



RESOLUCIÓN de 4 de abril de 2023, del Director General de Innovación y Formación Profesional, por la que se establece, con carácter experimental, el programa de especialización en “Operación, mantenimiento y seguridad de sistemas de hidrógeno” para la Comunidad Autónoma de Aragón.

El Estatuto de Autonomía de Aragón, aprobado mediante la Ley Orgánica 5/2007, de 20 de abril, establece, en su artículo 73, que corresponde a la Comunidad Autónoma la competencia compartida en enseñanza en toda su extensión, niveles y grados, modalidades y especialidades, que, en todo caso, incluye la ordenación del sector de la enseñanza y de la actividad docente y educativa, su programación, inspección y evaluación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 27 de la Constitución y leyes orgánicas que lo desarrollen.

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, establece en su capítulo V, la regulación de la formación profesional en el sistema educativo, teniendo por finalidad preparar a los alumnos y las alumnas para la actividad en un campo profesional y facilitar su adaptación a las modificaciones laborales que pueden producirse a lo largo de su vida, contribuir a su desarrollo personal y al ejercicio de una ciudadanía democrática, y permitir su progresión en el sistema educativo y en el sistema de formación profesional para el empleo, así como el aprendizaje a lo largo de la vida.

La Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional, refleja en su preámbulo que a la vez que muchas personas no encuentran empleo, el sistema empresarial no logra cubrir algunas de sus ofertas de empleo. Las vacantes son especialmente elevadas en niveles intermedios de cualificación -vinculados a la formación profesional- y, más en concreto, en aquellas actividades directamente relacionadas con la modernización del sistema económico exigida por el cambio tecnológico y la nueva economía verde y azul. El número de empleos generados por la digitalización y la transición ecológica, los dos grandes elementos transformadores del modelo económico, necesitarán ser cubiertos con personas competentes y cualificadas profesionalmente.

Los organismos internacionales recuerdan cómo la ausencia de capacidades y habilidades laborales en muchas personas, o la falta de reconocimiento y certificación en otras, es un enorme hándicap para la creatividad, la innovación, el dinamismo, la modernización productiva y el crecimiento de la economía española. El problema de la débil productividad media de nuestra economía y la insuficiente capacidad de emprendimiento están, entre otras causas, vinculadas a la falta de cualificación adecuada de una gran parte del capital humano, lo que coincide con las advertencias realizadas por organismos europeos.

El instrumento más potente para generar oportunidades para las personas y crear esta población con cualificaciones laborales intermedias y superiores es un eficaz Sistema de Formación Profesional.

El V Plan Aragonés de Formación Profesional incluye seis líneas estratégicas con sus correspondientes líneas de actuación. La línea estratégica número uno “Una formación profesional para la cualificación profesional de todas las personas: aumentar la población que cuenta con cualificación profesional formalmente reconocida en nuestra comunidad y mejorar, de este modo, su empleabilidad y la capacidad de nuestras empresas” trata de desplegar una oferta formativa integrada, adecuada y suficiente, acorde a las necesidades de los sectores estratégicos. La línea estratégica número cuatro “Una formación profesional verde y sostenible: Apoyar desde la formación profesional la transición hacia una economía más verde y sostenible” pretende diseñar e impulsar una oferta formativa enfocada a la economía verde y circular ampliando la oferta formativa hacia las necesidades de empleo de los sectores emergentes ligados a la energía, el agua, la producción y el consumo sostenible.

