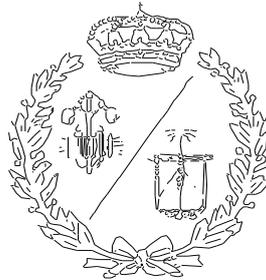


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE
DISEÑO Y GESTIÓN INTEGRAL DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL
MARCO DE LA INDUSTRIA 4.0**

**(Implementation of a design and management
system of electrical installations within the
framework of the Industry 4.0)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Berta Solana Nogales

Mayo - 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1 INTRODUCCIÓN	7
2 OBJETIVOS	9
3 ESTADO DEL ARTE	12
4 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y HERRAMIENTAS CAE DE SOPORTE DISPONIBLES	19
4.1 Posicionamiento en el sector y requerimientos de la empresa	19
4.2 Herramientas CAE disponibles en el mercado en el contexto Industria 4.0	21
4.3 EPLAN. ANÁLISIS TÉCNICO	22
4.3.1 EPLAN ePULSE	26
4.3.2 EPLAN Platform	36
4.4 Áreas de interés para la empresa: EPLAN Electric P8.....	42
5 ANÁLISIS DE VIABILIDAD	56
5.1 Escenario actual	56
5.2 Planteamiento de escenarios.....	57
5.3 Definición de parámetros.....	57
5.4 Presupuesto de EPLAN y plan de implantación.....	59
5.5 Inversión.....	61
5.5.1 Inversión en software	61
5.5.2 Inversión en implementación y puesta en marcha	63
5.5.3 Inversión en personal	64
5.5.4 Inversión total anual durante el periodo de 10 años.....	65

5.6	Análisis económico	67
5.6.1	Indicadores económicos	67
5.6.2	Resultados obtenidos para cada escenario	70
5.6.3	Análisis de resultados	75
6	CONCLUSIONES	78
7	GLOSARIO	79
8	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXO I. Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa.....	85
	ANEXO II. Requerimientos para la instalación de EPLAN Electric P8.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologías de la Industria 4.0.	13
Figura 2. Gateway IoT: Modos y protocolos de transmisión de datos.	15
Figura 3. Estructura de EPLAN [9].	23
Figura 4. Vista de la interfaz EPLAN eVIEW al utilizar la herramienta Redline [13].	27
Figura 5. Vista de la interfaz de EPLAN eVIEW al utilizar la herramienta Greenline [13].	29
Figura 6. Vista de la interfaz Designer de EPLAN para definir las variables de configuración del proyecto [14].	32
Figura 7. Vista de la interfaz de Designer de EPLAN [14].	34
Figura 8. Ficha técnica de un PLC de Siemens en la Plataforma EPLAN Data Portal [17].	36
Figura 9. Armarios eléctricos diseñados con EPLAN Pro Panel [18].	39
Figura 10. Disposición 3D de un panel diseñado con EPLAN Fluid [18]. ...	42
Figura 11. Plano de panel de montaje con leyenda de los elementos del diseño [19].	46
Figura 12. Esquema unifilar realizado con el módulo 'Single line' [19]. ..	48
Figura 13. Informe gráfico generado con EPLAN Electric P8 [19].	49
Figura 14. Documentación generada con todas las áreas del proyecto visibles [19].	53
Figura 15. Variante de documentación generada con áreas del proyecto ocultas [19].	54
Figura 16. Extracto del presupuesto de EPLAN [ANEXO I. Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa].	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Histórico del IPC en España de los últimos 10 años y valor medio [20].	58
Tabla 2. Análisis de la inversión en software asociada al primer año.	62
Tabla 3. Análisis de la inversión en software a partir del segundo año.	62
Tabla 4. Análisis de la inversión en implementación.	63
Tabla 5. Análisis de la inversión en personal asociada al primer año.	65
Tabla 6. Análisis de la inversión en personal a partir del segundo año de implantación del software.	65
Tabla 7. Inversión en el primer año.	66
Tabla 8. Inversión recurrente.	66
Tabla 9. Inversión anual y global con la aplicación del IPC del 0,86%.	67
Tabla 10. Resultados obtenidos tras la implantación del software en el "Escenario Optimista", con un 25% de eficiencia.	72
Tabla 11. Resultados obtenidos tras la implantación del software en el "Escenario Pesimista", con un 15% de eficiencia.	73
Tabla 12. Payback, VAN y TIR obtenidos para el "Escenario Optimista".	76
Tabla 13. Payback, VAN y TIR obtenidos para el "Escenario Pesimista".	77

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución del VAN acumulado a 10 años.	74
Gráfica 2. Evolución del TIR a 10 años.	74
Gráfica 3. Cálculo del momento en el que se produce el Payback utilizando el 'Ahorro acumulado'.	75

RESUMEN

En este proyecto se propone una solución a la problemática de una empresa del sector servicios, que opera en el campo de la ingeniería eléctrica y energética, mediante la incorporación de herramientas CAE capaces de aportar algunas funcionalidades propias de la Industria 4.0.

Para ello se realiza en primer lugar el estudio de las características, las competencias y la tecnología actual de la empresa, así como, su posicionamiento en el mercado, y sus futuras necesidades. A continuación, se establecen los objetivos que se pretenden alcanzar a corto/medio plazo con la implantación de software avanzado de diseño y gestión.

Una vez establecidos dichos objetivos, se realiza una búsqueda entre las herramientas CAE existentes actualmente en el mercado, para encontrar aquella que más se ajuste a los requisitos fijados por la empresa.

Seguidamente, se realiza un análisis técnico de la herramienta seleccionada, tras lo cual, se contacta con la empresa suministradora del software para conocer los detalles de la implantación de la herramienta y de su coste (licencia, cursos de aprendizaje, mantenimiento y costes de personal asociados).

Finalmente, con los datos anteriores, se lleva a cabo un análisis económico detallado, con el que determinar la viabilidad de la implantación de la herramienta CAE en la empresa, sopesando costes y posibles beneficios competitivos a corto/medio plazo.

ABSTRACT

This project offers a solution to the problems of a company in the services sector, which operates in the field of electrical and energetic engineering, by incorporating CAE tools capable of providing some characteristic features of Industry 4.0.

In order to do this, the study of the company characteristics, its current skills and technology is carried out, as well as the evaluation of its future needs and its positioning on the market. After this is done, the objectives that are intended to be achieved in the short / medium term with the implementation of the design and management advanced software are established.

Once the aforementioned objectives have been established, a search is performed among the CAE tools that currently exist on the market, to find the one that best suits the requirements set by the company.

Next, a technical analysis of the selected tool is done, after which, the company that supplies the software is asked for information, in order to find out the details of the tool implementation and its estimated expenses (license, training courses, maintenance, and associated personnel costs).

Finally, with the previously obtained information, a detailed economic study is carried out, that helps to determine the viability of the CAE tool implementation in the company, weighing costs and all the possible competitive benefits in the short / medium term.

1 INTRODUCCIÓN

El término Industria 4.0 se utiliza a menudo para referirse a la denominada 'cuarta revolución industrial'. Otros sinónimos como son 'Industria Inteligente' o 'Ciberindustria' dan una idea más clara de lo que dicho término pretende reflejar. En esta nueva etapa de la industrialización el énfasis se pone en la simbiosis entre el plano físico y el digital, así como en el empleo de las últimas tecnologías disponibles y el flujo continuo y compartido de datos.

El uso de herramientas CAE para la digitalización o virtualización de procesos, y el empleo de tecnologías tales como automatización, simulación 3D, IoT, Big Data, IA, Visión Artificial, Realidad Aumentada, Cloud Computing, etc., permiten optimizar los procesos de fabricación, acortando y abaratando los costes a lo largo de todo el proceso productivo.

La Industria 4.0 abre nuevas oportunidades en el campo de la Ingeniería ya que la unión entre el mundo virtual y el real permite, utilizando paquetes CAD de última generación, la actuación sobre todas las partes de una empresa. Desde el diseño del producto hasta la gestión son sujeto de posible optimización, incluyendo la actualización de las propias instalaciones de la empresa. Todo ello requiere una monitorización constante de todos los procesos y datos que engloben, desde la ingeniería del proyecto y la fabricación, hasta la puesta en funcionamiento y el posterior mantenimiento del producto. Solo así se alcanzan los objetivos usualmente conocidos como 'Smart Engineering', 'Smart Production' y 'Smart Data', propios de la Industria Inteligente.

Cuando se recopilan y registran todos los datos en la fase temprana del proyecto, y posteriormente se gestionan y amplían de forma continua, se puede generar una documentación automatizada de alta calidad y eficientemente proyectada.

Conociendo las especificaciones que requiere una empresa, se obtiene un ambiente controlado, que deriva en una mejora sustancial del flujo

recíproco de información multidireccional entre empresa, clientes y proveedores, que redundará en la mejora de la productividad.

En línea con los citados objetivos, en este proyecto se busca estudiar, desde el punto de vista económico, la posibilidad de dotar a una pequeña/mediana empresa que opera dentro del campo de la ingeniería energética, de las herramientas y recursos básicos necesarios, tales que permitan desarrollar de forma autónoma y de manera óptima, los trabajos de generación y definición de planos eléctricos, armarios de control, etc., con objeto de reducir el tiempo de ingeniería, así como los costes de fabricación y mantenimiento.

2 OBJETIVOS

Este proyecto tiene como objetivo analizar los requerimientos actuales de una empresa del sector servicios, proponer la implantación de algunas herramientas o soluciones propias de la denominada Industria 4.0 y estudiar los costes y la viabilidad de dicha implantación.

La citada empresa opera en la actualidad en el sector de la ingeniería energética, abarcando desde el diseño y fabricación hasta la instalación de equipos eléctricos y de control, incluyendo el mantenimiento y monitorización de los proyectos implementados. Su objetivo estratégico es integrar herramientas y funcionalidades propias de la Industria 4.0, con objeto de incrementar su competitividad.

Una vez analizados los requerimientos de la empresa, se propondrá el procedimiento metodológico de implantación de un sistema de gestión integral de las instalaciones eléctricas, que dé soporte a las fases de diseño y fabricación, ejecución de la instalación y mantenimiento. Por último, se realizará un estudio económico en el que se determinará su viabilidad.

Derivados de la planificación y realización del proyecto, con la implantación de herramientas CAE surgen nuevos objetivos específicos que pueden englobarse en dos grandes categorías, los objetivos tecnológicos y los objetivos empresariales.

- Objetivos tecnológicos
 - Reducción de los tiempos de ingeniería mediante el desarrollo óptimo y autónomo de los trabajos de definición y de generación y actualización de planos eléctricos.
 - Validación funcional y técnica de la metodología de gestión objeto de diseño en el proyecto.
 - Mejora de la productividad a través del aprovechamiento de los principios fundamentales de la metodología de trabajo que

aportan las actuales herramientas software integradas de diseño y gestión.

- Objetivos empresariales

- Obtención de una nueva herramienta de trabajo que repercuta en uno de los principales servicios de la empresa, mejorando de forma sustancial el área de diseño, la ejecución y el mantenimiento de las actuaciones en materia de eficiencia energética.
- Capacidad de crear nuevos servicios específicos en torno al uso de la nueva metodología de gestión.
- Adquisición de mayor potencial competitivo con respecto a otras empresas del sector, lo que, gracias a las nuevas herramientas, permitirá que la empresa obtenga una posición de privilegio en el mercado.
- Optimización de costes derivados de la correcta aplicación de la nueva tecnología que se pretende implementar, lo que se traducirá también en un aumento sustancial de la competitividad de la empresa en el sector.
- Ampliación, mejora y fortalecimiento del área de I+D+i de la empresa, creando alianzas con empresas de la región, especializadas en el desarrollo de este tipo de servicios.

Mediante la implementación del nuevo software CAE, se desea poner en funcionamiento un nuevo modelo metodológico de gestión, con el que simplificar y estandarizar los datos y la información referentes a los proyectos de forma eficiente.

Con el nuevo modelo metodológico de gestión, se generan dos líneas definidas de explotación empresarial. Por un lado, se conseguirá una mejora sustancial del servicio previamente ofrecido y, por otro lado, se pretende crear un nuevo servicio como se detalla seguidamente.

- Mejora de servicio

Tras los resultados de la labor de investigación que se ha realizado en la empresa, la primera vía de explotación comercial que se desea poner en marcha requiere la puesta en funcionamiento de un nuevo modelo metodológico de gestión integrado para el servicio de eficiencia energética que ofrece en la actualidad en la empresa.

Para mejorar la calidad del servicio de cara a los clientes, se comenzará a utilizar esta nueva metodología de forma proactiva y con carácter interno, lo que se traducirá en la optimización de las actuaciones de eficiencia y mejora en el proceso de reporte de datos, informes, seguimiento y visualización interactiva. A nivel de gestión, se obtendrá una mejora que permitirá reducir costes, optimizar recursos y minimizar errores de diseño y gestión.

- Nuevo servicio

Además de mejorar la calidad y la eficiencia actual del trabajo, y optimizar tanto costes como recursos, el objetivo marcado tras la implementación del software pasa por crear las bases y una plantilla estandarizada de proyectos, que permita desarrollar en un futuro próximo una ingeniería modular dentro de la empresa.

Ambas líneas de explotación comercial se pueden desarrollar de forma paralela, contribuyendo así a ampliar la competitividad de la empresa.

3 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad el sector industrial se encuentra inmerso en la 'cuarta revolución industrial', también conocida como Industria 4.0 [1], [2], en la que se han transferido los principios de la tecnología IoT ('Internet of Things') [3] a la industria del procesamiento. Se trata de una tecnología que, mediante protocolos de comunicación basados en Internet, permite la comunicación y el intercambio de información entre diferentes dispositivos, lo que facilita tanto el análisis de los datos, como la adaptación a los cambios en el proceso productivo.

Hoy en día el objetivo que se persigue en la industria es conseguir procesos de producción rápidos y eficaces, con los que obtener un producto de alta calidad, disminuir los costes y aumentar la competitividad en el mercado. Por este motivo, de forma gradual se están instaurando sistemas de producción más automatizados, generalmente basados en la utilización de robots capaces de trabajar de forma autónoma y de tomar decisiones en función de la información de entrada que reciben, para cumplir todos los requisitos de la producción.

Además de la optimización en la producción, existen otros aspectos de la cadena de valor (conjunto de actividades dentro de los procesos industriales que añaden valor al producto final) que son esenciales para el correcto desarrollo de los sistemas de la Industria 4.0, como son la planificación previa, la estandarización a nivel internacional de las diferentes interfaces de intercambio de datos y los lenguajes de programación, así como la correcta integración de los sistemas ERP, PDM y PLM.

La comunicación constante a lo largo de toda la cadena de valor hace que los sistemas integrados sean capaces de predecir fallos, configurarse y cambiar conductas, lo que posibilita la mayor personalización de los procesos. Otro aspecto que la comunicación integrada ha modificado es la interacción máquina-hombre y máquina-máquina, por lo que es necesario

desarrollar nuevas normas y tecnologías de seguridad, que garanticen una interacción eficiente y segura en todos los procesos de la cadena de valor.

Existen nueve tecnologías de predicción, control, mantenimiento e integración de procesos de fabricación consideradas las causantes de la transformación de la producción industrial. Estas nueve tecnologías, representadas en la figura 1, son consideradas los pilares fundamentales de la Industria 4.0 [4].

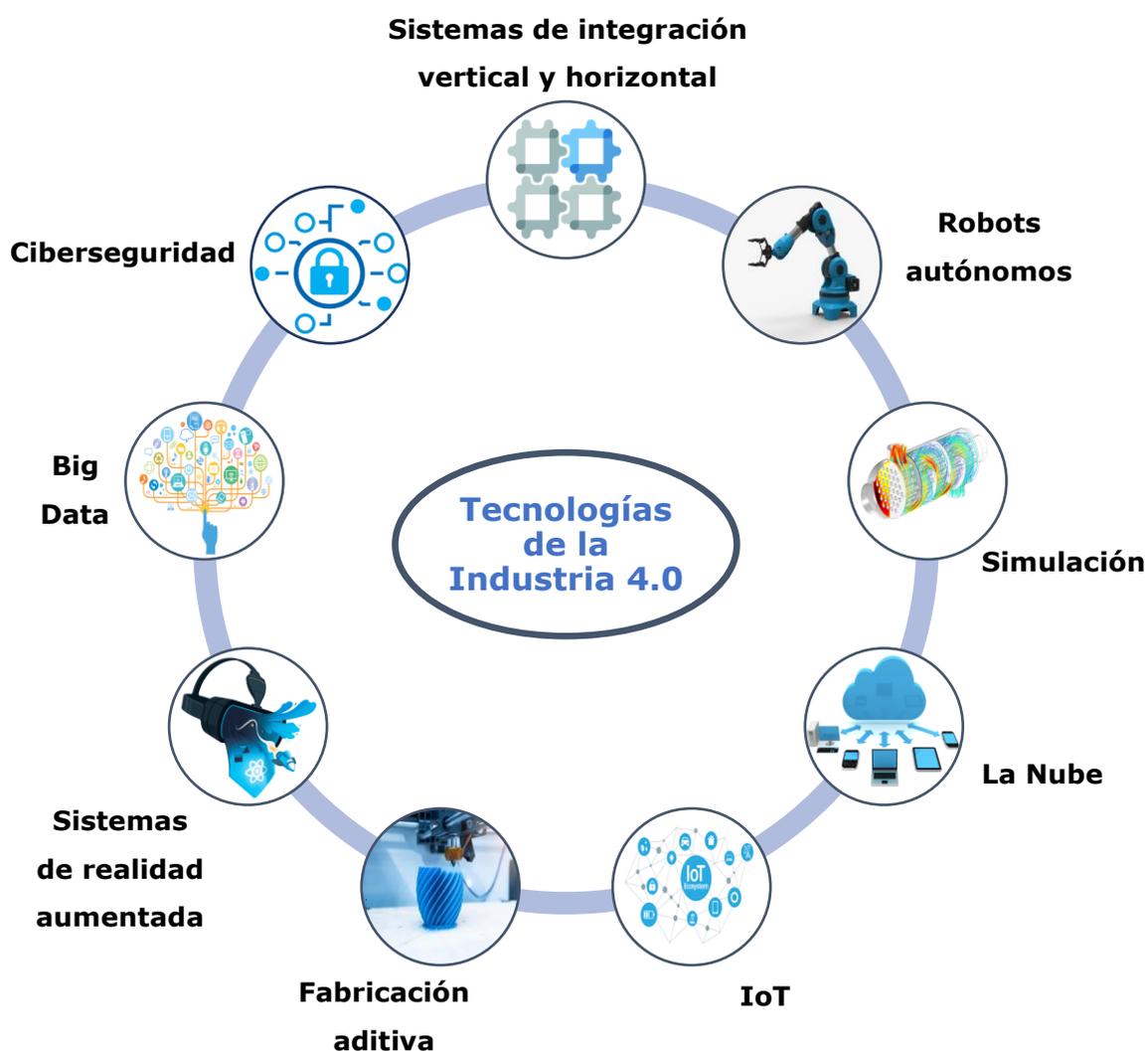


Figura 1. Tecnologías de la Industria 4.0.

- La Nube

La Nube o 'Cloud Computing', hace referencia al servicio informático que ofrece almacenamiento, intercambio y procesamiento de datos a través de Internet.

El uso de herramientas software con base en la nube facilita el acceso a la información almacenada desde cualquier lugar y momento, lo que reduce los tiempos y los costes de trabajo, y maximiza la eficiencia.

Contar con una única interfaz altamente accesible ha demostrado ser muy eficaz a la hora de conseguir tiempos de reacción del orden de milisegundos, además de convertirse en una herramienta imprescindible cuando se trabaja a nivel global

- Big Data

El entorno 'Big Data' se caracteriza por procesar grandes cantidades de datos de diversos tipos, provenientes de múltiples fuentes, a muy alta velocidad. Con esta información, se generan informes en tiempo real que permiten un mayor rendimiento en la optimización de los procesos industriales, mejorando la calidad de producción en la empresa.

El análisis de grandes cantidades de información sirve como base para la toma de decisiones en las empresas y favorece la mejora continua.

- Fabricación aditiva

La fabricación aditiva hace referencia a la tecnología de fabricación de componentes o prototipos mediante la unión de capas de un material, basándose en la información de modelos digitales.

La tecnología más conocida es la impresión 3D, que en la industria se utiliza para crear prototipos y diseños más complejos y ligeros con los que mejorar los procesos.

- Internet of Things (IoT)

IoT o 'Internet de las Cosas' [3] hace referencia a la red que mediante el uso de sensores conecta diferentes elementos y facilita tanto la

recogida como el intercambio de información, lo que hace posible detectar cambios y actuar en tiempo real, de manera coordinada y autónoma.

Aplicado a la Industria 4.0, el IoT pretende que todos los dispositivos sensores y productos semiacabados, se comuniquen mediante redes de comunicación basadas en Internet. A través de controladores centralizados, los distintos dispositivos pueden interactuar, detectar cambios y actuar en tiempo real, tomando las decisiones de manera coordinada y autónoma.

