente la orden de compra asociada. No se recibirán facturas sin orden de compra asociada o con fecha anterior a la de emisión de ésta.

La facturación deberá efectuarse de la siguiente forma:

- Razón Social : Universidad de Chile
- R.U.T. : 60.910.000-1

- Domicilio : Calle Plaza Ercilla N° 883, Santiago
- Teléfonos : +56 2978 4131 – 0745

Para los proveedores que emitan facturas electrónicas, deberán remitirlas al correo electrónico: _____

BA.7 CONTRATO

De la licitación pública derivará el contrato “Adquisición e Instalación de Equipamiento de Red del tipo Acceso”, el que se registrará por los artículos que conforman las presentes bases de licitación y será anexado a ésta.

Por razones de buen servicio, el proveedor adjudicado podrá comenzar con los trabajos, bajo su responsabilidad, antes de la total tramitación de la resolución aprobatoria del contrato.

El contrato se mantendrá vigente hasta 36 meses con posterioridad a la recepción conforme de la instalación del equipamiento de red.

BA.7.1 Inscripción en el registro electrónico oficial de proveedores

Para la celebración del contrato, el adjudicatario deberá estar inscrito en el registro nacional de proveedores “ChileProveedores”, que es administrada por la Dirección de Compras y Contrataciones Públicas.

En caso de que el adjudicatario no esté inscrito en el registro nacional de proveedores, deberá inscribirse dentro del plazo de 15 días hábiles contados desde la adjudicación respectiva.

Cuando el oferente adjudicado no se inscriba en el plazo indicado en el párrafo precedente, La Universidad podrá cobrar la boleta de seriedad de la oferta y re-adjudicar la licitación, en los términos indicados en las presentes bases o bien podrá declarar desierta la licitación, según corresponda.

BA.7.2 Plazo para suscripción del contrato

Con la finalidad de perfeccionar jurídicamente la relación contractual, entre La Universidad y el proveedor adjudicado, se establece la suscripción de un contrato, donde se detallarán y perfeccionarán los alcances legales de la adjudicación, dicho instrumento deberá ser suscrito en un plazo máximo de 60 días con posterioridad a la fecha de adjudicación del proceso licitatorio.

Si por cualquier causa imputable al adjudicatario, no se suscribe el contrato dentro del plazo establecido en las presentes bases, La Universidad quedará facultada para dejar sin efecto la adjudicación respectiva y cobrar la boleta de Garantía de Seriedad de la Oferta.

BA.7.3 Garantía de fiel y oportuno cumplimiento del contrato

El adjudicatario deberá garantizar el fiel y oportuno cumplimiento del contrato, mediante la entrega de una Boleta de Garantía Bancaria, Vale Vista, Póliza de Seguro o Certificado de Fianza, con carácter irrevocables y pagaderos a la vista, por un monto total equivalente al 5% del total del contrato adjudicado, con impuesto incluido, emitidos en pesos chilenos y a la orden de la Universidad de Chile, RUT: 60.910.000-1.

Esta garantía cauciona también el pago de las obligaciones laborales y sociales con los trabajadores del oferente adjudicado y deberá ser entregada en la Unidad de Adquisiciones de IDIEM, ubicada en el mismo domicilio del mandante, a más tardar dentro de los 30 días corridos siguientes a la notificación de la adjudicación, aún cuando la suscripción del contrato entre La Universidad y el proveedor adjudicado se encuentre en trámite.

El plazo de vigencia de la garantía de fiel y oportuno cumplimiento de contrato, será la vigencia del mismo, aumentado en un periodo de 60 días hábiles.

Dicha garantía no devengará intereses ni reajuste alguno y se harán efectivas en caso de incumplimiento total o parcial del contrato o de cualquier obligación emanada del mismo por parte del oferente adjudicatario. La Universidad estará facultada para hacer efectiva la garantía de fiel cumplimiento, administrativamente y sin necesidad de requerir acción judicial alguna.

La garantía será devuelta por la Universidad, una vez cumplido el plazo de vigencia establecido en el contrato respectivo.

La garantía deberá consignar la siguiente glosa: "PARA GARANTIZAR EL FIEL Y OPORTUNO CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO, DE LA LICITACIÓN PÚBLICA, ID _____"

En caso que el adjudicatario no suscriba el contrato o no entregue la garantía de fiel cumplimiento del mismo, se entenderá que éste no acepta la adjudicación, pudiendo La Universidad, re-adjudicar la licitación y suscribir el contrato respectivo, con el siguiente oferente mejor evaluado o bien, declarar desierta la licitación.

