Eusko Jaurlaritzaren
Informatika Elkartea

Sociedad Informática
del Gobierno Vasco

EXPEDIENTE Nº: EJIE-033-2025

Suministros y Servicios para la renovación de la infraestructura de red de EJIE (sede principal y sede Seminario).

Especificaciones de compra / Pliego de condiciones técnicas

Marzo 2025

Este documento es propiedad de Eusko Jaurlaritzaren Informatika Elkartea – Sociedad Informática del Gobierno Vasco, S.A. (EJIE). Este documento no puede ser reproducido, en su totalidad o parcialmente, ni mostrado a otros, ni utilizado para otros propósitos que los que han originado su entrega, sin el previo permiso escrito de EJIE. En el caso de ser entregado en virtud de un contrato, su utilización estará limitada a lo expresamente autorizado en dicho contrato. EJIE no podrá ser considerada responsable de eventuales errores u omisiones en la edición del documento.

Versión	Fecha	Resumen de cambios	Elaborado por:	Aprobado por:
1.0	27/03/2025	Versión Inicial	Javier Cruz	Josu Bagazgoitia

Índice

1 Introducción 5
2 Objeto del contrato 6
3 Situación actual y propuesta 7
3.1 Situación actual 7
3.2 Situación propuesta 7
4 Alcance del contrato 9
4.1 Revisión de datos de partida y trabajos de consultoría y diseño 10
4.1.1 Arquitectura orientada a servicios 11
4.1.2 Estrategia para la eliminación de la segmentación tradicional 12
4.1.3 Automatización del despliegue 12
4.1.4 Observabilidad avanzada 12
4.1.5 Modelo de operación y gestión 12
4.1.6 Solución central 12
4.1.7 Control de acceso a la red 12
4.1.8 Segmentación avanzada 12
4.2 Visitas de replanteo 13
4.3 Informe de replanteo 14
4.4 Planificación y coordinación de los trabajos 14
4.5 Suministro de los elementos que componen la solución 15
4.6 Plan de Migración e Implantación 16
4.7 Planificación del piloto de servicios de valor añadido SDN Campus 16
4.8 Migración e implantación de la nueva solución 17
4.8.1 Organización y peinado de los armarios 18
4.8.2 Instalación y configuración de los nuevos elementos de la red LAN 18
4.8.3 Ejecución de las conectividades necesarias 19
4.8.4 Ejecución del Plan de pruebas 19
4.8.5 Retirada de equipamiento obsoleto y/o en desuso 20
4.9 Soporte y mantenimiento del servicio 21
4.10 Soporte 'in situ' al día siguiente 22
4.11 Validación de instalaciones – Ejecución de subsanaciones 22
4.12 Ejecución del piloto de servicios de valor añadido SDN Campus 23
4.13 Documentación de los trabajos realizados 25
4.14 Formación y Transferencia de conocimiento 26
4.15 Elementos y actuaciones fuera del alcance del contrato 28
5 Requisitos de suministro y ejecución de servicios 29
5.1 Requisitos generales del suministro de equipamiento 29
5.2 Requisitos generales de ejecución de los servicios 29
5.3 Requisitos generales de la solución demandada 29
5.4 Equipamiento de red LAN 33
5.4.1 Equipos de core 33
5.4.2 Equipos de acceso 36

5.5 Latiguillos de conexión 42
5.5.1 Latiguillos para parcheo e interconexiones en cobre 42
5.5.2 Latiguillos uplinks e interconexiones de fibra óptica 42
5.6 Organización y peinado de armario 43
5.7 Coordinación con terceros y horarios de trabajo 43
5.8 Seguimiento y control de ejecución del proyecto 44
5.8.1 Oficina Técnica EJIE. Coordinación global del proyecto 44
5.8.2 Organización, Seguimiento y control del proyecto por parte de la empresa adjudicataria 44
5.8.3 Plataforma de Gestión del Proyecto 45
5.8.4 Reuniones de seguimiento 46
5.9 Recepción provisional de las instalaciones 46
5.10 Incumplimientos 46
5.11 Garantías de suministro, licencias y soporte de fabricante 46
5.11.1 Garantía del fabricante del equipamiento de red y solución central 46
5.11.2 Licencias del equipamiento de red y solución central 47
5.11.3 Soporte del fabricante de la etapa de core y solución central 47
5.11.4 Garantía de las instalaciones realizadas 48
5.12 Normativa 48
6 ANEXO I – Requisitos técnicos 50
7 ANEXO II – Criterios generales de instalación 51
7.1 Introducción 51
7.2 Armarios y elementos en armarios 51
7.3 Canalizaciones 53
7.4 Cuadro eléctrico, cableado y conexionado 56
7.5 Cableados 56
7.6 Obra civil menor 57

1 Introducción

EJIE, Eusko Jaurlaritzaren Informatika Elkartea – Sociedad Informática del Gobierno Vasco, es la Empresa pública de servicios de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), cuya razón de existir es contribuir a la consecución de un Sector Público Vasco, moderno y eficiente, en el Marco Legal establecido por el Gobierno, con la seguridad y calidad necesarias y con el debido respeto al medio ambiente.

EJIE tiene como meta final la consecución de la satisfacción de sus clientes, siendo el instrumento común de prestación de servicios TIC en el Sector Público Vasco, y comprometiéndose en:

- Construir y mantener con eficiencia y calidad la infraestructura de los Sistemas de Información, posibilitando su continuidad y seguridad.
- Garantizar la interoperabilidad entre las distintas administraciones.
- Servir de apoyo a las necesidades de planificación y realización de la función informática de los Departamentos y Organismos Autónomos del Gobierno, asegurando la cobertura de sus demandas con el compromiso y profesionalidad adecuados a las relaciones contractuales que se establezcan.

Por tanto, EJIE debe ser, un instrumento común de referencia para la prestación de servicios TIC en el Sector Público Vasco:

- Aportando valor añadido.
- Proporcionando soluciones competitivas.
- Transmitiendo confianza a sus clientes.
- Contando con personas cualificadas y comprometidas.

Se puede obtener información más detallada y extensa en nuestra dirección de Internet http://www.ejie.eus.

La actividad objeto de contratación, es necesaria para la prestación de los servicios, competencia de EJIE S.A., y está incluida en los servicios que pueden ser objeto de contratación (según Instrucción Sexta de las Instrucciones sobre buenas prácticas en la contratación de servicios de Gobierno Vasco). Su prestación no puede ser asumida con los recursos humanos y técnicos de que dispone EJIE S.A., siendo además inviable su reorganización.

El presente pliego, como el resto de los documentos de la fase de preparación del contrato, incorporan las debidas garantías para dar cumplimiento a la Instrucción octava de las Instrucciones sobre buenas prácticas en la contratación de servicios de Gobierno Vasco.

2 Objeto del contrato

El presente contrato tiene como finalidad la modernización de la infraestructura de red del campus de EJIE, compuesto por un edificio principal y el edificio cercano del Seminario, mediante la adopción de una arquitectura Software Defined Network de Campus (en adelante SDN Campus) que permita mejorar la gestión, la seguridad y la escalabilidad de la red.

Los objetivos principales de este contrato son:

1. Renovación completa de la electrónica de red de la capa de core y acceso del campus de EJIE:

Se procederá a la sustitución de la electrónica de red actualmente en servicio en la capa de core y acceso (30 switches en total), debido a su obsolescencia y la necesidad de adaptar la infraestructura a los requerimientos actuales y futuros. Los nuevos equipos deberán disponer de puertos de uplink con mayor capacidad que los actuales, permitiendo así una interconectividad adecuada a las exigencias de tráfico y escalabilidad del campus. Adicionalmente deberán ser compatibles con una solución de tipo SDN Campus.

2. Migración de la arquitectura tradicional basada en capas a una arquitectura de tipo SDN Campus:

Se llevará a cabo la transición de la red actual, basada en una arquitectura tradicional basada en capas (de core y acceso en este caso), hacia una arquitectura de tipo SDN Campus orientada a servicios, que permita optimizar la operación y administración de la infraestructura y su securización. Adicionalmente se busca la eliminación de la dependencia del nivel 2 en la interconexión de la red pudiendo así prescindir de protocolos como Spanning Tree Protocol (STP) y mejorando la resiliencia y escalabilidad de la red.

3. Piloto de los servicios de valor añadido proporcionados por una solución SDN Campus:

Como parte del proyecto, se llevará a cabo una prueba de concepto que permita evaluar las ventajas en términos de seguridad, operación y eficiencia de un modelo SDN Campus frente a la arquitectura tradicional con el fin de valorar su futura aplicación en otros entornos de la organización.

En resumen, el presente contrato tiene como propósito la renovación integral de la infraestructura de red del campus de EJIE mediante la implementación de una arquitectura SDN Campus. Para ello, se abordará la renovación completa de la electrónica de red en las capas de core y acceso, la transición desde un modelo tradicional basado en capas hacia un enfoque SDN que optimice la gestión y seguridad de la red, e incluirá un piloto para evaluar los beneficios operativos y funcionales de esta nueva arquitectura. Con esta iniciativa, se busca garantizar un entorno de red más eficiente, seguro, escalable y alineado con las necesidades tecnológicas actuales y futuras de la organización.

3 Situación actual y propuesta

3.1 Situación actual

La descripción detallada de la situación actual y el detalle del equipamiento objeto de renovación se considera confidencial, por lo que las empresas licitadoras que estén interesadas en recibir esta información deberán seguir las instrucciones indicadas en la cláusula *20. Confidencialidad*, del Pliego de Condiciones Particulares (PCP) del presente expediente y el procedimiento de la cláusula *67.5, Anexo Técnicos*, de ese mismo PCP.

3.2 Situación propuesta

Para responder a las necesidades actuales de las redes modernas, la nueva infraestructura deberá estar basada en una **arquitectura de tipo SDN-Campus**, garantizando una gestión centralizada de toda la red y simplificando su operación, integración y crecimiento. Esta solución deberá proporcionar una infraestructura ágil, automatizada y segura, asegurando escalabilidad y eficiencia operativa.

La nueva red deberá estar **orientada a la prestación de servicios** como voz, datos, vídeo e IoT, asegurando una segmentación avanzada del tráfico mediante **macrosegmentación** y **microsegmentación**. Esto permitirá aislar y proteger distintos tipos de tráfico, aplicar políticas de control de acceso y calidad de servicio de manera uniforme, y distribuir estas configuraciones de forma automatizada desde una plataforma de gestión central, reduciendo la intervención manual y minimizando errores operativos.

Además, la nueva arquitectura deberá garantizar una **alta escalabilidad**, permitiendo la expansión de la red con la adición eficiente de dispositivos, sitios y edificios sin afectar su estabilidad ni su rendimiento. Gracias a su estructura distribuida para el tráfico de datos y la gestión centralizada para la configuración y aplicación de políticas, se asegurará una integración fluida con la infraestructura existente y futuras ampliaciones.

La nueva arquitectura deberá garantizar la propagación de las segmentaciones definidas a lo largo de toda la infraestructura LAN del campus, asegurando que cada servicio se asigne a un espacio de red específico y pueda distribuirse de manera homogénea sin necesidad de configuraciones manuales en cada ubicación. A través de protocolos como VXLAN, la solución deberá permitir **extender segmentos de red de manera lógica entre edificios**, eliminando la necesidad de configuraciones estáticas y asegurando la continuidad del servicio sin importar la ubicación del usuario o dispositivo dentro del campus.

En este contexto, la solución deberá **eliminar completamente la interconexión de switches basada en nivel 2 extendido**, adoptando un diseño basado en enrutamiento IP de nivel 3 extremo a extremo. Esto implicará la desaparición de la capa 2 en la interconexión de switches sin permitir tecnologías como SPB o mecanismos de bridging extendido, utilizando en su lugar protocolos como VXLAN para encapsular tráfico de nivel 2 sobre una infraestructura de nivel 3, evitando así problemas como bucles, tormentas de broadcast y la dependencia de protocolos como STP. La eliminación de Spanning Tree Protocol (STP) y otros mecanismos de control de bucles deberá garantizar una infraestructura más eficiente, resiliente y libre de bloqueos de enlaces.

La solución deberá utilizar protocolos estandarizados y simplificados en el plano de control, como IS-IS, LISP, BGP-EVPN o OSPF, combinados con protocolos como VXLAN o similar en el plano de datos, garantizando compatibilidad global y simplificación operativa, evitando la fragmentación tecnológica y facilitando su integración con otras infraestructuras.

Otro de los pilares de la solución deberá ser la **gestión centralizada y automatización**, permitiendo la configuración, monitoreo y actualización de la red desde una única plataforma de control. La automatización deberá cubrir desde el aprovisionamiento de nuevos dispositivos hasta la monitorización y resolución de problemas, reduciendo la carga operativa, eliminando errores humanos y optimizando los tiempos de implementación.

La arquitectura SDN deberá permitir la definición de políticas de seguridad avanzadas basadas en Zero Trust, aplicando mecanismos de **control de acceso basados en identidades y grupos**. Esto deberá garantizar una segmentación robusta, asegurando que los dispositivos solo accedan a los recursos autorizados según su perfil y sin exposición innecesaria a otros segmentos de la red.

Además, se priorizará la **convergencia rápida ante fallos**, ya que la infraestructura basada en nivel 3 deberá permitir que los protocolos de enrutamiento recalculen rutas de manera mucho más eficiente, sin depender de mecanismos más lentos como STP. De este modo, la solución deberá mejorar significativamente la resiliencia de la red, minimizando tiempos de recuperación y asegurando la continuidad del servicio en caso de fallos en la infraestructura.

La solución deberá incluir capacidades avanzadas de **observabilidad y monitorización integrada**, proporcionando visibilidad en tiempo real del estado de la red, el tráfico y los eventos de seguridad. La plataforma de gestión central deberá permitir la monitorización continua mediante la generación de informes automáticos, análisis de tráfico, métricas de rendimiento y detección proactiva de incidencias, eliminando la necesidad de herramientas externas y optimizando la administración de la red.

Por último, la nueva arquitectura deberá **incrementar la capacidad de los enlaces de interconexión entre las distintas capas de la solución**, asegurando una mayor eficiencia en la transmisión de datos y proporcionando los recursos necesarios para soportar el crecimiento de la red y la creciente demanda de tráfico.

4 Alcance del contrato

La empresa adjudicataria deberá considerar la ejecución de todas aquellas tareas necesarias para asegurar la correcta **renovación de la electrónica de red de la capa de core y acceso en las sedes de EJIE y Seminario hacia una arquitectura basada en SDN-Campus**.

A tal fin, se identifican al menos los siguientes trabajos a realizar por parte de la empresa adjudicataria:

- **Revisión de los datos de partida** disponibles, incluyendo **trabajos de consultoría y diseño** de la nueva arquitectura de SDN Campus (arquitectura física y lógica, configuraciones, dependencias, etc.), cuya viabilidad deberá ser confirmada en las visitas de replanteo a cada uno de los nodos del campus.
- Definición de las **metodologías y procedimientos** necesarios para la ejecución de los trabajos, así como el plan global de proyecto.
- Ejecución de las **visitas de replanteo** que sean necesarias a los diferentes nodos del campus, en cualquier fase del contrato, para confirmar y verificar que la solución que se propone es viable, sin interferencia en el correcto funcionamiento de cada nodo.
- La empresa adjudicataria elaborará un único **informe de replanteo** para toda la red de campus objeto de esta licitación (edificio principal EJIE y edificio Seminario) donde se recoja toda la información previa (documentos técnicos de diseño, información recopilada en las visitas de replanteo), para su posterior validación por parte de EJIE.
- **Planificación y coordinación de los trabajos con el personal designado** por EJIE, en cualquiera de las fases del contrato, para poder realizar un seguimiento adecuado y evitar posibles interferencias con trabajos de terceros.
- **Suministro de la nueva electrónica de red y resto de elementos necesarios para conformar la solución,** de acuerdo con propuesta realizada por el licitador, sin menoscabo de que la solución final diseñada requiera el suministro de equipamiento adicional.
- Definición del **Plan de migración e Implantación** de la solución central y de la nueva electrónica en cada uno de los nodos del campus, que permita garantizar la migración de los servicios evitando la afectación a los usuarios, incluyendo un plan de marcha atrás. Este plan deberá ser consensuado y aprobado por EJIE.
- Definición del **Plan del piloto de servicios de valor añadido de SDN Campus** que permita probar y validar las ventajas más relevantes aportadas por la nueva arquitectura. Este plan podrá constar de varias fases en caso de ser necesario y deberá ser consensuado y aprobado por EJIE.
- **Migración e implantación de la nueva solución** atendiendo al diseño, estrategia y plan de migración e Implantación aprobado, incluyendo en el caso de los trabajos en nodos:
    - **Reorganización y movimientos de elementos** en armarios necesarios para garantizar el espacio necesario para la correcta instalación de los nuevos equipos, previa autorización del propietario o responsable del material que se quiera mover o retirar y la validación de EJIE.
    - **Instalación, configuración y puesta en marcha de la nueva electrónica de red LAN**.
    - **Elaboración y ejecución de los planes de pruebas** que aseguren la adecuada puesta en marcha de los servicios, en colaboración con EJIE, que deberán quedar reflejadas en el Plan de migración e Implantación aprobado.
    - **Etiquetado de los elementos nuevos instalados**, siguiendo las indicaciones que a tal efecto establezca EJIE.
    - **Peinado completo de los armarios** donde se instale la nueva electrónica LAN.
    - **Retirada del material y equipamiento** obsoleto y/o en desuso, siguiendo las indicaciones de EJIE.

- La empresa adjudicataria se hará responsable del **mantenimiento evolutivo, configuraciones solicitadas en el día a día y de las incidencias (mantenimiento correctivo) de la electrónica de red de los edificios de EJIE y Seminario (tanto de la electrónica de acceso y core preexistente como de la nueva desplegada incluyendo todos los elementos de la solución central de SDN).** Este aspecto será de aplicación desde la puesta en marcha del primer equipamiento de la solución propuesta hasta una semana después de la recepción provisional de la misma (plan de pilotaje incluido) (ver condiciones de recepción provisional en el apartado 5.9 Recepción provisional de las instalaciones).
- **Soporte in situ al día siguiente de la migración de cada nodo de red** del personal técnico adecuado que pueda prestar soporte y atención en caso de incidencia derivada del proceso de migración de la infraestructura LAN, en el horario que establezca EJIE.
- **Validación de las instalaciones** conjuntamente con EJIE, de acuerdo con los procedimientos que se establezcan para ello y **ejecución de subsanaciones** sobre las instalaciones realizadas cuando no respondan a la calidad esperada y requisitos solicitados.
- **Ejecución del piloto de servicios de valor añadido de SDN Campus** atendiendo al plan de pilotaje acordado.
- **Documentación de los trabajos realizados,** lo que incluye inventarios de equipos instalados, resultados de la instalación realizada (alzados de armarios, fotos, documentación toma-puerto final de cada uno de los switches, …), memoria técnica, etc. Dicha información se especifica posteriormente en el presente documento.
- **Transferencia de conocimiento**, dirigida a EJIE, incluyendo la entrega de documentación relativa a dicha transferencia.
- Con carácter general, se incluyen servicios de **jefatura de proyecto**, lo que incluye gestión y seguimiento de proyecto, revisión de trabajos, trabajos de logística y planificación, control de ejecución de las instalaciones, etc.