Los 'Gateway IoT', también denominados 'Pasarelas inteligentes' o 'Nivel de control', son dispositivos físicos o programas de software utilizados como conexión entre los controladores, los sensores, los dispositivos inteligentes y la nube, mediante protocolos de comunicación como Ethernet, MQTT, Bluetooth, LTE-M o Wi-Fi.

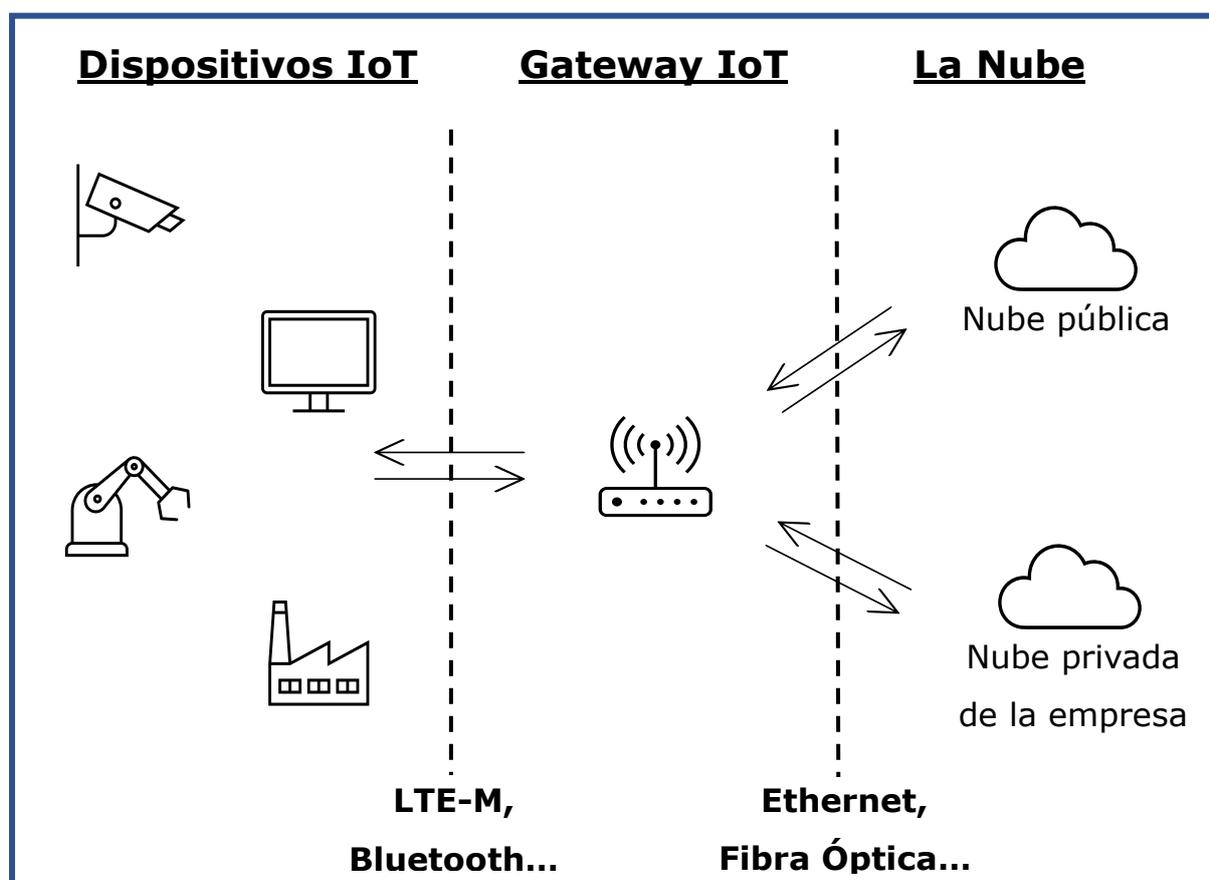


Figura 2. Gateway IoT: Modos y protocolos de transmisión de datos.

La información transmitida en ambas direcciones se filtra a través del Gateway, lo que sirve para proporcionar seguridad en la red al poder detectar ataques. Además, el Gateway procesa todos los datos antes de que lleguen a la nube, minimizando el volumen de información que se envía y aumentando la velocidad de respuesta.

La figura 2, representa esquemáticamente el funcionamiento de un Gateway IoT, en el que se muestran los distintos elementos que pueden interactuar en un sistema, así como los diferentes modos y protocolos de transmisión de datos.

- Robots autónomos

El uso de robots en la industria tiene ya una larga trayectoria, sin embargo, su aplicación en la Industria 4.0, implica un salto cualitativo en sus funciones. Los robots han adquirido nuevas habilidades, convirtiéndose en máquinas más autónomas y flexibles, capaces de ajustarse a las necesidades de la línea productiva en cada instante, mediante la automatización y coordinación de tareas de producción y logísticas. Todo ello, sin la supervisión humana. Además de reducir los costes, los robots generan un considerable incremento de la producción y, en muchas ocasiones, en la calidad final del producto.

El objetivo final dentro de la Industria 4.0, es conseguir robots colaborativos inteligentes, capaces de interactuar con otros robots, y que puedan trabajar con el ser humano y aprender de él.

- Sistemas de realidad aumentada

Los sistemas de realidad aumentada permiten la interacción de las personas con un espacio virtual en el que se ha añadido información, por ejemplo, gráficos generados por ordenador. Para ello, se necesitan dispositivos móviles y gafas de realidad aumentada, que permitan la interacción.

Los sistemas de realidad aumentada no están muy desarrollados en el entorno industrial en la actualidad, pero pueden llegar a brindar un

amplio rango de oportunidades dentro del sector. Por un lado, sería un método muy útil para la formación y el entrenamiento de los operadores, en un entorno de simulación en 3D, en el que poder interactuar con las máquinas. Por otro lado, se podría utilizar para informar a los trabajadores con datos en tiempo real.

- Simulación 3D

El uso de la simulación en 3D está muy extendido en las fases de ingeniería, para garantizar la eficiencia y calidad del producto final. Las herramientas utilizadas para realizar las simulaciones forman parte de un tipo de software conocido como 'Computer Aided Engineering' (CAE) [5], utilizados en el desarrollo y perfeccionamiento de los proyectos.

La Industria 4.0 busca aplicar esta tecnología a las plantas de fabricación, utilizando los datos en tiempo real de un proceso productivo. Con ello se crea una réplica virtual del sistema que recibe el nombre de 'Digital twin' [6], y que reproduce el funcionamiento real del sistema. Esto permite realizar pruebas, ajustando la configuración de los equipos y las tareas de los operarios involucrados, introducir mejoras y definir el proceso de forma virtual, para obtener el máximo rendimiento del sistema real.

Se pueden realizar múltiples tipos de análisis (dinámico, estático, térmico, de fluidos, acústico, electromagnético, etc.) con el sistema virtual, que permiten detectar fallos en el sistema, y ayudan a la creación de soluciones eficientes.

- Sistemas de integración vertical y horizontal

Normalmente en las empresas, los distintos departamentos no están integrados, lo que dificulta la comunicación entre ellos. Y tampoco existe un intercambio fluido de información entre los distintos departamentos y los proveedores o clientes.

La Industria 4.0 propone una mayor cohesión entre departamentos, funciones, proveedores y clientes, a través de la creación de plataformas

de intercambio de datos entre las distintas áreas de trabajo, para alcanzar la gestión integral y obtener una cadena de valor completamente automatizada.

- Ciberseguridad

El incremento de la conectividad tanto dentro de la empresa, como con proveedores y clientes, y los nuevos protocolos de comunicación, hace que los sistemas sean más susceptibles de sufrir ataques externos.

Uno de los pilares fundamentales de la Industria 4.0 es la ciberseguridad, indispensable para proteger los datos y sistemas de las empresas de potenciales amenazas externas (ataques, acceso no autorizado, manipulación de datos...), que desemboquen en la pérdida de información o en problemas en la producción.

Por este motivo, es cada vez más común que las empresas de producción se asocien con empresas de ciberseguridad para crear redes seguras de comunicación e intercambio de información.

La mayoría de estas tecnologías están siendo aplicadas de forma aislada en procesos productivos en la actualidad, lo que impide que las empresas alcancen su máximo potencial.

Al unificar todas estas tecnologías, se redefinen las relaciones entre proveedores, clientes y productores, obteniéndose un sistema autónomo e integrado, la base de la Industria 4.0.

La contribución de las plataformas software a la Industria 4.0 se basa en la estandarización de datos, interfaces y métodos de transmisión de información, con independencia de los sistemas operativos y los protocolos que se utilicen.

Otra importante aportación a la industria se produce a través de la creación e introducción de dispositivos virtuales en sistemas ya existentes, donde se optimizan y se vinculan a nuevos sistemas. Esto se consigue mediante el empleo de herramientas de Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE).

4 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y HERRAMIENTAS CAE DE SOPORTE DISPONIBLES

4.1 Posicionamiento en el sector y requerimientos de la empresa

Por razones de confidencialidad, no es posible exponer ampliamente las características de la empresa en la que se centra este estudio. Cabe sin embargo comentar que se trata de una pequeña/mediana empresa y que su ámbito o área de trabajo se desarrolla en el sector de la ingeniería eléctrica y energética.

Sus actividades giran en torno al diseño, montaje y puesta en marcha de equipos eléctricos para la industria en general. Más concretamente, se centran en el desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas con elevados niveles de eficiencia energética, y se especializa en el diseño de armarios eléctricos y sistemas de control, así como en su montaje, instalación y puesta en marcha.

Realiza contrataciones y subcontratas tanto de desarrollo a la medida del cliente ("full custom"), como de actualización y adaptación de equipos.

Para ello, la empresa en cuestión dispone de un equipo de cinco ingenieros dedicados al diseño de cuadros de control eléctricos y a la verificación de su operación "in situ". Al mismo tiempo, cuenta con un equipo de seis técnicos dedicados al mantenimiento de los mismos.

La empresa utiliza el sistema informático modular SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing) para administrar sus recursos humanos, productivos, logísticos, de inventario, contabilidad, gestión de costes y beneficios, etc. Este sistema está relacionado con los sistemas ERP (Planificación de Recursos Empresariales), ya que se trata de un sistema

de información que permite gestionar las diferentes acciones de una empresa.

En la actualidad la empresa cuenta con varias herramientas CAE que le permiten llevar a cabo el desempeño de su trabajo, tal como SEE Electrical y ELCAD, utilizados en el diseño y fabricación de diagramas y armarios eléctricos. Sin embargo, la necesidad de utilizar diferentes herramientas software en la creación de un único proyecto acarrea diversos inconvenientes relacionados con la gestión y la estandarización de los mismos, la creación de documentación y la planificación, a la vez que dificulta la colaboración entre departamentos. A este respecto, la empresa pretende conseguir una gestión integral como ayuda para reducir costes y mejorar la productividad, en línea con las premisas de la Industria 4.0.

Como objetivos a corto/medio plazo la empresa está interesada en lo que se podría resumir en los siguientes tres aspectos fundamentales:

- Reducción de tiempos de diseño y realización de proyectos.
- Disminución de costes de ingeniería.
- Actualización programada de equipos y control de obsolescencia.

Los dos primeros aspectos van claramente unidos. Ambos se verían beneficiados de un incremento en:

- Facilidad de rediseño y adaptación al cliente, a partir de proyectos previamente realizados.
- Adaptación y/o actualización automatizada de equipos y documentación de proyectos.
- Interacción con el cliente (participación en el desarrollo del proyecto).
- Evaluación anticipada de costes de rediseño/actualización.

El tercer aspecto trata de establecer un nuevo campo de actuación de la empresa: ofrecer al cliente un tipo de mantenimiento integral programado en el tiempo. Con ello se pretende la actualización permanente de equipos a medida que las disponibilidades del mercado permitan realizar

modificaciones y mejoras de los equipos previamente diseñados en aspectos tales como componentes, consumo, etc., que repercuten en la eficiencia y costes derivados.

- La automatización de estas tareas de rediseño, basadas en gran medida en el manejo eficiente de la documentación del proyecto, permitirían ofrecer este servicio con un coste asumible por el cliente.

En definitiva, los objetivos pueden resumirse en:

- Reducir los costes de diseño y/o adaptación y de producción.
- Reducir los tiempos de entrega.
- Incrementar la estandarización de los productos ofertados.
- Mejorar los niveles de calidad y fiabilidad.
- Simplificar el mantenimiento.
- Automatizar las actividades y procesos.
- Reducir el espacio físico destinado a inventarios de proyectos y componentes.

4.2 Herramientas CAE disponibles en el mercado en el contexto Industria 4.0

En lo que respecta a las herramientas CAE, el campo de la ingeniería energética ha cambiado en los últimos años. Diversos paquetes software aunando herramientas de diseño y de gestión han llegado al mercado, incorporando diversos criterios de la Industria 4.0.

Estas nuevas herramientas software, simplifican el trabajo interno de la empresa al unificar en un mismo entorno de trabajo, tareas como el diseño, la creación de documentación y la gestión de proyectos, que anteriormente requerían la utilización de diferentes herramientas generalmente inconexas. Además, propician trabajar con datos actualizados e información obtenida en tiempo real de los procesos productivos, lo que permite

optimizar los tiempos de diseño y fabricación, así como los costes asociados.

Los requerimientos mencionados en el apartado anterior quedarían solventados con la utilización de una herramienta con estas capacidades.

Tras un análisis de las características básicas de algunas de las principales herramientas y teniendo en cuenta las particularidades de la empresa a la que se orienta este proyecto, se ha decidido focalizar el estudio detallado en el software de EPLAN [7], [8].

4.3 EPLAN. ANÁLISIS TÉCNICO

EPLAN es una empresa líder a nivel mundial en el sector de la ingeniería asistida por ordenador (CAE) por el desarrollo de su software de diseño eléctrico, que proporciona soluciones de servicio para los diferentes campos de la ingeniería eléctrica, automática y mecatrónica, abarcando desde la planificación de los proyectos hasta el diseño de equipos de conmutación y mazos de cables [7].

La unión de los diferentes módulos que ofrece EPLAN se denomina 'EPLAN Platform' [8]. Esta plataforma permite trabajar de forma interdisciplinar en los proyectos de ingeniería de una empresa, al conectar todas las soluciones de EPLAN entre sí y generar la base de los sistemas expertos que se utiliza en la creación de los proyectos. Además, gracias a la aplicación de la ingeniería paralela, es capaz de proporcionar información en tiempo real de cada una de las etapas de un proyecto, facilitando la obtención de la solución óptima.

En la figura 3, se representa el modelo común de datos y cada una de las herramientas necesarias para poder generar un proyecto EPLAN, así como cada uno de los módulos que están englobados dentro de EPLAN Platform (parte central de la figura).

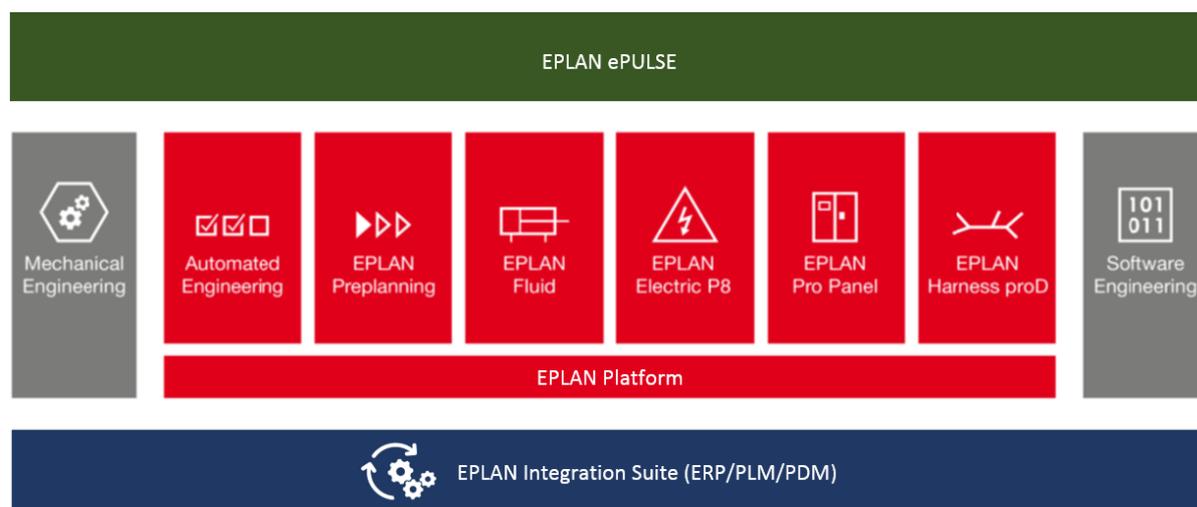


Figura 3. Estructura de EPLAN [9].

A continuación, se detallan por separado cada uno de los bloques que forman el diagrama de generación de proyectos EPLAN [10] que recoge la figura 3.

- Mechanical Engineering

El bloque 'Mechanical Engineering' engloba todas las herramientas de modelado 3D, tales como SolidWorks, CATIA, Creo, etc., utilizadas para crear los elementos mecánicos del proyecto. Además, utilizando el software proporcionado por los diferentes módulos de EPLAN Platform, crea los parámetros que controlan los diferentes elementos mecánicos generados, que conforman el sistema.

- Software Engineering

La programación de todo el sistema se realiza por medio del bloque 'Software Engineering', donde se estudia el sistema y se asegura su correcto funcionamiento.

- EPLAN Integration Suite

'EPLAN Integration Suite' permite integrar las soluciones de software de EPLAN con los sistemas ERP, PLM y/o PDM ya existentes en la

empresa [11], como pueden ser SAP, SIEMENS Teamcenter, Windchill 11, PROCAD PRO.FILE, AUTODESK VAULT, etc.

- ERP ('Enterprise Resource Planning' o 'Planificación de Recursos Empresariales') es el software de gestión empresarial utilizado para gestionar y planificar todas las actividades y procesos de la empresa, facilitando el flujo de información y fomentando así la toma de decisiones basadas en datos reales en cada momento.
- PLM ('Product Lifecycle Management' o 'Gestión del Ciclo de vida del Producto') es el software utilizado en la empresa para simplificar los procesos y hacerlos más rápidos y eficientes, al administrar los productos a través de la integración de datos y flujos de trabajo, a lo largo del ciclo de vida del producto.
- PDM ('Product Data Management' o 'Gestión de Datos de Producto') puede ser considerado como una rama del PLM, cuyo principal objetivo es la correcta gestión de los metadatos y archivos vinculados al diseño de los productos, mediante el almacenamiento de modelos en 3D o archivos CAD generados.

Con dichas integraciones, se consigue el intercambio bidireccional de datos entre los sistemas ERP, PLM y/o PDM de la empresa y el programa EPLAN, que se traduce en un entorno de trabajo personalizado en el que todos los procesos, desde la obtención de datos maestros hasta la generación de esquemas y planos, se obtienen directamente desde EPLAN Platform.

Del mismo modo, los documentos generados en EPLAN como listas de materiales o el proyecto completo creado, se pueden transferir al sistema de la empresa.

La importancia de esta función reside en la capacidad de la plataforma de transferir datos del proyecto EPLAN a soluciones

mecatrónicas y otros entornos de software, obteniendo un procesamiento óptimo.

- EPLAN ePULSE

'EPLAN ePULSE' [8], [12], es un ecosistema de ingeniería basado en la nube, en el que el proyecto, así como toda la información relativa a él, que facilita el trabajo en todos los niveles del mismo al permitir el intercambio de datos entre las distintas disciplinas que intervienen. Todos los participantes del proyecto pueden de forma sencilla, acceder, visualizar y modificar la última versión del diseño.

EPLAN ePULSE es la base para la red de sistemas Cloud formada por 'EPLAN eVIEW', 'EPLAN eBUILD' y 'EPLAN Data Portal' [8].

- Common Data Model

En 'Common Data Model' (no reflejado en la figura 3) se instalan todos los datos referentes al sistema de control específico de la máquina o del sistema implicado en el proyecto, haciendo las funciones de una base de datos.

- EPLAN Platform

EPLAN Platform [8] es la plataforma modular de EPLAN que conecta todas las herramientas software de la empresa, con lo que se crea un entorno de trabajo único en el que todas las disciplinas de la ingeniería están interconectadas, pudiendo realizar diferentes tareas del proyecto en paralelo.

Utiliza una base de datos uniforme para todos los módulos de software, lo que facilita la transferencia de información entre ellos, permitiendo que los datos del proyecto y la información del diseño se actualicen de forma continua.

La plataforma promueve que los usuarios estandaricen su información y reutilicen los datos generados de forma sencilla, mediante la utilización de las plantillas de esquemáticos creadas con

'EPLAN Cogineer', para el entorno de la ingeniería eléctrica y la ingeniería de fluidos.

4.3.1 EPLAN ePULSE

EPLAN eVIEW, EPLAN eBUILD y EPLAN Data Portal, constituyen el ecosistema creado en la nube denominado EPLAN ePULSE [8], [12], una herramienta eficiente para Big Data y estandarización de procesos.

