

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

4964 *Real Decreto 480/2020, de 7 de abril, por el que se establece el Curso de especialización en digitalización del mantenimiento industrial y se fijan los aspectos básicos del currículo.*

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, dispone en su artículo 39.6 que el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas, establecerá las titulaciones correspondientes a los estudios de formación profesional, así como los aspectos básicos del currículo de cada una de ellas.

La Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, por la que se modifican las Leyes Orgánicas 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, modificó determinados aspectos de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio. Entre ellos se encontraba la adición de un nuevo apartado 3 al artículo 10 de la misma, según el cual el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas y mediante Real Decreto, podía crear cursos de especialización para completar las competencias de quienes dispusieran de un título de formación profesional.

Por tanto, y a efectos de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE-11), los cursos de especialización se considerarán un programa secuencial de los títulos de referencia que dan acceso a los mismos.

Por su parte, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo en su artículo 6 bis, apartado 4, establece, en relación con la formación profesional, que el Gobierno fijará los objetivos, competencias, contenidos, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación del currículo básico. Los contenidos del currículo básico requerirán el 55 por 100 de los horarios para las comunidades autónomas que tengan lengua cooficial y el 65 por 100 para aquellas que no la tengan.

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo, regula en su artículo 27 los cursos de especialización de formación profesional e indica los requisitos y condiciones a que deben ajustarse dichos cursos de especialización. En el mismo artículo se indica que versarán sobre áreas que impliquen profundización en el campo de conocimiento de los títulos de referencia, o bien una ampliación de las competencias que se incluyen en los mismos. Por tanto, en cada curso de especialización se deben especificar los títulos de formación profesional que dan acceso al mismo.

En este sentido los cursos de especialización deben responder de forma rápida a las innovaciones que se produzcan en el sistema productivo, así como a ámbitos emergentes que complementen la formación incluida en los títulos de referencia.

Asimismo, el artículo 9 del citado real decreto, establece la estructura de los cursos de especialización y se indica en el artículo 27, que, dada la naturaleza de los mismos, se requiere la especificación completa de la formación; no obstante, las administraciones educativas podrán incorporar especificaciones puntuales en razón de las características del sector productivo de su territorio.

A estos efectos, procede determinar para cada curso de especialización de formación profesional su identificación, el perfil profesional, el entorno profesional, la prospectiva en el sector o sectores, las enseñanzas del curso de especialización y los parámetros básicos de contexto formativo.

Con el fin de facilitar el reconocimiento de créditos entre el curso de especialización y las enseñanzas conducentes a títulos universitarios y viceversa, y de acuerdo con el

artículo 10, apartado 3.g), del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, se establecerá la equivalencia de cada módulo profesional con créditos europeos ECTS para todo el Estado.

Así, este real decreto, conforme a lo previsto en el Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, establece y regula, en los aspectos y elementos básicos antes indicados, el Curso de Especialización de formación profesional del sistema educativo en Digitalización del mantenimiento industrial.

Se ha recurrido a una norma reglamentaria para establecer bases estatales conforme con el Tribunal Constitucional, que admite que «excepcionalmente» las bases puedan establecerse mediante normas reglamentarias en determinados supuestos, como ocurre en el presente caso, cuando «resulta complemento indispensable para asegurar el mínimo común denominador establecido en las normas legales básicas» (así, entre otras, en las STC 25/1983, de 7 de abril, 32/1983, de 28 de abril, y 42/1988, de 22 de marzo).

Asimismo, cabe mencionar que este real decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, entre ellos los principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que persigue el interés general al facilitar la adecuación de la oferta formativa a las demandas de los sectores productivos, ampliar la oferta de formación profesional, avanzar en la integración de la formación profesional en el conjunto del sistema educativo y reforzar la cooperación entre las administraciones educativas, así como con los agentes sociales y las empresas privadas; no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través del trámite de audiencia e información pública y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el proceso de elaboración de este real decreto han sido consultadas las comunidades autónomas, ha emitido dictamen el Consejo Escolar del Estado y han informado el Consejo General de la Formación Profesional y el Ministerio de Política Territorial y Función Pública.

En la tramitación de este real decreto se han cumplido los trámites establecidos en la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y en la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Este real decreto se dicta al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30.^a de la Constitución para la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales y normas básicas para el desarrollo del artículo 27 de la Constitución, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los poderes públicos en esta materia.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Educación y Formación Profesional y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 7 de abril de 2020,

DISPONGO:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto.*

Este real decreto tiene por objeto el establecimiento del curso de especialización de formación profesional en Digitalización del mantenimiento industrial con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de los aspectos básicos de su currículo.

CAPÍTULO II

Identificación del curso de especialización, títulos de referencia, perfil profesional, entorno profesional y prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores**Artículo 2. Identificación.**

El curso de especialización en Digitalización del mantenimiento industrial queda identificado para todo el territorio nacional por los siguientes elementos:

- Denominación: Digitalización del mantenimiento industrial.
- Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.
- Duración: 600 horas.
- Familia profesional: Instalación y Mantenimiento (únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de formación profesional).
- Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.
- Créditos ECTS: 36.
- Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: P-5.5.4.

Artículo 3. Perfil profesional del curso de especialización.

El perfil profesional del curso de especialización en Digitalización del mantenimiento industrial queda determinado por su competencia general y sus competencias profesionales, personales y sociales.

Artículo 4. Competencia general.

La competencia general de este curso de especialización consiste en implantar y gestionar proyectos de digitalización del mantenimiento en entornos industriales, aplicando las tecnologías de última generación y cumpliendo los requisitos de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente.

Artículo 5. Competencias profesionales, personales y sociales.

Las competencias profesionales, personales y sociales de este curso de especialización son las que se relacionan a continuación:

- a) Caracterizar los tipos, actividades y principales indicadores del mantenimiento industrial para proponer estrategias según las necesidades de la organización.
- b) Adaptar las actividades y procedimientos de mantenimiento para la minimización de riesgos asociados al factor humano y al tipo de industria.
- c) Adaptar los procesos y/o máquinas mediante la incorporación de las tecnologías digitales seleccionadas, atendiendo a criterios de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- d) Evaluar la mejora en los procesos de mantenimiento digitalizado mediante el seguimiento de la evolución de los indicadores identificados.
- e) Reprogramar y ajustar parámetros de funcionamiento y readaptar el sistema frente a nuevos requisitos de operación y monitorización en el entorno de los procesos de mantenimiento.
- f) Aplicar soluciones de comunicaciones industriales, realizando la toma de datos e integrando los sistemas de almacenamiento de datos.
- g) Analizar la información recogida como resultado de la digitalización del mantenimiento para optimizar los procesos implicados.
- h) Organizar y gestionar el mantenimiento de las instalaciones mediante técnicas y aplicaciones digitales.
- i) Optimizar las operaciones de mantenimiento mediante la introducción de tecnologías avanzadas propias del sector.
- j) Elaborar documentación técnica y administrativa de acuerdo con la legislación vigente y con los requerimientos del cliente.
- k) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional,

gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.

l) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.

m) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.

n) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todas las personas», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.

Artículo 6. *Entorno profesional.*

1. Las personas que hayan obtenido el certificado que acredita la superación de este curso de especialización podrán ejercer su actividad en empresas, públicas y privadas, de los diferentes sectores relacionados con el mantenimiento industrial con gran potencial para la mejora de su gestión y digitalización.

2. Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes son los siguientes:

- a) Experto en digitalización del mantenimiento industrial.
- b) Experto en automatización y digitalización industrial.
- c) Responsable en digitalización industrial.