A continuación, se hace una descripción más detallada de alguno de los aspectos indicados.

4.1 Revisión de datos de partida y trabajos de consultoría y diseño

Con el inicio del contrato se facilitará a la empresa adjudicataria diversa documentación de interés al objeto del proyecto, que deberá revisar conjuntamente con EJIE, como puede ser:

- Relación de datos de partida disponibles de la infraestructura de la red actualmente instalada en cada uno de los edificios (arquitecturas lógicas de las redes, configuraciones, planos de ubicación de los distintos armarios racks, etc.).
- Relación de agentes involucrados y procedimientos de trabajo que ya estén prestablecidos, a tener en cuenta en la ejecución de proyecto.
- Normativa y criterios de diseño a considerar en lo relativo a la configuración de los nuevos elementos red.
- Información que requerirán los servicios de explotación (ej. rellenado de CMDB).
- Plantillas de documentación de instalaciones (actas de entrega, informes de replanteo, planes de migración, etc.), de estar estas definidas y disponibles.

Con la revisión preliminar de los datos de situación actual y escenario de trabajo, la empresa adjudicataria deberá definir conjuntamente con EJIE:

- Las **arquitecturas físicas y lógicas a alto nivel del nuevo diseño** que se decida adoptar que permita acometer el proceso de renovación LAN y su migración a arquitectura SDN-Campus, cuya viabilidad deberá ser confirmada durante las visitas de replanteo.
- Revisión y definición de aspectos técnicos como **configuraciones, propuestas de direccionamiento, políticas de seguridad**, etc.
- Las **metodologías y procedimientos** que se identifiquen como necesarios para la adecuada ejecución y coordinación de los trabajos, sobre todo aquellos que involucren a terceros, una vez identificados todos los agentes implicados (Servicios de cada sede, EJIE, grupos de soporte)
- **Definición de las pruebas** que se estimen oportunas para verificar el cumplimiento de las especificaciones de los equipos.
- La **relación de plantillas y formatos** definitivos para el conjunto de documentación del proyecto a entregar (informe de replanteo, actas de entrega del servicio, etc.), en caso de no disponerse de las mismas o las disponibles requieran actualización.
- Por último, y en la fase inicial del contrato, la empresa adjudicataria deberá presentar un primer **plan global de proyecto**, que respete los plazos e hitos principales establecidos en contrato, y que contemple la relación de servicios solicitados en este propio capítulo 4 con relación al alcance solicitado. En su propuesta, deberá establecer una serie de hitos a alcanzar, determinando su duración y alcance, mediante los cuales se asegurará el correcto desarrollo y seguimiento del contrato.

En esta fase de diseño el adjudicatario deberá presentar como mínimo un análisis detallado sobre cómo abordará los siguientes aspectos clave en la nueva arquitectura de red:

4.1.1 Arquitectura orientada a servicios

El adjudicatario deberá describir cómo la arquitectura SDN-Campus propuesta está diseñada para garantizar una orientación a servicios, asegurando que la infraestructura pueda soportar eficazmente la provisión de voz, datos, vídeo e IoT. Se espera que se explique cómo se organizarán y gestionarán los distintos servicios dentro de la red, asegurando una correcta asignación de recursos y una administración flexible y escalable.

Se deberá detallar cómo la arquitectura permitirá la provisión eficiente de servicios, asegurando su separación lógica y evitando interferencias entre ellos. El adjudicatario deberá exponer cómo se garantizará la coherencia y correcta distribución de los distintos servicios en toda la infraestructura, evitando inconsistencias y minimizando la necesidad de configuraciones manuales en cada equipo.

Asimismo, se espera que se explique el enfoque adoptado para asignar y ajustar dinámicamente los recursos de red en función de las necesidades de cada servicio y aplicación, evitando configuraciones rígidas que limiten la escalabilidad.

El adjudicatario deberá describir cómo la arquitectura SDN garantizará la correcta distribución de los servicios en todas las sedes del Campus, asegurando una segmentación consistente del tráfico y su gestión centralizada. Se deberá explicar cómo se establecerá y administrará la separación lógica entre los distintos tipos de tráfico, permitiendo su propagación de manera uniforme en toda la infraestructura sin depender de configuraciones manuales en cada ubicación.

Además, se deberá detallar cómo la red ocultará la topología física a los dispositivos finales, asegurando que cada uno acceda únicamente a los servicios disponibles sin necesidad de conocer la estructura subyacente. También se deberá explicar cómo se gestionará la interacción entre servicios desde una plataforma de gestión central, asegurando una administración eficiente y segura.

Por último, el adjudicatario deberá presentar su enfoque sobre cómo se facilitará la integración y escalabilidad de nuevos servicios, asegurando que la arquitectura pueda evolucionar y adaptarse a futuras necesidades sin comprometer su rendimiento o seguridad.

4.1.2 Estrategia para la eliminación de la segmentación tradicional

Se deberá exponer cómo la arquitectura propuesta eliminará la dependencia de protocolos tradicionales de capa 2, asegurando una red basada en enrutamiento IP de nivel 3 extremo a extremo. Se deberá detallar cómo esta estrategia evitará la necesidad de mecanismos de control de bucles garantizando una infraestructura escalable y eficiente.

Se espera que se describa cómo la solución propuesta permitirá la interconexión entre switches sin extender dominios de broadcast ni depender de protocolos tradicionales de capa 2 como Spanning Tree Protocol (STP), mediante el uso de tecnologías que habiliten una red superpuesta (overlay) y mecanismos de segmentación lógica desacoplados de la topología física.

El adjudicatario deberá explicar cómo la arquitectura permitirá mantener la conectividad y movilidad de los usuarios sin que su ubicación física afecte a su segmentación ni a la seguridad del tráfico. Asimismo, se deberá detallar cómo se optimizará la distribución del tráfico dentro del entorno de campus, asegurando un rendimiento óptimo y minimizando la latencia.

4.1.3 Automatización del despliegue

Se deberá detallar qué mecanismos de automatización se prevé implementar para la provisión, configuración y gestión de la infraestructura SDN-Campus. En particular, se deberá indicar cómo se facilitará la asignación automática de políticas de red, la detección de cambios en la topología sin intervención manual y la rapidez en el despliegue de nuevos dispositivos, garantizando coherencia y consistencia en la operación.

4.1.4 Observabilidad avanzada

Se deberá describir el enfoque propuesto para la supervisión en tiempo real del tráfico, dispositivos y eventos de red. Se deberá incluir una explicación sobre las herramientas de telemetría, análisis de tráfico y detección proactiva de anomalías que se utilizarán para optimizar la experiencia del usuario y fortalecer la seguridad de la red.

4.1.5 Modelo de operación y gestión

Se deberá presentar la estrategia de operación y gestión de la red SDN-Campus, incluyendo la interacción entre el controlador SDN y los dispositivos de red. Además, se deberá describir la gestión centralizada de políticas, los mecanismos previstos para la resolución de problemas y las herramientas de diagnóstico que permitirán optimizar los tiempos de detección y recuperación de incidencias.

4.1.6 Solución central

Se deberá detallar la arquitectura central propuesta para la gestión y el control de la red, especificando los componentes encargados de la administración, la orquestación y la seguridad. Se espera que el adjudicatario describa la solución de gestión de la infraestructura de red, así como la solución de control de acceso, explicando el rol de cada uno de estos sistemas y su interacción. Asimismo, se deberá justificar cómo la propuesta garantiza alta disponibilidad, escalabilidad y compatibilidad con la infraestructura preexistente.

4.1.7 Control de acceso a la red

Se deberá describir cómo se tiene previsto gestionar el acceso de usuarios y dispositivos, detallando los mecanismos de autenticación, autorización y control de identidad que se integrarán. Asimismo, se deberá explicar las políticas de acceso dinámico y el modelo de segmentación segura de usuarios en función de sus perfiles y roles dentro de la infraestructura.

4.1.8 Segmentación avanzada

- **Macrosegmentación:** Se deberá explicar la estrategia de segmentación de la red a nivel de grupos de usuarios o servicios, asegurando un control efectivo y seguro entre los distintos segmentos de

red. El adjudicatario deberá detallar cómo se implementarán políticas dinámicas de acceso entre grupos autorizados, estableciendo la separación de tráfico mediante Virtual Networks (VNs). Asimismo, se deberá indicar cómo se gestionarán y propagarán estas políticas a lo largo de la infraestructura y qué mecanismos se emplearán para optimizar el tráfico a gran escala sin afectar la escalabilidad o la eficiencia de la red.

- **Microsegmentación:** El adjudicatario deberá describir cómo se garantizará la segmentación dentro de cada VN, aplicando políticas de seguridad basadas en identidad para controlar la comunicación entre usuarios o dispositivos dentro de un mismo segmento.

4.2 Visitas de replanteo

La empresa adjudicataria deberá realizar **tantas visitas como sean necesarias** a cada edificio (incluyendo el CPD) para determinar la relación de necesidades y actuaciones de cara a planificar los trabajos requeridos en la renovación de la infraestructura de la capa de red de core y acceso y cara al despliegue de la solución central de SDN-Campus (si aplica).

Estas visitas serán acordadas previamente con un el personal designado en cada sede por EJIE, y tendrán como objetivos principales, entre otros:

- Resolver dudas para la definición de la solución final de la arquitectura de red.
- Conocer la ocupación actual de cada uno los switches de la capa de core y acceso para poder determinar el número de switches que se deben instalar en cada rack en el proceso de renovación.
- Identificar el tipo de conector necesario para la conexión de los nuevos switches a los paneles repartidores de fibra óptica instalados en cada rack.
- Identificar junto con el personal designado, los equipos y servicios conectados a cada uno de los racks en la medida de lo posible, averiguando cuáles de ellos son considerados críticos y las condiciones para su migración (permite parada, tiempo de parada, etc.) a la nueva electrónica.
- Verificar el estado y ocupación de los racks, anotando la ocupación de cada una de las Us y tomando fotos de detalle de cada rack, para determinar:
    - el alzado actual del rack, indicando los elementos que ocupan cada U del rack
    - elementos en desuso para su posterior retirada durante el proceso de migración
- Identificar posibles necesidades en materia de alimentación eléctrica de equipos.
- Identificar otros trabajos a realizar por terceros, bien de forma previa, bien durante el proceso de migración.
- Verificar el entorno de donde se vaya a tener que trabajar, para adecuar el modo y forma de trabajar a cada una de las situaciones particulares de cada rack.
- Conocer los horarios en los que se vaya a poder intervenir en rack y las personas de contacto necesarias.

Las visitas se realizarán conjuntamente con el personal designado por EJIE con idea de que pueda facilitar la identificación de las diferentes necesidades y aclarar dudas sobre las instalaciones actuales.

Si EJIE lo considera necesario, durante la visita se podrá solicitar la redacción de un **Acta de replanteo**, firmado tanto por el responsable de la empresa adjudicataria como del personal designado por EJIE, para dejar constancia de la visita realizada, datos aportados, acuerdos, etc.

Se realizarán tantas visitas de replanteo como sean necesarias para la captura adecuada de información, de forma que sea posible:

- Definir y planificar el conjunto de trabajos a realizar, habiendo verificado su viabilidad in situ.

- Definir una estrategia y un Plan de Migración e Implantación acorde a la situación actual y prevista, y que reduzca la afectación a usuarios, derivada del proceso de cambio, al mínimo posible, realizando un análisis de riesgos y sus respectivos planes de contingencia y pruebas.

4.3 Informe de replanteo

Como resultado de las visitas de replanteo, la empresa adjudicataria deberá realizar y entregar un **informe de replanteo** que será validado por EJIE de forma previa a la redacción del Plan de migración e inicio de las instalaciones, donde se refleje al menos:

- Ocupación actual de los switches existentes de la red y el número de switches necesarios para la renovada infraestructura de red.
- Los alzados de la situación actual de los racks, donde se refleja en qué está ocupada cada una de sus Us, y los de la situación prevista con la relación de los trabajos necesarios para pasar de esa situación actual a la prevista, en la que el rack quede correctamente peinado en su totalidad (organización y movimientos de elementos, retirada de elementos obsoletos, instalación de nuevos equipos, instalación de elementos de ordenación necesarios como pasahilos, bandejas, velcros, sujeciones, etc)
    - Cualquier movimiento o retirada de elementos existentes necesario en los racks deberá reflejarse en este informe para su consideración y validación por parte de EJIE, que deberá valorar los riesgos de estos movimientos.
- Estado actual de los racks, mediante fotografías detalladas de cada uno de los armarios, así como fotos del entorno de los racks
- Listado de servicios críticos identificados junto con el análisis de riesgos, de cara a tenerse en cuenta en la definición de los trabajos para la migración (Plan de Migración e Implantación, que incluye los planes de contingencia).
- Cualquier otro tipo de necesidad que se haya detectado durante las visitas de replanteo, como necesidades de PDU para alimentación eléctrica de los nuevos equipos, identificación de necesidad de otros trabajos eléctricos, etc.

En este informe de replanteo irá acompañado, si así se ha solicitado anteriormente por parte de EJIE, del acta de replanteo de la visita a la sede.

4.4 Planificación y coordinación de los trabajos

Las tareas, trabajos y necesidades descritas en los informes de replanteo de las sedes deberán ser planificadas por la empresa adjudicataria para cualquiera de las fases del contrato, junto con las personas designadas por EJIE.

La planificación y definición de la estrategia de los trabajos y tareas necesarias debe tener en cuenta la coordinación necesaria con otros trabajos y tareas propios del funcionamiento de los edificios afectados, así como las posibles limitaciones que pudiera haber con respecto a horarios de trabajo, lo que se puede traducir en la realización de trabajos fuera del horario habitual (considerado este como de 8:00 a 18:00).

Además del horario indicado anteriormente, es necesario considerar que en el edificio de EJIE existe un soporte, Gertu-Operación, cuyo horario es de 24x7. Se deberá tener especial atención a la ventana de migración de la electrónica que afecte a los puestos de trabajo de este servicio que, en todo caso, será consensuada entre EJIE y los responsables de Gertu-Operación.

Se debe tener en consideración que, al menos, 3 de los racks objeto de migración de electrónica de red van a requerir intervención en horario extralaboral nocturno o de fin de semana, por tratarse de servicios críticos.

La planificación deberá incluir una fase de despliegue de la solución central, así como una fecha tentativa para para la migración de la electrónica de red de cada nodo objeto de proyecto.

Dependiendo de la estrategia final acordada entre EJIE y el adjudicatario para la incorporación de funcionalidades de valor añadido relacionadas con la arquitectura SDN-Campus en fase de migración sin esperar a la fase de pilotaje, la planificación deberá tener en cuenta esta circunstancia.

Además, en el Plan de Migración e Implantación, para el caso indicado del servicio crítico 24x7 del que dispone EJIE, se deberán detallar las contingencias derivadas de la instalación y migración de la nueva electrónica, junto a las acciones necesarias de marcha atrás para restaurar los servicios en caso de que la incidencia no pueda resolverse en un tiempo acordado previamente.

Así, la planificación deberá ajustarse al horario que establezca el personal designado por EJIE para la ejecución de los trabajos para evitar en mayor medida las molestias que se puedan ocasionar al buen funcionamiento y desarrollo de las actividades propias de las sedes.

4.5 Suministro de los elementos que componen la solución

La empresa adjudicataria deberá suministrar todo el equipamiento electrónico nuevo, cableado, software y licencias necesarias para la renovación completa de la electrónica de red de la capa de core y acceso de los edificios de EJIE y Seminario, junto con todos los accesorios necesarios para su correcta instalación, conexionado, funcionamiento, administración y gestión. En este sentido, se deberán incluir los siguientes suministros:

- Switches de core y acceso con una volumetría tal que permita la renovación de electrónica de red indicada en el Anexo Reservado.
- Cableado y equipamiento necesario para posibilitar la creación de agrupaciones lógicas de los switches ofertados, cuando sea necesario y según la propuesta presentada.
- Transceivers o adaptadores (cobre o fibra óptica) sobre switches ofertados, para posibilitar las interconexiones, cuando sea necesario y según la propuesta presentada.
- Elementos que conforman la plataforma de solución central (servidores, appliances, …) en caso necesario.
- Software y licencias involucradas en la solución planteada.
- Suministro de jornadas de servicios profesionales de fabricante, de acuerdo con la siguiente cantidad mínima: 20 jornadas (pudiendo ser en modalidad in-situ o remota)
- Latiguillos “inteligentes”, con mecanismo para identificar el otro extremo del latiguillo mediante inyección de luz. Se deberán incluir tantos latiguillos como puertos de red de cobre disponibles en la solución de switches propuesta.
- Latiguillos de fibra para el establecimiento de los uplinks entre las diferentes etapas de la nueva arquitectura, así como para la interconexión de la misma contra terceros switches/routers que no son objeto de renovación.

Todos los elementos propuestos deberán cumplir las condiciones que apliquen del apartado *5. Requisitos de suministro y ejecución de servicios*, todos ellos de obligado cumplimiento.

Todo pequeño material necesario para la correcta instalación, organización y peinado de la electrónica de red (pasahilos, velcros, sujeciones, linternas inyectoras de luz para latiguillos, etc.) deberá ser suministrado por la empresa adjudicataria, como parte proporcional del coste de la electrónica de red.

Los licitadores deberán incluir en su propuesta un listado resumen con todos los elementos que forman parte de la solución propuesta que debe ser una solución llave en mano totalmente operativa para EJIE que cumpla los requisitos de este PCT, que cubra la renovación de equipos planteada en el Anexo reservado y que esté alineada con la propuesta económica presentada en el Archivo electrónico de fórmulas. Salvo el dato del precio, este listado deberá coincidir totalmente con los conceptos y cantidades de suministros reflejados en el Archivo electrónico de fórmulas. **Si dicha propuesta técnica no se corresponde con el escenario de elementos planteados en la oferta económica será motivo de exclusión**.

4.6 Plan de Migración e Implantación

Con la validación del informe de replanteo correspondiente y la planificación de los trabajos, la empresa adjudicataria deberá presentar un **Plan de Migración e Implantación detallado** para el despliegue de la solución central de SDN-Campus y la renovación de la electrónica de la capa de core y acceso de cada edificio. **Este plan deberá garantizar la adecuada migración de los servicios y la convivencia temporal de la infraestructura preexistente con la nueva infraestructura**, buscando que el impacto a los usuarios y al funcionamiento de cada sede sea el mínimo posible.

Además, el Plan de Migración e Implantación deberá tener presente los servicios críticos afectados por el proceso de migración, para establecer el mejor procedimiento de migración. En los nodos críticos en los que sea requerido por EJIE, se deberá proporcionar un sistema que garantice la continuidad del servicio, aunque sea con ciertas limitaciones, que deberá ser aprobado por EJIE.