El sistema EPLAN ePULSE es la solución en la nube diseñada por EPLAN que facilita la digitalización y optimización de los proyectos. A medida que estos se desarrollan, se sube a la nube toda la información generada y los datos obtenidos, que pasan a estar disponibles para todos los usuarios, desde el departamento de ingeniería, pasando por el departamento de fabricación y montaje, el servicio de mantenimiento y el usuario final. Esto se traduce en una plataforma enriquecida y adaptada a las necesidades del proyecto.

Dentro de la empresa, la plataforma en la nube de EPLAN, permite la colaboración y el intercambio de información de forma segura entre distintos departamentos durante el proceso de diseño de un proyecto, lo que simplifica la coordinación interdepartamental.

Todos los datos almacenados en la nube, así como toda la información generada en el proceso de creación del proyecto y la documentación del cliente, se combinan en una única base de datos común, que permite simplificar y automatizar todos los aspectos del entorno digital.

Para el usuario final este sistema tiene tres grandes beneficios. Al almacenar toda la información en la nube, no es necesario que el usuario gestione ningún tipo de hardware para conservar la información. Además, en la nube se tiene acceso a la última versión de la plataforma, lo que repercute en el mantenimiento del software. Y desde el punto de vista de los diseñadores del proyecto, se aseguran tener en todo momento la versión más reciente del mismo, así como todas las anotaciones,

comentarios y modificaciones, realizados durante la creación del proyecto por cada uno de los integrantes del equipo.

Para proporcionar todos los servicios basados en la nube, EPLAN se sirve de 'Azure Cloud', el servicio de computación en la nube de Microsoft.

EPLAN eVIEW

El sistema eVIEW está diseñado de forma que toda la información del proyecto esté disponible en la nube y sirva como fuente de información, siendo la parte referente a la ingeniería del proyecto únicamente accesible por personas previamente autorizadas [13].

Una vez el departamento de diseño comparte el proyecto en la nube de EPLAN, los clientes y demás agentes involucrados, pueden acceder a la plataforma a través de un navegador, para visualizar el estado del proyecto, obtener datos y comentar los cambios efectuados. Para ello, EPLAN eVIEW consta de dos herramientas con las que hacer sugerencias y anotaciones, sin modificar la última versión del trabajo, llamadas 'Redline tool' y 'Greenline tool'.

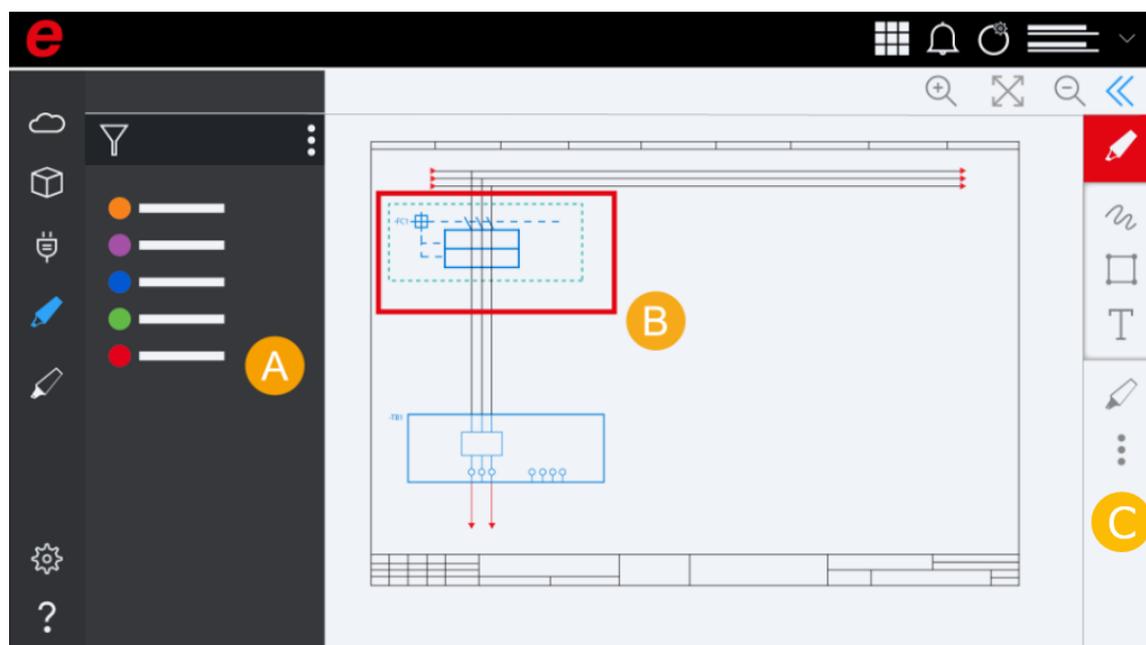


Figura 4. Vista de la interfaz EPLAN eVIEW al utilizar la herramienta Redline [13].

Redline es una herramienta con la que crear formas geométricas, líneas y trazos, así como añadir textos, que recibe su nombre por el aspecto que tiene en la interfaz de usuario. Se utiliza con la idea de facilitar la comunicación entre los empleados del área de producción y mantenimiento con los diseñadores, al añadir las anotaciones directamente en la última versión de los esquemas eléctricos. Cada una de las anotaciones realizadas se almacenan en un listado, Redlining, que puede ser consultado en todo momento para conocer las solicitudes de cambio, las modificaciones y los comentarios que se han realizado en el desarrollo del proyecto.

Al acceder a un proyecto a través de EPLAN eVIEW, y utilizar la herramienta Redline, la interfaz queda dividida en tres secciones.

A- Estatus de cada Redline

- Borrador
- Revisado
- Aprobado
- Terminado / Hecho
- Eliminado

B- Redline

C- Herramientas de Redline

- Selección
- Croquis
- Líneas
- Rectángulos
- Polígonos
- Texto

Como se observa en la figura 4, la zona central es donde se visualiza el proyecto, y donde se realizan las diferentes anotaciones haciendo uso de

las herramientas que se encuentran colocadas a la derecha de la pantalla, en la barra de herramientas (C) de eVIEW. A la izquierda de la pantalla (A) es donde quedan almacenadas todas las anotaciones y comentarios, organizados según el estado actual de cada una de las peticiones. Es ahí donde se puede obtener la información de todas las modificaciones que se han realizado a lo largo del desarrollo del proyecto, así como las solicitudes de modificación que quedan pendientes de realizar o aprobar, e incluso aquellos cambios denegados.

Por otro lado, la herramienta Greenline está diseñada para añadir notas y comentarios personales en la documentación de la nube, que no están disponibles para otros diseñadores o el personal de producción y mantenimiento. Con esta herramienta únicamente se pueden realizar anotaciones en la documentación en 2D y son exclusivamente visibles dentro del entorno del navegador.

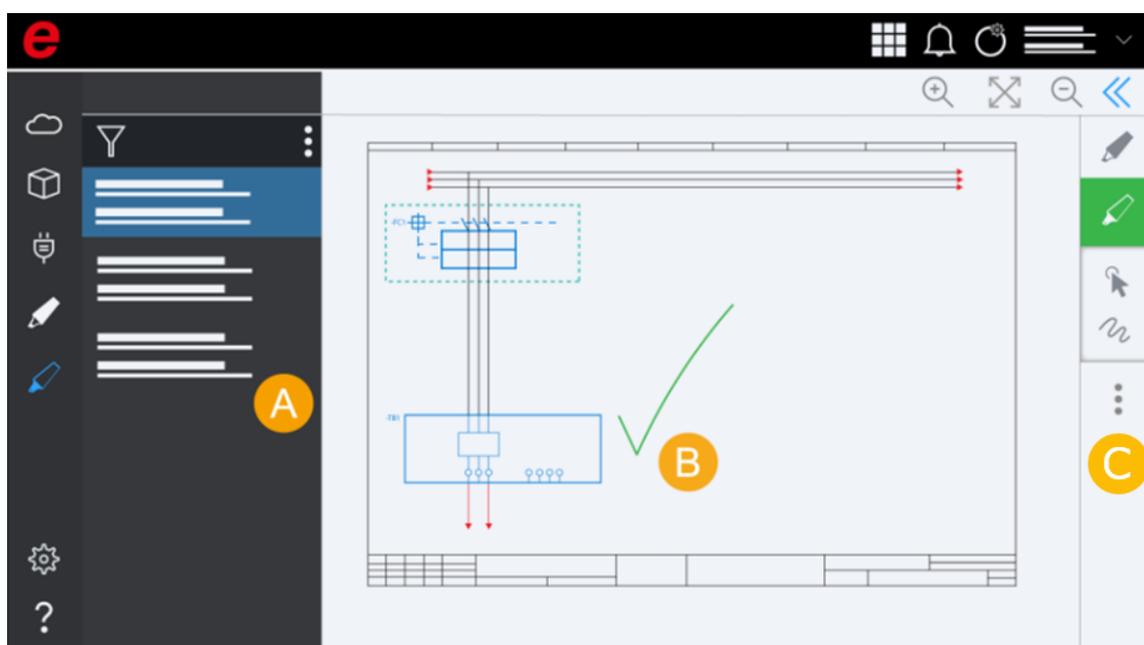


Figura 5. Vista de la interfaz de EPLAN eVIEW al utilizar la herramienta Greenline [13].

A- Anotaciones referentes al Greenline

B- Greenline

C- Herramientas de Greenline

- Selección
- Croquis

Al igual que ocurre al acceder a EPLAN eVIEW para utilizar la herramienta Redline, cuando se maneja la herramienta Greenline, la interfaz queda dividida en tres secciones. Véase figura 5.

En la zona central de la pantalla (B), se visualiza la documentación en 2D, y es donde se realizan las anotaciones. A la izquierda de la pantalla se visualizan los comentarios realizados para ampliar la información de las anotaciones.

EPLAN eBUILD

EPLAN eBUILD [14] es una herramienta universal de EPLAN basada en la nube que permite generar de forma automática y estandarizada la documentación de un proyecto, desde datos de ingeniería hasta esquemáticos eléctricos.

Esta herramienta no solo crea de forma automática los diagramas eléctricos, sino que permite al diseñador realizar modificaciones sobre el archivo generado, y si fuese necesario, diseñar de forma manual los esquemáticos.

Los datos necesarios para generar la documentación del proyecto se administran en una biblioteca, que se almacena en la nube de EPLAN, pudiendo ser utilizada y actualizada automáticamente por todas las partes involucradas en el desarrollo.

Además de las bibliotecas predeterminadas, esta herramienta permite crear bibliotecas específicas para cada proyecto, para adecuar la documentación generada a las necesidades específicas de la empresa. La función de EPLAN con la que se crean las bibliotecas se denomina 'Proyecto de macros', y permite organizar por módulos las macros necesarias para el proyecto.

El trabajo con eBUILD, se realiza en dos pasos; primero, se crea en 'Designer' la base para la generación automática de la documentación del proyecto, definiendo los configuradores y las normativas mediante las macros que proporciona EPLAN; y a continuación, se genera la documentación en 'Project Builder', introduciendo la información específica del proyecto.

Empleando Designer, se establece la base de trabajo necesaria para el correcto funcionamiento de Project Builder, mediante la creación de 'Typicals de macros', 'Grupos de Typicals' y configuradores [14], [15].

- Typicals de macros

Es el nombre que recibe la estructura organizativa donde se almacenan y gestionan las macros necesarias para generar la documentación del proyecto. Cada Typical de macros, representa una parte de la instalación que se quiere configurar, una función determinada o un planteamiento técnico. Para ello, se indica la posición de la macro en el esquema y se definen las variables de configuración y los valores estándar.

- Grupos de Typicals

Se denomina grupos de Typicals a la agrupación de las funciones parciales (Typicals), junto con las relaciones existentes entre ellas, que se definen mediante variables de configuración.

- Configurador

El configurador contiene todos los Typicals de macros y todos los grupos de Typicals que se han almacenado en la biblioteca, y planifica todas las posibles variantes del proyecto.

A través de la interfaz de Designer (figura 6), en 'Configuration variable', se definen una a una, todas las variables de configuración necesarias para crear las reglas, establecer las interacciones entre macros, Typicals de

macros y Grupos de Typical; y concretar los parámetros y los campos de entrada, que aparecen en Project Builder.

A la hora de definir una variable de configuración, es necesario rellenar cinco campos en la interfaz. El primero de ellos es 'Display name' (A) donde se da el nombre a las variables, con el que se desea que aparezca en Project Builder. El segundo campo que hay que especificar es 'Type' (B), donde se selecciona el tipo de variable entre las cuatro opciones disponibles, 'Integer' (números enteros), 'Double' (números decimales), 'String' (secuencia de caracteres que puede contener letras y números) y 'Boolean' (verdadero o falso). Seguidamente aparece la casilla 'Mandatory' (C), que, al ser seleccionada, hace que en Project Builder sea obligatorio darle un valor a la variable.

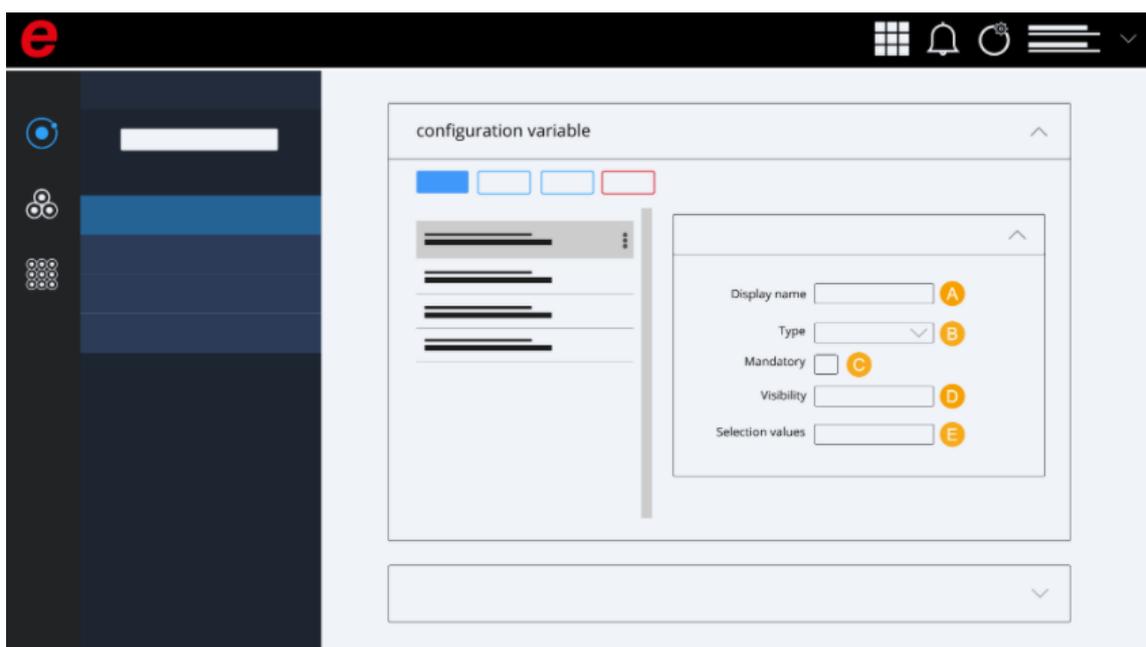


Figura 6. Vista de la interfaz Designer de EPLAN para definir las variables de configuración del proyecto [14].

En 'Visibility' (D), se configuran los campos de entrada y se establecen las condiciones para que sean visibles en la interfaz de Project Builder. Por último, en el campo 'Select values' (E) puede crearse una lista desplegable con valores predefinidos, para impedir la introducción de valores aleatorios.

La estructura fijada en Designer es la que determina los siguientes aspectos del Project Builder:

- Las variables con valores estándar no son accesibles.
- Si se establece la posición de una macro, no podrá modificarla.
- En Typicals de macros se deben utilizar variables de configuración para representar las interacciones entre los diferentes elementos del esquemático.

La interfaz de usuario de Designer (figura 7), que permite definir los configuradores consta de tres áreas: la barra lateral, situada a la izquierda de la pantalla, donde aparecen los Typicals de macros, los grupos de Typicals y los configuradores que existen en la biblioteca; la pestaña 'Grupo de Typicals' o 'Configuradores', en el lado derecho de la pantalla, que despliega una lista con todos los Typicals de macros o los grupos de Typicals que se pueden agregar al área de trabajo; y finalmente , en el centro de la pantalla se encuentra el área de trabajo donde se edita el elemento que previamente se ha seleccionado en la barra lateral. En la zona superior del área de trabajo están todas las variables de configuración creadas que tienen relación con el elemento abierto. Estas variables, se pueden utilizar en la zona inferior del área de trabajo, donde aparece un resumen de todos los elementos que se añaden. Es en esta zona, seleccionando el elemento, puede editarse y obtenerse información detallada, por ejemplo, sus interdependencias con otros elementos.

Una vez fijadas las bases de los configuradores y definidas las normas en Designer, se realiza la configuración específica en Project Builder, y de forma automática, se obtiene la documentación del proyecto para diferentes opciones de diseño. La configuración específica que se realiza en Project Builder es guiada, y se lleva a cabo mediante la selección de valores en las listas predefinidas, completando parámetros y utilizando casillas de verificación.

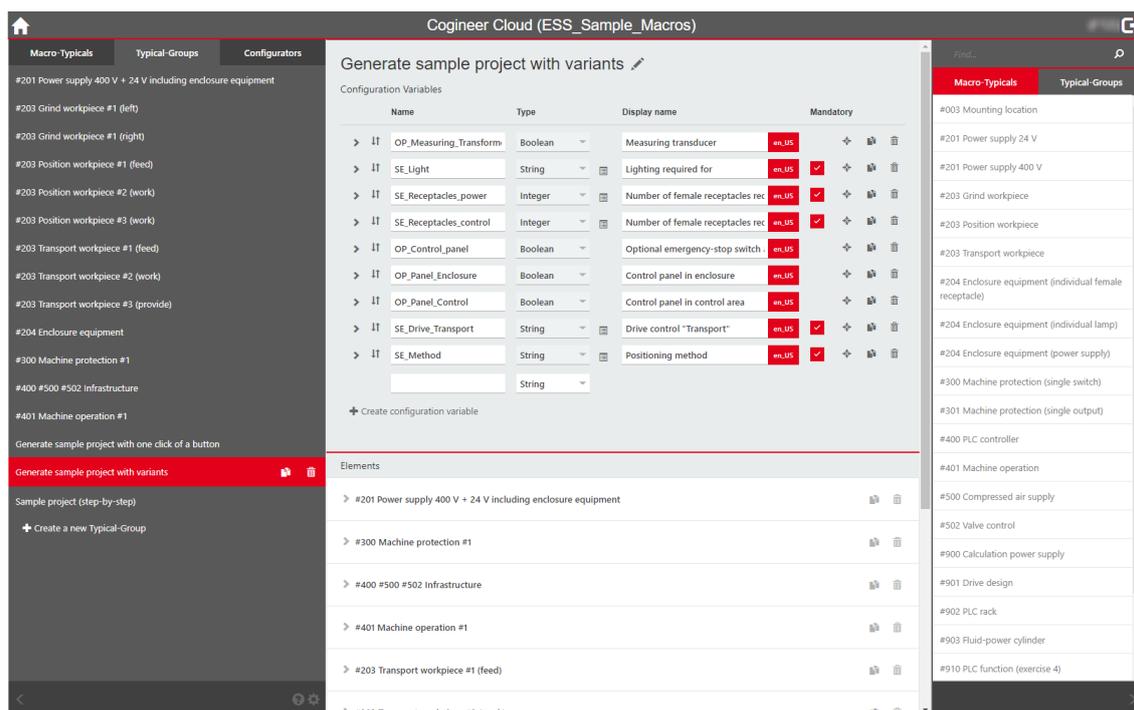


Figura 7. Vista de la interfaz de Designer de EPLAN [14].

Hay tres pasos a seguir para obtener dicha documentación:

- Determinar el proyecto de destino, donde se almacenará toda la documentación generada. Se puede crear un nuevo proyecto o utilizar uno ya abierto en la plataforma de EPLAN.
- Seleccionar el configurador que se necesita para crear la documentación del proyecto.
- Configurar los Typicals de macros y los grupos de macros PLC que maneja el configurador.
 - o Si es necesario modificar o ajustar un valor predeterminado en la macro, especificar el nuevo valor de la variable que maneja el configurador.
 - o Seleccionar las macros que tienen que aparecer en la documentación generada.

Una vez generada la documentación del proyecto, se almacena en EPLAN Platform, y desde esa interfaz se accede a ella.

Aunque EPLAN eBUILD forma parte de EPLAN ePULSE, el acceso a este entorno se realiza a través de EPLAN Platform, y la documentación generada, así como los esquemáticos se almacenan en la red de la empresa, dentro del proyecto creado con EPLAN. Para poder compartir esta información con los distintos departamentos mediante la nube ePULSE, se utiliza el servicio de EPLAN eVIEW, lo que permite controlar el acceso a la documentación a través del gestor de proyectos de EPLAN.