Artículo 7. *Prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores.*

Las administraciones educativas tendrán en cuenta, para la implantación de la oferta, la valoración de las siguientes consideraciones en su territorio:

a) La digitalización en general y la del mantenimiento en particular demanda cada vez más trabajadores cualificados en las últimas tecnologías, capaces de gestionar y administrar las organizaciones en tiempo real para aumentar la productividad y calidad de los productos, por lo que cada día tiene más peso en el sector industrial la excelencia en el mantenimiento para garantizar la productividad de las organizaciones.

b) El mantenimiento de equipos y sistemas antes de que se produzcan las averías, requiere de una alta especialización técnica de los trabajadores. Este mantenimiento predictivo se está convirtiendo en un factor decisivo para garantizar los niveles de producción de la organización.

c) La transformación digital afectará a todas las ramas del sector industrial. Aspectos como el mantenimiento remoto digital de máquinas deberán ser implementados en las organizaciones para seguir siendo competitivas.

d) El mantenimiento remoto digital de la máquina-herramienta se manifiesta como una de las iniciativas emblemáticas que ilustran el potencial transformador de las tecnologías digitales para la industria.

e) El análisis de los datos para detectar posibles incidencias y determinar el mantenimiento preventivo que conlleve una mejora en la eficiencia productiva de las plantas de fabricación es un factor crucial en la organización de las industrias.

f) La implantación en la industria del mantenimiento inteligente contribuye de manera extraordinaria a asegurar y optimizar la disponibilidad de máquinas, sistemas y procesos.

g) El uso de tecnologías digitales como la realidad aumentada permitirá recabar y ampliar los datos del sistema que permitirán mejorar, entre otras, los procesos y las operaciones de mantenimiento.

h) El mercado tiende a soluciones de negocio global en las que se ofrece un entorno desde el que gestionar factorías inteligentes que incluyen, entre otros, la gestión del mantenimiento preventivo, el control de la calidad de los diseños fabricados o la eficiencia energética.

i) La formación en las nuevas tecnologías digitales es clave para garantizar las competencias necesarias para la implantación de la digitalización en la industria.

j) La potenciación de la Industria 4.0 es una forma efectiva de impulsar asimismo la economía circular y el aprovechamiento de recursos al conseguir un mayor control y monitorización de los mismos.

k) La Industria 4.0 ha de ir incorporando los principios de la economía circular (diseño, fabricación, mantenimiento, etc.) y aspectos relacionados con los ODS (objetivos de desarrollo sostenible), pues su cumplimiento será cada vez más valorado tanto por los clientes como por la sociedad en general.

CAPÍTULO III

Enseñanzas del curso de especialización y parámetros básicos de contexto

Artículo 8. *Objetivos generales.*

Los objetivos generales de este curso de especialización son los siguientes:

a) Determinar los tipos, niveles e indicadores de mantenimiento según las necesidades para lograr una mayor eficiencia en la organización.

b) Proponer metodologías y estrategias que respondan a los principios de la digitalización para la gestión del mantenimiento industrial.

c) Identificar la problemática de la seguridad y los procedimientos de evitación de accidentes para minimizarlos en las actividades y planes de mantenimiento.

d) Determinar e integrar en el mantenimiento los procedimientos seleccionados según los riesgos específicos de la industria y los asociados al factor humano.

e) Aplicar las tecnologías digitales de última generación seleccionadas, utilizando soluciones disponibles en el mercado, para mejorar los valores de los indicadores de mantenimiento y/o funcionamiento.

f) Determinar la evolución de los indicadores para valorar la mejora de los procesos de mantenimiento.

g) Identificar y valorar las modificaciones que pueden demandar los procesos de mantenimiento a partir de nuevos requisitos, materiales o tecnologías, para su rediseño y/o reprogramación.

h) Integrar las comunicaciones y los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes aplicando los formatos adecuados.

i) Aplicar técnicas de *Smart Data* (recogida y análisis de grandes volúmenes de datos) para optimizar los procesos de mantenimiento.

j) Instalar, configurar y ejecutar aplicaciones de gestión de mantenimiento asistida por ordenador para diseñar los planes de mantenimiento (predictivo, correctivo, preventivo).

k) Aplicar técnicas de realidad aumentada y/o virtual, análisis de vibraciones, ultrasonidos y termografías por infrarrojos, entre otras, para la optimización de los procesos de mantenimiento.

l) Desarrollar documentación técnica y administrativa, utilizando las herramientas ofimáticas y de diseño asistido por ordenador para los destinatarios.

m) Valorar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.

n) Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y en la organización del trabajo y de la vida personal.

ñ) Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos de trabajo, para garantizar entornos seguros.

o) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al «diseño para todas las personas».

p) Identificar y aplicar parámetros de calidad en los trabajos y actividades realizados en el proceso de aprendizaje, para valorar la cultura de la evaluación y de la calidad y ser capaces de supervisar y mejorar procedimientos de gestión de calidad.

Artículo 9. *Módulos profesionales.*

1. Los módulos profesionales de este curso de especialización:

a) Quedan desarrollados en el anexo I de este real decreto, cumpliendo lo previsto en el artículo 10 apartado 3 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo.

b) Son los que a continuación se relacionan:

- 5012. Metrología e instrumentación inteligente.
- 5032. Estrategias del mantenimiento industrial.
- 5033. Seguridad en el mantenimiento industrial.
- 5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.
- 5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.

2. Las administraciones educativas adaptarán los currículos, respetando lo establecido en este real decreto y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 27 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio.

Artículo 10. *Espacios y equipamientos.*

1. Los espacios necesarios para el desarrollo de las enseñanzas de este curso de especialización son los establecidos en el anexo II de este real decreto.

2. Los espacios dispondrán de la superficie necesaria y suficiente para desarrollar las actividades de enseñanza que se deriven de los resultados de aprendizaje de cada uno de los módulos profesionales que se imparten en cada uno de los espacios. Además, deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) La superficie se establecerá en función del número de personas que ocupen el espacio formativo y deberá permitir el desarrollo de las actividades de enseñanza aprendizaje con la ergonomía y la movilidad requeridas dentro del mismo.

b) Deberán cubrir la necesidad espacial de mobiliario, equipamiento e instrumentos auxiliares de trabajo.

c) Deberán respetar los espacios o superficies de seguridad que exijan las máquinas y equipos en funcionamiento.

d) Respetarán la normativa sobre prevención de riesgos laborales, la normativa sobre seguridad y salud en el puesto de trabajo y cuantas otras normas sean de aplicación.

3. Los espacios formativos establecidos podrán ser ocupados por diferentes grupos que cursen el mismo u otros cursos de especialización, o etapas educativas.

4. Los diversos espacios formativos identificados no deben diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.

5. Los equipamientos que se incluyen en cada espacio han de ser los necesarios y suficientes para garantizar al alumnado la adquisición de los resultados de aprendizaje y la calidad de la enseñanza. Además, deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) El equipamiento (equipos, máquinas, etc.) dispondrá de la instalación necesaria para su correcto funcionamiento, cumplirá con las normas de seguridad y de prevención de riesgos y con cuantas otras sean de aplicación.

b) La cantidad y características del equipamiento deberán estar en función del número de personas matriculadas y permitir la adquisición de los resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta los criterios de evaluación y los contenidos que se incluyen en cada uno de los módulos profesionales que se impartan en los referidos espacios.

6. Las administraciones competentes velarán para que los espacios y el equipamiento sean los adecuados en cantidad y características para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se derivan de los resultados de aprendizaje de los módulos correspondientes y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

Artículo 11. Profesorado.

1. La docencia de los módulos profesionales que constituyen las enseñanzas de este curso de especialización corresponde al profesorado del Cuerpo de Catedráticos de Enseñanza Secundaria, del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria y del Cuerpo de Profesores Técnicos de Formación Profesional, según proceda, de las especialidades establecidas en el anexo III A) de este real decreto, así como de los Profesores especialistas que se consideren en cada caso.

2. Las titulaciones requeridas para acceder a los cuerpos docentes citados son, con carácter general, las establecidas en el artículo 13 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, y por el que se regula el régimen transitorio de ingreso a que se refiere la disposición transitoria decimoséptima de la citada ley, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

3. El profesorado especialista tendrá atribuida la competencia docente de los módulos profesionales especificados en el anexo III A) de este real decreto.

4. El profesorado especialista deberá cumplir los requisitos generales exigidos para el ingreso en la función pública docente establecidos en el artículo 12 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, y por el que se regula el régimen transitorio de ingreso a que se refiere la disposición transitoria decimoséptima de la citada ley, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

5. Además, con el fin de garantizar que se da respuesta a las necesidades de los procesos involucrados en el módulo profesional, es necesario que el profesorado especialista acredite al inicio de cada nombramiento una experiencia profesional reconocida en el campo laboral correspondiente, debidamente actualizada, de al menos dos años de ejercicio profesional en los cuatro años inmediatamente anteriores al nombramiento.

6. Para el profesorado de los centros de titularidad privada o de titularidad pública de otras administraciones distintas de las educativas, las titulaciones requeridas y los requisitos necesarios para la impartición de los módulos profesionales que conforman el curso de especialización son las incluidas en el anexo III C) de este real decreto. En todo caso, se exigirá que las enseñanzas conducentes a las titulaciones citadas engloben los objetivos de los módulos profesionales y, si dichos objetivos no estuvieran incluidos, además de la titulación deberá acreditarse, mediante certificación, una experiencia laboral de, al menos, tres años en el sector vinculado a la familia profesional, realizando actividades productivas en empresas relacionadas implícitamente con los resultados de aprendizaje.