El oferente re adjudicado, deberá cumplir con la entrega de la garantía de fiel cumplimiento del contrato, de la documentación correspondiente, y firmar el contrato, dentro del plazo de 10 días hábiles contados desde el envío del mismo, conforme a las formalidades señaladas en las presentes bases.

BA.7.4 Obligaciones y prohibiciones del adjudicatario

El Adjudicatario deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Cumplir con las obligaciones que le imponga el contrato, las bases administrativas, sus anexos y bases técnicas.
- Velar por el cumplimiento del contrato y con las características exigidas en las bases de licitación.
- Mantener durante toda la vigencia del contrato las condiciones establecidas en su oferta.

BA.8 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

BA.8.1 Cumplimiento de normas legales y disposiciones administrativas

El contratista deberá cumplir todas las normas legales y reglamentarias vigentes durante el desarrollo de las instalaciones en obra y que sean aplicables con relación a los servicios y trabajos convenidos, y deberá asegurarse que también las cumplan sus trabajadores y las personas que ejecuten trabajos o presten servicios para él en relación a este contrato. El contratista deberá pagar

cualquier costo que derive de la violación de la ley o de perjuicios ocasionados a terceros por él, sus dependientes y subcontratistas. La expresión "ley" incluye cualquier ley, decreto ley, decretos, reglamentos, instrucciones u otras normas emanadas de la autoridad gubernamental, municipal o regional.

En especial, el contratista cumplirá y hará cumplir a los terceros que presten servicios para él, las disposiciones de seguridad establecidas en la ley 16.744, su reglamento y modificaciones; debiendo contactar y reunirse con alguna institución de seguridad para recibir por parte de esta las instrucciones y recomendaciones que correspondan, independientemente de la labor de su experto en seguridad. La reunión antes citada, y las demás que sean programadas, deberán ser informadas con la debida antelación al mandante o al inspector técnico. El incumplimiento reiterado de las normas de seguridad autorizará al mandante para ordenar la paralización de las faenas, con cargo al contratista.

El contratista defenderá ante cualquier persona y autoridad y declarará que la facultad está libre de cualquier responsabilidad o sanción que le pueda ser impuesta a consecuencia de cualquier violación de la "ley" por parte del contratista o de las demás personas indicadas en el párrafo anterior. La misma obligación tendrá el contratista respecto de cualquier acción o proceso que pueda ser entablado con ocasión de los servicios y trabajos a que se refieren las bases, tanto cuando sean iniciados por el personal del contratista o sus subcontratistas, como por terceros o por cualquier autoridad pública.

BA.8.2 Cumplimiento de normas laborales y de seguridad social

El contratista será considerado como empleador del personal afectado en la obra, ya sea contratado directamente por él o a través de subcontratistas y, por ende, único responsable del pago de las remuneraciones, salarios, jornales bonificaciones, de las indemnizaciones, retenciones, aportes y contribuciones legales o convencionales, y toda otra obligación vinculada con la relación laboral o previsional que deba ser cumplida por el empleador, de conformidad con el derecho vigente.

El contratista deberá cumplir con las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas vigentes en materia laboral; de seguridad social, previsional, tributaria y de seguridad e higiene en el trabajo, artículo 149 del Código del Trabajo, ley 16.744, decreto N° 40 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, y demás normas aplicables.

El contratista deberá tener escriturados todos los contratos de trabajo y además mantenerse al día en el pago de las imposiciones previsionales, seguros de cesantía, de accidentes del trabajo, así como todas las demás obligaciones que le correspondan para todo su personal.

Ante el solo requerimiento del mandante, el contratista deberá acreditar el cumplimiento de lo establecido en esta cláusula.

En caso de que el contratista no dé cumplimiento a estas obligaciones, el propietario podrá suspender el pago de los estados de pago hasta la regularización de las obligaciones incumplidas.

BA.9 MULTAS

La Universidad, podrá establecer multas que se aplicarán sobre la facturación, sin que ello limite la responsabilidad a esa suma cuando proceda, ya sea, por el incumplimiento de cualquiera de las condiciones establecidas en las presentes bases administrativas, técnicas y/o la oferta adjudicada.

Si la aplicación de multas llega al 20% del monto total del contrato, sin perjuicio del cobro de la garantía de fiel y oportuno cumplimiento de éste, se considerará que el oferente no ha dado cumplimiento a la oferta realizada, por lo cual la Universidad podrá dar por terminada la contratación por incumplimiento grave por parte del proveedor.

En caso de que se termine el contrato bajo las condiciones señaladas precedentemente, se pagará el monto correspondiente al sistema efectivamente instalado a la fecha de dicho término.