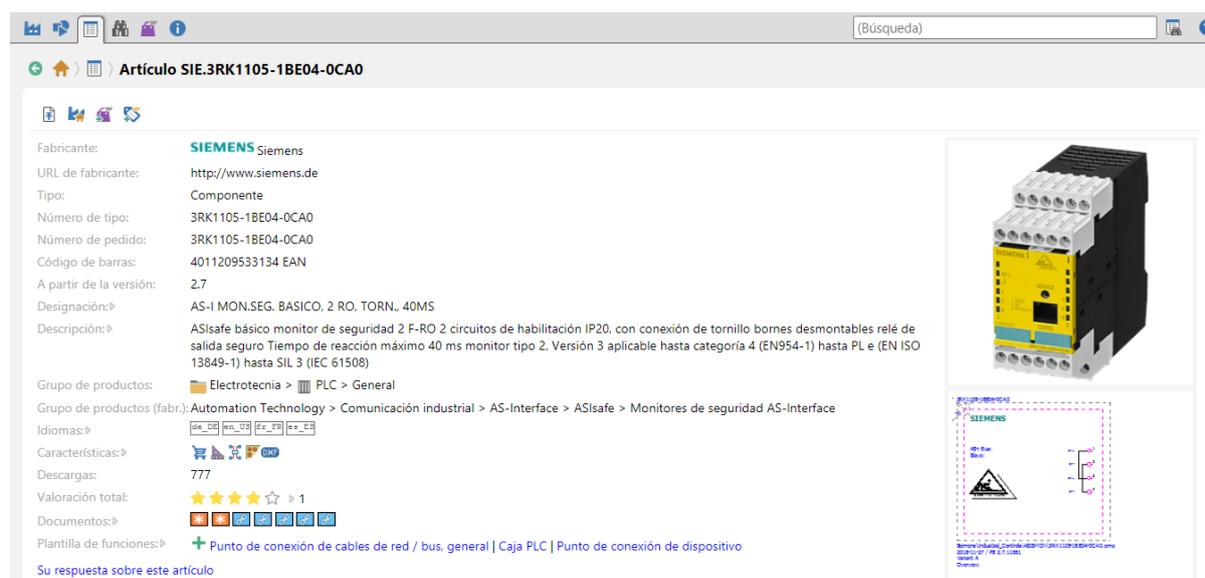
Para su correcto funcionamiento, EPLAN eBUILD requiere la instalación de al menos un módulo de EPLAN Platform (véase figura 3), por ejemplo, 'EPLAN Electric P8', 'EPLAN Fluid' o 'EPLAN Pro Panel', en la versión 2.8 o superior.

EPLAN Data Portal

EPLAN Data Portal [16] es una base de datos online de componentes utilizados en el diseño de la ingeniería eléctrica y de fluidos, que, en la actualidad, cuenta con más de 290.000 usuarios a nivel mundial. Este portal, facilita el acceso a catálogos de componentes de 315 empresas, entre los que se encuentran fabricantes como Schneider Electric, Siemens, Prysmian o General Electric. En la figura 8 se muestra un ejemplo de ficha técnica en Data Portal. Esto se traduce en un portal online con aproximadamente 970.000 componentes, con datos maestros de cada uno de ellos.

Estos datos maestros, además de contener datos alfanuméricos de cada una de las piezas, incorporan macros esquemáticos información en varios idiomas de las piezas, vistas previas en 2D y 3D de los elementos, y documentación adicional necesaria para el diseñador.

Una de las ventajas que ofrece esta herramienta, es el rápido acceso a documentación estandarizada y actualizada de los componentes. Además, los diseñadores pueden transferir los datos de los componentes de forma inmediata al proyecto de EPLAN.



The screenshot shows a technical data sheet for a Siemens PLC component (SIE.3RK1105-1BE04-0CA0) on the EPLAN Data Portal. The page includes a search bar at the top right and a breadcrumb trail: 'Artículo SIE.3RK1105-1BE04-0CA0'. The main content is organized into several sections:

- Fabricante:** SIEMENS Siemens
- URL de fabricante:** <http://www.siemens.de>
- Tipo:** Componente
- Número de tipo:** 3RK1105-1BE04-0CA0
- Número de pedido:** 3RK1105-1BE04-0CA0
- Código de barras:** 4011209533134 EAN
- A partir de la versión:** 2.7
- Designación:** AS-I MON.SEG. BASICO. 2 RO. TORN. 40MS
- Descripción:** ASIsafe básico monitor de seguridad 2 F-RO 2 circuitos de habilitación IP20, con conexión de tornillo bormes desmontables relé de salida seguro Tiempo de reacción máximo 40 ms monitor tipo 2, Versión 3 aplicable hasta categoría 4 (EN954-1) hasta PL e (EN ISO 13849-1) hasta SIL 3 (IEC 61508)
- Grupo de productos:** Electrotecnia > PLC > General
- Grupo de productos (fabr.):** Automation Technology > Comunicación industrial > AS-Interface > ASIsafe > Monitores de seguridad AS-Interface
- Idiomas:** es, en, fr, de, it, pt, ru, zh
- Características:** Includes icons for features like 'AS-I' and 'IP20'.
- Descargas:** 777
- Valoración total:** 5 stars, 1 review
- Documentos:** Includes icons for manuals and technical drawings.
- Plantilla de funciones:** Punto de conexión de cables de red / bus, general | Caja PLC | Punto de conexión de dispositivo

On the right side, there are two images: a photograph of the physical PLC component and a technical drawing showing the terminal block connection diagram.

Figura 8. Ficha técnica de un PLC de Siemens en la Plataforma EPLAN Data Portal [17].

Cuando se descarga un componente, este queda almacenado en la base de datos de la plataforma EPLAN en la empresa. Si el fabricante realiza una modificación o actualiza la documentación del componente en EPLAN Data Portal, se notifica al usuario a través de la plataforma, y se descarga de forma automática la información actualizada.

Algunos fabricantes ofrecen componentes que pueden ser modificados para cumplir con las especificaciones de un proyecto. Para utilizarlos, se selecciona dicho componente en la base de datos de EPLAN Data Portal, donde se abrirá un configurador externo en el que realizar los cambios y definir las especificaciones.

Una vez configurado el componente, este se descarga y se almacena en la base de datos de EPLAN Platform de la empresa.

4.3.2 EPLAN Platform

EPLAN consta de múltiples módulos, que en la herramienta reciben el nombre de 'Soluciones de Software', con los que optimizar los procesos de

ingeniería de la empresa. Al conjunto de todos los módulos se le denomina EPLAN Platform, y se divide en [8], [9], [18]:

- 'EPLAN Electric P8'
- 'EPLAN Pro Panel'
- 'EPLAN Preplanning'
- 'EPLAN Harness proD'
- 'EPLAN Fluid'

Una de las grandes ventajas de EPLAN Platform radica en ser una plataforma modulable, lo que permite configurar la herramienta y crear un entorno de trabajo que se ajusta a las necesidades específicas de cada empresa, mediante la adquisición e instalación, únicamente de aquellos módulos que tengan relación con el sector en el que la empresa desempeña su actividad.

A través de la plataforma, se consigue conectar todas las disciplinas de la ingeniería que intervienen en el diseño y construcción del proyecto, haciendo que las diferentes tareas se ejecuten en paralelo, minimizando los tiempos y los costes en la ejecución final del proyecto.

- EPLAN Electric P8

El software EPLAN Electric P8 es la herramienta de diseño para la ingeniería eléctrica de EPLAN. Proporciona múltiples posibilidades a la hora de planificar, diseñar y gestionar proyectos, a la vez que genera evaluaciones detalladas para la obtención de documentación estandarizada.

Una vez analizadas y definidas las conexiones entre los distintos dispositivos del sistema, permite diseñar la configuración de cableado que mejor se adapte al proyecto, y de manera automática el software realiza los cálculos necesarios para determinar el tipo de cable que hay que utilizar y la longitud de cada uno.

Los sistemas que se analizan con EPLAN Electric P8 son muy variados, pudiendo ser de alta, media o baja tensión, en función de las necesidades

del usuario. La herramienta permite generar desde pequeños diagramas unifilares, hasta diagramas más complejos, en los que se define el funcionamiento y las conexiones entre diferentes módulos interconectados de un mismo sistema.

En la documentación generada con EPLAN Electric P8, en la que se recogen los planos eléctricos del sistema, también se incluye la lista de componentes con todas sus especificaciones, y se determinan tanto los equipos de control como los actuadores del sistema. Toda la documentación se obtiene de forma automatizada utilizando los planos en 2D creados por el diseñador.

Una ventaja de trabajar con este software recae en la simplicidad de crear las listas de elementos directamente desde el propio plano 2D, haciendo que listas y planos estén interconectados, lo que, a su vez, disminuye los errores de fabricación al estar en todo momento la documentación actualizada.

Otra ventaja a la hora de realizar proyectos para diferentes mercados a nivel internacional es que el software EPLAN Electric P8 es compatible con múltiples estándares mundiales, lo que permite trabajar con una misma herramienta con la correcta simbología y terminología de cada mercado. Las normativas con las que puede trabajar el software son IEC para diseños a nivel europeo, NFPA para sistemas americanos, GOST para diseños rusos y GB para el mercado chino.

EPLAN Smart Wiring es una herramienta de simulación dentro de la solución de software EPLAN Electric P8, con la que configurar la disposición del cableado en la fabricación de armarios eléctricos. Esta herramienta trabaja en paralelo con EPLAN Harness proD, el software con el que recopilar documentación y diseñar en 3D el cableado y los mazos de cables.

Desde el punto de vista de montaje y mantenimiento, se simplifica el trabajo y se reducen los errores de los técnicos de cableado, al generar instrucciones en las que se detalla paso a paso el montaje del armario

eléctrico, los dispositivos y conexiones necesarios, así como el tipo de conexión y el enrutamiento del cableado.

- EPLAN Pro Panel

'EPLAN Pro Panel' es la solución de EPLAN para el diseño de armarios eléctricos en 3D, que aúna la representación virtual de la parte mecánica del sistema con la parte eléctrica generada utilizando EPLAN Electric P8. Esta herramienta permite acelerar los tiempos de diseño y aumentar la calidad de los proyectos.

Con este software se genera la versión digital en 3D del armario de control, a partir de la versión 2D del diseño. Véase el ejemplo de la figura 9. Para ello, el diseñador descarga el modelo en 3D de la base de datos del fabricante, almacenado en EPLAN Data Portal. Con los planos generados utilizando EPLAN Electric P8, en los que se detallan las conexiones que existen entre los diferentes componentes eléctricos, se diseña con EPLAN Pro Panel la estructuración en 3D del cableado dentro del armario, y el software, de forma automática, calcula las dimensiones del mismo.

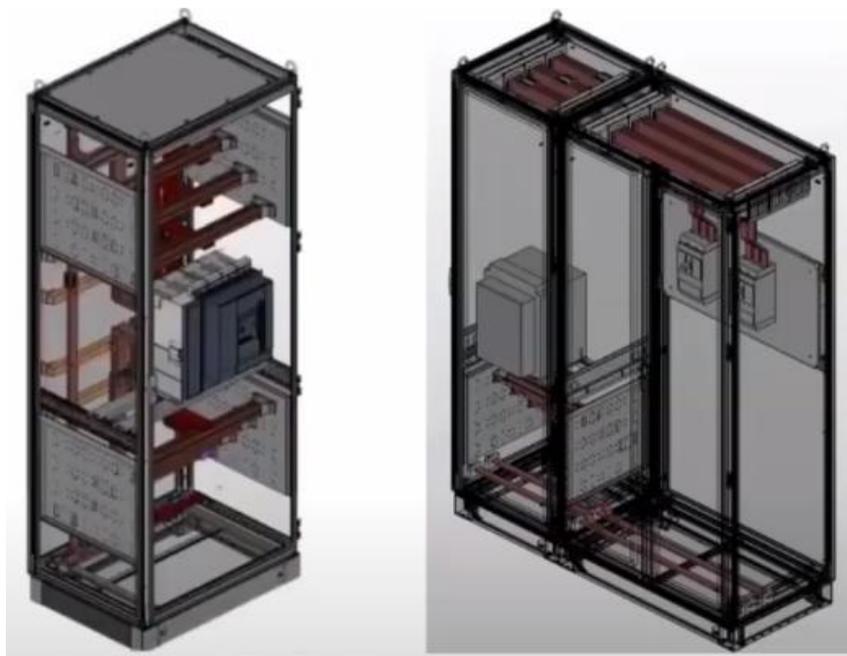


Figura 9. Armarios eléctricos diseñados con EPLAN Pro Panel [18].

Una vez completado el diseño del armario eléctrico, se extraen los planos en 2D de cada uno de los elementos que forman parte del panel, y se generan tanto la documentación de fabricación, en la que se enumeran las especificaciones y dimensiones de cada elemento, como las características y longitud del cableado necesario.

Además de la documentación de fabricación, EPLAN Pro Panel genera a partir del modelo en 3D, plantillas de perforación en 2D, desde diferentes perspectivas, disminuyendo el tiempo y los errores de fabricación y montaje de los armarios eléctricos.

- EPLAN Preplanning

La herramienta EPLAN Preplanning se utiliza en los primeros pasos de la planificación y diseño de los proyectos de ingeniería eléctrica e ingeniería de fluidos. Para realizar la preplanificación con este software, se importan listas de datos previamente obtenidos con aplicaciones externas y se introducen vistas generales de la maquinaria o el sistema, así como, los procesos gráficos y diagrama de instrumentación. La documentación que se obtiene con EPLAN Preplanning facilita las fases posteriores de planificación y diseño de ingeniería, ya que recoge información que describe la maquinaria o el sistema con que se va a trabajar, y la divide en estructuras y unidades significativas. Además, genera los primeros resúmenes gráficos, sobre los que se realiza un diseño general del sistema y crea listas que se envían al fabricante de todos los materiales iniciales necesarios, en las que se recogen todas las especificaciones de cada uno de los elementos, facilitando la previsión de partidas a largo plazo.

También se crean de forma automática, listas en las que se identifican todos los inputs, outputs y señales que necesita el sistema, así como el tiempo estimado de planificación, construcción y de utilización del software, para llevar a cabo el proyecto.

Otra ventaja que presenta este software es la posibilidad de importar archivos de formato DXF (Drawing Exchange Format) o DWG (DraWinG)

desde AutoCad, y utilizarlos como base gráfica sobre la que realizar la planificación eléctrica inicial.

- EPLAN Harness proD

EPLAN Harness proD es la herramienta de EPLAN con la que se diseña el cableado eléctrico de un sistema. Este software permite importar el modelo 3D del sistema generado en un software de diseño como SolidWorks, CATIA, Siemens NX, Creo, etc., combinarlo con el diagrama eléctrico creado con EPLAN Electric P8 y finalmente obtener la distribución del cableado eléctrico y su longitud. Toda la documentación creada con EPLAN Harness proD se genera a partir del modelo 3D con el cableado eléctrico ya integrado, y recoge el plano eléctrico, la lista de cada uno de los elementos representados y sus especificaciones, y otra lista donde se describen todos los cables utilizados. La herramienta permite automatizar los flujos de trabajo de cableado y diseño de mazos, así como el diseño de placas de montaje.

- EPLAN Fluid

EPLAN Fluid es un software de ingeniería con el que diseñar y documentar de forma automática todos los procesos en los que la energía se transmite a través de gases y fluidos. Se pueden generar esquemas de sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos de lubricación y refrigeración, cumpliendo las normas ISO 1219-1 e ISO 1219-2, que estipulan la simbología que se debe utilizar en esquemas neumáticos e hidráulicos, y la norma IEC 81346, de obligado cumplimiento para proyectos internacionales, en la que se describe la estructura de una instalación.

Utilizando la tecnología de macros, se crea una base de datos en la que la herramienta software almacena los esquemas con los que completar de forma automática la documentación de apoyo del proyecto (diagramas hidráulicos y neumáticos, diagramas de enfriamiento y disposiciones de paneles en 3D) y listas de datos de producción (facturas de materiales,

listas de tuberías, sensores y tubos y listas de ensamblaje de mangueras). Véase figura 10.

En EPLAN Fluid los esquemas se realizan mediante plantillas estandarizadas, que pueden ser modificadas (de forma manual) por el diseñador, y que contienen los datos eléctricos y de fluidos del proyecto.

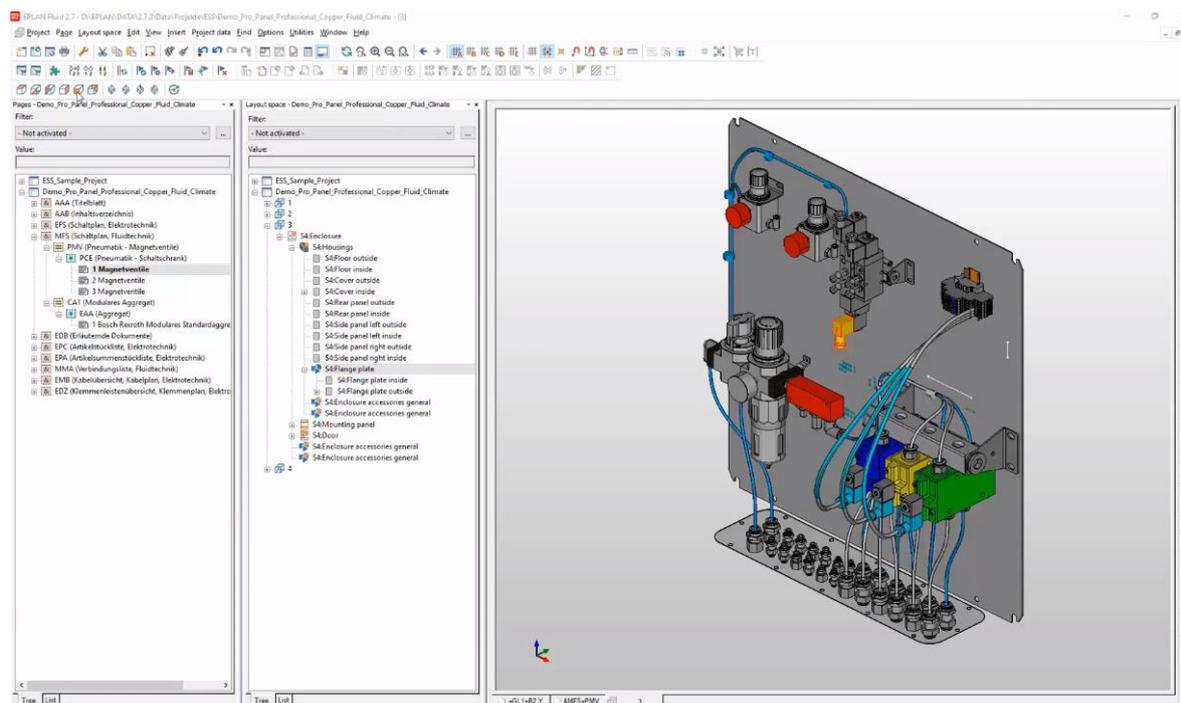


Figura 10. Disposición 3D de un panel diseñado con EPLAN Fluid [18].

Tras este análisis global de los módulos ofertados por EPLAN, se ha determinado que la solución EPLAN Electric P8, que aúna varios de los pilares fundamentales de la Industria 4.0, solventaría todas las necesidades de diseño y gestión que busca alcanzar la empresa. Y por este motivo, se ha decidido analizar en mayor profundidad las características propias de dicho módulo.

4.4 Áreas de interés para la empresa: EPLAN Electric P8

El área de interés de la empresa en la que se centra este trabajo coincide en líneas generales con las aplicaciones del módulo EPLAN Electric P8 de EPLAN Platform.

Por ello se procede, en primer lugar, a describir la interfaz de usuario de este módulo en concreto y seguidamente, a analizar las características y principales aplicaciones del mismo.

Al acceder a EPLAN Electric P8, se abre una interfaz de usuario preconfigurada, con dos zonas diferenciadas que se pueden modificar en tamaño y posición, en función de las necesidades del usuario.

En la zona de la derecha de la interfaz, aparece un área vacía que se utilizará como área de trabajo para las diferentes páginas abiertas del proyecto, y que recibe el nombre de "ventana principal". Alrededor de esta ventana se acoplan el resto de los elementos de trabajo necesarios, como la barra de herramientas, la barra de menú o el navegador de páginas.

En la zona izquierda de la ventana aparecen los llamados navegadores, donde se visualizan y editan los datos correspondientes a cada elemento de los proyectos abiertos en EPLAN. Se puede configurar el navegador para visualizar los elementos en formato lista, donde la información se muestra en forma de tabla, o en formato árbol, donde los elementos del proyecto se ordenan de manera jerárquica, en función de su identificador.

En la versión preconfigurada de la interfaz de usuario, en la ventana únicamente aparece el "navegador de páginas", un panel en el que se visualiza de manera ordenada todas las páginas de todos los proyectos abiertos.

En esta misma zona de la ventana se pueden acoplar otros navegadores, como el "navegador de medios de explotación", con el que se visualiza y edita las propiedades de todas las funciones que existen en el proyecto; el "navegador de regletas de bornes", con el que se editan las propiedades de los bornes y de las regletas de bornes; y el "navegador de cables", donde se modifican las propiedades de los cables y los apantallamientos.