7. Las administraciones competentes velarán para que el profesorado que imparta los módulos profesionales cumpla con los requisitos especificados y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

8. Dada la naturaleza de estos cursos de especialización, el profesorado de centros públicos y privados, deberá demostrar que posee los conocimientos suficientes sobre los contenidos de los módulos profesionales a impartir en dicho curso.

Artículo 12. Requisitos de los centros que impartan los cursos de especialización.

Los centros docentes que oferten estos cursos de especialización deberán cumplir, además de los establecidos en este real decreto, el requisito de impartir alguno de los títulos que dan acceso a los mismos y que figuran en el artículo 13 de este real decreto.

CAPÍTULO IV**Acceso y vinculación a otros estudios****Artículo 13. Requisitos de acceso al curso de especialización.**

Para acceder al Curso de Especialización en Digitalización del mantenimiento industrial es necesario estar en posesión de alguno de los siguientes títulos:

a) Título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1687/2007, de 14 de diciembre, por el que se

establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

b) Título de Técnico Superior en Química Industrial, establecido por el Real Decreto 175/2008 de 8 de febrero, por el que se establece el título de Técnico Superior en Química Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

c) Título de Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos y de Instalaciones Térmicas y de Fluidos, establecido por el Real Decreto 219/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el título de Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos de Instalaciones Térmicas y de Fluidos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

d) Título de Técnico Superior en Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos, establecido por el Real Decreto 220/2008, de 15 de febrero, por el que se establece el título de Técnico Superior en Mantenimiento de Instalaciones Térmicas y de Fluidos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

e) Título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

f) Título de Técnico Superior en Procesos y Calidad en la Industria Alimentaria, establecido por el Real Decreto 451/2010 de 16 de abril por el que se establece el título de Técnico Superior en Procesos y Calidad en la Industria Alimentaria y se fijan sus enseñanzas mínimas.

g) Título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, establecido por el Real Decreto 1127/2010, de 10 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados y se fijan sus enseñanzas mínimas.

h) Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial, establecido por el Real Decreto 1576/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

i) Título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico, establecido por el Real Decreto 1578/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico y se fijan sus enseñanzas mínimas.

j) Título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

k) Título de Técnico Superior en Fabricación de productos farmacéuticos, biotecnológicos y afines, establecido por el Real Decreto 832/2014, de 3 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Fabricación de productos farmacéuticos, biotecnológicos y afines y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Artículo 14. Vinculación a otros estudios.

A efectos de facilitar el régimen de convalidaciones, en este real decreto se han asignado 36 créditos ECTS entre todos los módulos profesionales de este curso de especialización.

Disposición adicional primera. Regulación del ejercicio de la profesión.

El curso de especialización establecido en este real decreto no constituye una regulación del ejercicio de profesión regulada alguna.

Disposición adicional segunda. Accesibilidad universal en las enseñanzas de este curso de especialización.

1. Las administraciones educativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, incluirán en el currículo de este curso de especialización los elementos necesarios para garantizar que las personas que lo cursen desarrollen las competencias incluidas en el currículo en «diseño para todas las personas».

2. Asimismo, dichas administraciones adoptarán las medidas necesarias para que este alumnado pueda acceder y cursar dicho curso de especialización en las condiciones

establecidas en la disposición final segunda del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

Disposición adicional tercera. *Titulaciones habilitantes a efectos de docencia.*

1. A los efectos del artículo 11.2 de este real decreto, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 95.1 de la Ley Orgánica, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y en la disposición adicional decimoquinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, excepcionalmente se habilitarán a efectos de docencia las titulaciones recogidas en el anexo III B) de este real decreto para las distintas especialidades del profesorado.

2. A los efectos del artículo 11.6 de este real decreto, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 95.1 de la Ley Orgánica, 2/2006, de 3 de mayo y en la disposición adicional decimoquinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, las titulaciones recogidas en el anexo III D) de este real decreto excepcionalmente habilitarán para impartir módulos profesionales en centros de titularidad privada y de otras administraciones distintas a la educativa.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto se dicta al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30.^a de la Constitución para la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales y normas básicas para el desarrollo del artículo 27 de la Constitución, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los poderes públicos en esta materia.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

Este real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 7 de abril de 2020.

FELIPE R.

La Ministra de Educación y Formación Profesional,
MARÍA ISABEL CELAÁ DIÉGUEZ

ANEXO I

Módulos Profesionales

Módulo profesional: Metrología e instrumentación inteligente.

Código: 5012.

Créditos ECTS: 6.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Determina los requisitos de captación de datos y su medida en cada etapa del proceso aplicando criterios de optimización y eficiencia.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los puntos para la sensorización con criterios de optimización de las operaciones a realizar.
- b) Se han seleccionado las tecnologías de captación de datos.
- c) Se han seleccionado las tecnologías de medición de datos.
- d) Se han determinado las especificaciones metrológicas de cada elemento de campo.
- e) Se han determinado las condiciones de compensación frente a parámetros secundarios que son de aplicación a cada elemento de campo.
- f) Se han determinado la cadencia de medición y el tiempo de respuesta necesario para elementos de campo a emplear.

2. Especifica los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes analizando las tecnologías de comunicaciones implantadas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado las necesidades de sensorización en función del grado de automatización e integración óptimo, así como de su relación coste/beneficio.
- b) Se ha especificado el tipo de conectividad adecuado para los elementos de campo inteligentes.
- c) Se ha configurado tanto el elemento de campo, como el sistema de control para una comunicación óptima.
- d) Se ha verificado que la comunicación del elemento de campo con el sistema de control del proceso se produce según los requisitos establecidos.

3. Integra elementos de campo con el sistema de control determinando su funcionamiento autónomo o su aportación al sistema.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha determinado la información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo.
- b) Se ha seleccionado el elemento de campo según las tecnologías de comunicaciones existentes.
- c) Se ha instalado el elemento de campo y se han configurado los diversos parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso.
- d) Se ha verificado el correcto funcionamiento del elemento de campo según los requisitos establecidos.

4. Determina la aplicación de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada integrándolos en el proceso de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los puntos del sistema en los que serían de aplicación los sistemas de visión artificial.
- b) Se han valorado los sistemas/aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada existentes en el mercado.
- c) Se ha propuesto una solución óptima y eficiente para dar respuesta a las necesidades del sistema en cuanto a la aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada.
- d) Se han instalado y configurado los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada seleccionados.
- e) Se ha verificado el correcto funcionamiento de los sistemas implantados.
- f) Se ha valorado la mejora en los parámetros de funcionamiento del sistema que suponen los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada aplicados.

Duración: 55 horas.

Contenidos básicos:

Determinación de los requisitos de captación y medida:

- Conceptos de metrología aplicados a captadores y medidores:
 - Sistema nacional de calidad y seguridad.
 - Incertidumbre del instrumento. Incertidumbre de la medida.
 - Calibración y verificación de los equipos de medida. Trazabilidad, tolerancias, intervalos de aceptación.
 - Adecuación de los equipos de medida a las necesidades derivadas de las especificaciones dimensionales, geométricas, superficiales y de otras magnitudes.
 - Factores económicos asociados a los equipos de captación y medición. Selección óptima y eficiente de los equipos.
 - Funciones integradas de calibración y diagnóstico.
 - Mantenimiento de equipos.

Especificación de los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes:

- Tecnologías de captación y medición existentes en el mercado.
- Funciones de autodiagnóstico y autocalibración de los sensores.
- Conectividad de los sensores:
 - Redes específicas para sensorización.
 - Redes de automatización de mayor nivel.
 - Conectividad inalámbrica.
 - Sensores con conexión directa a la nube.
 - Conceptos de ciberseguridad aplicados a redes de sensores.

Integración de los elementos de campo con el sistema y/o determinación de su funcionamiento autónomo:

- Información a intercambiar entre el sistema y el sensor/medidor:
 - Datos de calibración.
 - Datos de compensación.
 - Direccionamiento.
 - Información propia del sensor.
 - Datos de la medición.

- Información para la programación remota del sensor / medidor.
- Información a compartir con otros sensores en un sistema distribuido.
- Velocidad de la comunicación.
- Capacidades de funcionamiento autónomo y control del proceso de los sensores inteligentes:
 - Capacidad de procesado

Determinación de la utilidad de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada:

- Soluciones de visión artificial disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Soluciones basadas en láser disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Soluciones basadas en luz estructurada disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Integración de las diferentes soluciones en el proceso.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de determinación de los requisitos metrológicos de captadores y medidores, y caracterización e instalación de elementos de campo inteligentes.