La demanda de personal con una formación y competencias que se ajusten al ámbito tecnológico y empresarial actual, exige a la administración educativa tener flexibilidad para desarrollar modelos formativos orientados a la adquisición de aquellas competencias profesionales de un mayor grado de especialización solicitadas por las empresas aragonesas. Esta flexibilidad, se tiene que ver desarrollada en modelos formativos más acordes con las necesidades específicas de las empresas y exige la especialización de una oferta de formación profesional ajustada a las necesidades del mercado laboral aragonés. En el proceso de mejora continua y de adaptación a las demandas formativas que el tejido empresarial y la formación para el empleo propios de la comunidad autónoma de Aragón, se ha valorado la información propuesta por la Fundación para el desarrollo de las nuevas tecnologías del Hidrógeno en Aragón, que ha desarrollado diferentes productos y equipos para la comunidad científica y empresarial, con el objetivo de potenciar el uso del hidrógeno verde como vector energético y ha propuesto definir distintos perfiles profesionales para ocupar puestos de trabajo que ge-



nera la aplicación de la tecnología del hidrógeno y el empleo en casi todos los sectores que hoy en día dependen de los combustibles fósiles.

La descarbonización es uno de los objetivos marcados por muchos países, y en este camino el hidrógeno se posiciona de una forma importante dada su versatilidad y aplicación en el sector de la movilidad. El hidrógeno es una pieza clave para asegurar la neutralidad climática y es un movimiento global e imparable.

Lo que se pretende es promover e impulsar el desarrollo y el crecimiento de las tecnologías del hidrógeno, con el objetivo de fortalecer y poner en valor el tejido industrial, cubriendo toda la cadena de valor del hidrógeno, desde la producción (electrolisis), el transporte, el almacenamiento, la distribución de hidrógeno, su uso industrial o petroquímico hasta la prestación de servicios, a la consultoría y a la formación.

Por todo ello, el Departamento de Educación, Cultura y Deporte ha elaborado junto con la Fundación para el desarrollo de las nuevas tecnologías del Hidrógeno en Aragón, este programa formativo de especialización de formación profesional para cubrir las necesidades existentes en el ámbito profesional de la aplicación de las tecnologías del hidrógeno.

Este programa de especialización no conduce a la obtención de un título de formación profesional, certificado de profesionalidad o certificación parcial acumulable, en tanto en cuanto que las competencias profesionales a adquirir no están incluidas en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales.

El Decreto 93/2019, de 8 de agosto, del Gobierno de Aragón, desarrolla la estructura orgánica básica de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón y en su artículo 3, establece la estructura departamental.

El Decreto 108/2020, de 11 de noviembre, del Gobierno de Aragón, establece la estructura orgánica del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, y en su artículo 1.2.i) recoge que corresponde a este Departamento la aprobación, en el ámbito de sus competencias, del currículo de los distintos niveles, etapas, ciclos, grados y modalidades del sistema educativo, del que formarán parte, en todo caso, las enseñanzas mínimas fijadas por el Estado.

Además, tal y como se dispone en el artículo 10, apartado n) del Decreto 108/2020, de 11 de noviembre, corresponde a la Dirección General de Innovación y Formación Profesional la competencia para establecer el desarrollo curricular, el diseño, la innovación y la experimentación derivadas de las enseñanzas de formación profesional y de las enseñanzas deportivas.

Por todo lo expuesto, conforme a lo dispuesto en el citado artículo 10 del Decreto 108/2020, del 11 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la estructura orgánica del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, resuelvo:

Primero.— Objeto.

Esta Resolución tiene por objeto establecer, con carácter experimental, el programa de especialización en “Operación, mantenimiento y seguridad de sistemas de hidrógeno” para la Comunidad Autónoma de Aragón.

Segundo.— Identificación del programa de especialización.

El programa de especialización queda identificado por los siguientes elementos:

Denominación: “Operación, mantenimiento y seguridad de sistemas de hidrógeno”.

Código: PEE04.

Duración: 500 horas.

Tercero.— Finalidad del programa de especialización.

Este programa de especialización se diseña para facilitar la empleabilidad del alumnado titulado de formación profesional, ampliando su campo profesional y posibilitando la adquisición de nuevas competencias profesionales, personales y sociales relacionadas con el desarrollo y aplicación de sistemas y tecnologías que utilizan el hidrógeno como fuente de energía, competentes en instalar, operar y mantener equipos de generación, almacenamiento y empleo de hidrógeno, así como de todas las decisiones de implementación en el desarrollo de proyectos de empresa, respetando criterios de calidad, diseño, seguridad y respeto al medio ambiente.