Además de estas dos áreas, en la zona superior de la interfaz se encuentran las barras de herramientas, compuestas por botones con los que se accede de forma directa a las diferentes funciones de EPLAN Electric P8.

Desde la interfaz de usuario de EPLAN Electric P8 se pueden llevar a cabo múltiples acciones para adaptar el área de trabajo a las necesidades del usuario, tales como configurar la barra de herramientas para añadir las órdenes más utilizadas o modificar la asignación de las teclas para acceder a todas las funciones del programa mediante el teclado y el ratón, de forma más rápida. Además, el software permite desde la interfaz de usuario trabajar de manera simultánea con varias plantillas, filtrar conjuntos de datos y editar tanto el orden en el que se visualizan, como su clasificación.

EPLAN Electric P8 integra todas las disciplinas que intervienen en el proceso de diseño y desarrollo de proyectos del campo de la ingeniería eléctrica, potenciando la eficiencia y la gestión automatizada.

Los informes que se generan a partir de los diagramas de circuitos se convierten en un componente esencial para completar la documentación global, aportando datos necesarios para futuras fases del proyecto, como la producción, el montaje, la puesta en marcha y el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias.

Los datos obtenidos en las diferentes áreas del proyecto se comparten a través de las distintas interfaces del programa, garantizando el flujo de información entre departamentos. Gracias a esto, se consiguen procesos de ingeniería más rápidos, documentación coherente de alta calidad en todas las etapas del proyecto y una mayor calidad final del producto, además de la reducción significativa de los costes.

La versión base del software EPLAN Electric P8 proporciona las siguientes funciones.

- Informes de montaje

Esta herramienta de diseño eléctrico genera y actualiza de manera automática la documentación en la que se detalla de manera precisa el estado del proyecto en el que se está trabajando. Los informes de montaje engloban tablas de contenido, resumen de los identificadores de estructuras, listas de materiales, resumen de símbolos, listas de

conexiones, diagramas de terminales, listados y diagramas de cables, etc.

- Interconexión

Es posible introducir los datos del proyecto exportando documentos en formato .csv, .txt o .xml. Al eliminar la entrada manual de datos, se optimiza el tiempo de diseño y se eliminan posibles errores en los cálculos. Si el proyecto incluye documentación gráfica, el software de EPLAN permite importar archivos en formato DXF o DWG, y realizar los diseños sobre los planos iniciales.

Otro modo de introducir los datos del proyecto es mediante la exportación de PDF, que genera un archivo PDF inteligente en el que se crean referencias cruzadas con hipervínculos, lo que se traduce en una organización eficiente de los datos, en una estructura en árbol.

- Informes de artículos

Desde EPLAN se generan y actualizan automáticamente informes de los componentes que forman parte del proyecto. En dichos informes, aparecen listas de componentes que incluyen tanto las especificaciones de cada uno de ellos, como sus etiquetas identificativas.

Estas listas pueden enviarse en formato de archivo .txt, .xml o .csv al departamento de compras, lo que facilita la adquisición de los artículos adecuados, y disminuye la aparición de errores en el momento de la construcción y montaje.

- Informes generales

Los informes generales son listas precisas y sencillas de los componentes que se han utilizado en el esquema, en concreto, listas de todos los cables, enchufes y regletas de terminales que aparecen en los planos. Esto permite revisar los elementos utilizados y las propiedades de cada uno de ellos de forma eficiente, al revisar la estructura del proyecto.

- Módulo 'Mounting Panels'

El módulo 'Mounting Panels' permite elaborar proyectos de armarios eléctricos y placas de montaje, y agiliza el proceso de diseño. En la interfaz de la herramienta, aparece un navegador en el que se visualizan todos los componentes colocados en el proyecto (véase figura 11).

Gracias a este módulo es posible generar una lista preliminar de materiales desde el panel de montaje o el armario que se está diseñando. Además, permite añadir leyendas en los elementos del diseño, creando vínculos entre diferentes planos de un mismo proyecto.

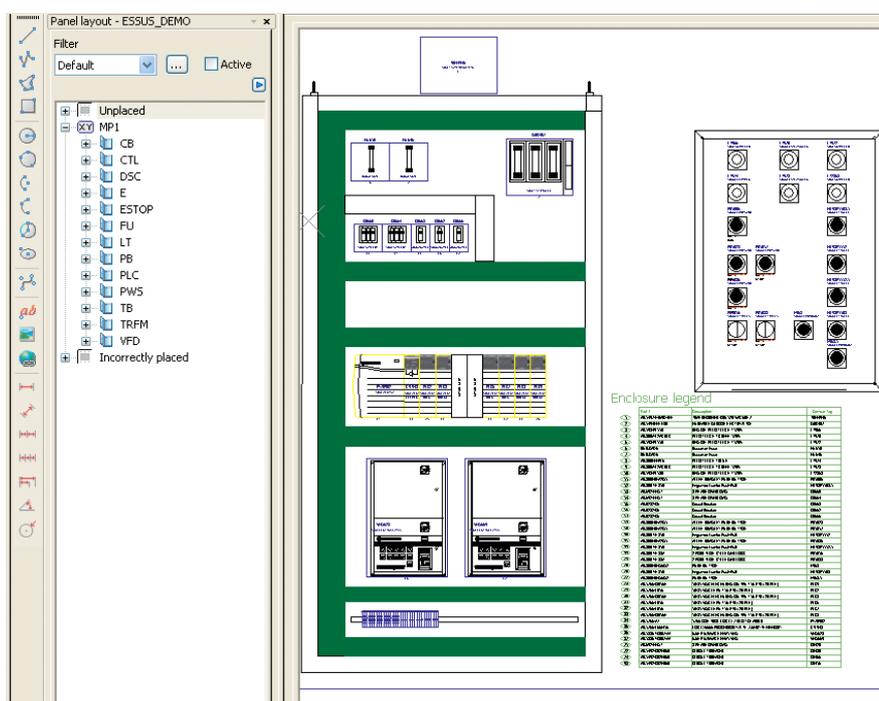


Figura 11. Plano de panel de montaje con leyenda de los elementos del diseño [19].

- Acceso multiusuario

Cuando se trabaja en grandes proyectos, son varios diseñadores los que colaboran en su creación, siendo la función multiusuario de EPLAN Electric P8 un pilar fundamental de la ingeniería colaborativa, al permitir el acceso y trabajo simultáneo de los diseñadores en un mismo proyecto. Esto es posible, ya que las modificaciones realizadas por un usuario se visualizan a tiempo real desde cualquier equipo conectado.

- Módulo 'PLC & Bus Extension'

El módulo 'PLC & Bus Extension' ayuda a gestionar las unidades de control PLC y las extensiones de tipo Bus.

Por un lado, permite acceder a la información de los PLC del proyecto a través de un navegador existente en la interfaz de EPLAN, y posteriormente direccionar, ordenar e importar o exportar los datos que contiene.

Por otro lado, proporciona una representación precisa y lógica de todos los dispositivos que se conectan mediante topología Bus, y permite gestionar las relaciones existentes entre ellos.

Con la última versión de EPLAN es posible representar tarjetas PLC con puntos de conexión programables. Los puntos de conexión de un PLC programable se definen a través del tipo de señal y de la función (entrada digital, salida digital o fuente de alimentación).

La documentación generada utilizando este módulo contiene las estructuras de Bus existentes en el proyecto, los diagramas PLC y las características que describen las tarjetas PLC programables.

- Módulo 'Single Line'

El módulo 'Single Line' permite plasmar de forma sencilla las conexiones entre dispositivos creando esquemas monopolares del sistema, además de generar documentación exclusivamente monopolar, tal como muestra el ejemplo de la figura 12.

Cuando en el esquema la densidad de cableado es elevada, las conexiones y cables se representan de manera simplificada mediante haces, utilizando símbolos de puntos de conexión agrupados, en los que se especifica con un texto identificativo el número de conexiones.

Además, el software dispone de una nueva función que permite trabajar con una única biblioteca de EPLAN para crear esquemas monopolares o multipolares, conservando en todo momento las propiedades del

conductor o dispositivo seleccionado. Es decir, cuando se selecciona un elemento, es el propio software el que determina el símbolo adecuado en función del esquema que se esté diseñando.

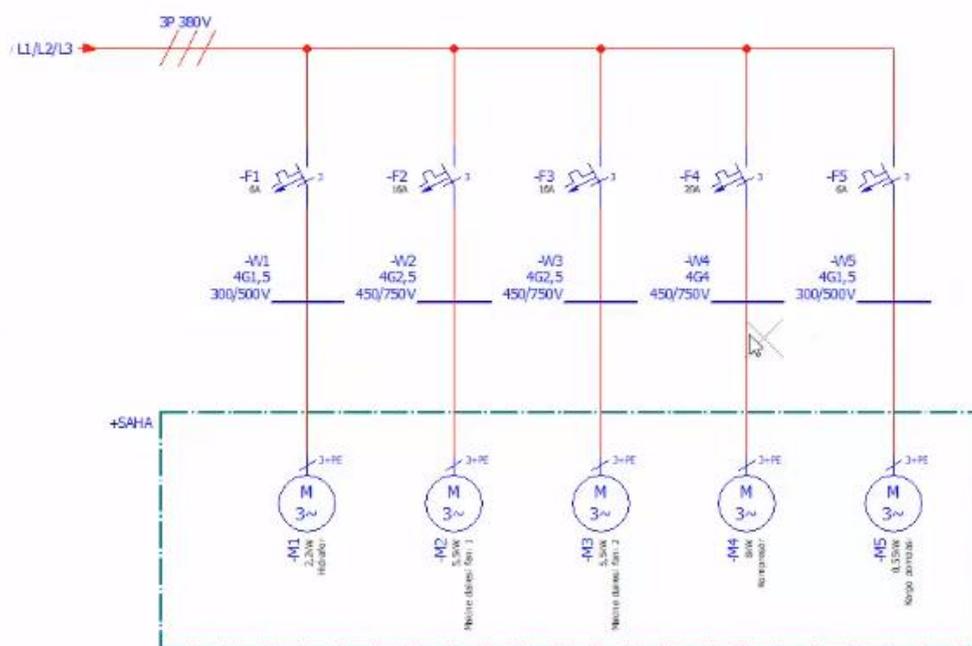


Figura 12. Esquema unifilar realizado con el módulo 'Single line' [19].

- Revisión de proyectos

EPLAN Electric P8 ejecuta de manera automática el seguimiento de las modificaciones que se realizan en el diseño, y documenta de forma detallada a través de listas o en formato gráfico, los cambios efectuados en el proyecto.

Esta función permite gestionar de manera eficiente la trazabilidad de los cambios, y reutilizar configuraciones previas a la modificación. Además, se puede "congelar" el estado de un proyecto, para compararlo en el futuro con la versión actualizada, ya que todas las especificaciones quedan almacenadas en el esquema. Los cambios pueden ser identificados, enumerados, resaltados gráficamente y comentados automáticamente por el usuario.

- Módulo 'Multi Language Translation'

El módulo 'Multi Language Translation' se convierte en esencial dentro del software, al permitir al usuario trabajar en su propio idioma y utilizar simbología estandarizada y caracteres Unicode, cuando se realizan proyectos destinados al mercado internacional.

Aunque los textos se traducen de forma online automáticamente, esta función de EPLAN permite trabajar con agencias externas de traducción e integrar en el proyecto los datos generados a través de archivos .xml y .txt.

- Informes gráficos

La documentación creada con EPLAN contiene informes gráficos, orientados al proceso de instalación de los dispositivos en el sistema. En concreto, se generan diagramas que describen el tipo de señal y la energía que fluye entre los elementos conectados. Los informes gráficos que se generan incluyen diagramas de conexiones de terminales, de pines, de cables y de dispositivos. Véase figura 13.

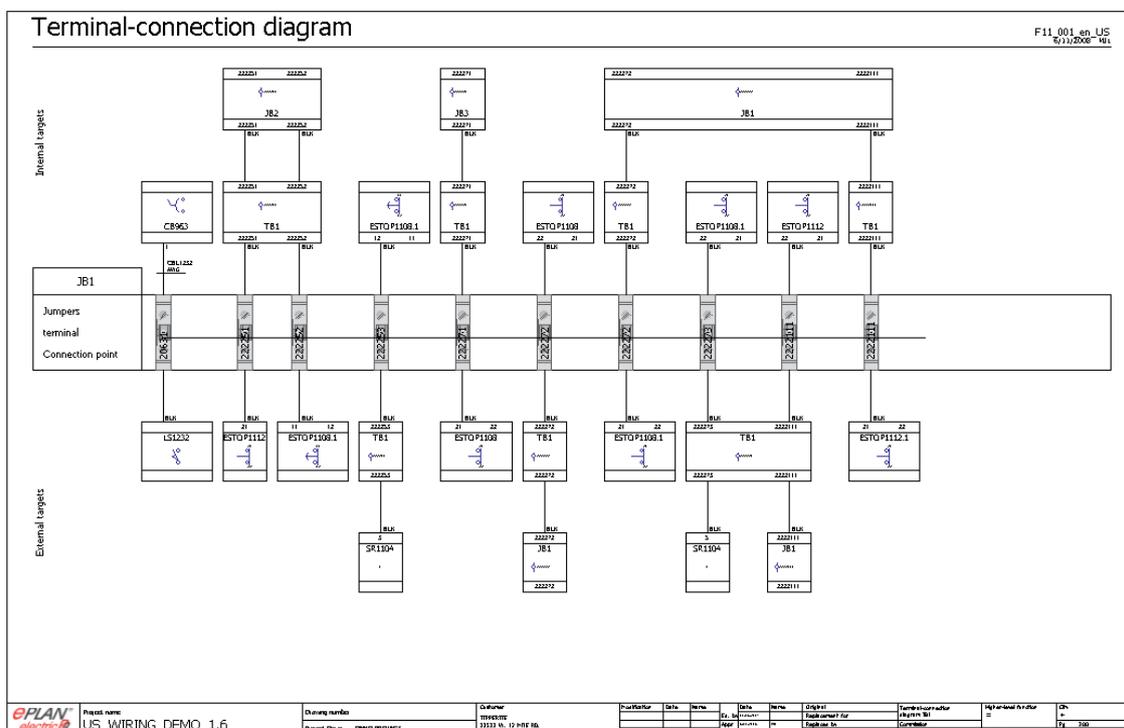


Figura 13. Informe gráfico generado con EPLAN Electric P8 [19].

- Módulo 'Project Management'

La función 'Project Management' o 'Gestión de Proyectos' hace que desde la interfaz de usuario de EPLAN Electric P8 se gestionen los proyectos de forma global, examinando los directorios centrales y remotos, en los que están archivados.

A través de la gestión de proyectos, se pueden realizar las siguientes acciones:

- Evaluar y editar información de un único proyecto.
- Evaluar y editar de forma conjunta información referente a varios proyectos.
- Utilizar estructura de árbol para organizar la información, facilitando el acceso directo a todas las partes del proyecto.
- Organizar proyectos completos y parciales.
- Asignar los derechos de edición de la gestión del proyecto.
- Eliminar, hacer copia de seguridad, comprimir, compartir, editar y archivar los proyectos desde una misma interfaz.
- Reutilizar la información de proyectos completos o parciales ya existentes, como base para la planificación de nuevos proyectos.

Existe otro tipo de funciones que se pueden realizar con EPLAN Electric P8, denominados "acciones", que se caracterizan por tener consecuencias visibles en la interfaz y por ser funciones automatizables por el usuario.

- Actualizar artículos en el proyecto

Se actualizan los datos de los artículos guardados en el proyecto que se han quedado obsoletos, sustituyéndolos por la versión más reciente de la base de datos.

- Autocompletar artículos en el proyecto

Si alguno de los artículos utilizados en el diseño no está documentado, el software busca los datos y los añade automáticamente.

- Autocompletar artículos en el sistema

EL software completa de forma automática la base de datos de artículos, con aquellos elementos creados en el proyecto, que no existen o cuya información no está actualizada en la base de datos.

- Actualizar evaluaciones

De manera automática y periódica, se actualizan todas las evaluaciones del proyecto, siendo posible modificar este aspecto, de modo que únicamente se actualicen aquellas evaluaciones que el usuario considere necesarias.

- Actualizar vistas 2D

Las vistas en 2D existentes en los diferentes módulos, y que aparecen en la documentación, se actualizan automáticamente cuando se producen modificaciones en el proyecto.

Además de las descritas anteriormente, es posible ampliar el abanico de funciones de EPLAN Electric P8 mediante la adquisición de módulos adicionales, que ofrece la herramienta en su versión 'Professional'.

- Módulo 'Change of Standard'

Cuando se trabaja en un mercado internacional es necesario poder trabajar con los diferentes estándares que exige cada país, como son: IEC / DIN, NFPA / JIC, GOST, ISO, BSI, ANSI, IEEE, JIS, etc.

Gracias al módulo adicional 'Change of Standard' se puede adaptar un proyecto preexistente a las especificaciones de un estándar diferente, a través del cuadro de diálogo del asistente para la aplicación de proyectos, donde aparecen los cambios a realizar.

Si fuera necesario, EPLAN permite reemplazar los macros y la información del antiguo proyecto, rotar los esquemas, reemplazar bibliotecas de símbolos y adaptar al nuevo estándar las descripciones y designaciones mediante las plantillas adecuadas.

Los informes gráficos también se adaptan a los nuevos estándares, ya que el sistema proporciona soporte en pulgadas y milímetros, y el cambio en simbología, se realiza de forma automática a través de las nuevas bibliotecas.

- Módulo 'User Rights Management'

El módulo de ampliación de EPLAN denominado 'User Rights Management' o 'Gestión de derechos del usuario' permite proteger los datos maestros y la información de los proyectos, restringiendo el acceso de los usuarios no autorizados. Esta función se puede utilizar no solo para asignar diferentes niveles de acceso a los distintos usuarios del programa, sino que permite controlar, qué usuarios tienen acceso a cada tipo de información.

Esto se realiza a través de una estructura en árbol donde se bloquean cuadros de diálogo, elementos de barras de herramientas y menús de la interfaz de usuario. Los derechos pueden ser asignados por grupos de trabajo para las diferentes etapas del proyecto, y también es posible editar los privilegios de acceso de un determinado usuario.

Al restringir los derechos de los usuarios, los elementos asociados aparecen atenuados en la interfaz del programa, ofreciendo esta únicamente aquellos comandos necesarios para realizar sus tareas. Esto se traduce en un área de trabajo más eficiente, adaptada a las necesidades de cada usuario.

Con la gestión de los derechos, se evitan errores operativos y se respalda el cumplimiento de las normas de estandarización establecidas en la empresa.

- Módulo 'Project Options'

Con el módulo de ampliación 'Project Options' se puede acotar en los planos de diseño un área del panel, armario eléctrico, etc. y denominarlas 'Opción de proyecto', que permite que las características de configuración y las dimensiones de dicha sección, se puedan representar y gestionar con facilidad. En función de las necesidades del diseñador, estas áreas se pueden ocultar o revelar dentro del proyecto. Las figuras 14 y 15 muestran ejemplos de la apariencia de la interfaz en ambas situaciones.

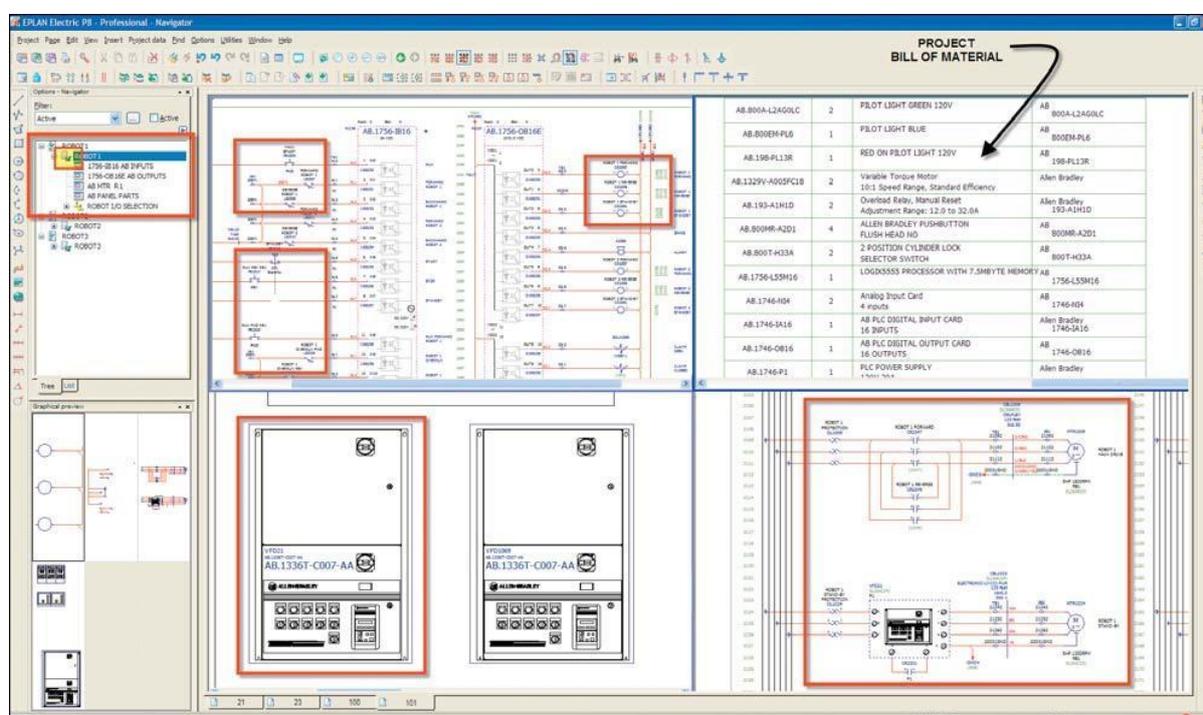


Figura 14. Documentación generada con todas las áreas del proyecto visibles [19].