Las funciones de determinación de los requisitos metrológicos y de caracterización e instalación de elementos de campo inteligentes incluyen aspectos como la determinación de los puntos y magnitudes susceptibles de ser medidos, la selección de las tecnologías de captación y medición, la determinación de las especificaciones metrológicas, la caracterización de las necesidades de sensorización, la determinación, instalación y configuración de los elementos de campo inteligentes y la aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada para el control del proceso.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en la determinación de los requisitos metrológicos para la sensorización de los procesos productivos y/o de mantenimiento, la selección de elementos de campo inteligentes para los procesos productivos automatizados y/o de mantenimiento y la modificación y adaptación de los procesos productivos y/o de mantenimiento.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales e), f), g), l), m), n), ñ), o) y p), y las competencias c), d), e), j), k), l), m) y n), del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La caracterización de los requisitos metrológicos existentes en cada parte del sistema.
- La identificación de los elementos inteligentes de campo que satisfagan las necesidades de medición y captación.
- La configuración de los elementos inteligentes de campo para su integración en el sistema de control de la producción y/o de mantenimiento.
- La reprogramación del sistema de control de la producción y/o de mantenimiento para la integración de los elementos de campo inteligentes.
- La verificación del funcionamiento.
- La localización de averías.

Módulo profesional: Estrategias del mantenimiento industrial.**Código: 5032.****Créditos ECTS: 10.****Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. Caracteriza los tipos, niveles y procedimientos del mantenimiento industrial referenciándolos a la normativa vigente y relacionándolos con los perfiles y cualificaciones del personal de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado el objeto, campo de aplicación y términos fundamentales del mantenimiento industrial.
 - b) Se han descrito los tipos de fallos, eventos, averías y estados de un elemento o máquina.
 - c) Se han especificado las actividades de mantenimiento según el entorno industrial de referencia.
 - d) Se han caracterizado los principios aplicables a la gestión de los repuestos y consumibles.
 - e) Se ha determinado la utilidad de los indicadores de mantenimiento.
 - f) Se han caracterizado los distintos perfiles y cualificaciones que corresponden al personal de mantenimiento.
 - g) Se han relacionado las diferentes tareas de mantenimiento con los perfiles del personal y sus cualificaciones.
2. Evalúa los atributos e indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales, relacionándolos con los niveles de mantenimiento y estableciendo indicadores de rendimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los atributos de mantenibilidad, clasificándolos según su dimensión global o variable y atendiendo al nivel de intervención.
 - b) Se han caracterizado los indicadores primarios u operacionales (fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad).
 - c) Se han caracterizado los indicadores secundarios, con aportación de información de otros departamentos en su caso.
 - d) Se han establecido los indicadores clave de rendimiento *KPI* (*key performance indicator*) aplicados al mantenimiento.
 - e) Se ha medido el rendimiento de las intervenciones, en función de los objetivos de la empresa.
 - f) Se han aplicado los índices de disponibilidad, de coste, de proporción de tiempos de mantenimiento, de gestión de almacenes y compras, de gestión de órdenes de trabajo, de seguridad y medio ambiente y de formación.
 - g) Se han calculado y evaluado los indicadores de mantenibilidad.
3. Implanta metodologías y estrategias para la gestión del mantenimiento industrial analizando sus características específicas y aplicando tecnologías digitales.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha valorado la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), para la definición y evaluación de las actividades de mantenimiento.

- b) Se ha valorado la metodología “lean” de mejora continua.
 - c) Se ha analizado la metodología 5s aplicada a las actividades de mantenimiento.
 - d) Se han establecido las herramientas estadísticas de la metodología seis sigma.
 - e) Se han establecido las características del TPM (Mantenimiento Productivo Total).
 - f) Se han diseñado experimentos con las metodologías y estrategias analizadas.
 - g) Se han implantado una organización TPM (Mantenimiento Productivo Total).
4. Diseña el plan de mantenimiento de la organización determinando los tipos y niveles de mantenimiento a aplicar según las necesidades de la producción y la optimización de los recursos.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha realizado el inventario técnico de la maquinaria y equipos que componen la instalación y son susceptibles de recibir mantenimiento.
 - b) Se ha analizado la información disponible de todas las máquinas y equipos de la instalación desde el punto de vista de sus necesidades de mantenimiento.
 - c) Se ha determinado para cada máquina y equipo una relación de actividades de mantenimiento clasificadas por tipos, niveles y periodicidades, en su caso, a implementar en el plan de mantenimiento de la organización.
 - d) Se han analizado, dimensionado y asignado los recursos materiales (herramientas, fungibles y repuestos entre otros) para cada actividad determinada.
 - e) Se ha determinado para cada máquina y equipo, la relación de recursos materiales (fungibles y repuestos entre otros), que deben estar disponibles permanentemente en el almacén para las intervenciones de mantenimiento más urgentes y/o frecuentes.
 - f) Se han analizado, dimensionado y asignado los recursos humanos, propios y externos, para cada actividad determinada.
 - g) Se han elaborado los materiales y acciones formativos necesarios para instruir al diverso personal de mantenimiento.
 - h) Se ha elaborado e implantado el plan general de mantenimiento de la organización.
5. Planifica y realiza el seguimiento de las actividades de mantenimiento recuperativo y/o reformas sobre la instalación anticipando los recursos humanos y materiales.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los registros de mantenimiento correctivo e intervenciones sobre máquinas y equipos.
- b) Se han propuesto acciones de mantenimiento recuperativo y/o reformas sobre las máquinas y equipos en base a los registros analizados y a las aportaciones de otros departamentos.
- c) Se ha estimado la necesidad de tiempo de parada de las instalaciones y coordinado con el resto de departamentos de la organización.
- d) Se han determinado las necesidades de materiales asociadas a las actividades a realizar.
- e) Se han ejecutado los pedidos de materiales (repuestos, herramientas, fungibles y otros), con la suficiente antelación.
- f) Se han determinado las necesidades de personal y/o contratación de servicios externos necesarios.
- g) Se ha ejecutado el control y seguimiento de las actividades.
- h) Se han informado todas las actividades realizadas con detalle y se han analizado en su conjunto.

Duración: 90 horas.

Contenidos básicos:

Tipos, niveles y procedimientos del mantenimiento industrial:

- Normativa en vigor en el campo del mantenimiento (entre otras y atendiendo a sus posibles modificaciones y sustituciones):
 - UNE-EN 13269 Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.
 - UNE-EN 13306 Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.
 - UNE-EN 13460 Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.
 - UNE-EN 15341 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.
 - UNE-EN 15628 Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento.
 - UNE 151001 Mantenimiento. Indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales. Definición y evaluación.
- Literatura técnica en el campo del mantenimiento.
- Tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo, recuperativo y otros, con sus subtipos. Variantes según estrategias y sectores.
- Mantenimiento productivo total (TPM).
- Gestión del almacén de mantenimiento. Codificación de repuestos y consumibles. Optimización del inventario de mantenimiento. Parámetros a definir para cada repuesto codificado: punto de pedido, cantidad de pedido, tiempo de entrega. Repuestos críticos
- Los cinco niveles de mantenimiento y sus actividades asociadas. Casuística.
- Indicadores de mantenimiento. Definiciones según normativa.
- Perfiles y cualificaciones del personal de mantenimiento: técnico especializado de mantenimiento, supervisor de mantenimiento, gerente de mantenimiento y otros.
- Intervención del personal de otros departamentos en tareas relacionadas con el mantenimiento (tareas de mantenimiento autónomo).
- Tareas típicas de mantenimiento. Priorización. Definición de responsabilidades. Asociación típica de repuestos y consumibles a tareas típicas.

Atributos e indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales:

- Atributos de mantenibilidad.
- Atributos globales o que afectan a cualquier nivel de mantenimiento (simplicidad, identificación, modularidad, tribología, ergonomía, estandarización y otros).
- Atributos variables o que dependen del nivel de mantenimiento (accesibilidad, montaje/desmontaje, necesidad de personal, necesidades de organización, coordinación, grado de complejidad de las tareas, entorno, herramientas, equipos, documentación y otros).
- Mejoras enfocadas como pilar del TPM: involucración del mantenedor en el diseño de sistemas.

Metodologías y estrategias para la gestión del mantenimiento industrial:

- Metodologías:
 - Metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos).
 - Metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).
 - Ciclo de DEMING (PHVA, Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), principios básicos de Kaizen o mejora continua.
 - Metodología 5s's (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización, Mantener la disciplina).

- Otras metodologías.
- Cálculos estadísticos aplicados al mantenimiento.
- Diseño de experimentos.
- Implantación de una organización TPM.