El Plan de Migración e Implantación deberá consistir como mínimo en:

- Un **documento resumen**, con una visión global de las fechas propuestas y tiempos estimados de cada una de las migraciones planificadas de los racks donde se renueve la electrónica de red, sea la capa de core y/o de acceso y de la implantación de todos los elementos que conforman la solución central de SDN.
- Un **documento de migración específico de cada uno de los racks** de cada edificio donde se renueve la electrónica de core y/o de acceso y otro adicional relativo al despliegue de elementos de la solución central, incluyendo:
    - El plan de trabajo por rack, recogiendo todas y cada una de las tareas necesarias para alcanzar el escenario final en cada caso, así como la identificación del personal responsable de su ejecución y otros posibles agentes implicados en la tarea (p.e., grupos de soporte).
    - Para cada tarea, deberá especificarse el momento temporal de ejecución y dependencias con otras tareas (si procede), la duración de esta, y si implica corte, total o parcial. En este último caso deberá especificarse la zona de afección, la duración de dicho corte y momento en que se recupere el primer servicio.
    - Igualmente, el plan deberá considerar las tareas necesarias que deban ser realizadas por terceros (si necesario) sobre la red actual, los procedimientos para la coordinación del cambio, y los momentos temporales asociados a dichas tareas.
    - **Plan de Contingencia:** en la redacción del Plan de Migración e Implantación detallado se deberán tener en cuenta todas las contingencias que puedan acontecer durante el desarrollo de la instalación de la nueva electrónica y migración de servicios, que deberán quedar reflejadas en un apartado exclusivamente dedicado a ello y a las **acciones necesarias de marcha atrás** del proceso de migración para restaurar los servicios en caso de incidencia que no pueda resolverse en un tiempo acordado previamente.
    - El Plan de Migración e Implantación recogerá igualmente la relación de pruebas (**Plan de pruebas**) a realizar por parte de la empresa adjudicataria, en colaboración con EJIE/grupos de soporte, que colaborarán con la ejecución de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de todos los servicios migrados.

Una vez definido el Plan de Migración e Implantación, este **deberá se validado por EJIE**, de forma que una vez validado se puedan definir y coordinar las fechas y horas efectivas para realizar cada una de las tareas.

La empresa adjudicataria deberá respetar los horarios de trabajo marcados por el personal designado por EJIE, pudiendo solicitarse la ejecución de trabajos fuera de horario laboral en caso de considerarse necesario, sin coste adicional para EJIE, tal y como se menciona en el apartado 4.4 de este PCT.

4.7 Planificación del piloto de servicios de valor añadido SDN Campus

Dado que se trata del primer proyecto bajo arquitectura SDN-Campus que va a abordar EJIE, existen funcionalidades y formas de operar ligadas a dicha arquitectura que son nuevas para EJIE. En este sentido, se requiere que el licitador plantee una fase de pilotaje de nuevas funcionalidades para que puedan ser

evaluadas por EJIE en términos de beneficios e impacto y, de este modo, pueda tomar decisiones sobre su implantación.

Esta fase deberá incluir, al menos, los siguientes hitos:

- **Fases del piloto:** la empresa licitadora deberá definir las distintas fases de ejecución, incluyendo la preparación del entorno, la implementación de las pruebas, la recogida de resultados y su análisis.
- **Valoración de la integración del pilotaje con la fase de migración**, analizando si algunas pruebas pueden realizarse dentro del proceso de despliegue en producción para optimizar esfuerzos, evitar retrabajos y garantizar una transición eficiente. En principio, EJIE considera que la fase de pilotaje de nuevas funcionalides se realice tras la migración básica de la electrónica, es decir, una migración que resulte, como mínimo, en una red totalmente operativa y compatible con los servicios y usuarios actuales. No obstante, el licitador podría considerar y justificar debidamente en su propuesta un planteamiento de migración donde, inmediatamente tras la migración, estén incorporadas y operativas todas o parte de las funcionalidades de valor añadido inherentes a una red SDN-Campus.
- **Definición de métricas:** se establecerán indicadores clave de rendimiento (KPIs) para evaluar el éxito de cada funcionalidad testeada durante la fase de pilotaje.
- **Duración:** la empresa licitadora deberá proponer una duración adecuada para el piloto, asegurando que se cubran todas las pruebas necesarias.
- **Entorno de pruebas:** se deberá definir si el piloto se ejecuta en un entorno aislado, en un segmento controlado de la red de producción o en un entorno híbrido.
- **Documentación y entregables:** la empresa licitadora deberá entregar un **Plan de pilotaje**, en el que se definan los objetivos, fases, pruebas a realizar, métricas de evaluación, duración y entorno de pruebas. Este documento deberá servir como guía estructurada para la ejecución del piloto y garantizar la alineación con los requisitos establecidos por EJIE.

Como mínimo, EJIE requiere probar las siguientes funcionalidades las cuales se detallarán en el apartado 4.12:

- Segmentación avanzada: Microsegmentación y macrosegmentación
- Control de acceso a la red
- Validación de la eliminación de dominios de capa 2 y STP
- Observabilidad avanzada
- Automatización del despliegue

En función del resultado de dicho pilotaje, EJIE decidirá sobre la estrategia de implantación de dichas funcionalidades (y de otras que plantee el licitador) en términos de alcance, profundidad y planificación de incorporación.

4.8 Migración e implantación de la nueva solución

Durante el proceso de migración de la red LAN de los edificios y despliegue de la solución central, la empresa adjudicataria deberá realizar los trabajos de retirada de elementos obsoletos, movimientos de elementos necesarios en rack, instalación, configuración, pruebas y puesta en marcha de la nueva electrónica, **de acuerdo al Plan de Migración e Implantación validado** para cada uno de los racks donde se intervenga de cada edificio, atendiendo a las fechas y horas definidas en el mismo para la ejecución de cada una de las tareas y coordinando sus actuaciones con terceros cuando sea necesario.

El resultado final de las instalaciones realizadas deberá quedar reflejado en la **Documentación Final** para cada uno de los racks migrados con la situación final resultante, que se entregará una vez finalizadas el conjunto de actuaciones a realizar en esa sede de EJIE en concreto, es decir, se proporcionará una Documentación Final para las sedes en las que se haya implantado la nueva electrónica.

4.8.1 Organización y peinado de los armarios

Previo a la instalación de los nuevos elementos de red, se podrán solicitar a la empresa adjudicataria **movimientos de algunos elementos instalados** en un rack existente con el fin de lograr una mejor organización y conseguir el espacio suficiente para la instalación de los nuevos elementos de red que sean necesarios (electrónica, pasahilos, etc.).

Además, en algunos casos se requerirá instalar alguno de los nuevos switches de acceso, en lugar de en el rack donde se encuentra el switch a renovar, en algún rack vecino que esté correctamente acondicionado para albergarlos.

Estos movimientos deberán haber quedado reflejados, tanto en el Informe de replanteo como en el Plan de Migración e Implantación y haber sido aprobados previamente por parte de EJIE.

En el caso de movimientos de equipamiento activo de terceros, se deberá contar previamente con la ayuda y apoyo del Soporte de los mismos, para verificar tras el movimiento que los equipos siguen funcionando de forma correcta.

Puede haber en los racks otros dispositivos de comunicaciones (conversores de medios, etc.), que se deberán mantener en la medida de lo posible tal y como estén.

Tras la instalación, configuración y puesta en marcha de los nuevos elementos de la red, se deberá proceder al **peinado completo de todos los elementos instalados en el rack** en los que se instale la nueva electrónica.

Para la organización y peinado de los armarios se deberán tener en cuenta los requisitos de ejecución del capítulo 5.6.

4.8.2 Instalación y configuración de los nuevos elementos de la red LAN

La empresa adjudicataria deberá realizar la **instalación y configuración de los nuevos elementos de la red LAN** de core y acceso y de los elementos que conforman la solución central en los racks de acuerdo con las condiciones de ejecución definidas en el capítulo 5.

- La nueva electrónica se instalará respetando las instrucciones del fabricante (espacios libres para ventilación, forma de anclar los equipos, etc.), incluyendo todo el cableado y módulos necesarios para llegar a la arquitectura final aprobada (cableado y módulos para agrupaciones lógicas, cables de alimentación, fuentes de alimentación redundantes, latiguillos de parcheo, latiguillos de fibra, etc.).
- La nueva electrónica preferentemente se instalará a partir de la mitad del rack hacia abajo (por ejemplo, en caso de un rack de 42U de altura, se instalarán preferentemente desde la U21 hacia abajo).
- **Junto a cada nuevo equipo** se instalará por regla general **un pasahilos** para el correcto peinado de los latiguillos que se conecten a él.
- La nueva electrónica de red hará uso de la alimentación eléctrica preexistente en la medida de lo posible. Se deberán conservar y hacer uso de los ATS, diferenciales, regletas y cualquier otro sistema de alimentación eléctrica que esté previamente en los racks.
- Toda la electrónica deberá estar **correctamente etiquetada** siguiendo los procedimientos establecidos por EJIE, con al menos una etiqueta de inventario y otra de identificación de la electrónica instalada (hostname, por ejemplo). Estas etiquetas deberán estar ubicadas en lugar visible y fácilmente alcanzable, en la medida de lo posible.

4.8.3 Ejecución de las conectividades necesarias

La empresa adjudicataria establecerá **en el caso de los nuevos switches instalados las conectividades necesarias** tanto switch a panel como switch a switch con el cableado de la longitud necesaria, que deberán estar etiquetados al menos en los enlaces principales y en las conexiones a equipamiento que se considere crítico.

- En el caso de switch a panel de tomas, mediante la instalación de nuevos latiguillos con sistema para identificar el otro extremo del latiguillo mediante luz, suministrados por la empresa adjudicataria, que deberán cumplir con las características dispuestas en el capítulo 5.5.1 Latiguilos para parcheo.
- En el caso de los enlaces entre switches que formen parte de una misma agrupación lógica, mediante el cableado y puertos especificados para ello por el fabricante (suministrados por la empresa adjudicataria).
- En el caso de los uplinks entre switches de la nueva solución SDN, mediante latiguillos que cumplan con las características dispuestas en el capítulo 5.5.2 con los conectores adecuados en ambos extremos, desde el puerto SFP correspondiente del switch a la posición del panel repartidor de f.o.
- En el caso de las conexiones de la solución propuesta contra switches/routers que no son objeto de renovación (ver más detalles en el Anexo reservado), se tendrán en cuenta las siguientes directrices:
  - Deberá mantenerse, como mínimo, el mismo número de enlaces de interconexión preexistentes.
  - Se reaprovechará íntegramente el tramo existente desde la posición del repartidor hasta el puerto del switch del extremo contrario. En el caso de enlaces de fibra, únicamente se deberá provisionar el transceiver y el latiguillo en el extremo correspondiente a la nueva electrónica instalada. Para interconexiones en cobre, se reutilizará el cableado estructurado existente, reemplazando únicamente los latiguillos de parcheo en el extremo de la nueva electrónica por latiguillos que deberán cumplir con las características dispuestas en el capítulo 5.5.1 Latiguilos para parcheo.

La empresa adjudicataria establecerá, **en el caso de los elementos de la solución central de SDN Campus instalados en el CPD** (si procede), las conectividades necesarias tanto de los appliances como de los demás componentes físicos que soporten la solución de gestión, seguridad y control, utilizando cableado de la longitud necesaria, debidamente etiquetado en los enlaces principales y en las conexiones a equipamiento crítico.

- En el caso de conexiones a patch-panel o interconexiones en cobre directas, se deberán instalar nuevos latiguillos de cobre con sistema de identificación luminosa en el otro extremo, suministrados por la empresa adjudicataria, y que cumplan con las especificaciones establecidas en el capítulo 5.5.1.
- En el caso de conexiones mediante fibra óptica, se deberán instalar nuevos latiguillos de fibra óptica suministrados por la empresa adjudicataria, que cumplan con las características establecidas en el capítulo 5.5.2. Estos latiguillos deberán contar con los conectores adecuados en ambos extremos y ser de la longitud apropiada para garantizar un correcto enlace y peinado en el armario rack.

4.8.4 Ejecución del Plan de pruebas

La puesta en marcha de la nueva solución requiere la **ejecución del Plan de pruebas** por parte de la empresa adjudicataria. Dicho Plan de pruebas deberá haber sido acordado y definido previamente dentro del Plan de Migración e Implantación y validado por EJIE.

El **Plan de pruebas** deberá estructurarse en **dos fases diferenciadas**:

4.8.4.1 Fase 1: Pruebas en vacío (sin tráfico real de usuarios)

Antes de la intervención en producción, se deberá realizar una fase de pruebas en vacío bajo condiciones simuladas, con el objetivo de evaluar prestaciones, funcionalidades, ajustes y detectar posibles puntos de mejora que permitan mitigar riesgos en el entorno de producción. Como mínimo, esta fase deberá incluir:

- **Verificación de la redundancia de fuentes de alimentación**, asegurando su correcto funcionamiento y su conmutación sin interrupciones en caso de fallo de una de las fuentes.
- **Configuración y validación del agrupamiento lógico de los equipos**, garantizando la correcta formación de agrupaciones lógicas en aquellos dispositivos que lo permitan.
- **Validación inicial de la conectividad entre equipos**, comprobando la correcta detección y asociación de los enlaces físicos y lógicos sin tráfico de usuarios, utilizando herramientas de diagnóstico y pruebas sintéticas.

4.8.4.2 Fase 2: Pruebas en ventana de intervención (con tráfico real)

Durante la ventana de intervención prevista en el **Plan de Migración**, se deberá ejecutar una serie de pruebas para validar que la solución desplegada opera correctamente en producción. Esta fase deberá incluir, como mínimo:

- **Validación de conectividad extremo a extremo**, comprobando la accesibilidad de los dispositivos clave a través de la nueva infraestructura de red, incluyendo switches, appliances y sistemas de gestión.
- **Comprobación de redundancia y conmutación de enlaces**, asegurando que los mecanismos de alta disponibilidad (LAG, MC-LAG, agrupamientos lógicos) funcionan correctamente en caso de fallo de uno de los enlaces.
- **Verificación de la aplicación de políticas de red y segmentación**, asegurando que se aplican correctamente.
- **Medición de latencias y rendimiento**, comparando los valores obtenidos con las condiciones previas a la migración.
- **Validación de servicios críticos**, incluyendo el correcto funcionamiento de DHCP, DNS, enrutamiento y cualquier otro servicio esencial en la infraestructura.
- **Monitorización de eventos y alarmas**, revisando logs y alertas generadas por la nueva infraestructura para detectar posibles anomalías.
- **Pruebas con usuarios piloto**, en caso de ser aplicable, para verificar que la experiencia de usuario no se ve afectada tras la migración.

La empresa adjudicataria será responsable de la configuración completa de la nueva electrónica de red, asegurando su alineación con la configuración y políticas de red acordadas en la fase de consultoría y diseño.

4.8.5 Retirada de equipamiento obsoleto y/o en desuso

Será responsabilidad de la empresa adjudicataria el desmontaje y retirada en su totalidad el equipamiento de electrónica de red sustituido (equipos y módulos) y equipos en desuso (a confirmar en replanteo), siempre con el visto bueno de EJIE, a los almacenes centrales de EJIE. La retirada de equipos deberá realizarse asimismo en los horarios acordados buscando que la afección en la actividad diaria de los usuarios sea mínima.

Dicho equipamiento deberá ser previamente registrado/inventariado para su control, debiendo quedar asimismo registrada la actividad mediante la firma de un **Acta de retirada** de equipamiento por el personal designado por EJIE.

4.9 Soporte y mantenimiento del servicio

La empresa adjudicataria se hará responsable del mantenimiento evolutivo, configuraciones solicitadas en el día a día y de las incidencias (mantenimiento correctivo) de la electrónica de red de los edificios de EJIE y Seminario (tanto de la electrónica de acceso y core preexistente como de la nueva desplegada incluyendo todos los elementos de la solución central de SDN). Este aspecto será de aplicación desde la puesta en marcha del primer switch de la solución propuesta hasta una semana después de la recepción provisional de la solución completa (plan de pilotaje incluido) (ver condiciones de recepción provisional en el apartado 5.9 Recepción provisional de las instalaciones).

- La empresa adjudicataria se hará responsable del mantenimiento evolutivo: configuraciones solicitadas por el centro en el día a día, instalación de nuevo equipamiento en caso de necesidad, peticiones relativas a la infraestructura de red, desde el inicio de la migración hasta la migración/instalación total de la red, entrega de la documentación final y realización de la transferencia de conocimiento.
    - El plazo máximo de ejecución de estas tareas será de 48 horas tras la recepción de la solicitud (sin contar días no laborables).
- La empresa adjudicataria se hará responsable del mantenimiento correctivo: cualquier incidencia acaecida en la red de datos localizada en infraestructuras existentes o infraestructuras instaladas en el proyecto adjudicado.
    - En el caso de incidencias del equipamiento de electrónica preexistente que requieran una reposición hardware, la empresa adjudicataria deberá utilizar la electrónica que haya retirado tras la renovación para este fin. En el supuesto de no disponer de stock de electrónica retirada se pondrá en conocimiento de EJIE para que se suministre el material a la empresa adjudicataria.
    - Si durante la ejecución del proyecto es necesario reponer equipamiento de electrónica de red que forma parte del propio proyecto, la empresa adjudicataria se hará cargo de dicha reposición.
        - En caso de que el equipo averiado sea un switch de core (o uno de borde en caso de haberlos) el plazo de reposición se acogerá a los plazos de la garantía ofertada.
        - En caso de que el equipo averiado sea de acceso el restablecimiento del servicio se lograría con stock propio del adjudicatario sin que ello conlleve retrasos en migraciones planificadas y la reposición se acogerá a los plazos de la garantía ofertada.

- En caso de incidencia con afección al servicio, la empresa adjudicataria deberá restablecer el servicio para garantizar el correcto funcionamiento del centro con los siguientes tiempos de resolución:

	Graves	Secundarias
Tiempos de respuesta	30 minutos	1 hora
Tiempos de resolución	4 horas (restauración servicio)	24 horas

- Existen diversas casuísticas de incidencias.
    - Siempre que el funcionamiento del centro se vea afectado y los trabajadores no puedan llevar a cabo sus tareas con normalidad, la incidencia se considerará **grave**: cortes de servicio, lentitud generalizada, todos los usuarios conectados a un mismo equipo no puedan trabajar, caída de una agrupación lógica, etc.
    - La consideración de incidencia **secundaria** será únicamente en aquellos casos en los que se ocasione disminución del rendimiento en un equipo sin llegar a producirse corte de servicio o cortes intermitentes del servicio.

- Durante el periodo de instalación, la empresa adjudicataria pondrá a disposición de EJIE un servicio de asistencia telefónica 24x7 para notificar incidencias en caso necesario.
- La empresa adjudicataria deberá disponer de las herramientas adecuadas para el registro de las incidencias y peticiones solicitadas con relación al servicio, documentación de actuaciones para su resolución, y medición de los niveles de servicio solicitados.
- EJIE dispone de soportes de Nivel 2 que trasladarán las incidencias a la empresa adjudicataria. Durante el contrato se establecerá el mecanismo con el adjudicatario que deberá adaptarse a los procedimientos indicados por EJIE. En este sentido, EJIE no dará de alta incidencias en sistemas de gestión propios del adjudicatario destinados a tal fin.
- La empresa adjudicataria remitirá un reporte periódico (al menos mensual) a EJIE con la relación de incidencias reportadas y peticiones solicitadas, su localización, tiempos de respuesta y resolución, e información de cumplimento de los niveles de servicio comprometidos.
    - Mensualmente la empresa adjudicataria debe proporcionar a EJIE un reporte de incidencias y peticiones pendientes, con detalle de las incidencias aún abiertas en la fecha de envío de dicho reporte.