La gestión de las opciones del proyecto se realiza a través de un navegador en la interfaz de EPLAN denominado 'Navegador de opciones de proyecto'. También es posible definir el área como transparente, haciendo que la sección sea visible, pero que EPLAN no la evalúe.

El módulo 'Project options' genera documentación completa para las distintas variantes de los equipos que aparecen en el proyecto, sin necesidad de rediseñar o modificar manualmente el sistema.

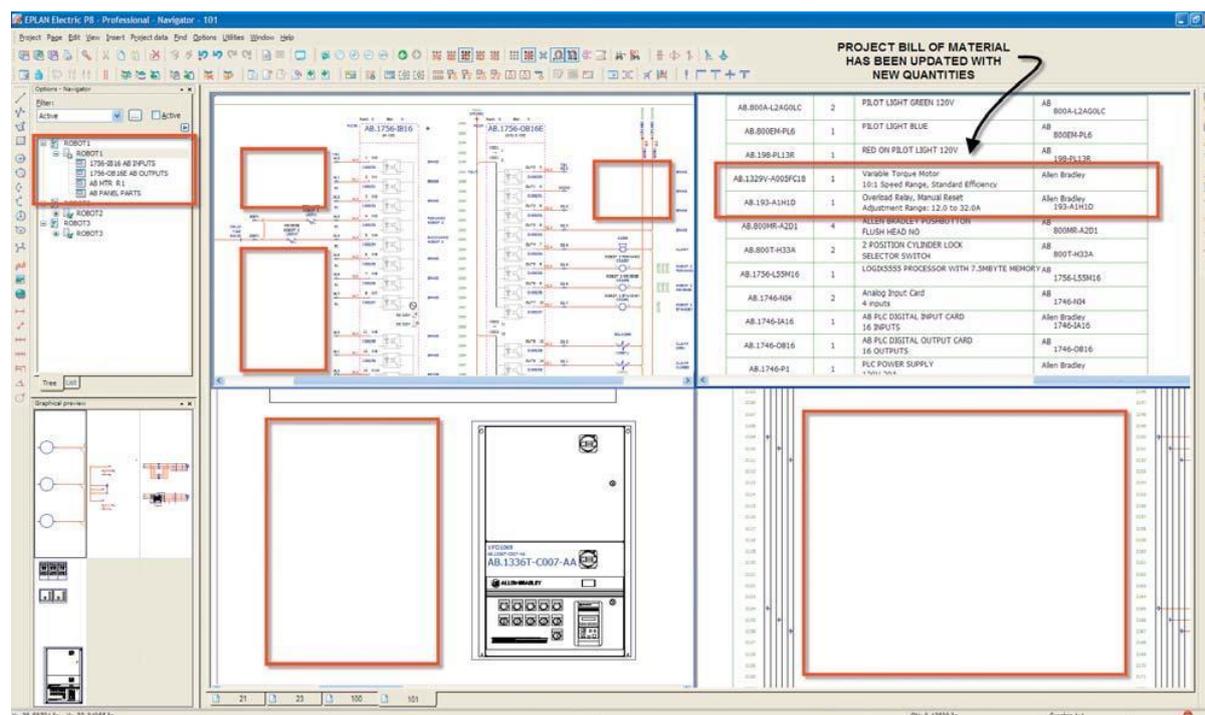


Figura 15. Variante de documentación generada con áreas del proyecto ocultas [19].

- Módulo 'API Extension'

Gracias al módulo 'API Extension' se pueden desarrollar aplicaciones en lenguajes tales como .NET, VB, VBA, C++ y Java, y personalizar todas las partes de EPLAN Electric P8 sin necesidad de abrir el programa. Además, permite obtener mayor automatización en los procesos de generación y diseño de informes, dando como resultado una mayor eficiencia para cumplir las especificaciones del cliente.

Como soporte de desarrollo para esta función se requiere un entorno de diseño integrado como por ejemplo 'Visual Studio'. Además, se necesita un editor de texto y un compilador de archivos en formato NET. El código generado se ejecuta mediante un script.

- Módulo ESG

El módulo ESG ('EPLAN Schematic Generator' o 'Generador de esquemas de EPLAN') permite generar esquemas eléctricos de manera automática sin necesidad de abrir EPLAN, lo que se traduce en un ahorro de tiempo

de diseño de hasta un 70%. Esto se consigue debido a que el módulo hace converger las macros de EPLAN, los parámetros del proyecto y los datos de las variables que se encuentran en hojas de cálculo preconfiguradas.

- EPLAN 'Project Reference'

El módulo de ampliación 'Project Reference' está diseñado para promover la cooperación entre proveedor y cliente. Cuando se recibe el proyecto del proveedor, automáticamente se verifica, y se contrasta la documentación con las especificaciones y pautas del cliente.

Se utiliza para establecer y verificar que las especificaciones relativas a los estándares de calidad de la documentación se cumplen, simplificando la gestión del proyecto durante el intercambio de información entre diferentes empresas.

Si la documentación no cumple con los estándares, se crea un informe en el que se recogen las diferencias con los requisitos establecidos.

Tras el estudio de la documentación de EPLAN, resumido en este apartado, queda patente que la herramienta EPLAN Electric P8 cumple con todos los requisitos especificados por la empresa objeto de este trabajo.

En consecuencia, una vez llevado a cabo el análisis anterior, se ha decidido realizar una consulta previa con EPLAN, en la que se le han especificado las características y la problemática de la empresa objeto de este proyecto y se le ha solicitado un presupuesto de adquisición de licencia e implantación del software EPLAN Electric P8 en la misma. La propuesta recibida se detalla en el *Anexo I. Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa.*

Este presupuesto sirve como base para el análisis de viabilidad que se realiza en el siguiente capítulo.

5 ANÁLISIS DE VIABILIDAD

La elaboración de un estudio de viabilidad que determine los beneficios económicos a medio y largo plazo, de la implantación del software de EPLAN en la empresa, será una de las principales herramientas utilizadas para la toma de decisiones.

Desde un punto de vista técnico, la implantación del software reporta múltiples beneficios a la empresa, facilitando el trabajo de los diseñadores y técnicos, minimizando tiempos de diseño y gestión, y estandarizando la documentación generada, tanto a nivel interno como para proveedores y clientes.

Sin embargo, desde un punto de vista económico, la toma de decisiones debe estar respaldada por el análisis de viabilidad, siendo los resultados obtenidos en el estudio determinantes a la hora de valorar los beneficios de la inversión que se pretende realizar.

5.1 Escenario actual

Por motivos de confidencialidad establecidos por la empresa para la que se está realizando el estudio, no es posible detallar el escenario actual, por lo que se establecerán los costes operacionales y de personal, en función del sector en el que opera (en el campo de la ingeniería eléctrica), el tamaño de la empresa, y el volumen de trabajo anual.

En la actualidad, con la utilización de los métodos convencionales de trabajo, los costes operacionales de la empresa se encuentran comprendidos en la horquilla de 100.000€ y 150.000€ anuales. Estos costes engloban todos los gastos derivados de la creación de planos, realización de los cálculos eléctricos, generación de informes... es decir, todas las tareas que se van a realizar utilizando la nueva herramienta.

Para asegurar que los resultados que se obtengan con el análisis sean válidos para la toma de decisiones, se va a trabajar con el escenario más

desfavorable de la horquilla, en el que los costes operaciones ascienden a 100.000€.

5.2 Planteamiento de escenarios

La empresa posee una plantilla de personal cualificado que, con la implantación del software y tras el periodo de formación en el manejo de la herramienta, se estima ayude a alcanzar un incremento de entre un 15% y un 25% de eficacia en la empresa.

Por este motivo, se van a plantear dos escenarios de estudio posibles que abarquen desde la situación más optimista de mejora, hasta la situación menos favorable.

Con el primer escenario, "Escenario Optimista", se estudiará la situación más favorable que se puede alcanzar, en la que se alcance un incremento de la eficiencia en la empresa del 25%.

En el segundo escenario, "Escenario Pesimista", se analizará la situación más desfavorable, en la que el máximo incremento de la eficiencia que se alcanzará en la empresa con la introducción del software sea del 15%.

Una vez se realice el estudio, los resultados permitirán analizar la viabilidad del proyecto y determinarán si es necesario realizar algún cambio que mejore los resultados.

5.3 Definición de parámetros

Para establecer el marco económico en el que se va a realizar el estudio de viabilidad para cada uno de los escenarios descritos, es necesario entender y definir tres parámetros.

- Horizonte temporal

Se define un horizonte temporal de 10 años para analizar el impacto de la inversión que se desea realizar, que abarca desde el 1 de enero de 2021, hasta el 31 de diciembre de 2030.

- Índice de precios al consumo (IPC)

El IPC es el indicador que se utiliza para reflejar el impacto que tiene sobre el coste de vida de las personas que viven en un lugar determinado, la variación en los precios de mercado de una cesta de bienes y servicios predefinida. La tabla 1 recoge el histórico del IPC en los últimos diez años.

Por la situación anómala que se ha producido en el año 2020, en lugar de tomar como dato de referencia el IPC de este año, se ha optado por calcular el valor medio del IPC de los últimos 10 años, dando como resultado un valor de 0,86%.

AÑO	IPC (%)
2011	2,38
2012	2,87
2013	0,25
2014	-1,04
2015	0,02
2016	1,57
2017	1,11
2018	1,18
2019	0,79
2020	-0,53
Valor medio del IPC	0,86

Tabla 1. Histórico del IPC en España de los últimos 10 años y valor medio [20].

Aplicando este parámetro se consigue estimar como variará el coste de la inversión anual que se deberá realizar a lo largo del periodo de 10 años.

- Tasa de descuento (%)

Se define como tasa de descuento al coste de capital que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro. Se utiliza para evaluar proyectos de inversión, ya que estima el decremento que

sufrirá un capital a futuro, al analizar dicho capital como dinero presente.

Esta tasa es un factor financiero necesario para calcular el VAN y determinar el TIR.

Para este tipo de proyectos, el Banco Mundial aconseja aplicar una tasa de descuento entre el 4% y el 5%. Como es un valor que debe definir la empresa, se ha estipulado fijar la tasa de descuento en el 4,5% para realizar los cálculos de este análisis.

5.4 Presupuesto de EPLAN y plan de implantación

Como fruto de una consultoría previa, EPLAN ha elaborado un presupuesto en el que se detallan las licencias y los cursos de formación que se deben adquirir. Un extracto de dicho presupuesto se muestra en la figura 16.

La propuesta presentada por EPLAN incluye dos aspectos diferenciados que en conjunto hacen que el presupuesto alcance el total de 20.760€. [Anexo I. *Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa*].

Por un lado, se encuentra el licenciamiento con un coste total de 15.642€, en el que se incluyen las licencias de software y el mantenimiento, así como los servicios online y el acceso a la base de datos EPLAN Data Portal.

Por otro lado, se estipula el coste de la propuesta de implementación, compuesta por tres paquetes que en conjunto alcanzan un coste total de 5.118€. Con estos paquetes lo que se contrata es el consultor en la empresa, la formación presencial y formación online a través de webinar.

Además de la elaboración del presupuesto, EPLAN ha creado un plan de acción por fases, con el que llevar a cabo la implementación de la propuesta y en el que se detalla el alcance de dicha implantación.

El plan de acción se divide en cuatro fases: la toma de requerimientos, la formación en el software, la puesta en marcha y la consultoría online.

RESUMEN ECONÓMICO OFERTA

CIF: A 82908807

SAP	DESCRIPCIÓN	UD	PRECIO/UD	PRECIO
LICENCIAMIENTO				
14972	EPLAN P8 Select, RED	2	6.628 €	13.256 €
14978	Mantenimiento EPLAN P8 Select, RED Periodo: 12 meses	2	1.193 €	2.386 €
IMPLEMENTACION				
16633	PAQUETE IMPLEMENTACIÓN: 2 días de un consultor en Casa del Cliente	4	900 €	3.600 €
XEP21007	PAQUETE IMPLEMENTACIÓN: Formación Básica P8 (8 días:4+4) para 2 personas	1	2.400 €	2.400 €
XEP19783	(Webinar) APR 5 sesión 10 horas	1	918 €	918 €
TOTAL PROPUESTA				22.560 €

Figura 16. Extracto del presupuesto de EPLAN [ANEXO I. Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa]

La toma de requerimientos tiene una duración de un día, en el que se analizan las particularidades de la empresa y se determinan los aspectos que tienen un mayor peso en la empresa, como mantenimiento y diseño, en los que se debe incidir para optimizar al máximo el funcionamiento del software.

La fase de formación en el software tiene una duración de 8 días, durante los cuales se adquieren los conocimientos necesarios en EPLAN Electric P8, haciendo especial énfasis en aquellos aspectos que, durante la toma de requerimientos, demostraron tener mayor peso para la empresa.

La tercera fase tiene una duración de 3 días y consiste en la puesta en marcha de la herramienta en la empresa. Para ello, un técnico de EPLAN se desplaza a la empresa y junto al responsable del software realiza las siguientes tareas:

- Instalación de la plataforma de EPLAN
 - o Servidor de ficheros
 - o Servidor de bases de datos (Access o SQL)
 - o Servidor de licencias de EPLAN (ELM)

- Creación de documentación de proyecto con las especificaciones de la empresa:
 - Estructura de proyecto
 - Cajetín con el logo de la empresa
 - Índice de páginas
 - Plano de bornes
 - Plano de mangueras
 - Lista de materiales
 - Lista de hilos
- Creación de lista de materiales automática en formato Excel
- Creación de lista de hilos automática en formato Excel

Se finaliza la puesta en marcha con la creación de la plantilla de proyecto de la empresa, con la que se generan de forma automática las listas y la documentación de cada nuevo proyecto.

El plan de acción termina con una webinar, en la que un consultor senior de EPLAN proporciona soporte especializado durante un periodo de cinco días tras la puesta en marcha del software.

5.5 Inversión

La inversión inicial que se debe realizar para la instalación y puesta en marcha del software en la empresa engloba tanto el presupuesto que presenta EPLAN como el coste de personal. A partir del segundo año, las necesidades varían y con ello el importe total de la inversión anual.

5.5.1 Inversión en software

La inversión inicial en software se calcula con ayuda del presupuesto ofertado por EPLAN. Por las características de la empresa se necesitan dos licencias del software EPLAN Electric P8, ya que cada una de ellas

únicamente puede utilizarse en cinco equipos [Anexo II. *Requerimientos para la instalación de EPLAN Electric P8*], mientras que el departamento de diseño está en la actualidad formado por seis diseñadores y se desea utilizar todo su potencial.

Además del software, se invierte en el 'Mantenimiento', un servicio con el que acceder de manera online a la plataforma de EPLAN, donde la empresa proporciona las últimas versiones del software y las posibles mejoras, así como el acceso a su base de datos de materiales y proveedores. Al igual que ocurre con la licencia, es necesario adquirir el servicio por duplicado, para poder trabajar de forma óptima en cualquiera de los equipos de la empresa. Véase tabla 2.

INVERSIÓN INICIAL EN SOFTWARE			
Software	Precio	Cantidad	TOTAL
Licencia	6.628,00 €	2	13.256,00 €
Mantenimiento Periodo: 12 meses	1.193,00 €	2	2.386,00 €
			15.642,00 €

Tabla 2. Análisis de la inversión en software asociada al primer año.

A partir del segundo año y de forma anual, se debe renovar la licencia de software. Esto permite no solo seguir trabajando con la herramienta, sino que además proporciona acceso a las últimas versiones de la misma y a los servicios online, tales como la base de datos EPLAN Data Portal.

INVERSIÓN EN SOFTWARE A PARTIR DEL SEGUNDO AÑO			
Software	Precio	Cantidad	TOTAL
Mantenimiento Periodo: 12 meses	1.193,00 €	2	2.386,00 €
			2.386,00 €

Tabla 3. Análisis de la inversión en software a partir del segundo año.

Sabiendo que el coste de la renovación puede variar con los años, se ha decidido realizar el análisis utilizando el precio actual del servicio de mantenimiento, tal y como se recoge en la tabla 3.

5.5.2 Inversión en implementación y puesta en marcha

La inversión en implementación cuantifica los gastos asociados a la formación del personal mediante seminarios presenciales y 'online' ('webinar'), y la contratación de los profesionales de EPLAN que se encargarán de la instalación y puesta en marcha del software en las instalaciones de la empresa. Esta inversión es puntual y no conlleva gastos en el futuro.

Como se ha analizado en el apartado anterior, son necesarios 4 días de trabajo de un consultor en la empresa para poder definir los requerimientos y la puesta en marcha de la herramienta. Por este motivo, se especifica tanto en el presupuesto como en la tabla 4, que se contratan dos unidades del producto ofertado 'Consultor en la empresa 2 días'.

Dadas las características de la empresa, se decide nombrar a uno de los trabajadores como responsable del software, y será el encargado de asistir al seminario y realizar la formación online.

INVERSIÓN INICIAL PARA IMPLEMENTACIÓN			
Implementación	Precio	Cantidad	TOTAL
Paquete 1: Consultor en la empresa 2 días	900,00 €	2	1.800,00 €
Paquete 2: Formación Básica P8 (8 días)	2.400,00 €	1	2.400,00 €
APR5 (Webinar): Sesión de 10 horas	918,00 €	1	918,00 €
			5.118,00 €

Tabla 4. Análisis de la inversión en implementación.

5.5.3 Inversión en personal

Otro de los aspectos que hay que tener en cuenta para calcular el valor total de la inversión, son los costes de personal propio de la empresa derivados de las horas de formación y puesta en marcha de la herramienta.

Dentro de la inversión asociada al personal, se deben analizar por separado los costes que se producen el primer año para la instalación y puesta en funcionamiento del software, y los costes que aparecen una vez la herramienta ya está en uso, es decir, a partir del segundo año.

Como se ha visto anteriormente en el presupuesto ofertado, trabajadores de EPLAN se desplazarán a la empresa para realizar el análisis y especificación de requerimientos, la formación y la puesta en marcha del software. Se nombrará a uno de los trabajadores de la empresa como responsable del software, y será el encargado de trabajar junto a los operarios, definiendo los requerimientos y ayudando en la puesta en marcha. Además, se encargará de realizar los cursos de formación impartidos por EPLAN, y posteriormente, formará al resto de trabajadores de la plantilla.

Se estima que las horas invertidas por el responsable del software alcanzarán el primer año el 50% de su trabajo anual. En este cómputo se engloba el trabajo que realizará junto a los operarios y el tiempo de formación, además de las horas destinadas a lo largo del año a mantenimiento y el trabajo que se debe realizar, previa instalación del software, para analizar las necesidades y crear las plantillas que se habrán de definir en EPLAN Electric P8 para estandarizar la documentación.

Además del responsable de software, la plantilla del área de diseño de la empresa consta de otros cinco diseñadores, que en un periodo de 8 días recibirán la formación en la herramienta. Los 8 días de formación, se traducen en un 3% de dedicación anual, que repercute con 3.000€ en el presupuesto de la inversión inicial, como refleja la tabla 5.

INVERSIÓN INICIAL EN PERSONAL			
Personal	Coste Empresa	Dedicación	TOTAL
Responsable de Software	30.000,00 €	50%	15.000,00 €
Diseñadores	100.000,00 €	3%	3.000,00 €
			18.000,00 €

Tabla 5. Análisis de la inversión en personal asociada al primer año.

A partir del segundo año, la inversión en personal anual disminuye de forma drástica. Desaparecen los costes asociados a la formación del responsable del software, así como la mayor parte de las horas dedicadas a la formación de los compañeros. Por otro lado, la labor de mantenimiento que desempeña el responsable se mantiene, y se estima que dedicará una media de 2 días al mes para el correcto funcionamiento de la herramienta EPLAN, o lo que es lo mismo, un 12,5% de dedicación anual, como se recoge en la tabla 6.

INVERSIÓN INICIAL EN PERSONAL			
Personal	Coste Empresa	Dedicación	TOTAL
Responsable de Software	30.000,00 €	12,5%	3.750,00 €
			3.750,00 €

Tabla 6. Análisis de la inversión en personal a partir del segundo año de implantación del software.

5.5.4 Inversión total anual durante el periodo de 10 años

El primer año, la inversión que se realiza alcanza un total de 38.760€, donde se contemplan los costes asociados a personal, software e implantación de la herramienta en la empresa. Véase la tabla 7.