Plan de mantenimiento según necesidades de producción y optimización de recursos:

- Manuales de operación y de mantenimiento de las máquinas y equipos de la instalación, proporcionados por fabricantes.
- Documentación: formatos para el registro de datos y de las operaciones de mantenimiento: órdenes de trabajo, libro de vida de la máquina/equipo, registros de rutas de inspección, registros de reparaciones, registros de modificaciones sobre máquinas/equipos, registros de inspecciones técnicas periódicas y otros.
- Procedimientos de gestión del plan general de mantenimiento: operaciones básicas de revisión, reparación, planificación de los trabajos, programación, definición del flujo ligado a las órdenes de trabajo (OTs), asignación de prioridades, ejecución de los trabajos, cierre de las OTs, realización de informes, análisis de informes y realimentación de las conclusiones a los procedimientos.
- Archivo técnico de la organización ligado al mantenimiento:
 - Herramientas y medios: inventario de herramientas, relación de instrumentos con control metrológico, plan de control metrológico.
 - Procedimientos de gestión y calidad de mantenimiento: organización, funciones y responsabilidades, planificación, documentación, compras y contratos, controles, inspección y ensayos, plan de control metrológico, planificación de las auditorías/inspecciones externas, planificación de las acciones de formación.
 - Procedimientos de trabajo de mantenimiento: procedimientos organizativos y técnicos, rutas de inspección, rutas de lubricación, otras gamas de mantenimiento.
 - Archivo de gamas realizadas, informes de reparación, órdenes de trabajo terminadas e informadas.
 - Informes de intervención sobre las instalaciones: grandes reparaciones y nuevas instalaciones realizadas.
 - Información económica: presupuesto de mantenimiento, control de costes, pedidos, facturación.
 - Informes periódicos de mantenimiento: indicadores, evolución, emisión de los informes.
 - Seguridad y salud: plan de seguridad.
 - Control medioambiental y economía circular.

Seguimiento de las actividades de mantenimiento recuperativo:

- Diagramas de GANTT.
- Técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT).
- Determinación de las holguras, actividades críticas y rutas críticas.
- Optimización de la planificación de actividades.
- Herramientas adicionales de gestión de proyectos.
- Gestión de recursos materiales, económicos y humanos.
- Contratación de servicios.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de diseño y planificación del mantenimiento industrial.

Las funciones de diseño y planificación incluyen aspectos como, la evaluación de los atributos e indicadores de mantenibilidad de los dispositivos industriales y el dimensionado de los recursos, materiales y humanos, necesarios para llevar a cabo las tareas establecidas en el plan de mantenimiento de la organización.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en la realización del inventario técnico de la maquinaria y equipos, así como en la ejecución de los pedidos de materiales necesarios y en la asignación de las tareas de mantenimiento al personal correspondiente.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), l), m), n), ñ), o), p) y las competencias a), j), k), l), m) y n) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El conocimiento de las normativas en vigor en el campo del mantenimiento.
- La evaluación de los atributos e indicadores de mantenibilidad de dispositivos industriales.
- La implantación de las metodologías de mantenimiento más apropiadas.
- El diseño del plan de mantenimiento de la organización.
- La ejecución y seguimiento del plan de mantenimiento establecido.

Módulo profesional: Seguridad en el mantenimiento industrial.

Código: 5033.

Créditos ECTS: 7.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Determina la estrategia de seguridad en las actividades de mantenimiento industrial digitalizado aplicando las normativas de uso en el sector.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado el objeto, campo de aplicación y términos fundamentales de la seguridad industrial.
 - b) Se han descrito los tipos de riesgos asociados a elementos, máquinas o sistemas.
 - c) Se han caracterizado los indicadores específicos de mantenimiento ligados a la seguridad.
 - d) Se ha identificado la normativa de seguridad aplicable a la organización.
 - e) Se ha caracterizado e integrado la normativa de seguridad aplicable en los procedimientos de mantenimiento.
 - f) Se han analizado los mecanismos existentes para paliar los riesgos.
 - g) Se han definido los puntos a tener en cuenta en un expediente de nueva maquinaria o modificación de las mismas.
 - h) Se ha definido la estrategia a seguir en la reducción de riesgos en la organización.
2. Optimiza la seguridad en las operaciones de mantenimiento de la organización en entornos digitalizados integrando los métodos de evitación de accidentes y riesgos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han caracterizado los métodos de evitación de accidentes según un enfoque analítico.

- b) Se han caracterizado los métodos de evitación de accidentes según un enfoque de ingeniería.
 - c) Se han comparado los métodos y se han establecido sus ventajas e inconvenientes.
 - d) Se ha determinado los métodos disponibles de evitación de accidentes más adecuados para la organización.
 - e) Se han integrado los métodos seleccionados en la cultura de seguridad de la organización.
3. Optimiza la seguridad en las actividades y procedimientos de mantenimiento en entornos digitalizados identificando riesgos inherentes a cada tipo de industria.

Criterios de evaluación:

- a) Se han descrito los tipos de riesgo asociados a industrias concretas.
 - b) Se ha analizado el histórico de eventos de riesgo de la organización ligados al tipo de industria.
 - c) Se ha elaborado un catálogo de patrones de riesgo, en las actividades de mantenimiento de la organización o en organizaciones de similar naturaleza.
 - d) Se han identificado los procedimientos y los pasos de las actividades de mantenimiento que presentan mayor propensión al riesgo debido a factores inherentes a cada tipo de industria.
 - e) Se han seleccionado los métodos de evitación de accidentes de aplicación.
 - f) Se han propuesto mejoras en las actividades de mantenimiento para mitigar los niveles de riesgo ligados a la industria concreta.
 - g) Se han implantado las mejoras propuestas en las actividades de mantenimiento.
 - h) Se ha evaluado la mejora en base al seguimiento de las métricas de los indicadores de mantenimiento ligados a la seguridad.
4. Relaciona las inspecciones, revisiones y demás tipo de actividades asegurando el cumplimiento normativo de las operaciones de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los sectores de actividad normalizados a los que pertenece la organización.
 - b) Se han caracterizado las actividades de la organización desde un punto de vista técnico.
 - c) Se han identificado y analizado la normativa y las reglamentaciones de seguridad que aplican a los sectores de actividad a los que pertenece la organización.
 - d) Se han seleccionado aquellas inspecciones, revisiones y otras actividades que sean de aplicación a la organización, según la normativa y la reglamentación de seguridad.
 - e) Se han identificado a los agentes y organizaciones autorizadas para realizar cada una de estas actividades.
 - f) Se han determinado las periodicidades y condiciones técnicas y operativas para realizar cada una de estas actividades.
 - g) Se han integrado todas aquellas inspecciones, revisiones y otras actividades de seguridad que sean de obligado cumplimiento desde el punto de vista de la seguridad.
5. Configura sistemas y redes de soporte al mantenimiento minimizando los posibles escenarios de riesgo en ciberseguridad.

Criterios de evaluación:

- a) Se han caracterizado diferentes tipos de amenazas para los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.

- b) Se han identificado y evaluado la seguridad de credenciales y los medios de control de acceso.
- c) Se ha elaborado y ordenado una lista de riesgos asociados a los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- d) Se han configurado y parametrizado los sistemas y redes de soporte al mantenimiento de acuerdo a los requisitos de protección establecidos.
- e) Se han identificado los requisitos de seguridad para la actualización y el parcheado de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- f) Se han identificado los requisitos de seguridad para la gestión de antivirus y cortafuegos de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- g) Se han identificado los requisitos de seguridad para las copias de seguridad de las configuraciones e información de los sistemas y redes de soporte al mantenimiento.

Duración: 65 horas.

Contenidos básicos:

Estrategia de seguridad en las actividades de mantenimiento:

- La legislación técnica en la Unión Europea: la directiva de máquinas y otras directivas relacionadas. Directivas de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética.
- Ámbito de aplicación de la directiva de máquinas: descripción de máquina y fabricante.
- Evaluación de la conformidad para el mercado CE.
- La evaluación de riesgos. Conceptos básicos. Normativa armonizada relacionada con las directivas de seguridad de máquinas.
- Análisis y evaluación de riesgos. Normativa. UNE EN 12100 y otras y las que eventualmente las sustituyan.
- Estrategia de reducción del riesgo y diseño seguro de los sistemas de mando. Normativa. UNE EN ISO 13849 y otras, y las que eventualmente las sustituyan.
- Partes de un expediente técnico.
- La documentación administrativa para el mercado CE.