Compromisos de SLAs adquiridos

A continuación, se indican los niveles de servicio a cumplir por la empresa adjudicataria dentro del alcance de los servicios solicitados.

En caso de incumplimiento se aplicarán las penalizaciones establecidas al efecto en el presente pliego.

Proceso	Descripción	Objetivo
Gestión de Incidencias	% de incidencias secundarias resueltas según tiempos de resolución establecidos	≥ 90%
Gestión de Incidencias	% de incidencias graves resueltas según tiempo de resolución establecidos	≥ 99%

El servicio de soporte y mantenimiento descrito en este apartado deberá ser prestado por la empresa adjudicataria (o la empresa subcontratada por este si fuese el caso) que haya realizado la implantación de la red para asegurar una entrega del servicio en las mejores condiciones basada en un conocimiento del proyecto implantado. No se permite que otra empresa ajena a dicha instalación participe en estas tareas.

4.10 Soporte 'in situ' al día siguiente

Dentro del Plan de Migración e Implantación de cada rack de cada edificio, la empresa adjudicataria deberá contemplar de forma obligatoria (independientemente de que se haya recibido una incidencia o no) la presencia 'in situ' al día siguiente de su migración del personal técnico adecuado que pueda prestar soporte y atención en caso de identificarse alguna incidencia derivada del proceso de migración.

Esta presencia es independiente del resultado de la ejecución de las pruebas de servicio del sistema correspondiente durante la migración.

La presencia se realizará en el horario establecido por EJIE (previsiblemente antes del inicio de la jornada laboral en el edificio de EJIE correspondiente).

4.11 Validación de instalaciones – Ejecución de subsanaciones

Una vez finalizados los trabajos de instalación y puesta en marcha de la nueva infraestructura de red LAN, se procederá con la validación de las instalaciones realizadas en colaboración con EJIE. EJIE se reserva el

derecho de realizar una auditoría externa, con el fin de certificar el correcto funcionamiento de la nueva arquitectura.

En el caso de que EJIE no se mostrase de acuerdo con algún aspecto de la instalación y el funcionamiento de la nueva arquitectura (instalación equipos, etiquetados, peinado y organización de armarios, configuración, fallos de seguridad, etc.), la empresa adjudicataria estará obligada a proponer mecanismos para su corrección y, tras la aprobación de EJIE, deberá llevar a cabo estas **subsanaciones** e implantarlas sin sobrecoste alguno para el proyecto.

La empresa adjudicataria deberá proceder con las subsanaciones correspondientes, en un **plazo máximo de quince (15) días hábiles**, en las condiciones indicadas en el presente pliego, para considerar la validación de la instalación y la posterior entrega del servicio.

La aceptación y validación de instalaciones y puesta en marcha del servicio deberá quedar registrada con la entrega y firma por parte de los involucrados del **Acta de Instalación** donde se reflejará:

- La relación de material instalado
- El visto bueno a la instalación final resultante (organización, peinado, disposición de equipos...)
- El visto bueno a la correcta puesta en marcha del servicio, con la relación de comprobaciones de servicio realizadas (configuración, seguridad, funcionamiento...)

4.12 Ejecución del piloto de servicios de valor añadido SDN Campus

Dado que este proyecto supone la primera implantación de una arquitectura SDN-Campus en EJIE, se considera fundamental evaluar las capacidades avanzadas de la solución a través de un piloto de servicios de valor añadido. Este piloto permitirá validar las nuevas funcionalidades en un entorno controlado antes de su despliegue definitivo, garantizando su viabilidad, impacto y alineación con los requisitos operativos y estratégicos de EJIE.

La empresa licitadora deberá diseñar y ejecutar esta fase piloto, asegurando que las pruebas se realicen con criterios medibles y bien definidos, estableciendo indicadores clave de rendimiento y documentando los resultados obtenidos.

El objetivo principal del piloto es evaluar, en un entorno representativo, las funcionalidades avanzadas de la arquitectura SDN-Campus, garantizando su eficiencia, seguridad y facilidad de operación. Para ello, EJIE requiere que, como mínimo, se incluyan los siguientes aspectos en el piloto:

- **Segmentación avanzada: Microsegmentación y macrosegmentación**
  - Evaluación de la capacidad de la arquitectura para la segmentación a nivel de grupos de usuarios y servicios.
  - Implementación de políticas dinámicas de segmentación basadas en identidad, rol o tipo de dispositivo, garantizando un control efectivo del acceso a la red.
  - Validación de la propagación y coherencia de las políticas de segmentación a lo largo de toda la infraestructura SDN-Campus.
  - Comprobación del control de tráfico entre segmentos mediante mecanismos de seguridad dinámicos y evaluación del impacto en el rendimiento de la red.

- **Control de acceso a la red**
  - Evaluación de la autenticación y autorización de usuarios y dispositivos, incluyendo la aplicación de políticas de acceso dinámicas basadas en contexto (usuario, ubicación, tipo de dispositivo, etc.).

- Validación del mecanismo de autenticación integrado en la solución, asegurando el soporte de estándares como 802.1X, autenticaciones basadas en certificados y mecanismos adicionales como autenticación multifactor (2FA). En el caso de 2FA, adicionalmente se admitirá la posibilidad de integración con terceros, específicamente con OKTA, como gestor de identidades corporativo de EJIE.
- Evaluación de la gestión centralizada de identidades y la asignación de perfiles de acceso, asegurando la coherencia de las políticas en toda la infraestructura.
- Comprobación de la interoperabilidad de los mecanismos de control de acceso con la segmentación avanzada y el modelo de seguridad definido en la arquitectura SDN-Campus.

- **Validación de la eliminación del nivel 2 y STP en la interconexión de switches**
  - Verificación de que la conectividad entre switches se basa exclusivamente en enrutamiento IP de capa 3.
  - Prueba de la resiliencia ante fallos de enlaces, asegurando que la solución no depende de protocolos como STP y que la convergencia de la red se realiza mediante mecanismos de routing.
  - Evaluación del comportamiento ante la adición de nuevos switches o enlaces, comprobando que la conectividad se mantiene mediante enrutamiento IP extremo a extremo, sin introducción de enlaces de capa 2 entre equipos de la infraestructura.

- **Observabilidad avanzada**
  - Implementación de herramientas de telemetría avanzada y monitorización en tiempo real para analizar el estado y rendimiento de la red.
  - Análisis detallado del tráfico para la detección proactiva de patrones anómalos, optimización del rendimiento y refuerzo de la seguridad.
  - Validación de la integración con sistemas de gestión de eventos y correlación de datos de red.
  - Pruebas de visibilidad sobre aplicaciones, usuarios y dispositivos conectados, evaluando la granularidad de los datos disponibles en la plataforma de gestión.
- Pruebas de diagnóstico y resolución de incidencias mediante herramientas avanzadas de troubleshooting y análisis de eventos**,** optimizando los tiempos de detección y recuperación ante fallos.

- **Automatización del despliegue**
  - Implementación de mecanismos de provisión automática de dispositivos de red, minimizando la intervención manual en la configuración y puesta en marcha de nuevos elementos.
  - Validación de la capacidad de detección y respuesta automática ante cambios en la topología, asegurando que la red se adapta dinámicamente sin necesidad de reconfiguración manual.
  - Validación de los mecanismos de orquestación y automatización nativos de la solución, asegurando que permiten una gestión eficiente y centralizada de la red sin requerir integraciones con plataformas externas.
  - Comprobación de la aplicación automática de políticas de red y segmentación, asegurando que los cambios en la infraestructura no requieren configuraciones manuales en cada equipo.

- **Otras funcionalidades específicas de la solución propuesta**

Además de los aspectos mencionados, la empresa licitadora podrá proponer pruebas adicionales que considere relevantes para evaluar capacidades diferenciales de su solución en el contexto SDN-Campus.

Estas pruebas podrán incluir:

- Validación de funcionalidades específicas de la plataforma de gestión y orquestación.
- Evaluación de mecanismos avanzados de seguridad, optimización del tráfico o inteligencia artificial aplicada a la red.
- Todo aquello que el licitador entienda que aporta valor a EJIE gracias a la solución propuesta.

En cualquier caso, el licitador deberá justificar el valor añadido que aportan estas pruebas adicionales y su impacto en la operativa de EJIE.

Una vez concluido el piloto, se exigirá la entrega de un **informe detallado con los resultados obtenidos**, análisis de impacto y recomendaciones de despliegue.

EJIE analizará el informe y determinará la conveniencia de incorporar las funcionalidades probadas en la red de producción. Para ello, se valorará:

- La facilidad de implementación y gestión de cada funcionalidad.
- El impacto en la seguridad, rendimiento y operatividad de la red.
- La compatibilidad de los diferentes elementos y segmentos de red con las pruebas realizadas en el piloto y la valoración de la ampliación a parte o la totalidad de la infraestructura de red.
- La relación coste-beneficio de cada funcionalidad evaluada.

En función de estos resultados, se decidirá la estrategia de despliegue definitivo, incluyendo el alcance, la planificación y el nivel de adopción de las funcionalidades probadas.

4.13 Documentación de los trabajos realizados

A continuación, se indica la relación de documentación esperada con la ejecución del presente contrato (a lo largo de las diferentes fases del mismo), con el fin de que la empresa licitadora dimensione correctamente este servicio, parte de la cual se ha ido mencionando en apartados previos:

- **Documentos técnicos de diseño** de la solución (diseños de alto y bajo nivel, esquemas de configuración física y lógica de la red…). Arquitecturas y configuraciones finales adoptadas.
- **Planificación global** de proyecto.
- Documentación sobre los **procedimientos y metodologías** de trabajo y sus actualizaciones.
- **Documentación necesaria para el seguimiento y control del avance del proyecto por parte de EJIE, con periodicidad semanal, de al menos los siguientes aspectos:**
  - Trabajos desarrollados en el periodo.
  - Previsión de trabajos para el próximo periodo.
  - Grado de avance del proyecto.
  - Justificación de desviaciones (en caso de existir).
- **Informe de replanteo** reflejando por cada uno de los armarios de cada edificio:
  - Número total de tomas de red presentadas en paneles de parcheo
  - Ubicación y situación actual de cada armario:
    - Identificación de equipos en racks,
    - Número de switches en rack y número de puertos ocupados

    - Espacios disponibles,
    - Alimentación disponible,
    - Alzado de armarios con la localización de los equipos y resto de elementos pasivos
    - Arquitecturas actuales
  - Fotografías de cada uno de los armarios
  - Situación prevista con la renovación (proyección):
    - Identificación final de equipos en racks y su ubicación,
    - Identificación movimientos dentro del armario (elementos que se desplazan en rack)
    - Alzado previsto de armarios con la localización de los equipos y resto de elementos pasivos
    - Espacios finalmente disponibles,
    - Arquitecturas finales proyectadas
  - Identificación tipos de conectores necesarios en latiguillos de conexión
  - Identificación de trabajos eléctricos (ejecución no incluida dentro de este contrato)
  - Identificación de otras necesidades y actuaciones de terceros, necesarias o recomendables para la obtención de un resultado correcto.
  - Si se considera necesario, el Informe de replanteo podrá ir acompañado de un **Acta de replanteo** para dejar constancia de las visitas realizadas, datos aportados, acuerdos, etc.

- **Planes de Migración** derivado de la relación de tareas a realizar para alcanzar la situación final, incluyendo el **Plan de contingencia y el Plan de Pruebas** correspondiente.
- **Plan de pilotaje** en el que se definan los objetivos, fases, pruebas a realizar, métricas de evaluación, duración y entorno de pruebas relativas al piloto de servicios de valor añadido de SDN-Campus.
- **Documentación final** de instalación por cada una de las sedes, que incluya al menos:
  - Arquitectura física y lógica finales
  - Alzado final de armarios
  - Relación (Inventario) de elementos instalados atendiendo a los formatos que se establezcan para ello (datos de identificación del equipo, modelo de equipo, S/N, fecha fin garantía, …).
  - Tabla con la relación definitiva toma-puerto del nuevo equipamiento de red instalado y configurado.
  - Fotografías finales de detalle de cada uno de los racks.
- **Actas de entrega del servicio,** con la firma del personal designado por el EJIE, donde se identificará**:**
  - Material efectivamente instalado.
  - Plan de pruebas realizadas, que verifique la correcta puesta en marcha del servicio, previsiblemente con la firma del personal designado por EJIE.
  - Validación del resultado final de la instalación, previsiblemente con la firma del personal designado por EJIE.
- Documentación que se genere vinculada a la **transferencia de conocimiento**.

La documentación se entregará principalmente en formato electrónico empleando ficheros tipo MS Word, MS Excel, MS Project, Visio, PDF, CAD u formatos de LibreOffice.

4.14 Formación y Transferencia de conocimiento

Como criterio general, durante la ejecución de los trabajos objeto de la contratación, la empresa adjudicataria se compromete a facilitar en todo momento a EJIE y, si es el caso, a las personas designadas por esta, la información y documentación que estas soliciten para disponer de un pleno conocimiento de las circunstancias en que se desarrollan los trabajos, así como de los eventuales problemas que puedan presentarse y de las tecnologías, métodos y herramientas utilizados para resolverlos.

Adicionalmente, la empresa adjudicataria deberá considerar los servicios necesarios para realizar la formación y transferencia de conocimiento en los nuevos equipos, sistemas y tecnologías implantadas que satisfaga las necesidades de EJIE.

Dicha formación será impartida por personal cualificado y se ajustará su contenido de acuerdo con el personal técnico designado por EJIE para que responda a sus expectativas y a los perfiles implicados en las diferentes sesiones.

Se deberá prestar especial atención a la formación relacionada con los nuevos equipos y sistemas implantados, principalmente en relación con aquellos equipos con los que los técnicos designados por EJIE no estén familiarizados, como es el caso de la arquitectura de red SDN-Campus. En tal caso, se requerirá que la formación que se imparta sea equivalente en contenido a la formación del fabricante, asociada a dichos productos.

El adjudicatario deberá facilitar el material a impartir de forma previa, con el fin de que pueda ser analizado y aprobado. Asimismo, se deberá diseñar el plan de transferencia de conocimiento del proyecto y del sistema suministrado.

La transferencia de conocimiento tendrá lugar en las instalaciones, con las modalidades y según el reparto de las horas en sesiones que especifique EJIE. En este sentido, deberá cumplir, como mínimo, la siguiente organización y dimensionamiento (48 horas):

- **Bloque 1: Diseño, despliegue y puesta en marcha (dos sesiones de 8h repetidas)**

  Objetivo:

  Asegurar que los participantes comprendan la nueva infraestructura, su diseño físico y lógico, así como su configuración inicial y puesta en marcha.

  Temas a cubrir:

  1. **Arquitectura de la nueva red SDN-Campus**
     - Diseño físico y lógico.
     - Interconexión y segmentación de tráfico (macro y microsegmentación).
     - Modelo de operación basado en enrutamiento IP extremo a extremo (sin STP).
  2. **Equipamiento y tecnologías implementadas**
     - Descripción de los dispositivos y su rol dentro de la arquitectura.
     - Características clave y funcionalidades avanzadas de los equipos.
  3. **Configuración y puesta en marcha**
     - Procedimientos de inicialización y aprovisionamiento.
     - Configuración de segmentación, políticas de acceso y seguridad.
     - Validación de configuración y pruebas funcionales.

- **Bloque 2: Operación y troubleshooting (dos sesiones de 8h repetidas)**

  Objetivo:

  Proveer el conocimiento necesario para la gestión operativa, mantenimiento y resolución de incidencias en la nueva red.

  Temas a cubrir:

  1. **Monitorización y gestión de la red**
     - Supervisión en tiempo real: métricas clave, visibilidad de tráfico y alertas.
     - Telemetría y correlación de eventos.
     - Herramientas de diagnóstico disponibles en la solución.
  2. **Alta disponibilidad y resiliencia**
     - Mecanismos de redundancia implementados.
     - Pruebas de failover y validación de conmutación de enlaces.
     - Estrategias de recuperación ante fallos.
  3. **Resolución de problemas y respuesta a incidencias**

- Procedimientos de troubleshooting para problemas de conectividad y segmentación.
- Diagnóstico de fallos en políticas de seguridad y autenticación.
- Análisis de tráfico y detección de anomalías en la red.

- **Bloque 3: Automatización y optimización operativa (dos sesiones de 8h repetidas)**
  Objetivo:

  Capacitar a los equipos en herramientas de automatización y scripting para mejorar la eficiencia en la gestión de la red.

  Temas a cubrir:

  1. **Orquestación y automatización de tareas**
     - Automatización del aprovisionamiento de dispositivos.
     - Aplicación de políticas y configuraciones de forma centralizada.
     - Respuesta automática a eventos y cambios en la red.
  2. **Scripting y personalización de procesos**
     - Uso de scripts para administración y configuración de red.
     - Ejemplos prácticos de automatización mediante API y herramientas de scripting.
     - Mejores prácticas para la integración de automatización en la operativa diaria.
  3. **Optimización y mantenimiento de la red automatizada**
     - Validación de procesos automatizados y optimización de tareas recurrentes en la gestión de la red.
     - Estrategias para gestionar cambios en la infraestructura sin afectar la operatividad.
     - Métodos para probar nuevas configuraciones y políticas de seguridad antes de su despliegue en producción.

Asimismo, los contenidos deberán enfocarse para transmitir adecuadamente los conceptos de la arquitectura SDN-Campus, dado que es la primera vez que EJIE implanta una solución de este tipo.

También se incluirá una relación completa de otros cursos de formación opcionales que complementen la formación impartida al personal de EJIE, incluyendo para cada uno de ellos las características del curso, los formatos disponibles (presencial u on-line), su duración y coste orientativo.

4.15 Elementos y actuaciones fuera del alcance del contrato

Se consideran **excluidas** del presente contrato las siguientes actuaciones:

- Trabajos eléctricos (nuevas acometidas eléctricas a las ubicaciones de los racks); sí está incluida la identificación de estos.
- No hay opción de recompra de los elementos que se retiren. Son equipos que irán destinados a stock de EJIE o a su retirada y destrucción.
- Trabajos de infraestructura en CPDs (instalación de armarios, cableados, alimentación eléctrica) que puedan ser necesarios para la integración de la solución central de SDN Campus.
- Suministro e instalación de latiguillos y transceivers en el extremo de los switches que no son objeto de renovación, pero sí están conectados con el escenario que se pretende renovar.
- No está contemplada la instalación de nuevos armarios en ninguno de los nodos objeto del contrato.
- No está contemplada la renovación de ningún tipo de tendido, ya sea vertical u horizontal.

5 Requisitos de suministro y ejecución de servicios

5.1 Requisitos generales del suministro de equipamiento

A fecha de publicación del presente pliego, todos los elementos a suministrar por la empresa adjudicataria, como parte de la ejecución de este contrato, no tendrán fecha anunciada de finalización del ciclo de vida (End Of Life) del fabricante o bien estará anunciada en la página web oficial del fabricante y será igual o superior a 5 años a partir de la fecha de publicación del presente pliego.