A partir del segundo año, como se ha visto a lo largo del apartado 6.4, desaparecen los costes de implantación de EPLAN en la empresa, se

reducen los costes de personal y mantenimiento de licencias, alcanzando los costes recurrentes anuales después de la implantación un total de 6.136€, como se refleja en la tabla 8.

CONCEPTO	INVERSIÓN
Software	15.642,00 €
Implementación	5.118,00 €
Personal	18.000,00 €
TOTAL	38.760,00 €

Tabla 7. Inversión en el primer año.

Como se comentó en el apartado 6.3, se debe tener en cuenta el aumento anual que sufren los precios, por lo que se aplica el IPC estimado del 0,86% a la inversión recurrente, aplicando las ecuaciones (1) y (2).

CONCEPTO	INVERSIÓN
Software	2.386,00 €
Implementación	-
Personal	3.750,00 €
TOTAL	6.136,00 €

Tabla 8. Inversión recurrente.

$$\text{Inversión Actualizada} = \text{Inversión Base} \cdot (1 + \text{IPC})^n \quad (1)$$

$$\text{Inversión}_n = \text{Inversión}_0 \cdot (1 + \text{IPC})^n \quad (2)$$

Donde n representa el periodo, la *Inversión Actualizada* hace referencia a la inversión anual en el periodo n y la *Inversión Base* corresponde al valor de la inversión recurrente calculada, 6.136€.

Tras la aplicación del IPC la inversión completa en el primer año por todos los conceptos anteriores es la que se refleja en la tabla 9.

PERIODO	AÑO	INVERSIÓN ANUAL
0	2021	38.760,00 €
1	2022	6.188,77 €
2	2023	6.241,99 €
3	2024	6.295,67 €
4	2025	6.349,82 €
5	2026	6.404,43 €
6	2027	6.459,50 €
7	2028	6.515,06 €
8	2029	6.571,08 €
9	2030	6.627,60 €
	TOTAL	96.413,92 €

Tabla 9. Inversión anual y global con la aplicación del IPC del 0,86%.

5.6 Análisis económico

5.6.1 Indicadores económicos

En este análisis se van a utilizar tres indicadores económicos que ayuden a determinar la viabilidad del proyecto en cada uno de los escenarios propuestos, en concreto, el VAN, el TIR y el Payback [21].

- Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es el indicador capaz de medir la rentabilidad de una inversión en términos absolutos netos (euros, dólares, etc.), mediante el análisis de las pérdidas o ganancias que se pueden producir en cada periodo. Para ello, se actualizan los flujos de caja al tiempo presente aplicando un tipo de interés, en concreto la tasa de descuento.

En este caso de estudio, se entiende como flujo de caja a la disminución de gastos que reporta el uso del software, es decir, al ahorro que consigue.

Aplicando la ecuación (3), se realiza el cálculo del VAN.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+k)^i} \quad (3)$$

En la fórmula del VAN aparecen los siguientes términos:

I_0 → Inversión inicial.

n → Número de años del horizonte temporal.

F_i → Disminución de costes (ahorro).

k → Tasa de descuento aplicada.

Una vez se realizan los cálculos, los valores obtenidos se analizan y se utilizan para tomar decisiones de acuerdo con los siguientes criterios:

$VAN > 0$ → inversión rentable.

$VAN = 0$ → la inversión no genera ni beneficios ni pérdidas.

$VAN < 0$ → inversión no rentable.

- Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es el indicador que se utiliza para estudiar el rendimiento de una inversión.

El TIR está directamente relacionado con el VAN, y podría definirse como la tasa de descuento para la que el VAN se hace cero. Sin embargo, la Tasa Interna de Retorno no se expresa en términos absolutos, sino que ofrece un resultado expresado en tanto por ciento.

Aplicando la ecuación (4), se realiza el cálculo del TIR.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+TIR)^i} = 0 \quad (4)$$

Una vez realizados los cálculos, el resultado se analiza en función de la tasa de descuento k , fijada por la empresa, de acuerdo con el siguiente criterio:

$TIR > k \rightarrow$ inversión rentable.

$TIR = k \rightarrow$ la inversión no genera ni beneficios ni pérdidas.

$TIR < k \rightarrow$ inversión no rentable.

- Payback

El Payback o plazo de recuperación, es un método estático para la evaluación de inversiones, con el que se determina el periodo de tiempo que se necesita para recuperar el capital inicial de una inversión.

El cálculo de este valor se realiza con ayuda de la ecuación (5), donde x , hace determina el periodo durante el que se produce el Payback:

$$I_0 \leq \sum_{i=0}^x \frac{F_n}{(1+k)^i} \quad (5)$$

Un inconveniente de esta ecuación es que no permite calcular el momento exacto en el que se recupera la inversión.

Si se desea determinar el momento exacto en el que se produce el Payback, es necesario utilizar la ecuación (6), que puede ser complementada con una representación gráfica del 'Ahorro acumulado', para visualizar de manera rápida el Payback.

$$PayBack = a + \frac{I_0 - b}{F_n} \quad (6)$$

En la fórmula aparecen los siguientes términos:

$a \rightarrow$ Número de periodo inmediatamente anterior al año en el que se recupera la inversión inicial.

$b \rightarrow$ Suma del 'ahorro' hasta el final del periodo a .

$F_n \rightarrow$ Valor del 'ahorro' del año que se recupera la inversión.

5.6.2 Resultados obtenidos para cada escenario

Antes de realizar los cálculos que permitan determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto, es conveniente detallar los elementos que van a aparecer dentro de cada uno de los escenarios, y de qué manera se calculan los datos que en ellos aparecen.

Para definir el escenario actual de la empresa, únicamente se utiliza como dato el coste de operación, fijado en el apartado 6.1 en 100.000€. Además, se modificará este dato conforme al IPC establecido en el apartado 6.3, obteniendo así los valores actualizados para el periodo establecido de 10 años. Para ello, se aplica la ecuación (7):

$$(Costes SIN Software)_n = (Costes SIN Software)_0 \cdot (1 + IPC)^n \quad (7)$$

Como se mencionó en el apartado 6.6.1, para obtener los indicadores económicos en cada uno de los escenarios previamente definidos en el apartado 6.2, es fundamental conocer la variación que se produce en los costes de operación cuando se implanta la herramienta en la empresa, es decir, el ahorro anual que supone la implantación del software. Este dato se obtiene de forma sencilla aplicando la ecuación (8):

$$Ahorro Anual = F_n = (Costes SIN Software)_n - (Costes CON Software)_n \quad (8)$$

Cuando se trabaja con los escenarios en los que se ha implementado el software, entran en escena nuevos datos que afectarán al cálculo de los nuevos costes de operación. Por un lado, aparece el incremento de eficiencia que, como se estipuló en el apartado 6.2, será de un 25% en el "Escenario Optimista", y un 15% en el "Escenario Pesimista". Y, por otro lado, aparecen los costes derivados de la inversión anual que se debe realizar. Estos datos, se calcularon en el apartado 6.5, y son iguales para ambos escenarios.

Con todos estos valores y aplicando la ecuación (9), se obtienen los costes de operación de los escenarios planteados, con los que calcular el ahorro anual.

$$(Costes\ CON\ Software)_n = (1 - \Delta Eficiencia) \cdot (Costes\ SIN\ Software)_n + Inversión_n \quad (9)$$

Los resultados obtenidos se recogen en las tablas 10 y 11, que representan los datos a 10 años del "Escenario Optimista" y el "Escenario Pesimista", respectivamente.

Una vez se dispone de los datos relativos al ahorro anual para cada uno de los escenarios, se calcula el VAN, aplicando la tasa de descuento del 4.5% estipulada en el apartado 6.3. Se debe tener en cuenta que, con la fórmula del VAN empleada, se obtienen valores acumulados, que permitirán identificar el periodo en el que se recupera la inversión inicial.

Utilizando los datos del VAN acumulado de cada escenario, se calculan tanto los valores del TIR como el Payback.

Con el objetivo de hacer que los valores obtenidos de los indicadores económicos se puedan analizar y comprender de manera sencilla y visual, se generan tres gráficas a partir de los datos.

En las gráficas 1 y 2 se representan respectivamente la evolución a diez años del VAN y del TIR para cada uno de los escenarios propuestos. Como se puede observar, en ambos escenarios los indicadores muestran que la implantación del software de EPLAN en la empresa es viable.

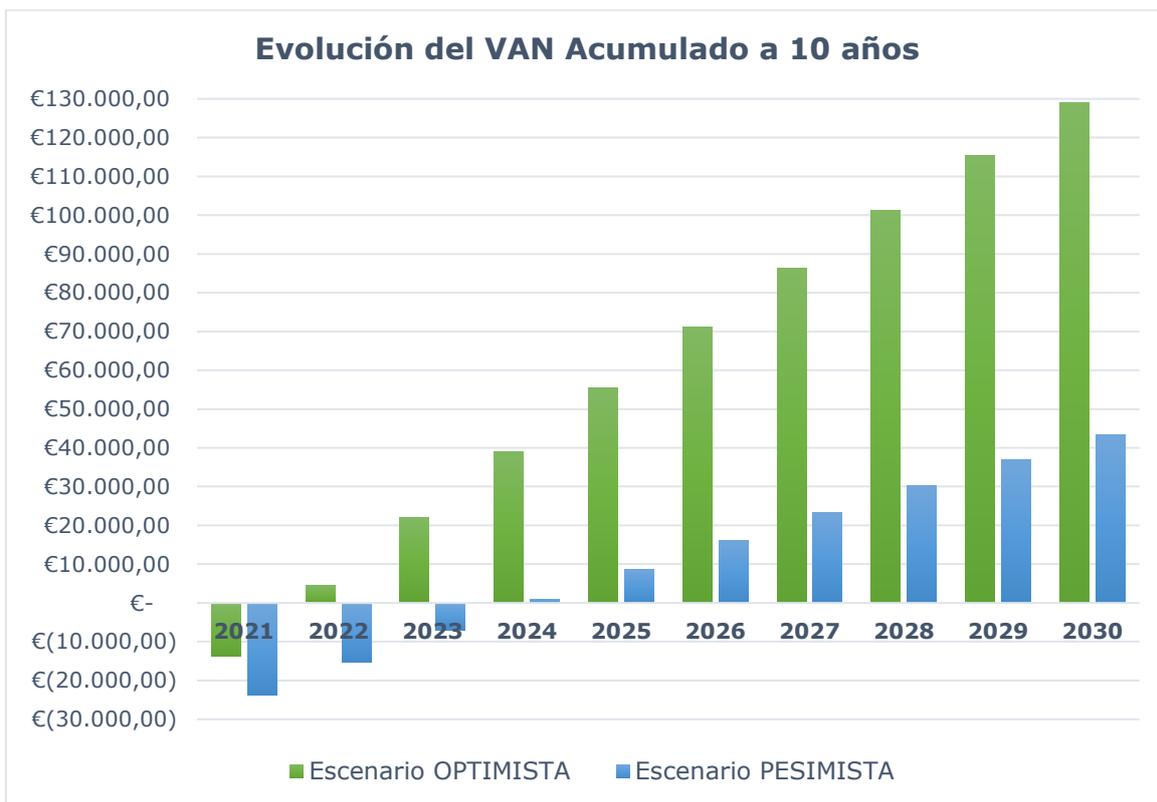
La gráfica 3 muestra el incremento del *Ahorro Acumulado* en cada periodo, y permite visualizar de forma rápida el momento exacto en el que se produce el Payback.

AÑO	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO OPTIMISTA Procedimiento con software				
	Costes de Operación	Inversión	Costes de Operación	Ahorro (€)	INDICADORES DE LA INVERSIÓN	
					VAN	TIR
2021	100.000,00 €	38.760,00 €	113.760,00 €	- 13.760,00 €	- 13.760,00 €	
2022	100.860,00 €	6.188,77 €	81.833,77 €	19.026,23 €	4.446,92 €	38%
2023	101.727,40 €	6.241,99 €	82.537,54 €	19.189,86 €	22.019,64 €	106%
2024	102.602,25 €	6.295,67 €	83.247,36 €	19.354,89 €	38.980,27 €	127%
2025	103.484,63 €	6.349,82 €	83.963,29 €	19.521,34 €	55.350,11 €	134%
2026	104.374,60 €	6.404,43 €	84.685,37 €	19.689,22 €	71.149,75 €	137%
2027	105.272,22 €	6.459,50 €	85.413,67 €	19.858,55 €	86.399,05 €	138%
2028	106.177,56 €	6.515,06 €	86.148,23 €	20.029,34 €	101.117,17 €	139%
2029	107.090,69 €	6.571,08 €	86.889,10 €	20.201,59 €	115.322,63 €	139%
2030	108.011,67 €	6.627,60 €	87.636,35 €	20.375,32 €	129.033,27 €	139%

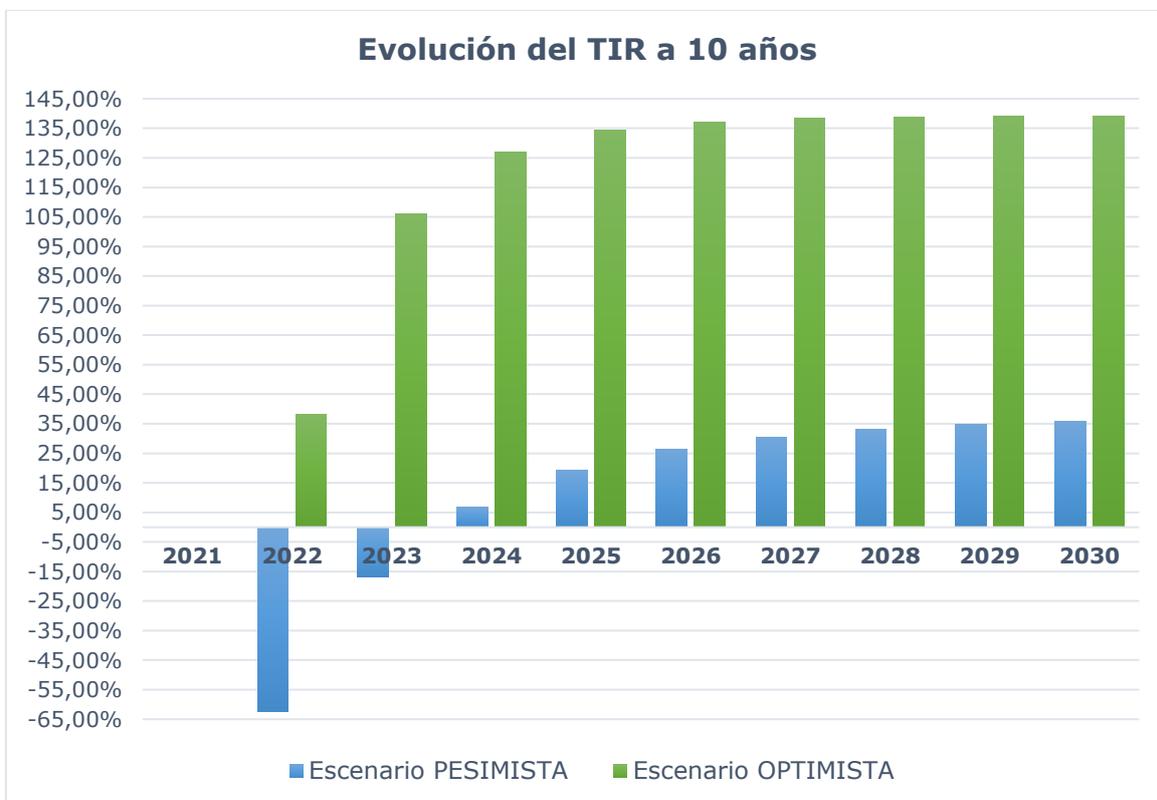
Tabla 10. Resultados obtenidos tras la implantación del software en el "Escenario Optimista", con un 25% de eficiencia.

AÑO	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO PESIMISTA Procedimiento con software				
	Costes de Operación	Inversión	Costes de Operación	Ahorro (€)	INDICADORES DE LA INVERSIÓN	
					VAN	TIR
2021	100.000,00 €	38.760,00 €	123.760,00 €	- 23.760,00 €	- 23.760,00 €	
2022	100.860,00 €	6.188,77 €	91.919,77 €	8.940,23 €	- 15.204,76 €	-62%
2023	101.727,40 €	6.241,99 €	92.710,28 €	9.017,12 €	- 6.947,51 €	-17%
2024	102.602,25 €	6.295,67 €	93.507,59 €	9.094,66 €	1.022,11 €	7%
2025	103.484,63 €	6.349,82 €	94.311,75 €	9.172,88 €	8.714,13 €	19%
2026	104.374,60 €	6.404,43 €	95.122,83 €	9.251,76 €	16.138,22 €	26%
2027	105.272,22 €	6.459,50 €	95.940,89 €	9.331,33 €	23.303,71 €	30%
2028	106.177,56 €	6.515,06 €	96.765,98 €	9.411,58 €	30.219,60 €	33%
2029	107.090,69 €	6.571,08 €	97.598,17 €	9.492,52 €	36.894,60 €	35%
2030	108.011,67 €	6.627,60 €	98.437,51 €	9.574,15 €	43.337,09 €	36%

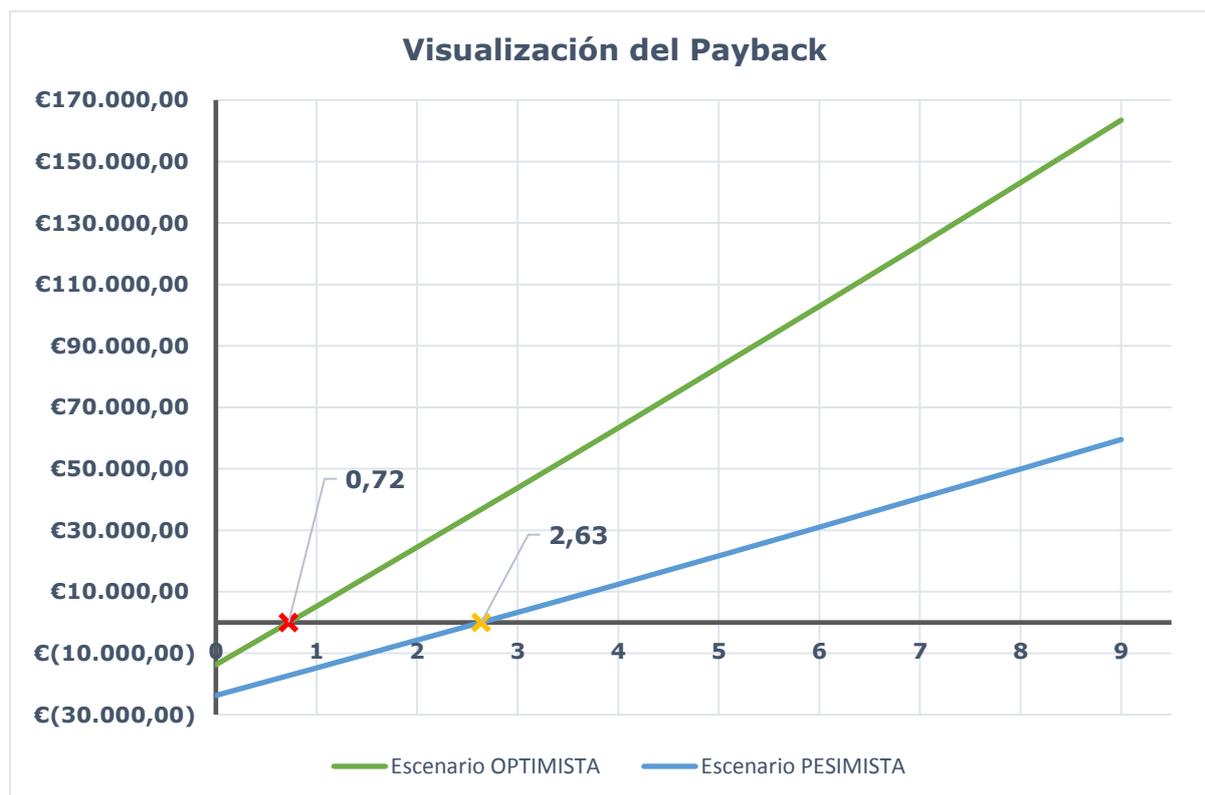
Tabla 11. Resultados obtenidos tras la implantación del software en el "Escenario Pesimista", con un 15% de eficiencia.



Gráfica 1. Evolución del VAN acumulado a 10 años.



Gráfica 2. Evolución del TIR a 10 años.



Gráfica 3. Cálculo del momento en el que se produce el Payback utilizando el 'Ahorro acumulado'.

En esta última gráfica, se aprecia claramente cómo en el caso del "Escenario Optimista", el Payback se produce en un periodo inferior a un año; mientras que en el "Escenario Pesimista", dicha recuperación total de la inversión se produce dentro del segundo año, siendo ambos resultados favorables para el proyecto.

5.6.3 Análisis de resultados

Cuando se analizan los resultados obtenidos para el "Escenario Optimista" al final del décimo año (tabla 12) se puede observar que, tras el periodo de diez años establecido como horizonte temporal, los valores de los tres indicadores económicos calculados son positivos y cumplen los requisitos establecidos en el apartado 6.6.1.