Optimización de la seguridad en las operaciones de mantenimiento:

- Métodos de evitación de accidentes según un enfoque analítico:
 - Análisis del error humano (*HEA, Human Error Analysis*).
 - Análisis de la causa raíz del accidente (*RCA, Accident Root Cause Analysis*).
 - Análisis del árbol de fallas (*FTA, Fault Tree Analysis*).
 - Análisis de modos y efectos de fallas (*FMEA, Failure Modes and Effects Analysis*).
 - Análisis funcional de operabilidad (*Hazard and Operability Analysis*).
- Métodos de evitación de accidentes según un enfoque de ingeniería:
 - Controles de ingeniería.
 - Procedimientos de seguridad para trabajos de mantenimiento:
 - Autorización de las órdenes de trabajo.
 - Instrucciones específicas de seguridad para actividades de mantenimiento.
 - Preparación segura de las actividades de mantenimiento.
 - Seguimiento y observación de la ejecución de las actividades.
 - Asignación adecuada y documentada de herramientas y métodos de protección.
 - Etiquetado de las máquinas y áreas de trabajo en actividades de mantenimiento.
 - Aseguramiento de la terminación correcta de las actividades de mantenimiento y autorización para la puesta en marcha.
 - Equipos de protección individual.

Optimización de la seguridad en los procedimientos de mantenimiento:

- Normativa y bases de datos asociadas a riesgos específicos de las siguientes industrias, entre otras: química, nuclear-radiaciones ionizantes, petroquímica, eléctrica, alimentaria, farmacéutica, tecnologías robóticas.
- Clasificación de los materiales y desechos peligrosos según los tipos de instalaciones y sectores industriales: inflamables, corrosivos, reactivos, tóxicos, biológicos y otros.
- Categorización de los riesgos generales según los tipos de instalaciones y sectores industriales: estructurales, eléctricos, mecánicos, temperatura, ruido, radiación, presencia de gases, y otros.
- Riesgos concretos asociados a las actividades industriales: piezas en movimiento, trabajo intenso en las proximidades de fuentes de calor, ruido de maquinaria, polvo por operaciones de aserrado o similares, ruptura de recipientes a presión, exposición a productos químicos de distinta naturaleza, sustancias explosivas, agotamiento de oxígeno en tanques y espacios cerrados, derrumbes, entre otros.

Cumplimiento normativo de las actividades de mantenimiento:

- Inspecciones que se derivan de los siguientes reglamentos y normativas (o aquellas que las sustituyan o modifiquen), entre otros que pudieran ser de aplicación a la organización:
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normativa que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.
- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos.
- Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
- Reglamento de instalaciones petrolíferas.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
- Reglamento de equipos a presión (REP).
- Reglamento de instalaciones contra incendios en establecimientos industriales.
- Reglamento de aparatos de elevación y manutención.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en equipos de trabajo.

La ciberseguridad en la configuración de sistemas y redes de soporte al mantenimiento:

- Tipos de sistemas y redes de soporte al mantenimiento.
- Amenazas y tipos de amenaza.
- Evaluación del riesgo.
- Riesgos externos.
- Tipos de credenciales y sistemas de control de acceso.
- Configuración de usuarios y/o direcciones IP habilitadas para controlar los sistemas.
- Envíos de registros (Logs), a sistemas externos.
- Gestión de la actualización de los sistemas.
- Gestión de antivirus.
- Copias de seguridad de una configuración deseada y su custodia.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de optimización de la seguridad del mantenimiento industrial.

La función de optimización de la seguridad del mantenimiento industrial incluye aspectos como la comprobación de que las operaciones, actividades y procedimientos de mantenimiento están incluidos en el plan de mantenimiento de la organización y que cumple con la normativa en vigor.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican en el establecimiento de los métodos de evitación de accidentes.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales c), d), l), m), n), ñ), o) y p), y las competencias b), j), k), l), m) y n) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El conocimiento de la normativa internacional en materia de seguridad en las actividades de mantenimiento.
- La implementación de métodos de evitación de accidentes.
- La optimización de la seguridad en el mantenimiento industrial.
- La configuración de sistemas y redes de soporte al mantenimiento ciberseguros.

Módulo profesional: Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.

Código: 5034.

Créditos ECTS: 5.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Determina la tecnología de almacenamiento de la información, teniendo en cuenta los requisitos de seguridad y accesibilidad.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los procesos productivos y/o máquinas, sistemas y equipos adecuados con criterios de optimización y eficiencia que transmiten información.
 - b) Se han determinado las tecnologías de almacenamiento adecuadas en función de los requisitos adecuados.
 - c) Se han seleccionado las herramientas de monitorización y supervisión adecuadas en función de cada requisito.
 - d) Se han determinado las especificaciones de la conectividad y accesibilidad de cada elemento de campo de forma segura.
2. Garantiza transmisiones seguras aplicando soluciones de comunicaciones avanzadas que permitan la encriptación, firma y autenticación de la información OPC UA, (tecnología de comunicación industrial multiplataforma, abierta, orientada a servicios).

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado las comunicaciones avanzadas que permiten encriptación, firma y autenticación de la información.

- b) Se ha definido cada elemento y ámbito donde aplicar las soluciones de comunicaciones industriales.
 - c) Se han aplicado las soluciones de comunicaciones industriales avanzadas, en función de cada requisito.
 - d) Se ha realizado la correcta configuración de la comunicación OPC UA para la transmisión de datos.
3. Integra las comunicaciones avanzadas y los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes y a lo largo de la cadena de valor, aplicando los formatos adecuados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han integrado las comunicaciones industriales avanzadas de forma eficiente y segura.
 - b) Se han integrado sistemas de almacenamiento de datos en entornos industriales inteligentes de forma eficiente y segura.
 - c) Se han almacenado, procesado y transferido los datos del entorno industrial inteligente de forma segura.
 - d) Se han conectado las máquinas, equipos y sistemas industriales con los sistemas IT.
 - e) Se ha realizado una transferencia segura hacia los sistemas IT superiores.
4. Optimiza la monitorización y el estado de funcionamiento de la maquinaria existente en la instalación analizando y proponiendo soluciones de actualización tecnológica de equipos (*retrofitting*).

Criterios de evaluación:

- a) Se ha elaborado un catálogo de la maquinaria existente en la instalación que sea crítica para el mantenimiento y/o la producción.
 - b) Se han definido las necesidades y los objetivos de actualización tecnológica de los equipos de la instalación en función de su historial de mantenimiento y de su índice de productividad.
 - c) Se han seleccionado y priorizado los equipos de la instalación que presentan un mayor potencial de mejora en cuanto a actualización tecnológica.
 - d) Se han analizado las posibilidades técnicas de actualización tecnológica de los equipos seleccionados.
 - e) Se han propuesto las acciones concretas de actualización tecnológica sobre los equipos seleccionados, de forma priorizada.
 - f) Se han realizado actividades de actualización tecnológica sobre equipos sencillos y se han solicitado ofertas a empresas del sector para los equipos de mayor entidad.
 - g) Se han integrado los equipos reformados en los sistemas digitales de producción y mantenimiento de la organización.
5. Aplica técnicas de *Smart Data* (Datos Inteligentes: recaba y analiza grandes volúmenes de datos) al análisis de los datos almacenados optimizando los procesos de mantenimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha caracterizado el concepto de *Smart Data* como el encargado de transformar los grandes volúmenes de datos en información disponible y accionable en tiempo real.
- b) Se han analizado y comparado las aplicaciones industriales existentes en el mercado de análisis de datos.

- c) Se han evaluado las ventajas para el mantenimiento y operación de los procesos industriales.
- d) Se ha analizado a través del *Smart Data* el conjunto de acciones a realizar para alargar la vida útil de la máquina, sistema y/o equipos.
- e) Se han optimizado y depurado las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- f) Se ha diseñado un plan de mantenimiento en base a los datos inteligentes obtenidos.
- g) Se ha supervisado el plan de mantenimiento, evitando posibles incidencias o errores.

Duración: 45 horas.

Contenidos básicos:

Tecnologías avanzadas de almacenamiento de la información:

- Tipos de almacenamiento de datos: niebla y nube.
- *Streaming* y datos en tiempo real.
- Escalabilidad de los servicios.
- Bases de datos analíticas vs. almacenes de datos.
- Datos abiertos y obtención de datos externos.
- Consultas y definición de datos en diferentes lenguajes.
- Selección correcta de tipo de conectividad y protocolo de comunicación.
- Encriptación de datos.

Transmisiones seguras con encriptación, firma y autenticación de la información (*OPC UA*)

- Opciones disponibles en el mercado para las comunicaciones industriales avanzadas.
- Comunicación *OPC UA* que permiten comunicación de equipos y sistemas industriales para la recolección y control de los datos.
- Tipos de acceso a la información.
- Acceso unificado.
- Seguridad basada en certificados digitales (encriptada).
- Cliente / Servidor *OPC UA*.