Las multas se aplicarán por:

- No cumplimiento de los plazos: En caso de incumplimiento en el plazo de recepción conforme de equipos (por motivos atribuibles al oferente), el mandante podrá aplicar una multa por cada día de atraso respecto del plazo, equivalente a un 0,2% (cero coma dos

por mil) sobre el valor total del contrato, por los primeros 10 días de atraso, y del 0,5‰ (cero coma 5 por mil) sobre el valor total del contrato, a partir del 11° (undécimo) día de atraso hasta el día 89. A partir del día 90, se aplicará una multa de un 1‰ (uno por mil) sobre el valor total del contrato.

- En caso de incumplimiento de los hitos o plazos de entrega parciales, el mandante podrá aplicar una multa equivalente al 0,2‰ (cero coma dos por mil) por cada día de atraso, sobre el valor total del contrato.
- Si el contratista incumpliere las instrucciones de la ITO que se hubieren transmitido a través del libro de obras, y que respondan a las exigencias propias de las obras contratadas, el mandante podrá aplicar una multa de 10 UF por día de atraso en el cumplimiento de dichas instrucciones, a entera satisfacción de la ITO.
- En caso de incumplimiento de los servicios descritos en el punto 3.3 de las bases técnicas, el mandante podrá aplicar una multa de 10 UF por evento incumplido.

En caso de otros incumplimientos, tales como calidad del sistema, inobservancia de los valores ofertados, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas podrá dar por terminado el contrato por incumplimiento grave, según lo dispone el numeral 10 letra c) de las presentes bases administrativas.

BA.10 TÉRMINO ANTICIPADO DEL CONTRATO

De acuerdo a lo previsto en el artículo N° 13 de la Ley N° 19.886 de compras públicas, La Universidad podrá poner administrativamente término anticipado a la contratación, en todo o en parte, sin indemnización alguna para el oferente seleccionado, si concurre alguna de las causales que se señalan a continuación:

- a) La resciliación o mutuo acuerdo entre los contratantes.
- b) Por caso fortuito o fuerza mayor.
- c) El incumplimiento grave de las obligaciones contraídas por el contratante.

- d) Si el adjudicatario no está ejecutando el contrato de acuerdo a lo establecido en éste, en las bases y los anexos que forman parte de la licitación o en su oferta.
- e) Entrega, por parte del contratado, de antecedentes falsos durante el proceso de licitación.
- f) Si el contratante incurre en tres faltas graves de las obligaciones estipuladas, entendiéndose por tales, las que podrían afectar total o parcialmente el correcto y efectivo funcionamiento del contrato.
- g) Por la aplicación de tres multas en un período de 6 meses, en los términos del artículo precedente.
- h) Registrar saldos insolutos de remuneraciones o cotizaciones de seguridad social con sus actuales trabajadores o con trabajadores contratados en los últimos dos años, a la mitad del período de ejecución del contrato, con un máximo de seis meses.
- i) El estado de notoria insolvencia del contratante, a menos que se mejoren las cauciones entregadas o las existentes sean suficientes para garantizar el cumplimiento del contrato.
- j) Si el oferente seleccionado fuere declarado en quiebra, o perdiere las certificaciones y autorizaciones necesarias para funcionar en el giro de su actividad, decretada por autoridad competente.

BA.11 ACEPTACIÓN DE LAS BASES DE LICITACIÓN

Se entiende que por el solo hecho de presentar su oferta, el proponente acepta la totalidad de las condiciones establecidas en las bases de licitación y se obliga a respetarlas cabalmente.

BA.12 ANEXOS BASES ADMINISTRATIVAS

ANEXO BA-1: Datos del Oferente

A) DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL OFERENTE

Nombre Representante Legal	
Cargo	
Razón Social	
RUT	
Dirección	
Ciudad	
Teléfono	
Fax	
E-mail	
Web de la Empresa	

B) DATOS DEL CONTACTO DEL OFERENTE

Nombre Contacto Licitación	
Dirección	
Ciudad	
Teléfono	
Celular (opcional)	
Fax	
E-mail	

ANEXO BA-2: Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

En Santiago de Chile, a.....de.....de 2013,
 don/doña.....representante legal de la
 empresa.....,RUT:.....,Domiciliada

en:....., viene en declarar que la entidad que
 representa, no se encuentra afecta a las inhabilidades del artículo 4º, inciso 1º y 6º de la Ley N° 19.886 y que en caso de
 registrar saldos insolutos de remuneraciones o cotizaciones de seguridad social con sus actuales trabajadores o con
 trabajadores contratados en los últimos dos años, aceptará las condiciones establecidas en el artículo citado anteriormente y
 que dicen relación con:

“Podrán contratar con la Administración las personas naturales o jurídicas, chilenas o extranjeras, que acrediten su
 situación financiera e idoneidad técnica conforme lo disponga el reglamento, cumpliendo con los demás requisitos que éste
 señale y con los que exige el derecho común. Quedarán excluidos quienes, al momento de la presentación de la oferta, de la
 formulación de la propuesta o de la suscripción de la convención, según se trate de licitaciones públicas, privadas o
 contratación directa, hayan sido condenados por prácticas anti sindicales o infracción a los derechos fundamentales del
 trabajador, dentro de los anteriores dos años”.