Todos los elementos a suministrar por la empresa adjudicataria, como parte de la ejecución de este contrato, deberán ser necesariamente nuevos, no admitiéndose equipos usados, ni total o parcialmente reparados o reconstruidos.

Todo el hardware suministrado por la empresa adjudicataria en la solución técnica deberá incorporar la última versión de microcódigo, firmware o software recomendada por el fabricante.

Se deberán renovar todos los equipos dentro del alcance, no siendo posible su reutilización para componer la solución propuesta.

5.2 Requisitos generales de ejecución de los servicios

La empresa adjudicataria aportará todas las herramientas, aparatos, equipos de medida, material de seguridad, así como el personal técnico adecuado con la preparación y experiencia necesarias, para llevar a cabo las tareas requeridas para la ejecución del contrato.

Es responsabilidad de la empresa adjudicataria y cualquiera a la que esta subcontrate:

- Atenerse a toda la normativa que sea de obligado cumplimiento y a la buena práctica que en cada momento sea aplicable a la actividad que realiza, tanto en sus aspectos técnicos como administrativos.
- El cumplimiento íntegro de la legislación sobre Salud Laboral en vigor que sea de aplicación a los trabajos que vaya a realizar, así como las dictadas por EJIE.

Serán por cuenta de la empresa adjudicataria los seguros necesarios para la realización de las actividades objeto del presente pliego, así como para cubrir los posibles daños o perjuicios que pudieran ocasionarse.

En ningún caso la empresa adjudicataria podrá realizar acciones de comunicación y/o difusión del proyecto sin la debida autorización previa por parte de EJIE.

5.3 Requisitos generales de la solución demandada

En lo relativo al diseño de la nueva solución SDN-Campus, estos serían los requisitos mínimos a satisfacer en la arquitectura de red ofertada:

- **Supervisión y gestión integral de la infraestructura:**

  La solución deberá proporcionar una plataforma unificada de gestión y automatización, permitiendo la configuración, monitoreo y actualización de las etapas de core y acceso que conforman el nuevo entorno SDN-Campus de los edificios de EJIE y Seminario.

- **Modalidad de despliegue de la solución central:**

  La solución central de la arquitectura SDN-Campus podrá desplegarse en modalidad on-premises, cloud o mixta. En caso de optar por un despliegue on-premises total o parcial podrá implementarse mediante appliances, servidores físicos o instancias virtuales. En este último caso deberá ser compatible con la plataforma de virtualización preexistente en el CPD de EJIE basada en VMware.

- **Interconexión con equipamiento ajeno a la solución:**

La solución SDN-Campus deberá permitir la interconexión con equipamiento de red externo a la arquitectura desplegada.

- **Arquitectura orientada a servicios:**

  La solución deberá proporcionar una infraestructura diseñada para soportar de manera eficiente la provisión de voz, datos, vídeo e IoT, permitiendo una gestión flexible y escalable de los distintos servicios. Para ello, se deberán emplear técnicas de SDN (Software-Defined Networking) que desacoplen la red física de los servicios, garantizando su administración desde un punto centralizado. Adicionalmente, la solución deberá permitir la aplicación de mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) para priorizar el tráfico crítico y asegurar un rendimiento óptimo.

- **Alcance del fabric en la infraestructura SDN-Campus:**

  La solución SDN-Campus deberá garantizar que la arquitectura fabric se extienda desde la capa de core hasta la capa de acceso, asegurando una conectividad unificada y una segmentación lógica extremo a extremo en toda la infraestructura.

- **Eliminación de la interconexión de switches en nivel 2 extendido:**

  La solución deberá eliminar completamente la interconexión de switches basada en nivel 2 extendido, adoptando un diseño basado en enrutamiento IP de nivel 3 extremo a extremo. Esto implicará la desaparición de la capa 2 en la interconexión de switches sin permitir tecnologías como SPB o mecanismos de bridging extendido, utilizando en su lugar protocolos como VXLAN para encapsular tráfico de nivel 2 sobre una infraestructura de nivel 3. Este diseño deberá evitar problemas de nivel 2 como bucles, tormentas de broadcast y la dependencia de protocolos como STP, garantizando una infraestructura más eficiente, resiliente y libre de bloqueos de enlaces.

- **Convergencia rápida ante fallos**

  La solución deberá priorizar una convergencia rápida ante fallos, asegurando que la infraestructura basada en enrutamiento IP de nivel 3 sea capaz de recalcular rutas de manera mucho más eficiente que los mecanismos tradicionales de capa 2. Esto permitirá una recuperación rápida ante fallos de enlaces o dispositivos sin depender de protocolos más lentos como STP. La optimización de la resiliencia de la red garantizará tiempos de recuperación mínimos, asegurando la continuidad del servicio y reduciendo al máximo los impactos operativos en caso de incidencias.

- **Compatibilidad con protocolos estandarizados y simplificación operativa:**

  La solución deberá utilizar protocolos estandarizados y simplificados en el plano de control, como IS-IS, LISP, BGP-EVPN o OSPF, combinados con protocolos como VXLAN o similar en el plano de datos, garantizando compatibilidad global y simplificación operativa, evitando la fragmentación tecnológica y facilitando su integración con otras infraestructuras.

- **Automatización del despliegue:**

  Se deberán implementar mecanismos de automatización para la provisión, configuración y gestión de la infraestructura SDN-Campus, facilitando la asignación automática de políticas de red y la detección de cambios en la topología sin intervención manual. La solución deberá proporcionar APIs abiertas y programables que permitan su integración con sistemas externos de orquestación, automatización y monitorización, asegurando una gestión flexible y escalable de la red.

- **Observabilidad avanzada:**

  La infraestructura SDN-Campus deberá incluir capacidades avanzadas de observabilidad, telemetría y monitorización integrada, proporcionando visibilidad en tiempo real del estado de la red, el tráfico, dispositivos conectados y los eventos de seguridad. La plataforma de gestión central deberá permitir la monitorización continua de la red, facilitando el envío de alarmas, la generación de informes automáticos, análisis de flujos, correlación de datos, métricas de rendimiento y detección proactiva de incidencias. La solución deberá ser compatible con protocolos estándar para la recopilación de información clave, incluyendo SNMP y syslog para supervisión de red y eventos; tecnologías de autenticación y control de acceso como LDAP, Active Directory, 802.1X, autenticación multifactor (2FA), MAB o RADIUS; y protocolos de análisis de tráfico como sFlow,

NetFlow, NetStream o ERSPAN, garantizando la compatibilidad con distintos enfoques de telemetría. Se deberá minimizar la dependencia de herramientas externas, garantizando un control total de la infraestructura SDN-Campus optimizando así la administración de la red.

- **Modelo de operación y gestión:**

  Se requiere una estrategia de operación y gestión centralizada de la red SDN-Campus, incluyendo la interacción entre el controlador SDN y los dispositivos de red, así como la gestión centralizada de políticas y herramientas de diagnóstico eficientes.

- **Solución autocontenida a nivel de seguridad:**

  La solución propuesta deberá ser autocontenida nivel de seguridad, sin depender de plataformas de terceros para la segmentación avanzada. Para el control de acceso, la plataforma deberá incluir sus propios mecanismos de autenticación, políticas de acceso, etc., permitiéndose su integración con la plataforma IdP OKTA de la que dispone EJIE para realizar dicho control.

  EJIE también dispone de una plataforma ClearPass de Aruba, que a día de hoy se utiliza para el control de acceso a la red inalámbrica. En este caso, para soluciones propuestas basadas en el fabricante Aruba, no podrán hacer uso de la plataforma preexistente con el fin de no interferir una fase de pilotaje con entorno productivo. Por tanto, deberán suministrarse todas las plataformas y licencias que fueran necesarias.

  La solución propuesta deberá incorporar el licenciamiento necesario para proporcionar mecanismos de control de acceso para un mínimo de 300 usuarios concurrentes.

- **Seguridad basada en Zero Trust:**

  La arquitectura SDN-Campus deberá permitir aplicar un modelo de seguridad basado en Zero Trust, aplicando controles dinámicos de acceso a la red mediante identidades y grupos, así como mediante mecanismos estáticos (IP, VLAN, puerto, etc.). La segmentación deberá garantizar que cada usuario o dispositivo solo tenga acceso a los recursos autorizados según su perfilado, evitando la exposición innecesaria a otros segmentos de la red.

- **Segmentación avanzada:**

  - **Macrosegmentación**: La solución deberá permitir implementar estrategias de segmentación de la red a nivel de grupos de usuarios o servicios, asegurando un control efectivo y seguro entre los distintos segmentos de red mediante Virtual Networks (VNs).
  - **Microsegmentación:** La solución deberá permitir la segmentación dentro de cada VN, aplicando políticas de seguridad basadas en identidad para controlar la comunicación entre usuarios o dispositivos dentro de un mismo segmento.

- **Propagación homogénea de segmentaciones:**

  La solución deberá garantizar la propagación de las segmentaciones definidas a lo largo de toda la infraestructura LAN del campus, asegurando que cada servicio se asigne a un espacio de red específico y pueda distribuirse de manera homogénea sin necesidad de configuraciones manuales en cada ubicación. Se deberán emplear mecanismos que permitan extender segmentos de red de manera lógica entre edificios, evitando configuraciones estáticas y asegurando la continuidad del servicio sin importar la ubicación del usuario o dispositivo dentro del campus.

- **Escalabilidad y alta disponibilidad:**

  La red debe ser escalable, con altos niveles de disponibilidad, fiabilidad, seguridad, y capilaridad. Debe poder expandirse sin afectar el rendimiento.

En lo relativo al diseño de la nueva etapa de core, estos serían los requisitos mínimos a satisfacer en la arquitectura de red ofertada:

- Todos los switches que desempeñen el rol de core en la solución SDN-Campus deberán ser del mismo modelo y disponer del mismo número y velocidad de puertos. Asimismo, en caso de que se

integren switches de borde dentro de la arquitectura, estos también deberán ser homogéneos entre sí, tanto a nivel de modelo como de densidad y velocidad de puertos, pudiendo diferenciarse del modelo utilizado en el core siempre que su rol lo justifique.

- En cada switch de la nueva etapa de core (tanto en switches con rol de core como de borde) se deberá asegurar al menos un 20% de puertos libres para futuras ampliaciones.
- En caso de que la arquitectura propuesta integre switches de borde, estos deberán disponer de las características necesarias para dar cabida a todas aquellas interconexiones con terceros switches/routers ajenos a la infraestructura SDN (ver apartado 3 del documento de Anexo Reservado). Entre dichas características, se deberán considerar, al menos, las siguientes:
  - **Densidad de puertos**: se debe justificar cómo la cantidad de puertos del switch de borde propuesto se adapta a las necesidades de la red, tanto en términos de capacidad actual como de crecimiento futuro.
  - **Tipo de puertos**: es importante detallar la selección de puertos y sus velocidades para justificar su adecuación para la conectividad hacia los equipos descritos en el apartado 3 del Anexo reservado.
  - **Capacidad de switching**: se debe especificar la capacidad de conmutación total del switch, asegurando que el modelo ofertado es capaz de manejar el volumen de tráfico que se espera en su rol de salida hacia el resto de la red ajena a la infraestructura SDN.
  - **Características de resilencia y redundancia**: detallar cómo el modelo ofertado asegura alta disponibilidad ya sea mediante enlaces agregados, soporte de ECMP, o cualquier otro mecanismo de resiliencia.
  - **Adaptabilidad a la solución global**: se debe garantizar que el switch de borde propuesto se integra sin problemas con el resto de la solución SDN-Campus, actuando como una salida eficiente y escalable hacia otras conexiones que se encuentran fuera de la arquitectura de Fabric.
- En caso de que la arquitectura propuesta integre switches de borde deberá justificarse la selección del modelo ofertado.
- En caso de plantear un diseño que emplee agregaciones lógicas en la etapa de core la capacidad de estas será de mínimo 400 Gbps (200 Gbps Full Dúplex).
- Los transceiver SFP/SFP+/SFP28/QSFP (cobre o fibra óptica) o cables DAC (si los hubiera) empleados en los switches de la nueva etapa de core ofertados deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - Deberán ser del mismo fabricante que los switches en los que vayan insertados, siendo necesario entregar sus datasheets asociados.
  - Deberán ser adecuados a las velocidades de transmisión requeridas y en el caso de los transceivers para fibra adicionalmente del tipo requerido (multimodo o monomodo según corresponda).

En lo relativo al diseño de la nueva etapa de acceso, estos serían los requisitos mínimos a satisfacer en la arquitectura de red ofertada:

- Se deberán ofertar dos tipos de switches de acceso con las siguientes características generales:
  - Tipo A: Switch con un mínimo de interfaces de tipo MultiGigabit
  - Tipo B: Switch con interfaces de acceso Gigabit.
- Ambos tipos de switches de acceso ofertados (A y B) deberán tener la capacidad de formar agrupaciones lógicas entre sí.
- Se deberá contemplar la instalación de los equipos necesarios que soporten tecnologías de Ethernet Multi-Gigabit (NBASE-T) en aquellos nodos dónde el número de Access Points que estén conectados a la electrónica de dichos nodos sea superior a 6 (ver documento de Anexo Reservado).

- Los switches o las agrupaciones lógicas de switches de la nueva etapa de acceso deberán conectarse mediante enlaces de fibra de como mínimo 25 Gbps con los switches de la nueva etapa de core.
- Cada switch de acceso standalone existente en el diseño propuesto deberá conectarse contra la etapa de core con dos enlaces.
- El número de enlaces entre cada agrupación lógica de acceso que se requiriera y la etapa de core siempre será par, quedando de la siguiente manera:
    - Agrupación de 1 a 3 miembros: 2 enlaces
    - Agrupación de 4 a 6 miembros: 4 enlaces
    - Agrupación de 7 miembros o más: 6 enlaces
- Los enlaces entre el acceso y el core deberán distribuirse de forma equilibrada entre los diferentes switches existentes en la etapa de core.
- Los transceiver o adaptadores SFP/SFP+/SFP28/QSFP (cobre o fibra óptica) o cables DAC (si los hubiera) empleados en los switches de la nueva etapa de acceso ofertados deberán cumplir las siguientes condiciones:
    - Deberán ser del mismo fabricante que los switches en los que vayan insertados, siendo necesario entregar sus datasheets asociados.
    - Deberán ser adecuados a las velocidades de transmisión requeridas y en el caso de los transceivers para fibra del tipo requerido (multimodo o monomodo según corresponda).
- En caso de plantear un diseño que emplee agregaciones lógicas en la etapa de acceso estas deberán ser como mínimo de 160 Gbps (80 Gbps Full Dúplex).
- Los puertos MultiGigabit se destinarán preferentemente a la conexión de puntos de acceso WiFi. para poder sacar el mayor provecho del aumento del ancho de banda y las nuevas velocidades de los nuevos estándares Wireless 6E y 7. Se pretende con esto que en aquellos nodos donde se prevea la instalación de estas antenas, se incluya en las agrupaciones lógicas asociadas switches MultiGigabit suficientes para poder sacar el máximo rendimiento a las mismas.

5.4 Equipamiento de red LAN

Los equipos ofertados cumplirán con los requisitos relacionados con el consumo energético establecidos de acuerdo con la Directiva 2009/125/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

Con los suministros del equipamiento LAN se suministrarán todos los dispositivos, conectores, latiguillos, cables de interconexión (agrupación lógica), cables de consola, accesorios y cualquier elemento hardware o software que fueran necesarios para su completa operatividad.

5.4.1 Equipos de core

Las prestaciones y características mínimas que deben cumplir estos equipos son las listadas a continuación. Si alguna de estas prestaciones o funcionalidades requiere de un licenciamiento extra para poder hacer uso de ella, éste deberá venir incorporado en el equipamiento ofertado. En el caso de que el modo de licenciamiento siga un modelo de suscripción, esta suscripción inicial deberá tener la misma duración en años que la garantía de los equipos de core ofertados y deberá poder abonarse en un pago único inicial con el fin de facilitar el mantenimiento o sustitución futura de los equipos sin necesidad de migraciones de licencia.

(Nota: Se ha de tener en cuenta que el dato de los años de Garantía relativo a los switches de core no ha de reflejarse en los documentos del *Archivo electrónico de Criterios de Juicio de Valor*, al ser un valor cuantificable sujeto a valoración objetiva que se debe aportar en el *Archivo electrónico de*

***Fórmulas*)**. Se deberá indicar, no obstante, que los años de garantía ofertados cumplen con lo solicitado en el pliego de condiciones.

El coste de la suscripción debe incluir, además de todo lo relacionado con las funcionalidades aportadas, todo lo relativo al soporte de fabricante y su mantenimiento asociado con los requisitos establecidos en el apartado 5.11 Garantías de suministro, licencias y soporte de fabricante.

Es importante señalar que los requisitos listados a continuación aplican a aquellos equipos de la etapa de core que conectan directamente con los switches de la etapa de acceso y no a los switches de borde en caso de haberlos.

General

- Switches con puertos de servicio SFP/SFP+/SFP28 con velocidades de 1G/10G/25G.
- No podrá ocupar más de 1U de instalación en rack y deberán estar preparados para ser enrackados, incluyendo todos los elementos físicos necesarios para su correcta instalación (anclajes delanteros, traseros, etc.).

Alta disponibilidad

- Fuentes de alimentación internas, redundantes, intercambiables en caliente (*hot-swappable*), capaces de proporcionar cada una de ellas por sí sola el total del consumo máximo establecido para el switch y con capacidad de distribución de la carga.
- Operar a nivel lógico como un único switch (agrupación lógica), permitiendo una gestión unificada de la misma.
- Los equipos presentados deben permitir pilas de un mínimo de 2 switches que permitan realizar la gestión como un único switch lógico.

Throughput

- Todos los puertos que compongan el switch de core deben ser nonblocking.
- La capacidad interna de switching siempre debe tener como mínimo un throughput igual o mayor al sumatorio de todos los puertos activos del switch a la vez multiplicado por dos, dado su carácter bidireccional (ej. 24 puertos x 10 Gbps x 2= 480 Gbps throughput).

Medios y velocidades de transmisión soportados

- Gigabit Ethernet 1000Base-T, cobre.
- Gigabit Ethernet 1000Base-SX / 1000Base-LX, fibra óptica.
- 10 Gigabit Ethernet 10GBase-T, cobre.
- 10 Gigabit Ethernet 10GBase-SR / 10GBase-LR, fibra óptica.
- 25 Gigabit Ethernet 25GBase-SR / 25GBase-LR, fibra óptica.
- Tecnologías de transmisión a 40 Gbps y 100 Gbps.