Integración de las comunicaciones y los sistemas de almacenamiento de datos:

- Captura, agregación y análisis de datos operativos del proceso y de la máquina.
- Obtención de información para la mejora de los procesos en entornos industriales.
- Armonización entre las diferentes fuentes de datos.
- Análisis y optimización de los entornos industriales inteligentes.
- Integración de la producción con sistemas *IT*.
- Reducción de riesgos para operarios e instalaciones.
- Utilización de diferentes protocolos de comunicación.

Optimización de la monitorización y el estado de funcionamiento de la maquinaria:

- Objetivos de las operaciones de actualización tecnológica de equipos: incremento de la productividad, reducción de los períodos de inactividad, reducción de los riesgos, simplificación de la programación de la operación y mantenimiento, aumento del período de amortización de la maquinaria, dotar de posibilidad de integración en red.
- Tipos de maquinaria y equipamientos susceptibles de recibir actualización tecnológica: tornos, centros de torneado, prensas, plegadoras, esmeriladoras, mandrinadoras, recortadoras, fresadoras, centros de mecanizado de madera, centros de taladrado, máquinas de corte láser, centros de soldadura, máquinas de

alimentación, máquinas de extrusión, líneas de envasado y embotellado, líneas de producción, hornos industriales, máquinas de reciclado, y otros.

- Tipología de las actualizaciones tecnológicas: mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica, electrónica, sensorización, integración digital, dotación de mando remoto, de programación, y otros.
- Organizaciones que realizan actividades de actualización tecnológica disponibles en el mercado y servicios que prestan.

Técnicas de *Smart Data* al análisis de datos almacenados:

- Información de la calidad y uso de datos.
- Almacenamiento y procesamiento selectivo de la información en tiempo real.
- Optimización de mantenimiento preventivo y predictivo a través de *Smart Data*.
- Identificación y variación de variables.
- Análisis y predicción de las características de rendimiento de procesos productivos y/o máquinas reales.
- Reducción de las tareas de mantenimiento.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de monitorización de la maquinaria de la organización.

La función de monitorización de la maquinaria incluye aspectos como proponer y ejecutar las actualizaciones técnicas de mejora pertinentes en los equipos que sea necesario.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican al catalogar la maquinaria y establecer las actualizaciones a realizar en la misma.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales h), i), l), m), n), ñ), o) y p) y las competencias f), g), j), k), l), m) y n), del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- Determinar la tecnología de almacenamiento de la información.
- Implementar las comunicaciones industriales avanzadas necesarias.
- Optimizar la monitorización de la maquinaria.
- Mejorar el mantenimiento preventivo y predictivo.

Módulo profesional: Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.

Código: 5035.

Créditos ECTS: 8.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Implanta aplicaciones de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), atendiendo a las necesidades de la organización.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado las necesidades de la organización y su potencial de mejora con respecto a la implantación de una solución GMAO.

- b) Se han comparado sistemas GMAO en cuanto a prestaciones y costes y a su adecuación a las necesidades de la organización.
 - c) Se ha seleccionado e instalado la solución óptima de GMAO.
 - d) Se ha volcado al sistema GMAO toda la información relevante en cuanto a equipos, repuestos, personal y otros.
 - e) Se han seleccionado las metodologías de mantenimiento necesarias, disponibles en la aplicación.
 - f) Se han definido los niveles de acceso al sistema GMAO, los usuarios, los privilegios, las responsabilidades en cada actividad definida y la metodología para la creación, emisión y realimentación de órdenes de trabajo.
 - g) Se han definido las gamas de mantenimiento a realizar, con su descripción de actividades, periodicidades, herramientas, fungibles, repuestos y demás.
 - h) Se ha realimentado a la aplicación toda la información relevante en cuanto a órdenes de trabajo y actividades terminadas.
 - i) Se ha extraído de la aplicación la información relevante de seguimiento del mantenimiento para la realización de informes.
 - j) Se ha conectado el sistema GMAO con niveles superiores de supervisión de la organización, como los sistemas de planificación de recursos (ERP).
2. Optimiza los procesos y las operaciones de mantenimiento aplicando técnicas de realidad aumentada y/o realidad virtual.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado y caracterizado los equipos a los que aplicar técnicas de realidad aumentada y/o virtual por su complejidad o criticidad.
 - b) Se han seleccionado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual de entre las disponibles en el mercado.
 - c) Se han implementado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual en la organización.
 - d) Se han establecido los puntos de los equipos sobre los que implementar las técnicas de realidad aumentada y/o virtual.
 - e) Se han alimentado a las aplicaciones la información relevante para el mantenimiento de cada punto de cada equipo que se considere (planos, repuestos, órdenes de trabajo, históricos, características técnicas, entre otros).
 - f) Se han conectado las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual con los sistemas SCADA y/o GMAO de la organización para ofrecer información de los equipos y procesos en tiempo real.
 - g) Se han definido e implementado las acciones a realizar desde la aplicación de realidad aumentada y/o virtual en el sistema SCADA, tanto simuladas como actuaciones reales.
 - h) Se han elaborado materiales formativos para el nuevo personal y/o para nuevos procesos de mantenimiento.
 - i) Se han integrado los materiales formativos elaborados en las aplicaciones de realidad aumentada y/o virtual.
3. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de medición y análisis de vibraciones en máquinas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos físicos que dan soporte a las técnicas de análisis de vibraciones.
- b) Se han caracterizado los sensores que se aplican al análisis de vibraciones en función de sus características y costes.

- c) Se han caracterizado los distintos tipos de fallos que se pueden producir en máquinas sometidas a vibraciones.
 - d) Se han catalogado y analizado las diferentes causas que pueden producir vibraciones inusuales en máquinas en funcionamiento.
 - e) Se han identificado las causas que producen vibraciones inusuales en máquinas concretas en base a los registros históricos y al análisis de las causas.
 - f) Se han corregido las causas que provocan un nivel inusual de vibraciones: desalineamientos, desequilibrios, resonancias a determinadas frecuencias de giro, partes deterioradas o desgastadas, y otros.
 - g) Se han integrado los sistemas automáticos de supervisión continua de vibraciones en los sistemas de control y supervisión de la organización (SCADA).
 - h) Se han establecido los avisos y las acciones automáticas a tomar por el sistema de control y supervisión en base a niveles preestablecidos de vibraciones.
 - i) Se han programado en el sistema GMAO las gamas de análisis de vibraciones con sus periodicidades y puntos de toma de medición.
4. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de análisis de aceites y partículas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos que dan soporte a las técnicas de análisis de aceites y partículas.
 - b) Se ha realizado un inventario de aplicaciones de las técnicas de análisis de aceites y partículas a los equipos de la organización.
 - c) Se han catalogado y analizado las diferentes causas que pueden producir los resultados anómalos en los análisis de aceites y partículas.
 - d) Se han establecido los niveles de aviso y de actuación frente a los resultados de los análisis de aceites y partículas.
 - e) Se han programado en el sistema GMAO las gamas de análisis de aceites y partículas con sus periodicidades y puntos de toma de medición.
5. Optimiza el estado de funcionamiento de los equipos aplicando técnicas de mantenimiento predictivo de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado los fundamentos que dan soporte a las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos.
- b) Se ha realizado un inventario de aplicaciones de las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos a los equipos de la organización.
- c) Se han catalogado y analizado las diferentes causas que pueden producir lecturas anómalas en las mediciones realizadas en base a termografía por infrarrojos y ultrasonidos.
- d) Se han establecido los niveles de aviso y de actuación frente a los resultados de las mediciones realizadas en base a termografía por infrarrojos y ultrasonidos.
- e) Se ha programado en el GMAO las gamas de predictivo basadas en termografía por infrarrojos y ultrasonidos.

Duración: 75 horas.

Contenidos básicos:

Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO):

- Aplicaciones de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), o equivalentemente Sistemas de Gestión del Mantenimiento Computerizado (CMMS), disponibles en el mercado.

- Modelo de mantenimiento (mix).
- Diagrama de planta y árbol jerárquico de archivos.
- Usuarios y privilegios.
- *KPI's* y cuadros de mando.

Técnicas de realidad aumentada y/o realidad virtual en los procesos y las operaciones de mantenimiento:

- Fundamentos de la virtualización de sistemas.
- Tecnologías de virtualización existentes en el mercado.
- Aplicaciones y servicios de realidad aumentada y/o realidad virtual disponibles. Prestaciones. Asociación de información de equipos y sus partes. Planos. Esquemas. Características técnicas, procedimientos de mantenimiento, despieces, existencia de repuestos, y otros.
- Capacidad de integración de las aplicaciones con los sistemas digitales de la organización: *SCADA* y *GMAO*.
- Usos de la realidad aumentada y/o virtual con respecto a la formación: procedimientos de mantenimiento y de seguridad.

Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de mantenimiento predictivo de medición y análisis de las vibraciones en máquinas:

- Fundamentos del análisis de vibraciones en máquinas. Naturaleza de la vibración. Análisis armónico.
- Principios de funcionamiento de los sensores, transductores, etapas que los componen, tipos de señal de salida, sistemas de montaje, características avanzadas de procesamiento de señal y comunicaciones.
- Análisis en frecuencia de las vibraciones y su asociación a las diferentes causas de niveles anómalos de vibración.
- Causas usuales de niveles anómalos de vibración: desequilibrio de máquina rotativa, desalineamiento de ejes de transmisión, problemas de resonancia, deterioro y/o desgaste de partes en fricción, y otros.
- Métodos para corrección de niveles elevados de vibraciones: alineamiento de ejes, equilibrado de elementos en rotación, sustitución de elementos defectuosos o con desgastes elevados, y otros.

Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de mantenimiento predictivo de análisis de aceites y partículas:

- Fundamentos del análisis de aceites y partículas. Propiedades de los lubricantes. Propiedades de los aceites dieléctricos. Degradación de los aceites y resultados analíticos asociados.
- Análisis de aceites y partículas y mantenimiento basado en la condición.
- Aplicaciones de los análisis de aceites y partículas: motores, reductores, transformadores y otros.
- Métodos de toma de muestras, contaminantes típicos en los lubricantes y en los aceites dieléctricos.
- Límites típicos de aviso y de intervención asociados a diferentes tipos de maquinaria (registros históricos de la instalación e informaciones publicadas por los servicios y organismos oficiales).

Optimización del estado de funcionamiento de los equipos con técnicas de mantenimiento predictivo de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos:

- Fundamentos de las técnicas de termografía por infrarrojos y de ultrasonidos. Propiedades de los materiales con respecto a cada una de las técnicas. Posibles causas de lecturas anómalas.

- Termografía por infrarrojos, técnicas de ultrasonidos y mantenimiento basado en la condición.
- Aplicaciones de la termografía por infrarrojos: detección de puntos caliente en instalaciones eléctricas, conexiones defectuosas, sobretensiones, medición de temperatura en partes sometidas a carga mecánica y otros.
- Aplicaciones de las técnicas de ultrasonidos: medición de espesores en materiales, detección de fisuras, y otros.
- Métodos de realización de las mediciones con termografía por infrarrojos y con ultrasonidos.
- Límites típicos de aviso y de intervención asociados a diferentes tipos de elementos e instalaciones. Histórico de mediciones de la instalación. Documentación publicada por organismos y servicios oficiales.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de optimización de la gestión del mantenimiento de la organización.

La función de optimización de la gestión del mantenimiento incluye aspectos como la implantación de sistemas GMAO y su conexión con los sistemas de planificación de recursos, ERP.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican a programar en el sistema GMAO las gamas de análisis de vibraciones, de aceites, de partículas y de termografía por infrarrojos, con sus periodicidades y puntos de toma de medición.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales j), k), l), m), n), ñ), o) y p) y las competencias h), i), j), k), l), m) y n), del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- Determinar las gamas de mantenimiento a realizar.
- Mejorar el acceso a la información y la interacción con el sistema digital mediante la realidad aumentada y/o virtual.
- Analizar las causas de vibraciones inusuales en las máquinas.
- Inventariar las aplicaciones y las técnicas de análisis de aceites, de partículas y termografía de infrarrojos a los equipos de la organización.

ANEXO II

Espacios y equipamientos mínimos

Espacios

Espacio formativo	Superficie m ² 30 alumnos	Superficie m ² 20 alumnos
Aula polivalente.	60	40
Aula de informática industrial.	120	80
Laboratorio de sistemas automáticos.	180	120
Taller de sistemas automáticos.	200	130

Equipamientos

Espacio formativo	Equipamiento
Aula polivalente.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Dispositivos de almacenamiento en red. Escáner. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales.</p>
Aula de informática industrial.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de gestión de proyectos. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales. Software de diseño y simulación de sistemas de automatización y robótica industrial. Software de desarrollo de SCADA. Software de Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO). Sistemas de planificación de recursos de la empresa (ERP – Enterprise Resource Planning).</p>
Laboratorio de sistemas automáticos.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Software de aplicación. Generador de funciones. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Entrenadores de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Entrenadores de electrónica de potencia. Autómatas programables. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Fuentes de alimentación. Transformadores monofásicos. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Entrenadores para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Paneles para las instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y entrenadores de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de ensayos.</p>

Espacio formativo	Equipamiento
Aula técnica de sistemas automáticos.	<p>Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Equipos y herramientas de mecanizado manual. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Equipos y accesorios para distintos tipos de soldadura. Paneles modulares para el montaje de sistemas. Elementos para montaje y simulación de sistemas hidráulicos, neumáticos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos. Herramientas portátiles para mecanizado. Simuladores de estaciones: distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Autómatas programables. Línea de fabricación inteligente. Equipos de verificación y medida. Software de aplicación. Equipos para análisis de vibraciones. Equipos para toma de muestras para análisis de aceites y de partículas. Equipos de inspección por termografía de infrarrojos. Equipos de inspección por ultrasonidos.</p>

ANEXO III A)

Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización de Digitalización del mantenimiento industrial

Módulo Profesional	Especialidad del profesorado	Cuerpo
5012. Metrología e instrumentación inteligente.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos Electrónicos. • Instalaciones Electrotécnicas. • Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. • Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. • Operaciones de Procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Profesores Técnicos de Formación Profesional.
5032. Estrategias del mantenimiento industrial.	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor Especialista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. • Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. • Sistemas Electrónicos. • Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.
5033. Seguridad en el mantenimiento industrial.	<ul style="list-style-type: none"> • Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. • Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. • Sistemas Electrónicos. • Sistemas Electrotécnicos y Automáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Catedráticos de Enseñanza Secundaria. • Profesores de Enseñanza Secundaria.
	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos Electrónicos. • Instalación y Mantenimiento de Equipos Térmicos y de Fluidos. • Instalaciones Electrotécnicas. • Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. • Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. • Operaciones de Procesos. • Soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Profesores Técnicos de Formación Profesional.
	<ul style="list-style-type: none"> • Profesor Especialista. 	

Módulo Profesional	Especialidad del profesorado	Cuerpo
5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Catedráticos de Enseñanza Secundaria. Profesores de Enseñanza Secundaria.
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor Especialista. 	
5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica. Operaciones de Procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> Profesores Técnicos de Formación Profesional.
	<ul style="list-style-type: none"> Profesor Especialista. 	

ANEXO III B)

Titulaciones habilitantes a efectos de docencia

Cuerpos	Especialidad del profesorado	Titulaciones
<ul style="list-style-type: none"> Catedráticos de Enseñanza Secundaria. Profesores de Enseñanza Secundaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. 	<ul style="list-style-type: none"> Diplomado en Máquinas Navales. Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales. Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales. Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.
	<ul style="list-style-type: none"> Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Diplomado en Máquinas Navales. Ingeniero Técnico Aeronáutico, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico Agrícola, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en todas sus especialidades. Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Diplomado en Radioelectrónica Naval. Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación. Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica Industrial. Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
<ul style="list-style-type: none"> Profesores Técnicos de Formación Profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Soldadura. 	<ul style="list-style-type: none"> Técnico Superior en Construcciones Metálicas u otros títulos equivalentes.

ANEXO III C)

Titulaciones requeridas para impartir módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la administración educativa

Módulos profesionales	Titulaciones
5032. Estrategias del mantenimiento industrial. 5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Doctor, Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.
5012. Metrología e instrumentación inteligente. 5033. Seguridad en el mantenimiento industrial. 5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Doctor, Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o título de Grado correspondiente u otros títulos equivalentes a efectos de docencia. • Diplomado Universitario, Arquitecto Técnico o Ingeniero Técnico u otros títulos equivalentes a efectos de docencia.

ANEXO III D)

Titulaciones habilitantes a efectos de docencia para impartir módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la administración educativa

Módulos profesionales	Titulaciones
5032. Estrategias del mantenimiento industrial. 5034. Monitorización de maquinaria, sistemas y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomado en Máquinas Navales. • Diplomado en Radioelectrónica Naval. • Ingeniero Técnico Aeronáutico, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico Agrícola, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. • Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. • Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en todas sus especialidades. • Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
5012. Metrología e instrumentación inteligente. 5035. Sistemas avanzados de ayuda al mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.
5033. Seguridad en el mantenimiento industrial.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes. • Técnico Superior en Construcciones Metálicas u otros títulos equivalentes.