“En caso de que la empresa que obtiene la licitación o celebre convenio registre saldos insolutos de remuneraciones
 o cotizaciones de seguridad social con sus actuales trabajadores o con trabajadores contratados en los últimos dos años, los
 primeros estados de pago producto del contrato licitado deberán ser destinados al pago de dichas obligaciones, debiendo la
 empresa acreditar que la totalidad de las obligaciones se encuentran liquidadas al cumplirse la mitad del período de ejecución
 del contrato, con un máximo de seis meses”.

“Ningún órgano de la Administración del Estado y de las empresas y corporaciones del Estado o en que éste tenga
 participación, podrá suscribir contratos administrativos de provisión de bienes o prestación de servicios con los funcionarios
 directivos del mismo órgano o empresa, ni con personas unidas a ellos por los vínculos de parentesco descritos en la letra b)
 del artículo 54 de la Ley N° 18.575, Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado, ni con
 sociedades de personas de las que aquéllos o éstas formen parte, ni con sociedades comanditas por acciones o anónimas
 cerradas en que aquéllos o éstas sean accionistas, ni con sociedades anónimas abiertas en que aquéllos o éstas sean dueños de
 acciones que representen el 10% o más del capital, ni con los gerentes, administradores, representantes o directores de
 cualquiera de las sociedades antedichas”.

.....
 Nombre y Firma Representante Legal
 (o Persona Natural según corresponda)

ANEXO BA-3: Oferta Técnica

NOTA: Puede ser reemplazado por un formato propio, incluyendo las tablas indicadas en las bases técnicas.

ANEXO BA-4: Oferta Económica

Oferta Económica

Santiago, **-Fecha-**

La empresa (**razón social del oferente**), se compromete a ejecutar, en un plazo de (**plazo de obra**) días corridos, los trabajos a que se refieren las bases administrativas, bases técnicas y demás antecedentes para la obra (**título de la licitación**) del Proyecto Beauchef Poniente, en la suma indicada a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL [\$]
1	Total Neto Equipos	
2	Total Neto Instalación	
3	Total Neto Servicios	
	Sub Total Neto	
	IVA	
	TOTAL OFERTA	
	Monto del Anticipo Solicitado	%

 Firma Representante Legal
 Aclaración de firma y cargo

ANEXO BA-5: Experiencia

Experiencia

La empresa (**razón social del oferente**), cuenta con una presencia en el mercado nacional de (**años de presencia**).

Proyectos con similar tecnología ofertada

Cliente	Proyecto	Fecha Contrato Inicio/Termino	Equipamiento Utilizado	Cantidad

Profesionales con certificación en nivel experto

Nombre	Nº Certificado	Organismo certificador

Anexo 4: EV - Evaluación de las Ofertas y Adjudicación

Utilizando la metodología de evaluación, expuesta en las Bases Técnicas y en las Bases Económicas, se realizó la evaluación y adjudicación de estas cuatro (4) licitaciones, con la siguiente valorización:

EV.1 Evaluación RED IP ACCESO

Se presentaron a la licitación “RED IP ACCESO” las siguientes compañías y tecnologías; PROVEEDOR-A-1 (CISCO) y PROVEEDOR-A-2 (CISCO).

El oferente adjudicado, con mejor puntaje técnico, económico y de cumplimiento fue la empresa PROVEEDOR-A-1. con la solución tecnológica CISCO.

Tabla EV-1: Evaluación Licitación RED IP ACCESO

Item	Empresa	Tecnología	1-Tec	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico	Cumple
1	PROVEEDOR-A-1	CISCO	45	40	4	4	6	1	100	59	Si
3	PROVEEDOR-A-2	CISCO	45	34	4	4	6	1	94	59	Si

EV.2 Evaluación RED IP BACKBONE

Se presentaron a la licitación “RED IP BACKBONE” las siguientes compañías y tecnologías; PROVEEDOR-B-1 (CISCO), PROVEEDOR-B-2 (HP) y PROVEEDOR-B-3 (CISCO), PROVEEDOR-B-4 (BROCADE) y PROVEEDOR-B-5 (HUAWEI).