Protocolos y funcionalidades de nivel 3

- Routing de IP
- Rutas estáticas, OSPF, BGP
- Al menos 256 instancias de VRFs (Virtual Routing and Forwarding)

- ECMP (RFC 2992)
- DHCP Relay (UDP helper)
- Netflow o protocolo equivalente (sflow, etc.)
- VXLAN Routing (IRB)

Protocolos y funcionalidades de nivel 2

- IEEE 802.1AB Station and Media Access Control Connectivity Discovery. (LLDP - Link Layer Discovery Protocol)
- IEEE 802.1D (Spanning Tree)
- IEEE 802.1w (Rapid Reconfiguration of Spanning Tree)
- IEEE 802.1s Árbol de expansión múltiple (MST)
- IEEE 802.1Q (VLANs basadas en puerto, MAC, dirección de red y protocolo)
- IEEE 802.3ad (Link Aggregation Control Protocol)
- 4k VLANs activas
- Tabla MAC con capacidad para el menos 210K direcciones
- Unidad de transmisión máxima para interfaz configurable por usuario y tramas gigantes
- Detección automática de cables cruzados (auto-MDIX)
- Negociación automática como configurable manualmente, tanto a nivel de velocidad como duplex (Full y Half)

Soporte Multicast

- IGMP v1, v2 y v3
- PIM (Modos Denso y Disperso)

Soporte SDN-Campus

- El equipamiento ofertado deberá contar con el hardware necesario para soportar su integración nativa en soluciones de redes definidas por software para entornos de campus (SDN-Campus) de tipo nivel 3, pudiendo basarse en los siguientes protocolos para las distintas capas:
    - UNDERLAY
        - Plano de control: IS-IS, OSPF.
        - Pano de forwarding: Routing IP.
    - OVERLAY
        - Plano de control: LISP, eBGP-EVPN.
        - Plano de forwarding: VXLAN.

Mecanismos de calidad de servicio (QoS)

- IEEE 802.1p (prioridad de colas)
- Mapeo de IEEE 802.1p (nivel 2) y ToS (nivel 3)
- Capacidad de marcar y clasificar tráfico en las diferentes colas interpretando información de nivel 2, 3 y 4

- Filtrados y listas de control de acceso según información de niveles 2, 3 o 4

Seguridad y otros

- IEEE 802.1x
- Soporte AAA
- Limitación de acceso tanto a nivel de número máximo de MACs permitidas como de acceso con MAC específica
- Soporte IPv6
- Detección de link en un solo sentido
- Inspección dinámica de las resoluciones de direcciones de capa de enlace que se reciben en un puerto de un switch
- Protección frente a servidores de DHCP no autorizados
- Soporte de protección frente a tormentas de tráfico BUM (Broadcast, Unknown unicast y Multicast)
- Soporte DNS
- Port Mirroring
- Remote port mirroring

Gestión de equipos

- Los equipos deben poder gestionarse a través de consola, SSHv2, web y permitir su integración en plataformas de gestión de red basadas en SNMPv2c/v3 y RMON.
- Las analíticas y métricas de red asociadas al equipo deben ser explotables ya sea directamente desde el propio equipo o desde una plataforma de monitorización o telemetría externa.
- Capacidad de automatización y programabilidad de las funcionalidades del switch a través de APIs REST, Ansible y/o scripts python ejecutados en el equipo
- El equipo deberá disponer de una interfaz RJ-45 para gestión fuera de banda.
- Los equipos deben poder gestionarse a través de OpenText Network Automation, el cual, es un sistema para la automatización de configuración de red, gestión de cambios y cumplimiento de seguridad en la red.

  Nota: Con el inicio del contrato, la empresa adjudicataria se compromete a rellenar una plantilla, donde se complete la información requerida para solicitar al fabricante Micro Focus el desarrollo de los drivers para los equipos ofertados (en caso de que no existieran). Se adjunta plantilla modelo como referencia. (NA_Device_Support_Request_Formv2020.docx).

5.4.2 Equipos de acceso

Las prestaciones y características mínimas que deben cumplir estos equipos son las listadas a continuación. Si alguna de estas prestaciones o funcionalidades requiere de un licenciamiento extra para poder hacer uso de ella, ésta deberá venir incorporada en el equipamiento ofertado. En el caso de que el modo de licenciamiento siga un modelo de suscripción, esta suscripción inicial deberá tener la misma duración en años que la garantía de los equipos de acceso ofertados y deberá poder abonarse en un pago único inicial con el fin de facilitar el mantenimiento o sustitución futura de los equipos sin necesidad de migraciones de licencia.

El coste de la suscripción debe incluir, además de todo lo relacionado con las funcionalidades aportadas, todo lo relativo al soporte de fabricante y su mantenimiento asociado con los requisitos establecidos en el apartado 5.11 Garantías de suministro, licencias y soporte.

Es importante señalar que cuando hablamos en términos de "switches de acceso" en relación con la nueva arquitectura de SDN-Campus proyectada nos referimos a aquellos equipos que reemplazarían a los switches de acceso tradicionales de la solución previa.

5.4.2.1 Equipos de acceso Tipo A

General

- Switches con puertos de servicio que admitan las siguientes velocidades:
  - Al menos 6 interfaces de tipo RJ45 100M/1/2.5/5G Ethernet
  - Resto, interfaces de tipo RJ45 10/100/1000 Ethernet (pudiendo ser 0 en caso de que todas las interfaces del modelo ofertado fueran de tipo multigigabit)
- No podrá ocupar más de 1U de instalación en rack y deberán estar preparados para ser enrackados, incluyendo todos los elementos físicos necesarios para su correcta instalación.
- Deberán ser enrackables en armarios de 600 mm de fondo.

Alta disponibilidad

- Fuentes de alimentación internas, redundantes e intercambiables en caliente (*hot-swappable*), capaces de proporcionar cada una de ellas por sí sola de forma simultánea el total de potencia PoE en todos los puertos de usuario.
- Operar a nivel lógico como un único switch (agrupación lógica), permitiendo una gestión unificada de la misma.
- Los equipos presentados deben permitir apilamientos (agrupaciones lógicas) como mínimo de 7 switches.

Medios y velocidades de transmisión soportados

- Ethernet 10Base-TX, cobre
- Fast Ethernet 100Base-TX, cobre
- Gigabit Ethernet 1000Base-T, cobre
- Gigabit Ethernet 2.5G Base-T, cobre
- Gigabit Ethernet 5G Base-T, cobre
- 10 Gigabit Ethernet 10GBase-SR / 10GBase-LR, f.óptica
- 25 Gigabit Ethernet 25GBase-SR / 25GBase-LR, fibra óptica

Protocolos y funcionalidades de nivel 3

- Routing de IP
- Rutas estáticas, OSPF, BGP
- VRF (Virtual Routing and Forwarding)
- ECMP (RFC 2992)
- Netflow o protocolo equivalente (sflow, etc.)

Protocolos y funcionalidades de nivel 2

- IEEE 802.1AB Station and Media Access Control Connectivity Discovery. (LLDP - Link Layer Discovery Protocol)
- IEEE 802.1D (Spanning Tree)
- IEEE 802.1w (Rapid Reconfiguration of Spanning Tree)
- IEEE 802.1s Árbol de expansión múltiple (MST)
- IEEE 802.1Q (VLANs basadas en puerto, MAC, dirección de red y protocolo)
- IEEE 802.3ad (Link Aggregation Control Protocol)
- Unidad de transmisión máxima para interfaz configurable por usuario y tramas gigantes
- Detección automática de cables cruzados (auto-MDIX)
- Negociación automática como configurable manualmente, tanto a nivel de velocidad como dúplex (Full y Half)
- VXLAN bridging

Soporte Multicast

- IGMP v1, v2 y v3

Soporte SDN-Campus

- El equipamiento ofertado deberá contar con el hardware necesario para soportar su integración nativa en soluciones de redes definidas por software para entornos de campus (SDN-Campus) de tipo nivel 3, pudiendo basarse en los siguientes protocolos para las distintas capas:
    - UNDERLAY
        - Plano de control: IS-IS, OSPF.
        - Pano de forwarding: Routing IP.
    - OVERLAY
        - Plano de control: LISP, eBGP-EVPN.
        - Plano de forwarding: VXLAN.

Mecanismos de calidad de servicio (QoS)

- IEEE 802.1p (prioridad de colas)
- Mapeo de IEEE 802.1p (nivel 2) y ToS (nivel 3)
- Capacidad de marcar y clasificar tráfico en las diferentes colas interpretando información de nivel 2, 3 y 4
- Filtrados y listas de control de acceso según información de niveles 2, 3 o 4

Seguridad y otros

- IEEE 802.1x
- Soporte AAA
- Limitación de acceso tanto a nivel de número máximo de MACs permitidas como de acceso con MAC específica

- Alimentación a través de Ethernet IEEE 802.3af (PoE) y IEEE 802.3at (PoE+)
    - Los equipos deberán ser capaces de suministrar la potencia PoE de forma simultánea en el 100% de los puertos de usuario con una sola fuente de alimentación en funcionamiento.
    - Los equipos deberán ser capaces de suministrar la potencia PoE+ de forma simultánea en, al menos, aquellos puertos que soporten la tecnología Multi-Gigabit, con dos fuentes de alimentación en funcionamiento.
- Energy Efficient Ethernet, 802.3az
- Detección de link en un solo sentido
- Inspección dinámica de las resoluciones de direcciones de capa de enlace que se reciben en un puerto de un switch
- Protección frente a servidores de DHCP no autorizados
- NTP
- Port Mirroring

Gestión de equipos

- Los equipos deben poder gestionarse a través de consola, SSHv2, web y Ansible y permitir su integración en plataformas de gestión de red basadas en SNMPv2c/v3 y RMON.
- Los equipos deben poder gestionarse a través de OpenText Network Automation, el cual, es un sistema para la automatización de configuración de red, gestión de cambios y cumplimiento de seguridad en la red.

  Nota: Con el inicio del contrato, la empresa adjudicataria se compromete a rellenar una plantilla, donde se complete la información requerida para solicitar al fabricante Micro Focus el desarrollo de los drivers para los equipos ofertados (en caso de que no existieran). Se adjunta plantilla modelo como referencia. (NA_Device_Support_Request_Formv2020.docx).

5.4.2.2 Equipos de acceso Tipo B

General

- Switches con puertos de servicio RJ45 10/100/1000 Ethernet
- No podrá ocupar más de 1U de instalación en rack y deberán estar preparados para ser enrackados, incluyendo todos los elementos físicos necesarios para su correcta instalación
- Deberán ser enrackables en armarios de 600mm de fondo.

Alta disponibilidad

- Fuentes de alimentación internas, redundantes e intercambiables en caliente (*hot-swappable*), capaces de proporcionar cada una de ellas por sí sola de forma simultánea el total de potencia PoE en todos los puertos de usuario
- Operar a nivel lógico como un único switch (agrupación lógica), permitiendo una gestión unificada de la misma.
- Los equipos presentados deben permitir apilamientos (agrupaciones lógicas) como mínimo de 7 switches.

Medios y velocidades de transmisión soportados

- Ethernet 10Base-TX, cobre

- Fast Ethernet 100Base-TX, cobre
- Gigabit Ethernet 1000Base-T, cobre
- Gigabit Ethernet 1000Base-SX / 1000Base-LX, fibra óptica
- 10 Gigabit Ethernet 10GBase-SR / 10GBase-LR, f.óptica
- 25 Gigabit Ethernet 25GBase-SR / 25GBase-LR, fibra óptica

Protocolos y funcionalidades de nivel 3

- Routing de IP
- Rutas estáticas, OSPF, BGP
- VRF (Virtual Routing and Forwarding)
- ECMP (RFC 2992)
- Netflow o protocolo equivalente (sflow, etc.)

Protocolos y funcionalidades de nivel 2

- IEEE 802.1AB Station and Media Access Control Connectivity Discovery. (LLDP - Link Layer Discovery Protocol)
- IEEE 802.1D (Spanning Tree)
- IEEE 802.1w (Rapid Reconfiguration of Spanning Tree)
- IEEE 802.1s Árbol de expansión múltiple (MST)
- IEEE 802.1Q (VLANs basadas en puerto, MAC, dirección de red y protocolo)
- IEEE 802.3ad (Link Aggregation Control Protocol)
- Unidad de transmisión máxima para interfaz configurable por usuario y tramas gigantes
- Detección automática de cables cruzados (auto-MDIX)
- Negociación automática como configurable manualmente, tanto a nivel de velocidad como dúplex (Full y Half)
- VXLAN bridging

Soporte Multicast

- IGMP v1, v2 y v3

Soporte SDN-Campus

- El equipamiento ofertado deberá contar con el hardware necesario para soportar su integración nativa en soluciones de redes definidas por software para entornos de campus (SDN-Campus) de tipo nivel 3, pudiendo basarse en los siguientes protocolos para las distintas capas:
    - UNDERLAY
        - Plano de control: IS-IS, OSPF.
        - Pano de forwarding: Routing IP.
    - OVERLAY
        - Plano de control: LISP, eBGP-EVPN.
        - Plano de forwarding: VXLAN.

Mecanismos de calidad de servicio (QoS)

- IEEE 802.1p (prioridad de colas)
- Mapeo de IEEE 802.1p (nivel 2) y ToS (nivel 3)
- Capacidad de marcar y clasificar tráfico en las diferentes colas interpretando información de nivel 2, 3 y 4
- Filtrados y listas de control de acceso según información de niveles 2, 3 o 4

Seguridad y otros

- IEEE 802.1x
- Soporte AAA
- Limitación de acceso tanto a nivel de número máximo de MACs permitidas como de acceso con MAC específica
- Alimentación a través de Ethernet IEEE 802.3af (PoE) y IEEE 802.3at (PoE+)
    - Los equipos deberán ser capaces de suministrar la potencia PoE de forma simultánea en el 100% de los puertos de usuario con una sola fuente de alimentación en funcionamiento.
    - Los equipos deberán ser capaces de suministras la potencia PoE+ de forma simultánea en el 100% de los puertos de usuario con las dos fuentes de alimentación en funcionamiento.
- Energy Efficient Ethernet, 802.3az
- Detección de link en un solo sentido
- Inspección dinámica de las resoluciones de direcciones de capa de enlace que se reciben en un puerto de un switch
- Protección frente a servidores de DHCP no autorizados
- NTP
- Port Mirroring

Gestión de equipos

- Los equipos deben poder gestionarse a través de consola, SSHv2, web y Ansible y permitir su integración en plataformas de gestión de red basadas en SNMPv2c/v3 y RMON.
- Los equipos deben poder gestionarse a través de OpenText Network Automation, el cual, es un sistema para la automatización de configuración de red, gestión de cambios y cumplimiento de seguridad en la red.

  Nota: Con el inicio del contrato, la empresa adjudicataria se compromete a rellenar una plantilla, donde se complete la información requerida para solicitar al fabricante Micro Focus el desarrollo de los drivers para los equipos ofertados (en caso de que no existieran). Se adjunta plantilla modelo como referencia. (NA_Device_Support_Request_Formv2020.docx).

5.5 Latiguillos de conexión

5.5.1 Latiguillos para parcheo e interconexiones en cobre

Los latiguillos suministrados para el parcheo de panel a switch deben reunir las siguientes características principales:

- Latiguillos "inteligentes" finos prefabricados, con dos fibras ópticas plásticas para poder determinar la ubicación de los extremos mediante la herramienta adecuada (inyección de luz; identificación luminosa).
- La categoría del latiguillo deberá ser categoría 6 o superior y deberá estar terminada en conectores RJ45 en ambos extremos.
- Cable flexible para facilitar el parcheo de tomas, de 28 AWG de sección para Cat 6/6A.
- Longitud adecuada para permitir un correcto peinado de los mismos en el armario rack (evitando tanto excesos de cable como tensiones indebidas por latiguillos demasiado cortos).
- Suministro de al menos dos linternas inyectoras de luz, compatibles con el modelo de latiguillo suministrado.

Además de los latiguillos para el parcheo en panel de tomas, esta especificación será aplicable a otras interconexiones en cobre requeridas, incluyendo:

- Conexiones de los elementos que conforman la solución central de SDN Campus al núcleo de red en caso de requerirse.
- Conexiones de los elementos de la solución central de SDN Campus a la red de gestión o a otros appliances en caso de ser necesario.
- Interconexiones con switches no objeto de renovación cuando estos cuenten con enlaces en cobre.

En el caso de los nuevos switches con rol de "acceso", los latiguillos deberán ser plenamente compatibles con PoE+ para garantizar el correcto funcionamiento de dispositivos que requieran alimentación a través del switch. Para el resto de interconexiones en cobre no será un requisito obligatorio.

5.5.2 Latiguillos uplinks e interconexiones de fibra óptica

Todos los uplinks entre equipos de la capa de acceso y la de core se realizarán por medio de fibra óptica, por lo que se deberán emplear latiguillos de f.o. del mismo tipo que la fibra instalada.

Asimismo, esta especificación será aplicable **a otras interconexiones de fibra óptica requeridas**, incluyendo:

- Conexiones con switches no objeto de renovación.
- Interconexiones necesarias entre los elementos de la solución central de SDN Campus.
- Enlaces de los elementos de la solución central con el núcleo de la red.

Los latiguillos de f.o. suministrados para todas las conexiones mencionadas deberán reunir las características siguientes:

- Ser del tipo de fibra óptica adecuada al cableado de fibra óptica tendido
  - OM4 para fibra óptica multimodo
  - OS2 para fibra óptica monomodo
- Prefabricados, de la longitud adecuada para un correcto enlace y peinado, generalmente de 1,5 m a 2 m como longitud estándar.
- Terminados en conector requerido en ambos extremos según necesidad.

5.6 Organización y peinado de armario

A continuación, se exponen los requisitos de ejecución a tener en cuenta en lo relativo a la organización y peinado de armarios y resultado esperado:

- Deberá asegurarse que el armario esté bien sujeto y alineado.
- La electrónica de red se ubicará preferiblemente en la mitad inferior del armario, instalándose los cableados y paneles de parcheo en la mitad superior del mismo. Por ejemplo, en el caso de un rack de 42U de altura, la electrónica se instalará preferentemente desde la U21 hacia abajo.
- Para el guiado de los cables en el armario/rack de comunicaciones se dispondrán de pasahilos horizontales de 1U de alto, siempre que sea posible y el espacio libre lo permita. Se considerará el suministro e instalación de un pasahilos por cada uno de los siguientes elementos:
  - por cada panel de parcheo instalado,
  - por cada panel repartidor de fibra óptica instalado.
- Se instalará igualmente un pasahilos adicional junto con el elemento de electrónica de red que se instale para garantizar la ordenación del cableado a conectar al mismo (y si el espacio libre lo permite).
- Se usarán los pasahilos horizontales y verticales del armario para la ordenación del cableado, y en ningún caso los cables recorrerán la parte frontal de los equipos electrónicos instalados en el armario.
- Con respecto a la reordenación de tomas de rack en su conexión con la electrónica de red, se realizará la conexión de las tomas en los puertos de switch de la siguiente manera: en un panel de parcheo de 24 puertos, los 12 primeros se peinan hacia la izquierda y se conectan a los puertos de la izquierda del switch y los 12 últimos se peinan hacia la derecha y se conectan a los puertos de la derecha del switch. El objetivo final será el evitar cruce de cableados que interrumpan la conectividad de nuevos servicios.
- Deberán emplearse siempre velcros, no bridas, para la sujeción de grupos de cableados.
- Se deberá considerar la longitud adecuada de los latiguillos (tanto de cobre como de f.o.), aproximándola al recorrido que se deba realizar para un correcto peinado; no se deberán utilizar latiguillos excesivamente largos de manera innecesaria.
- Nunca deberán existir cables que crucen por delante de otros elementos pasivos o activos que dificulten la extracción frontal de los mismos en caso de necesidad.

Todo pequeño material necesario para la correcta instalación, organización y peinado de armario (patchpanels, pasahilos, velcros, sujeciones, etc.) deberá ser suministrado por la empresa adjudicataria, como parte proporcional de coste de la electrónica de red.