Por un lado, se encuentra que el dato acumulado del VAN alcanza los 129.033,27€, un valor muy por encima de cero, que indicaría la nula rentabilidad del proyecto.

Por otro lado, si se compara el dato del TIR obtenido con la tasa de descuento del 4,5% establecida para este proyecto, se comprueba que el primero es más de treinta veces superior.

ESCENARIO OPTIMISTA (Incremento de eficiencia del 25%)		
PAYBACK (años)	Acumulado a 10 años	
	VAN	TIR
0,72	129.033,27 €	139%

Tabla 12. Payback, VAN y TIR obtenidos para el "Escenario Optimista".

Únicamente con estos dos datos ya se puede afirmar que la implantación del software de EPLAN resultaría beneficioso para la empresa.

Sin embargo, a raíz de la situación económica convulsa actual en España, las pequeñas y medianas empresas, buscan inversiones en las que la recuperación de capital inicial invertido se produzca como máximo a los 5 años, y siendo el escenario ideal aquel con un Payback inferior al año.

El "Escenario Optimista" se encuentra dentro de esta situación, produciéndose el Payback a los 0,72 años, o lo que es lo mismo, en un periodo de 8 meses y medio.

En el caso del "Escenario Pesimista" los valores que se obtienen después de los diez años, siguen siendo favorables para la implementación del software. El valor del VAN acumulado de 43.337,09€ (véase tabla 13) implica que no solo se ha alcanzado la rentabilidad mínima que se esperaba obtener de acuerdo con la tasa de descuento fijada, sino que se ha generado un beneficio adicional.

Por otro lado, el valor del TIR que se obtiene al final del horizonte temporal es significativamente inferior al resultado obtenido en el "Escenario Optimista", sin embargo, sigue siendo mucho mayor que la tasa de descuento del 4,5% estipulada.

Como se ha comentado anteriormente, a las pequeñas y medianas empresas les interesan mayoritariamente, aquellos proyectos donde la recuperación del capital inicial invertido se produzca en un periodo inferior a los cinco años, lo que implica que el Payback obtenido de 2,63 para el "Escenario Pesimista", o lo que es lo mismo, 2 años y 7 meses aproximadamente, es un buen resultado para la empresa, aunque no alcance el resultado ideal en la coyuntura actual.

ESCENARIO PESIMISTA (Incremento de eficiencia del 15%)		
PAYBACK	Acumulado a 10 años	
	VAN	TIR
2,63	43.337,09 €	36%

Tabla 13. Payback, VAN y TIR obtenidos para el "Escenario Pesimista".

6 CONCLUSIONES

Se ha realizado el estudio de características y objetivos de una empresa con idea de mejorar su eficiencia, competitividad y nivel de estandarización mediante la incorporación al sistema productivo de herramientas CAD/CAE de última generación.

Tras el análisis de algunas de las herramientas existentes en el mercado, se ha considerado el software de EPLAN, concretamente EPLAN Electric P8, como la opción más ajustada a las características y necesidades de la empresa.

Una vez tomada esta decisión, se contacta con la empresa EPLAN recabando un plan de implantación de la herramienta y su presupuesto económico. Con estos datos y con la información interna de la empresa, se ha procedido a estudiar la viabilidad económica de la propuesta en los escenarios de mejor y peor caso.

- En el mejor de los escenarios planteados, la implantación del software repercute de manera positiva en la empresa, recuperándose la inversión en un tiempo inferior al año.
- En el peor de los escenarios, la recuperación de la inversión se produce de forma paulatina a lo largo de los 3 primeros años, lo que sigue siendo un resultado favorable.

Se concluye que en ambos escenarios la implantación del software resulta rentable desde un punto de vista económico, aunque este no debería ser considerado el único factor a tener en cuenta, ya que el empleo de esta herramienta:

- Aumenta el grado de conocimiento de la empresa, la dota de un alto grado de estandarización y mejora su eficiencia, lo que en definitiva hace que la empresa aumente su competitividad dentro del sector, pudiendo optar a proyectos más rentables y de mayor envergadura a corto/medio plazo.

7 GLOSARIO

- API** – Application Programming Interfaces (Interfaz de programación de aplicaciones).
- BSI** – British Standards Institution (Normas para estandarización de procesos).
- CAD** – Computer Aided Design (Diseño asistido por Ordenador).
- CAE** – Computer Aided Engineering (Ingeniería Asistida por Ordenador).
- DWG** – DraWinG (Formato de archivo).
- DXF** – Drawing Exchange Format (Formato de archivo).
- ELM** – EPLAN License Manager (Servidor de Licencias de EPLAN).
- ERP** – Enterprise Resource Planning (Planificación de Recursos Empresariales).
- ESG** – EPLAN Schematic Generator (Generador de Esquemas de EPLAN).
- GOST** – Gosudarstvenny Standart (Estándar del estado en Rusia).
- IA** – Inteligencia Artificial.
- IEC** – International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).
- IEEE** – Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).
- IoT** – Internet of Things (Internet de las cosas).
- IPC** – Índice de Precios al Consumo.
- I+D+i** – Investigación, desarrollo e innovación.
- JIS** – Japanese Industrial Standard (Normas Industriales Japonesas).

- LTE-M** – Long Term Evolution - Machine Type Communication (Protocolo de comunicación).
- MQTT** – Message Queuing Telemetry Transport (Protocolo de comunicación).
- NFPA** – National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego en Estados Unidos).
- PDM** – Product Data Management (Gestión de Datos de Producto).
- PLC** – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).
- PLM** – Product Lifecycle Management (Gestión del Ciclo de vida del Producto).
- SAP** – Systems, Applications, Products in Data Processing.
- SQL** – Structured Query Language (Lenguaje de Consulta Estructurada).
- TIR** – Tasa Interna de Retorno.
- VAN** – Valor Actual Neto.
- VB** – Visual Basic (Lenguaje de programación).
- VBA** – Visual Basic for Applications (Lenguaje de programación).

8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] **BAJIC, B.** [et al.]. 2020. *Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective*. [en línea]. [Consultado en: 11-2020]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9207825>
- [2] **BOSTON CONSULTING GROUP (BCG)**. [en línea]. [Consultado en: 11-2020 y 12-2020]. Disponible en: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>
- [3] **LAVERY, T.** Iot Gateway. [en línea]. [Consultado en: 11-2020]. Disponible en: <https://whatis.techtarget.com/definition/IoT-gateway>
- [4] **ESSS** (Engineering Simulation And Scientific Software). Pilares de la Industria 4.0. [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: <https://www.esss.co/es/blog/los-pilares-de-la-industria-4-0/>
- [5] **LUKAČ, D.** 2015. The fourth ICT-based industrial revolution “Industry 4.0” – HMI and the case of CAE/CAD innovation with EPLAN P8. [en línea]. [Consultado en: 11-2020]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7377595>
- [6] **BOYNTON, J.** 2020. Why you should work with a Digital Twin. [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: <https://blog.eplan.co.uk/why-you-should-work-with-a-digital-twin>
- [7] **EPLAN**. Ingeniería eficiente. [en línea]. [Consultado en: 10-2020]. Disponible en: <https://www.eplan.es/>
-

- [8] **PORTAL DE INFORMACIÓN DE EPLAN.** [en línea]. [Consultado en: 10-2020 y 11-2020]. Disponible en: https://www.eplan.help/es-es/Infoportal/Content/htm/portal_home.htm
- [9] **EPLAN.** EPLAN Solutions. [en línea]. [Consultado en: 10-2020]. Disponible en: <https://www.eplan.es/soluciones/>
- [10] **EPLAN.** 2020. EPLAN Virtual fair 2020. [en línea]. [Consultado en: 10-2020 y 11-2020]. Disponible en: <https://www.eplan-software.com/company/events/eplan-virtual-fair/eplan-virtual-fair-2020/>
- [11] **EPLAN.** Integración de EPLAN con ERP, PDM y PLM. [Consultado en: 10-2020]. Disponible en: <https://www.eplan.es/soluciones/plataforma-eplan/integracion-pdm-/-plm/>
- [12] **EPLAN EPULSE.** [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: <https://www.epulse.com/en.html>
- [13] **EPLAN EVIEW.** Portal de información de EPLAN. [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: https://www.eplan.help/en-US/infoportal/content/eVIEW/Content/htm/eVIEWCloud_home.htm

- [14] **EPLAN EBUILD.** Portal de información de EPLAN. [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: https://www.eplan.help/en-US/infoportal/content/eBUILD/Content/htm/eBUILD_home.htm
- [15] **KNIBBS, S.** 2020. Smarter engineering with macros and value sets. [en línea]. [Consultado en: 11-2020]. Disponible en: <https://blog.eplan.co.uk/smarter-engineering-with-macros-and-value-sets>
- [16] **EPLAN DATA PORTAL.** Portal de información de EPLAN. [en línea]. [Consultado en: 11-2020 y 12-2020]. Disponible en: https://www.eplan.help/es-es/Infoportal/Content/EDP_Cloud/Content/htm/DataPortalCS_k_home.htm
- [17] **EPLAN DATA PORTAL.** [en línea]. [Consultado en: 12-2020]. Disponible en: <https://www.eplandata.de/portal/>
- [18] **EPLAN.** EPLAN Solutions: Demos. [en línea]. [Consultado en: 11-2020 y 12-2020]. Disponible en: <https://solutions.eplan.es/demos-online-de-eplan-es>
- [19] **EPLAN Germany.** *EPLAN Electric P8: Modules Standart and Add-on.* Comunicación personal.

- [20] **INFLATION.** [en línea]. [Consultado en: 01-2021 y 02-2021]. Disponible en: <https://www.inflation.eu/en/inflation-rates/spain/historic-inflation/cpi-inflation-spain.aspx>
- [21] **MACMILLAN EDUCATION.** *Financiación y selección de proyectos.* [en línea]. [Consultado en: 01-2021]. Disponible en: https://www.macmillaneducation.es/wp-content/uploads/2018/10/gestion_financiera_libroalumno_unidad1_muestra.pdf

ANEXO I. Presupuesto de EPLAN para la instalación y puesta en marcha de la herramienta software en la empresa



Nº OFERTA

RESUMEN ECONÓMICO OFERTA

SAP	DESCRIPCIÓN	UD	PRECIO/UD	PRECIO
LICENCIAMIENTO				
14972	EPLAN P8 Select, RED	2	6.628 €	13.256 €
14978	Mantenimiento EPLAN P8 Select, RED Periodo: 12 meses	2	1.193 €	2.386 €
IMPLEMENTACION				
16633	PAQUETE IMPLEMENTACIÓN: 2 días de un consultor en Casa del Cliente	4	900 €	3.600 €
XEP21007	PAQUETE IMPLEMENTACIÓN: Formación Básica P8 (8 días:4+4) para 2 personas	1	2.400 €	2.400 €
XEP19783	(Webinar) APR 5 sesión 10 horas	1	918 €	918 €

TOTAL PROPUESTA**22.560 €****Condiciones Oferta / Pedido****Licencias y Acuerdo Mantenimiento**

Facturación 100% al pedido. Pago 30 días F.F

Cursos de Formación

Facturación: 100% al pedido. Pago 30 días F.F

Alquiler de licencias:

Pago: 100% anticipado

Facturación: Eplan Training Package "Empresa Todo Incluido"

25 % al pedido. Pago 30 días F.F.

Cada curso recibido: 165 €/nº días del curso/alumno.

Pago 30 días F.F

Servicios Profesionales

Facturación: 25% al pedido. Pago al contado.

50% al iniciar Servicios; Resto 25% al finalizar . Pago 30 días F.F.

Servicios de Sesiones Webinar o APR, Facturación 100% antes del inicio de la sesión. Pago al contado.

Validez sesiones APR, webinar y servicios 12 meses a partir de la fecha de facturación.

Gastos de desplazamiento y estancias**Forma de pago: Los precios indicados no incluyen IVA**

- Giro. Adjunto al pedido nos deben remitir autorización Bancaria (MANDATO SEPA), indicando entidad bancaria, Iban, Swift
- Transferencia Bancaria.
- Otra (Indicar):

Para transferencias bancarias: a nombre de:

Día de Pago

Contacto

e-mail de administración

Para la aceptación de la presente oferta económica, las condiciones de pago y condiciones generales de suministro envíe un pedido a EPLAN SOFTWARE & SERVICES S.A. indicando el número de la presente oferta. O remita el presente documento, firmado y sellado a eplan@eplan.es o al fax +34 937 001 301.

Responsable EPLAN

Sr/a.

Responsable Empresa

Sr/a.

SELLO EMPRESA

CIF

ANEXO II. Requerimientos para la instalación de EPLAN Electric P8

- **Documento creado por EPLAN (FRIEDHELM LOH GROUP).**

ÍNDICE

1. SERVICIOS PROFESIONALES	2
Servicio de Instalación Plataforma EPLAN P8 en red.	2
1.1.1 Requisitos de infraestructura y software	2
1.1.2 Preparativos a realizar por el cliente	3
1.1.3 Alcance trabajos a realizar por EPLAN Software & Services S.A.	4
1.1.3.1 Instalación Plataforma Eplan P8	4
1.1.3.2 Servidor de base de datos de materiales (SQL)	4
1.1.3.3 Gestor de licencias ELM Basic/Profesional	4
1.1.4 Limitación de alcance	5
1.1.5 Planificación de la ejecución	6

1.SERVICIOS PROFESIONALES

Servicio de Instalación Plataforma EPLAN P8 en red.

Un técnico de EPLAN se trasladará a sus instalaciones durante un día.

La versión de la plataforma EPLAN P8 a instalar se acordará con el cliente previamente.

Los trabajos descritos en este documento aplican sólo al caso de instalación nueva, es decir, no se contempla la migración de ningún tipo de dato de otra versión de EPLAN o de otro software.

1.1.1 Requisitos de infraestructura y software

La instalación de la plataforma de EPLAN se realizará en la infraestructura proporcionada por el cliente por lo que la infraestructura y su rendimiento es responsabilidad del cliente.

Se recomiendan los requerimientos que se describen en el documento “EPLAN News” incluido en la versión a instalar. En general:

- Software:
 - .NET Framework 3.5 SP1 / .NET Framework 4.0
 - Sistemas operativos soportados Workstation
 - Windows 7 / Windows 8 Pro - 64 bits
 - Sistemas operativos soportados Servidor
 - Windows 2008 Server R2 - 64 bits / Windows 2012 64 bits
 - Los sistemas operativos instalados sobre máquinas virtuales son responsabilidad del cliente y los problemas de su utilización no están soportados.
 - Los sistemas operativos de 32 bits no están soportados
- Hardware cliente:
 - 4 GB RAM, Pentium IV o superior (Procesador multinúcleo)
 - Tarjeta gráfica compatible con openGL / DirectX 11 o superior (caso 3D)
- Hardware Servidor:
 - Puesto que se trata de almacenar los datos compartidos en red, sólo los servidores basados en Microsoft Windows antes descritos están soportados. No se recomiendan servidores NAS basados en Linux/Unix

- Requisitos mínimos de Red:
 - Velocidad de red del servidor: 1-2 Gbit/s
 - Velocidad de red de los ordenadores cliente: 100 Mbit/s mínimo.
 - Tiempo de latencia recomendado <1 ms.

- Sistema de bases de datos recomendados para la gestión de artículos:
 - Microsoft SQL- Server 2008 Express/Professional
 - Microsoft SQL- Server 2012Express/Professional

- Versiones compatibles de Microsoft Office Excel
 - Microsoft Office Excel 2007
 - Microsoft Office Excel 2010 / 2013

- Navegadores de Internet para EPLAN Data Portal
 - Microsoft Internet Explorer 9 o superior

1.1.2 Preparativos a realizar por el cliente

El cliente debe proporcionar una infraestructura de trabajo. Esto implica disponer los equipos en funcionamiento. EPLAN sólo instala productos de su plataforma y no es responsable de la instalación ni del rendimiento de software de terceros.

Si se desea utilizar EPLAN DataPortal para los usuarios, será necesaria conexión a internet a la dirección web <http://eplandata.de/portal/> para todos los usuarios.

Si se desea emplear SQL Server como formato para base de datos de materiales, el cliente deberá proporcionar además, una infraestructura de SQL Server para la base de datos de materiales. Este sistema deberá estar levantado y en funcionamiento. No es necesario crear ninguna base de datos, pero durante la instalación se necesitarán permisos apropiados para crearlas y configurarlas. Microsoft SQL Server es la opción más adecuada para entornos multiusuario.

Se recomienda utilizar un servidor diferente al servidor de datos de EPLAN.

Para el caso del servidor de licencias de la plataforma EPLAN, el cliente deberá proporcionar un servidor compatible con el gestor actual de licencias de EPLAN.

Se recomienda utilizar un servidor diferente al servidor de datos de EPLAN.

1.1.3 Alcance trabajos a realizar por EPLAN Software & Services S.A.

1.1.3.1 Instalación Plataforma Eplan P8

La instalación se realizará en la infraestructura proporcionada por el cliente. Para ello se necesita acceso a la consola del administrador de los equipos donde se vaya a instalar la plataforma.

EPLAN Software & Services S.A. instalará la plataforma y el Administrador de la red, se encargará de asignar los permisos necesarios para su funcionamiento siguiendo las indicaciones del técnico de EPLAN.

Sólo se contempla la instalación en un entorno. La documentación de instalación a entregar será la documentación estándar de instalación de la plataforma EPLAN contenida en los medios de instalación. La instalación se realizará en un máximo de 5 workstations.

1.1.3.2 Servidor de base de datos de materiales (SQL)

Si como gestor de materiales en la plataforma de EPLAN, se va a utilizar una solución basada en SQL server es necesario puntualizar que la plataforma EPLAN necesitará tener acceso a una instancia del servidor SQL. En la presente instalación, se definirán un máximo de 2 bases de datos (“Desarrollo” y “Producción”, por ejemplo). Las bases de datos se crean desde el entorno EPLAN por lo que el usuario de EPLAN, deberá tener permisos para ello.

Se instalará un juego de prueba de materiales y se realizará una prueba de creación y utilización de material.

1.1.3.3 Gestor de licencias ELM Basic/Profesional

En el actual proyecto se contempla la configuración e instalación del gestor de licencias ELM profesional o ELM basic según módulos adquiridos (*)

Durante la instalación se deberá tener acceso a la consola del administrador del servidor, donde vaya a estar instalado el ELM. Como el ELM funciona utilizando la tecnología DCOM de Microsoft, es necesario que un administrador de sistemas esté presente para definir grupos y permisos adecuados. De la misma manera es posible que éste deba configurar el firewall del servidor.

(*) ATENCIÓN: ELM Basic se incluye de forma estándar y el ELM Profesional es un módulo adicional a adquirir según necesidades del cliente

El gestor de licencias profesional (ELM profesional) dispone de las siguientes funcionalidades adicionales:

- Acceso a las licencias desde diferentes dominios.
- Administración de derechos para el acceso a licencias.
- Obtención de informes de utilización de licencias.
- Gestión de paquetes de licencias
- Préstamo de licencias (*) Si se han adquirido módulos aparte.
- Dongle software (*) Debe solicitarse previamente

Después de terminar la instalación se dará una formación de 2 horas explicando el manejo y la configuración de este gestor de licencias.

1.1.4 Limitación de alcance

- El cliente proporcionará los recursos que estime oportunos a efectos de la correcta consecución del servicio. EPLAN Software & Services S.A. no se hace responsable de los retrasos o problemas en la instalación que puedan suceder originados por temas administrativos y/o de gestión del entorno de producción del cliente.

- El cliente administra y mantiene la infraestructura de cuyo funcionamiento y mantenimiento EPLAN Software & Services S.A. no se hace responsable.

- EPLAN Software & Services S.A. no se hace responsable de las posibles pérdidas de rendimiento que el uso de EPLAN pudiera ocasionar sobre otras aplicaciones.

- Todas las tareas de instalación, formación, configuración y parametrización aquí descritas se ejecutarán durante el plazo máximo indicado y se realizarán sobre los equipos o configuraciones máximas indicadas en la tabla del punto 1.1.5 "Planificación de la ejecución". El desglose de las tareas a realizar se encuentran también en dicha tabla.

- Las tareas adicionales que pudieran proponerse durante la ejecución del servicio sólo se podrán ejecutar en caso de que sobre tiempo, no siendo EPLAN Software & Services S.A. responsable sobre el desarrollo de las mismas ni de los perjuicios que pudieran ocasionar.

- Se recuerda que los sistemas operativos virtuales NO están soportados, luego su mantenimiento y configuración es responsabilidad del cliente. El uso de estos sistemas puede ocasionar pérdidas de rendimiento e incluso el mal funcionamiento de la plataforma entera.

1.1.5 Planificación de la ejecución

- Instalación en Workstation y datos en Servidor de ficheros S-INS-1

Instalación EPLAN P8 DATOS EN RED LICENCIAS RED 5 equipos MAX	A1	A1.1	Instalar Plataforma
		A1.2	Instalar Addon
		A1.3	Configurar MS Access/SQL
		A1.4	Configurar Data Portal
	A2	A2.1	Instalar ELM
		A2.2	Configurar DCOM
	TOTAL		