El oferente adjudicado, con mejor puntaje técnico, económico y de cumplimiento fue la empresa PROVEEDOR-B-3 con la solución tecnológica CISCO.

Tabla EV-2: Evaluación Licitación RED IP BACKBONE

Item	Empresa	Tecnología	1-Tec	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico	Cumple
1	PROVEEDOR-B-1	CISCO	18	27	4	4	6	1	60	32	Si
2	PROVEEDOR-B-2	HP	32	37	4	2	6	1	81	43	Si
3	PROVEEDOR-B-3	CISCO	45	40	4	4	4	1	99	58	Si
4	PROVEEDOR-B-4	BROCADE	45	24	4	2	6	1	82	57	Si
5	PROVEEDOR-B-5	HUAWEI	18	11	4	0	4	1	39	27	Si

EV.3 Evaluación RED IP CORE

Se presentaron a la licitación “RED IP CORE” las siguientes compañías y tecnologías; PROVEEDOR-C-1 (CISCO), PROVEEDOR-C-2 (HP), PROVEEDOR-C-3 (CISCO), PROVEEDOR-C-4 (BROCADE) y PROVEEDOR-C-5 (HUAWEI).

El oferente adjudicado, con mejor puntaje técnico, económico y de cumplimiento fue la empresa PROVEEDOR-C-3 con la solución tecnológica CISCO.

Tabla EV-3: Evaluación Licitación RED IP CORE

Item	Empresa	Tecnología	Sub. 1.1	Sub. 1.2	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico	Cumple
1	PROVEEDOR-C-1	CISCO	13	14	30	4	4	6	1	71	40	Si
2	PROVEEDOR-C-2	HP	19	14	34	4	2	6	1	80	44	Si
3	PROVEEDOR-C-3	CISCO	32	14	40	4	4	4	1	99	58	Si
4	PROVEEDOR-C-4	BROCADE	32	14	22	4	2	6	1	80	57	Si
5	PROVEEDOR-C-5	HUAWEI	13	14	10	4	0	4	1	46	35	Si

EV.4 Evaluación RED IP WIFI

Se presentaron a la licitación de “RED IP WIFI” las siguientes compañías y tecnologías; PROVEEDOR-W-1 (HUAWEI), PROVEEDOR-W-2 (HP), PROVEEDOR-W-3 (CISCO) y PROVEEDOR-W-5 (CISCO):

El oferente adjudicado, con mejor puntaje técnico, económico y de cumplimiento fue la empresa PROVEEDOR-W-3 con la solución tecnológica CISCO.

Tabla EV-4: Evaluación Licitación RED IP WIFI

Item	Empresa	Tecnología	Sub. 1.1	Sub. 1.2	Sub. 1.3	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico	¿Cumple?
1	PROVEEDOR-W-1	HUAWEI	7	5	0	34,53	4	0	3	1	55	20	NO
2	PROVEEDOR-W-2	HP	7	5	0	39,96	4	2	6	1	65	25	NO
3	PROVEEDOR-W-3	CISCO	18	14	14	40,00	4	2	6	1	98	57	SI
4	PROVEEDOR-W-4	CISCO	18	14	14	28,39	4	2	4	1	85	56	SI

EV.5 Evaluación RED IP DISTRIBUCIÓN B850

Se presentaron a la licitación “RED IP DISTRIBUCIÓN” las siguientes compañías y tecnologías; PROVEEDOR-D-1 (CISCO), PROVEEDOR-D-2 (CISCO), PROVEEDOR-D-3 (BROCADE) y PROVEEDOR-D-4 (HUAWEI).

El oferente adjudicado, con mejor puntaje técnico, económico y de cumplimiento fue la empresa PROVEEDOR-D-2 con la solución tecnológica CISCO.

Tabla EV-5: Evaluación Licitación RED IP DISTRIBUCIÓN BEAUCHEF 850

Item	Empresa	Tecnología	Sub. 1.1	Sub. 1.2	2-Eco	Sub. 3.1	Sub. 3.2	Sub. 3.3	4-Cump	TOTAL	Técnico	Cumple
1	PROVEEDOR-D-1	CISCO	13	14	30	4	4	6	1	71	40	Si
2	PROVEEDOR-D-2	CISCO	32	14	40	4	4	4	1	99	58	Si
3	PROVEEDOR-D-3	BROCADE	32	14	22	4	2	6	1	80	57	Si
4	PROVEEDOR-D-4	HUAWEI	13	14	10	4	0	4	1	46	35	Si