En el Anexo II – Criterios generales de instalación, se explican estos requisitos y proceso de instalación de obligado cumplimiento con mayor detalle.

5.7 Coordinación con terceros y horarios de trabajo

La empresa adjudicataria deberá considerar la necesidad de coordinación con el personal designado por EJIE y otros posibles agentes para la ejecución de las tareas solicitadas.

La empresa adjudicataria realizará los trabajos en fechas y horarios acordados con EJIE, de forma que dichos trabajos tengan el mínimo impacto sobre otras actividades en el edificio**,** pudiendo solicitarse la ejecución de cualquiera de los trabajos requeridos fuera de horario habitual (considerado este como de 8:00 a 18:00), en caso de considerarse necesario y sin coste adicional para EJIE.

Se debe tener en consideración que, al menos, 3 de los racks objeto de migración de electrónica de red van a requerir intervención en horario extralaboral nocturno o de fin de semana, por tratarse de servicios críticos.

5.8 Seguimiento y control de ejecución del proyecto

5.8.1 Oficina Técnica EJIE. Coordinación global del proyecto

EJIE será responsable de la gestión global del proyecto, a través de la denominada Oficina Técnica EJIE.

A través de la Oficina Técnica EJIE se desarrollarán, entre otros, los siguientes trabajos principales:

- Gestión y seguimiento global del proyecto, velando por el cumplimiento de hitos y objetivos establecidos en contrato, tanto en plazos como en calidad final.
- Establecimiento, en colaboración con la empresa adjudicataria, del conjunto de metodologías y procedimientos necesarios, que garanticen las actuaciones coordinadas y faciliten el cumplimiento de planificación, siempre con el visto bueno del personal designado por el EJIE sobre las metodologías propuestas en aquellos ámbitos que les involucren.
- Coordinación de alto nivel de todos los agentes que puedan estar involucrados en la nueva infraestructura LAN de la sede.
- Revisión de arquitecturas y configuraciones finales adoptadas.
- Revisión y validación del Plan global de proyecto.
- Revisión y validación de los resultados de los replanteos realizados y actuaciones propuestas para la instalación, documentados en los Informes de replanteo.
- Revisión y validación del Plan de Migración e Implantación propuesto para cada rack o conjunto de racks y del Plan de pilotaje.
- Validación 'in situ' de las instalaciones realizadas y acabados de las mismas, verificando cumplimiento de los requisitos establecidos a través del informe de replanteo, y solicitando las subsanaciones cuando procedan.
- Verificación de entrega y validación de la documentación final (proyecto final, pruebas, actas de entrega...), y resto de documentación necesaria para la recepción provisional de las instalaciones.

5.8.2 Organización, Seguimiento y control del proyecto por parte de la empresa adjudicataria

Con el inicio del proyecto, la empresa adjudicataria deberá exponer la relación detallada del equipo de trabajo propuesto y dedicaciones en cada fase del proyecto, que requerirá la correspondiente autorización por parte de EJIE. La empresa adjudicataria será la responsable de garantizar los medios durante la ejecución del proyecto y éstos deberán adecuarse en todo momento al plan de trabajo propuesto, para el cumplimiento de los hitos establecidos y el plazo del contrato.

A continuación, se especifican los recursos mínimos que debe considerar la empresa adjudicataria para la ejecución del presente contrato en los tiempos especificados y considerando el alcance de los trabajos solicitados:

- **Responsable del Proyecto,** como interlocutor principal con EJIE para el control de ejecución del proyecto. La persona que ejerza de Responsable del Proyecto se responsabilizará de las siguientes tareas principales:
  - Realizará un seguimiento continuo de la ejecución del proyecto, coordinando los recursos puestos a disposición del proyecto y verificando el cumplimiento de los resultados y compromisos adquiridos, tanto en plazo como en calidad de los servicios prestados.
  - Dispondrá en todo momento de los medios adecuados que garanticen los resultados esperados. La organización y el dimensionamiento del equipo de trabajo deberá realizarse acorde a la metodología de trabajo planteada, a los tiempos y planificaciones establecidas y a los requerimientos mínimos expuestos en la presente contratación
  - Asistirá junto con los técnicos que se estime conveniente a las reuniones de seguimiento y revisiones técnicas que convoque EJIE en la localización y con la periodicidad que ésta designe

- Garantizará que toda la información y documentación del proyecto se encuentra en todo momento actualizada en la plataforma de gestión que a tal efecto disponga EJIE (planificación, informes de replanteo, documentos técnicos, documentos de inventario, proyectos finales, etc.)

- **Equipo para la prestación del servicio**:
  - **Especialista en tecnología de red** del fabricante de los equipos ofertados, que ejercerá el rol de responsable técnico para la configuración y migración de los servicios e implantación de la nueva red LAN, participando durante todo el proyecto en los trabajos de revisión de datos de partida, consultoría técnica para la definición de la solución final y la migración, y definición de metodologías y plan de migración de los servicios.
  - **Grupo de instalación**, responsables 'in situ' de las migraciones del servicio LAN. El dimensionamiento y dedicación final de estos recursos estará sujeto a la organización del proyecto por parte de la empresa adjudicataria para el cumplimiento de los plazos previstos.
  - **Equipo de Mantenimiento**, responsables del mantenimiento desde que se produce la primera intervención para renovar equipos hasta la validación de la instalación por parte de EJIE y entrega a operación.

Dichos perfiles y su descripción deberán reflejarse en el Anexo II del PCP, *Compromiso de adscripción de medios*, justificando aquellos con requisitos en la fase de solvencia técnica.

EJIE podrá solicitar cambios sobre los recursos expuestos en caso de que, tras el análisis de la propuesta, determinen que los medios expuestos no son suficientes y/o adecuados para el cumplimiento del plan de trabajo.

Al tratarse de la primera experiencia real de EJIE en entornos SDN Campus y, con el objetivo de garantizar una implementación alineada con las mejores prácticas y certificada por el fabricante, se establece que el licitador deberá incluir en su propuesta una **cantidad mínima de 20 jornadas profesionales de fabricante**. Estas jornadas podrán desarrollarse en modalidad in-situ o remota, detallándolo claramente en la oferta, según las consideraciones del licitador en el momento de presentar la propuesta. El precio unitario de cada jornada deberá detallarse en la propuesta económica, incluyendo todos los gastos asociados, tales como dietas, desplazamientos y otros conceptos necesarios para la correcta prestación de estos servicios.

La planificación de las jornadas in-situ se realizará de manera conjunta entre el adjudicatario y EJIE, permitiendo flexibilidad para distribuirlas en días consecutivos o separados, según lo requieran las fases del proyecto. Esta coordinación asegurará una adecuada integración de los servicios profesionales en el cronograma general, optimizando recursos y tiempos para el logro de los objetivos establecidos.

Es fundamental que el equipo del adjudicatario colabore estrechamente con los profesionales del fabricante, garantizando que la solución implementada cumpla con los estándares de calidad y funcionalidad requeridos. Esta sinergia permitirá abordar eficazmente los desafíos técnicos que puedan surgir, asegurando una transición fluida y efectiva hacia la nueva infraestructura o sistema implementado.

5.8.3 Plataforma de Gestión del Proyecto

EJIE pondrá a disposición del proyecto una plataforma de gestión documental, accesible a todos los usuarios autorizados, donde se mantendrá actualizada la documentación del proyecto.

Esta herramienta albergará los datos de partida de interés al objeto del contrato como pueden ser datos de partida sobre el edificio, plantillas y formatos a considerar, etc. junto con la relación de documentación que se vaya validando con la ejecución del proyecto (plan de proyecto, informe de replanteo, planes de migración, documentación final …).

Podrá igualmente albergar datos vinculados al seguimiento del proyecto y medición de avance del mismo (actas de reunión, % de instalaciones realizadas, acuerdos alcanzados, etc.).

La empresa adjudicataria, EJIE y la Oficina Técnica EJIE podrán interactuar directamente contra la Plataforma de gestión indicada, de acuerdo a los procedimientos y roles que se establezcan conjuntamente al inicio del proyecto en lo que a tratamiento y volcado de información se refiere.

5.8.4 Reuniones de seguimiento

Para el seguimiento y control del contrato, EJIE podrá convocar reuniones de seguimiento con la periodicidad que éste designe, habitualmente en sus oficinas, destinadas a validar de forma continuada el cumplimiento de los objetivos especificados, tanto en plazos como en términos de calidad final.

Además, la empresa adjudicataria deberá reportar a EJIE con periodicidad semanal, para su propio seguimiento y control del avance del proyecto, como mínimo los siguientes aspectos:

- Trabajos desarrollados en el periodo.
- Previsión de trabajos para el próximo periodo.
- Grado de avance del proyecto.
- Justificación de desviaciones (en caso de existir).

5.9 Recepción provisional de las instalaciones

Para la recepción provisional del conjunto de instalaciones del contrato es necesario:

- La **validación del total de las instalaciones realizadas**, de acuerdo con las condiciones indicadas en el apartado 4.11 Validación de instalaciones, junto con la entrega de las diferentes Actas de Instalación que lo certifiquen.
- La **ejecución y validación de la fase de pilotaje**
- La **ejecución de la transferencia del conocimiento**.
- La **entrega del total de la documentación solicitada y su validación** por parte de EJIE.

5.10 Incumplimientos

En el caso de que, una vez instalada la solución técnica (o bien durante el proceso de despliegue), se detectasen incumplimientos en relación con cualquiera de los servicios solicitados, condiciones de ejecución de instalaciones y requisitos de rendimiento y cobertura descritos, la empresa adjudicataria deberá realizar los suministros y actuaciones necesarias en los tiempos solicitados para garantizar el cumplimiento del contrato, aplicándose las penalizaciones establecidas al efecto en el presente pliego hasta su subsanación.

5.11 Garantías de suministro, licencias y soporte de fabricante

5.11.1 Garantía del fabricante del equipamiento de red y solución central

La empresa adjudicataria deberá incluir junto con los suministros (hardware, software y licencias), la garantía de fabricante de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Los equipos de la etapa de core (tanto los de core como los de borde si los hubiera) y los elementos de la solución central deberán disponer de una garantía por parte del fabricante de, al menos, tres (3) años (el periodo de garantía aplicable al contrato será aquel ofertado por el adjudicatario en el *Archivo electrónico de Fórmulas)*
    - En caso de avería de alguno de los equipos de red indicados, se deberá sustituir por uno equivalente del mismo fabricante en modalidad 24x7 con envío RMA en modalidad NBD (Next Business Day).

- Los equipos de red de la etapa de acceso deberán disponer de garantía de por vida por parte del fabricante. Se entiende de por vida, el tiempo de vida marcado y publicado por el fabricante, no pudiendo ser este inferior a cinco (5) años.
    - Dicha garantía deberá incluir el acceso a las actualizaciones de firmware, parches, alertas de seguridad, y nuevas versiones de software de todo el equipamiento. Si el cumplimiento de este requisito implicase algún tipo de adquisición de producto con fabricante deberá incluirse en la oferta por el mismo número de años que los ofertados para la garantía de los equipos de la etapa de core.
    - El suministro de las actualizaciones incluirá tanto los productos como la documentación asociada.
    - Durante el período de garantía oficialmente publicado por fabricante el adjudicatario deberá responsabilizarse de la gestión de las garantías mencionadas y de los costes asociados a dicha intermediación siendo deseable la posibilidad de una gestión directa de las mismas con el fabricante por parte de EJIE.

Las empresas licitadoras **no deberán incluir en el *Archivo electrónico de Criterios de juicio de valor* ningún tipo de indicación del número de años de garantía de los equipos** (valor objetivo que se debe incluir en el *Archivo electrónico de Fórmulas*), excepto afirmar el cumplimiento de lo establecido en este pliego.

Las empresas licitadoras deberán presentar justificación de **cumplimiento de las garantías solicitadas mediante la presentación del Anexo VIII del PCP en el *Archivo electrónico de Fórmulas***, correctamente cumplimentado indicando los modelos, la garantía ofertada, el link oficial y en vigor del fabricante donde se indique dicha garantía y los años de garantía ofertados.

La empresa adjudicataria presentará certificado emitido por los fabricantes que acredite la garantía ofertada para los equipos de la etapa de core, etapa de acceso y solución central. En el supuesto de que no quedase acreditado, en todo o en parte, quedará la oferta excluida, pasando a proponer adjudicataria a la siguiente empresa clasificada según puntuaciones.

La empresa adjudicataria deberá disponer de los acuerdos y contratos de garantía con el fabricante, de los cuales aportará los correspondientes certificados del fabricante donde se especificará el detalle de base instalada cubierta.

5.11.2 Licencias del equipamiento de red y solución central

Se deberán suministrar las licencias necesarias para garantizar todas las funcionalidades y tecnologías propuestas, incluyendo su mantenimiento para el periodo de garantía ofertado. En el caso de que el modo de licenciamiento siga un modelo de suscripción, esta suscripción inicial deberá tener la misma duración en años que la garantía de los equipos de electrónica de red ofertados y deberá poder abonarse en un pago único inicial con el fin de facilitar el mantenimiento o sustitución futura de los equipos sin necesidad de migraciones de licencia.

Las licencias se activarán en el momento de la instalación del equipamiento.

5.11.3 Soporte del fabricante de la etapa de core y solución central

- El soporte de fabricante deberá estar vigente durante el periodo de garantía para todo el equipamiento de la etapa de core y de la solución central.
- El soporte de fabricante deberá incluir el **acceso a las actualizaciones de firmware, parches, alertas de seguridad, y nuevas versiones de software** durante el periodo de garantía de todo el equipamiento sin ningún tipo de coste adicional. El suministro de las actualizaciones incluirá tanto los productos como la documentación asociada.
- La empresa adjudicataria deberá disponer de los acuerdos y contratos de soporte y mantenimiento necesarios con el fabricante, de los cuales aportará los correspondientes certificados del fabricante donde se especificará el detalle de base instalada cubierta.

- Durante el periodo de soporte de fabricante, la empresa adjudicataria será la encargada de la gestión y coste de todas las relaciones con el fabricante (apertura de casos, incidencias, consultas, …) relativas a los equipos de core suministrados en el presente pliego. La empresa adjudicataria correrá además con todos los gastos de logística derivados de los mismos.
- Finalizado el contrato de este expediente y, en el caso de que la empresa adjudicataria hubiera incluido en su propuesta la posibilidad de contacto directo con fabricante, (**no incluir referencia en el Archivo electrónico de Criterios de Juicio de valor**), EJIE podrá optar por la apertura de casos directamente al fabricante durante el resto de vigencia del soporte contratado con este último, sin menoscabo de lo mencionado en el punto anterior.
- Las empresas licitadoras **no deberán incluir en el *Archivo electrónico de Criterios de juicio de valor* ningún tipo de indicación de la posibilidad de contacto directo de EJIE con el fabricante** tras el periodo de ejecución del expediente (valor objetivo que se debe incluir en el *Archivo electrónico de Fórmulas*).

5.11.4 Garantía de las instalaciones realizadas

Se entiende por instalaciones realizadas, todos los elementos y componentes que forman parte de la infraestructura física de la red (rack, cableado, canalizaciones, obra civil menor, etc.)

La empresa adjudicataria contraerá el compromiso formal, que deberá asumir de un modo expreso, de garantizar todos y cada uno de los suministros e instalaciones a realizar contra toda clase de defectos de material empleado.

El plazo de garantía de las instalaciones y los suministros auxiliares necesarios para su ejecución y funcionamiento (no electrónica de red) será de cinco (5) años como mínimo a partir de la fecha de recepción provisional de las instalaciones por parte de EJIE.

Las empresas licitadoras deberán presentar justificación de **cumplimiento de las garantías solicitadas mediante la presentación del Anexo VIII del PCP en el *Archivo electrónico de Fórmulas***, correctamente cumplimentado indicando los modelos, la garantía ofertada, el link oficial y en vigor del fabricante donde se indique dicha garantía y los años de garantía ofertados.

Para los servicios de configuración se exige, como mínimo, una garantía de un (1) año tras la aceptación de los sistemas por parte de EJIE, para corregir los posibles problemas que pudieran surgir tras su ejecución.

5.12 Normativa

La empresa adjudicataria deberá ejecutar todos los suministros y trabajos requeridos en este pliego con las condiciones técnicas y de ejecución establecidas en el presente documento y aquellas particulares que se faciliten con el desarrollo del proyecto, respetando la normativa aplicable para cada ámbito de actuación.

Como directiva general, se deberán cumplir todas las normas UNE-EN, normas ISO y normas de la industria, etc., todas ellas en su versión de publicación vigente en el momento de la adjudicación de los trabajos. También serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las normas, instrucciones o reglamentos oficiales que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las diferentes Normas, y salvo indicación expresa de lo contrario en el presente documento, se entenderá como válida la prescripción más restrictiva.

Se recuerdan algunas de las normativas de aplicación. En caso de alguna de las normar citadas a continuación hubiera sido derogada por una versión más reciente, se aplicará siempre la versión vigente más actual:

- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT).
- Nota aclaratoria sobre la aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) del Reglamento Delegado 2016/364, que establece las clases posibles de reacción al fuego de los cables eléctricos (3 de abril de 2017).
- REAL DECRETO 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- ECE/983/2019, de 26 de septiembre, por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento. (BOE 238, 3 de octubre de 2019).
- Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones, Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo, consolidado tras Real Decreto 330/2016 y Orden ITC/1142/2010, de 29 de abril).
- Estándar ISO 11801 o TIA/EIA-568-B para sistemas de cableado estructurado.
- UNE-EN 50288-5-1: Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 5-1: Especificación intermedia para cables apantallados aplicables hasta 250 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios.
- UNE-EN 50174-2: 2018 (ratificada) para la separación de cableado de datos y cableado eléctrico.
- Regulación europea CPR (*Construction Product Regulation*), para regular los límites de la resistencia al fuego y sustancias peligrosas en materiales utilizados en la construcción (incluye cableados).

Como se ha indicado previamente, la no mención expresa de la totalidad de normativas que sean de aplicación no exime al adjudicatario de su cumplimiento.

6 ANEXO I – Requisitos técnicos

Se deberá cumplimentar el archivo "*PCT Anexo I Requisitos tecnicos.xlsx*", que se deberá incluir en el *Archivo de Criterios de juicio de valor*.

7 ANEXO II – Criterios generales de instalación

7.1 Introducción

Este documento recoge los criterios aplicables en las instalaciones incluidas en los proyectos (expedientes) de despliegue de infraestructura de red (nueva o migración) de EJIE.

El licitador deberá tener en cuenta aquellos criterios aplicables a la contratación, es decir, los relacionados con el alcance incluido en este expediente.

En cualquier caso, deberán cumplirse aquellas características técnicas y de instalación recogidas en el pliego de condiciones técnicas, a los que se le sumarán como parte contractual las características y requisitos adicionales recogidos en la propuesta técnica de la empresa adjudicataria.

Los criterios recogidos en este documento tienen por objeto complementar los requisitos técnicos que aparecen en el pliego de condiciones técnicas. De este modo, ambos documentos constituyen el marco de referencia entre EJIE y la empresa adjudicataria para el cumplimiento de los requisitos técnicos y de calidad que se esperan de una instalación profesional de estas características.

Este documento podrá ser versionado para incorporar o modificar especificaciones derivadas de lecciones aprendidas durante el desarrollo del proyecto.

7.2 Armarios y elementos en armarios

- Respetar características técnicas solicitadas en el pliego de condiciones del expediente
- Se instalarán, siempre que sea posible (atendiendo al espacio de armario disponible) pasahilos por cada panel de parcheo, por cada panel de f.o y por cada switch de nueva instalación.
- En los nuevos armarios siempre se instalará una bandeja
- Cualquier regleta eléctrica (PDU) para la alimentación de los equipos será enrackable en armario (salvo situaciones excepcionales marcadas por la propiedad).
- Reparto elementos pasivos y activos en armario (propuesta de diseño tipo general):
  - ✓ Ocupación en la mitad superior del rack:
    - Como criterio general elementos pasivos en la parte superior
    - Las 2 primeras Us se dejarán siempre reservadas para el repartidor de F.O. y su pasahilos
    - Patch panels + pasahilos
  - ✓ Ocupación en la mitad inferior del rack:
    - Como criterio general elementos activos en la parte inferior
    - Switch en la mitad del rack + pasahilos
    - Como criterio general la bandeja se instala en la parte inferior del armario (delante de las PDUs). En caso de requerirse power injectors, con el fin de facilitar su instalación, la bandeja podrá instalarse a continuación del switch nuevo instalado, respetando los espacios requeridos (más probable en armarios de 42U). Cuando se trate de armarios de 24U se situará la bandeja en la parte inferior. Cuando se trate de armarios de 42U con power injectors, la bandeja se instalará a continuación del switch nuevo instalado.
    - PDUs enracables a instalar en la parte posterior del armario, siempre que sea posible, evitando ocupar espacio adicional en el frontal

- ✓ Siempre se procurará dejar Us libres entre los elementos pasivos y los activos; como mínimo dos Us

- Armarios murales:
  - ✓ Evitar armarios murales donde se puedan disponer armarios de pie.
  - ✓ La altura de instalación será tal que permita un mantenimiento del rack sin poner en peligro la integridad de las personas encargadas de su mantenimiento.
  - ✓ Siempre hay que validar la instalación de un armario mural con cliente.
  - ✓ Con relación a posible coca de los armarios murales:
    - Si son armarios de doble cuerpo, la coca se ubicará en la parte fija.
    - Para el resto de los armarios murales, se deberá consensuar con el personal del EJIE la ubicación de la coca (falso techo, sobre armario, etc).
  - ✓ Se deben considerar los trabajos de obra civil menor requeridos cuando excepcionalmente se requiera la instalación de algún armario mural

- Longitud coca armarios, latiguillos:
  - ✓ Coca cableado de red: al menos 5 m, según pliego. Cuando dejar este tamaño de coca pueda implicar superar los 90 metros se podrán valorar cocas menores, aunque nunca inferiores a 4 metros.
  - ✓ Con relación al cableado de fibra que accede a armario, se considerarán cocas en el lado del armario de 5 m
  - ✓ Se utilizarán los latiguillos de longitud acorde a la instalación que se despliegue de forma que el exceso de cable no sea excesivo para organización del mismo evitando la ocupación del espacio libre en armario. Como criterio habitual, los latiguillos tendrán longitudes entre 1 y 2 m máximo.
  - ✓ Todos los latiguillos de conexión serán prefabricados.

- Peinado y uso de los pasahilos:
  - ✓ En los switches, peinar los primeros 24 latiguillos hacia la izquierda y los 24 restantes hacia la derecha.
  - ✓ Como normal general, los patch panels en los que vayan conectados los latiguillos de las 24 primeras tomas del switch se peinarán hacia la izquierda y los patch panels que vayan conectados los latiguillos de las 24 tomas restantes del switch irán peinados hacia la derecha
  - ✓ De acuerdo al pliego: Deberán emplearse, preferiblemente, velcros para la sujeción de grupos de cableados, con el fin de facilitar el posterior mantenimiento.

- Patch panels de nuevo suministro:
  - ✓ De no disponerse de patch panel de la categoría necesaria en armario existente se suministrarán los paneles de parcheo necesarios para cumplir con dicho objetivo
  - ✓ Deben tener todas las hembras instaladas.
  - ✓ Conectado el cable de tierra al chasis cuando se requiera por la categoría del cableado
  - ✓ Cuando por necesidades de instalación se instalen dos o más patch panel, se irán ocupando completamente de forma progresiva.

- Puesta a tierra:
  - ✓ Todos los elementos que se instalen en el rack (patch panel, repartidores, bandejas, swtiches enracables, etc. Deberán estar conectados a la tierra del rack (generalmente la estructura del propio rack).
  - ✓ Las PDUs que se instalen deberán tener en contacto el cable de tierra que vienen del cuadro eléctrico y la estructura del rack.

- Criterios de capacidades finales disponibles en armarios nuevos y existentes:
  - ✓ Como norma general, si el nuevo equipamiento entra en el armario existente, con independencia del espacio sobrante tras dicha instalación, no será necesario instalar un armario adicional.
  - ✓ En caso de necesitarse un nuevo armario, no se establece que tenga que existir un espacio libre mínimo tras la instalación de los elementos correspondientes a este proyecto.
  - ✓ En todo caso, las actuaciones sobre los armarios siempre deberán quedar reflejadas en los informes de replanteo y tendrán que ser validadas por EJIE antes de ejecutarse.

- Con relación a los etiquetados de armario y elementos en armarios: se etiquetará siguiendo los criterios establecidos por EJIE; normalmente, se mantendrá la misma denominación que en la situación actual, aunque es posible que sea necesario reetiquetar las tomas. De no existir ninguna etiqueta o criterio establecido, se consensuará su identificación durante el replanteo/instalación.

7.3 Canalizaciones

- La canalización proyectada (recorrido, tipo, necesidad de registros, etc.) siempre estará sujeta a validación por parte de EJIE.

- Utilización de canalización existente:
  - ✓ Se utilizará canalización existente siempre que sea posible y se apruebe la utilización de la misma. En este caso, se garantizará la inexistencia de interferencias entre los cableados, tanto para los ya existentes como los de nueva instalación.
  - ✓ Al menos dejar un 20% libre tras finalizar la instalación por cuestiones de mantenimiento posterior y para mantener cierto margen de crecimiento a la sede. En caso de no ser posible, consensuar siempre EJIE.
  - ✓ Cuando se utilice una canalización exterior subterránea existente para el tendido de cable de red:
    - Si es un cable para interiores, la canalización deberá ser previamente reentubada, en este caso, el tubo que utilizaremos será “Tubo sanitario de PCV”. En caso de no ser posible el reentubado, se deberá usar cable de exterior.
    - Siempre se dejará etiquetado el cable o tubo instalado en todas las arquetas de dicha canalización con la información del tipo de cable, origen y destino del tendido.

- Instalación de nueva canalización:
  - ✓ En el caso de instalación de nuevas canalizaciones estas deberán ser no propagadores de llama y libre de halógenos, según CTE, para locales de pública concurrencia
  - ✓ En caso de que la instalación sea vista:

- Se deberá instalar canaleta o tubo rígido de acuerdo a la estética (otras instalaciones similares existentes) de la sede.
- Nunca se instalará tubo forroplast en estos casos.
- En caso de instalación de tubo rígido se deberán instalar sujeciones cada 40 cm.
- En los patinillos se instalará tubo rígido o bandeja Rejiband.

✓ En caso de falso techo o suelo técnico:

- Se podrá instalar tubo forroplast o bandeja rejiband dando continuidad a la tipología de la canalización existente.
- Con la instalación de tubo se deberán instalar sujeciones cada 60 cm

✓ En todos los casos, la canalización debe garantizar un 50% de espacio disponible. En caso de no ser posible, consensuar siempre con cliente.

✓ El trazado y características de la canalización, deberá respetar el radio mínimo de curvatura admitido según el tipo de cable de que se trate. Igualmente, el grado de curvatura mínima debe ser de 90°.

✓ Las nuevas canalizaciones deberán ser accesibles en todo su recorrido, de modo que sea fácil la instalación de nuevos puntos de conexión y el mantenimiento de los existentes.

✓ Para acceso a las tomas de red se considerarán canalizaciones con el tamaño adecuado para disposición de 2 cables de red, instalados con la holgura suficiente para facilitar el cierre de la tapa (caso de canaleta) y no afectar a los cables alojados en su interior.

✓ Todas las instalaciones deberán llevar los accesorios adecuados en TODOS SUS PUNTOS para el montaje de las canaletas (curvas, uniones, cambios de sección…). Evitaremos sacar la canalización nueva a través de un accesorio siempre que se pueda.

✓ Todas las canalizaciones irán siempre sujetas con medios mecánicos.

- Se colocarán grapa de plástico o metálica fijada mediante taco con expansión adecuado a cada soporte (pared o techo) en cuestión.

✓ Medidas a considerar:

- Canaleta:
  - *Troncal: 110 x 60 mm*
  - *Secundaria: 60 x 40 mm*
  - *Acceso: 40 x 25 mm (2 UTPs) y 15 x 30 mm (1 UTP)*
- Tubo rígido:
  - *Troncal: 50 mm*
  - *Secundaria: 32 mm*
  - *Acceso: 16 mm (1 UTP) y 20 mm (2 UTPs)*
- Bandeja metálica de varillas/perforada (tipo Rejiband):
  - *Troncal: 100 x 60 mm*
- Tubo forroplast:
  - *Troncal: 50 mm*
  - *Secundaria: 32 mm*
  - *Acceso: 25 mm (rosetas en falso techo)*

Si los criterios de dimensionamiento para la canalización de nueva troncal son excesivos debido a las características propias de la sede y de acuerdo a las necesidades particulares de la misma, se acuerda adecuar las medidas del troncal, previa consulta a EJIE.

- Condiciones de compartición de canalizaciones:
  - ✓ Canaleta existente:
    - Garantizar que hay separación de servicios eléctricos (esto incluye el cableado de megafonía) y datos.
    - Cumplimiento de normativa en la separación de cables eléctricos y datos (20 cm).
    - Si hay canaleta existente y es sólo de servicios eléctricos se instalará una canaleta de datos
    - Si la canaleta existente comparte servicios de datos y eléctricos, asegurarse que están separados los servicios con tabique. Si no, se debe instalar el tabique divisorio en la canaleta.
  - ✓ Canaleta nueva:
    - Se permite el uso de canaleta con tabique o dos canaletas independientes para datos y eléctricos.
    - Cumplimiento de normativa en el material suministrado.
  - ✓ Bandeja metálica de varillas/perforada Bandeja metálica de varillas/perforada:
    - Cumplimiento de normativa en la separación de cables eléctricos y datos (20 cm).
    - Posibilidad de utilización de tubo para llevar cables eléctricos. Solo en canalizaciones conjuntas de fibra.

- Transiciones entre canalizaciones interiores:
  - ✓ Bandeja metálica de varillas/perforada – Canaleta: no es posible
  - ✓ Bandeja metálica de varillas/perforada – tubo:
    - Siempre que se pueda usar las bases adaptadoras correspondientes que indica el fabricante.
    - En el caso de instalar caja de registro en el lateral de la bandeja metálica de varillas/perforada para realizar la transición a tubo, se sujetará mediante bridas metálicas o bien base adaptadora (para la propia caja) y se pondrá el Racor correspondiente a la entrada del tubo en la caja.
    - Nunca se sacará el tubo directamente de la bandeja metálica de varillas/perforada.
  - ✓ Canaleta (material plástico LH o metálica) – Tubo
    - Caso sección del tubo menor que la altura del lateral de la canaleta, se puede salir directamente mediante un accesorio tipo Racor adecuado que deberá ir sujeto al lateral de la canaleta.
    - Caso sección del tubo mayor que la altura del lateral de la canaleta, se deberá emplear una caja de registro de transición (ciega) y el Racor correspondiente a la entrada del tubo en la caja.
    - Se usará Racor siempre, tanto en instalaciones vistas como interiores: Racor material plástico LH-tubo material plástico LH, Racor metálico-Tubo metálico.
  - ✓ Canaleta (material plástico LH o metálica) – Canaleta (material plástico LH o metálica)

- Si la transición entre canaletas es en línea recta (reducción o aumento de sección) y no exista el accesorio de reducción/ampliación correspondiente, se deberá instalar una caja de registro de transición entre ambas canaletas

- Si la transición es en ángulo de 90º y no existe el accesorio adecuado para la unión de ambas canaletas, la de menor sección se insertará en la de mayor sección.

7.4 Cuadro eléctrico, cableado y conexionado

- Será responsabilidad de la entidad la disposición de protecciones en cuadros eléctricos o la instalación de nuevos cuadros eléctricos para la alimentación de armarios nuevos o existentes y la alimentación de los armarios (conexión de regletas a cuadro eléctrico).

- Será responsabilidad del adjudicatario la identificación de la necesidad, y el suministro e instalación de las regletas necesarias en armarios, sean estos nuevos o existentes

- Todos los elementos activos a instalar se alimentarán convenientemente de regletas schukos perfectamente enrackadas en armario y alimentadas desde cuadro eléctrico.

- Se suministrarán nuevas PDUs enrackables en caso de no existir schukos libres en el rack existente o cuando se trate de rack de nuevo suministro.

- Como criterio general, no se permite la conexión de PDUs o regletas en serie como mecanismo de alimentación de equipos.

- Las PDUs de nuevo suministro serán de al menos 8 schukos con interruptor y siempre que sea posible se instalarán en la parte posterior del armario por cuestiones de optimización de espacios.

7.5 Cableados

- Todo cableado (F.O., UTP, eléctrico) deberá disponer de certificado min. CPR Cca.S1b.d1.a1 por ley (verificar cubierta).

- No se permiten puentes, derivaciones o empalmes en todo el trayecto.

- Todos los latiguillos de conexión serán prefabricados; en caso contrario, deberán ser previamente certificados

- No se admite ninguna curvatura inferior a la solicitada por el fabricante del cable (no se admite una instalación con cable haciendo recorridos a 90° salvo disposición del codo adecuado que te permita dar la curvatura adecuada a la especificación del cable).

- La longitud máxima de los latiguillos de una toma de red será de 8 metros en el extremo del usuario y de 2 metros en el extremo del armario de comunicaciones (conexión entre switch y panel de parcheo), de forma que la longitud máxima de todo el cableado no supere los 90 m, desde el switch a la roseta.

7.6 Obra civil menor

- General y terminaciones de obra:
  - ✓ Limpieza obligada de la zona de trabajos.
  - ✓ Limpieza y orden diario.
  - ✓ Evitar material de obra en zonas de paso.
  - ✓ Evitar efectos finales del tipo “sin rematar”
  - ✓ Obligatoria la ejecución de trabajos menores relativos a remates, pintura y tapado de huecos de los elementos afectados por la instalación. En caso de no disponerse la pintura adecuada realizar cuadro del tamaño adecuado alrededor de la afectación y confirmar resultado con EJIE.
  - ✓ Las ubicaciones deben quedar, como mínimo, en las mismas condiciones estéticas y de limpieza en las que se encontraban.

- Las infraestructuras de comunicaciones entre plantas deberán efectuarse preferentemente a través de los patinillos preparados al efecto para las instalaciones de servicio del edificio.

- Se deben realizar los trabajos con las herramientas adecuadas dependiendo de la estructura que se debe acometer. Por lo que se debe revisar cada caso en particular y evaluar las necesidades según sea la estructura de la sede. Estas tareas de revisión y evaluación se realizarán en la fase de replanteo.

- No se pondrá espuma al finalizar el agujero para poder verlo en visita de inspección por parte de la Oficina Técnica de proyecto.

    - Ejecución de pasamuros y pasaforjados:
        - Se debe revisar en fase de replanteo la situación del agujero necesario para ajustar a la maquinaria adecuada.
        - Estos pasos en el forjado deberán realizarse junto a paredes interiores del edificio, y a ser posible aprovechando esquinas y evitando que afecten a vigas o pilares del edificio.
        - Los diámetros interiores de cada pasaforjados deberán quedar ocultos en la canalización principal (siempre y cuando la canalización no atraviese el pasaforjados) y convenientemente rematados.
        - Los pasaforjados se realizarán con la maquinaria adecuada según la estructura que se vaya a acometer (máquina rotativa no percutora tipo Hilti) para evitar daños en las estructuras de los forjados.
        - Las perforaciones deben acomodarse no al paso de un cable/cables, sino a la canalización que pasa a su través, sea ésta tipo rejiband, canaleta o tubo.
        - Para evitar valoraciones subjetivas de los acabados, siempre se pondrá tubo en los pasatabiques y pasaforjados, tengan aristas vivas o no.
        - Todas las perforaciones realizadas en pasaforjados y tabiques deben ser obturadas mediante espuma/pasta ignífuga, clase B1 siguiendo la norma DIN 4102 (B1).
        - Si se alarga en tiempo la ejecución de un pasaforjado, se debe asumir, pues hay que hacerlo con cuidado para no dañar la maquinaria ni la estructura en cuestión.

- Se trata dar el uso más adecuado a la máquina rotativa sin agua, dedicando el tiempo suficiente de descanso a la máquina para facilitar el tiempo de vida de la corona de diamante.

- Bajantes de cableados:
  - Considerar la disposición de taco/brida para sujeción de cables y que no caigan por su propio peso (principalmente en accesos a rack).

- Accesos al cuarto del rack:
  - Considerar la canalización de capacidad suficiente al ser un cuarto con entrada de cableado (canaletas de 110 x 60 mm o tubos de 50 mm).
  - Prestar atención a la trayectoria del cableado que accede al rack, ya que en caso de bajantes y dependiendo del volumen puede ser necesario disponer de taco/brida para sujeción de los cables y que no caigan por su propio peso.

- Curvaturas de cable y uso de registros:
  - Siempre que sea posible, existirán registros practicables cada 10 metros en canalizaciones rectas, así como en aquellos casos donde la canalización no permita respetar el radio mínimo de curvatura del cableado que vaya a discurrir por ella, o cuando se produzcan cambios de nivel. Las medidas de los registros irán en concordancia con las medidas de las canalizaciones que se vayan a instalar.
  - Siempre utilizar registros cuando haya transición a diferentes tipos de canalización, independientemente de por dónde discurran -falso techo, visto, etc.- (p.e. desde bandeja a tubo o canaleta)
  - Las medidas de los registros irán en concordancia con las medidas de las canalizaciones que se vayan a instalar.
  - Las cajas a utilizar serán preferentemente ciegas (sin conos).
  - El grado de protección y seguridad será como mínimo IP54 para cajas de interior.

- Instalación en exterior:
  - Tubo rígido material plástico LH o de acero flexible (tipo ecoflex). Dependerá del grado de seguridad que necesite la instalación frente a posibles actos vandálicos
  - Todos los registros deberán de ser cajas estancas y, como mínimo, con un IP65.
  - Las entradas a caja de registro se deben hacer desde abajo o por el lateral para evitar filtraciones de agua y con racor.
  - Si la canalización exterior es subterránea, se podrá utilizar cable para interiores sólo si la canalización es previamente reentubada. En caso de no ser posible el reentubado, se deberá usar cable de exterior.