Cuarto.— Campo profesional en el que se va a ejercer la actividad.

Las personas que finalicen este programa de especialización ejercerán su actividad profesional en entidades públicas o privadas de cualquier tamaño, tanto por cuenta ajena como por cuenta propia, desempeñando su trabajo en el área de desarrollo y aplicación de sistemas y tecnologías que utilizan el hidrógeno como fuente de energía. Esto incluye la producción, almacenamiento, transporte y uso del hidrógeno como combustible en aplicaciones industriales,



comerciales y de transporte. Además, también abarca la investigación y el desarrollo de tecnologías relacionadas con la producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables y sostenibles, como la energía solar y eólica. Este campo profesional pretende mejorar la eficiencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, así como contribuir a la lucha contra el cambio climático y la descarbonización de ciertos sectores industriales.

Las ocupaciones y puestos de trabajo que van a ejercer la actividad en este campo profesional son los que se describen a continuación:

- Operador-montador y operadora-montadora de instalaciones de producción de energía con hidrógeno:

Opera y mantiene sistemas de producción de energía basados en tecnologías del hidrógeno.

- Diseñador y diseñadora de sistemas de generación de energía con hidrógeno:

Selecciona y dimensiona sistemas de producción de energía basados en tecnologías del hidrógeno.

- Técnico y técnica en montaje y operación de electrolizadores:

Realiza la instalación y puesta en marcha de plantas de electrolisis.

- Responsable de mantenimiento de electrolizadores:

Realiza el control, la supervisión y corrección de parámetros y componentes para conseguir el correcto funcionamiento de electrolizadores.

- Técnico y técnica en montaje y operación de pilas de combustible:

Realiza la instalación y puesta en marcha de sistemas de pila de combustible.

- Responsable de mantenimiento de pilas de combustible:

Realiza el control, la supervisión y corrección de parámetros y componentes para conseguir el correcto funcionamiento de pilas de combustible.

- Especialista en montaje y operación de sistemas de pila de combustible de hidrógeno:

Selecciona, dimensiona, instala, opera y mantiene sistemas de pila combustible.

- Especialista en montaje, gestión y mantenimiento de estaciones de repostaje de hidrógeno:

Opera y mantiene estaciones de servicio de hidrógeno.

- Responsable de transporte y distribución de hidrógeno:

Realiza la logística del transporte de hidrógeno.

- Operario y operaria de estación de repostaje de hidrógeno:

Opera y realiza el suministro en los vehículos de hidrógeno.

- Operario y operaria de instalaciones de almacenamiento de hidrógeno:

Opera y mantiene los equipos en instalaciones de almacenamiento de hidrógeno.

- Operario y operaria de empresas de fabricación de electrolizadores:

Ensambla, prueba y lleva a cabo la puesta en marcha de equipos de electrolisis.

- Operario y operaria de empresas de fabricación de pilas de combustible:

Ensambla, prueba y lleva a cabo la puesta en marcha de equipos de pilas de combustible.

- Responsable de ventas comerciales:

Realiza la venta de hidrógeno como producto y de los equipos y recambios asociados a su tecnología.

Quinto.— *Perfil profesional del programa de especialización.*

El perfil profesional del programa de especialización en "Operación, mantenimiento y seguridad de sistemas de hidrógeno" queda determinado por las siguientes competencias profesionales, personales y sociales:

- a) Realizar la operación y mantenimiento de plantas de producción de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- b) Identificar el funcionamiento específico de los diferentes métodos de producción de hidrógeno, valorando sus principales características.
- c) Calcular el coste de producción y mantenimiento de los diferentes sistemas de producción de hidrógeno.
- d) Recoger la información y elaborar la documentación técnica de los procesos de gestión y mantenimiento de plantas de producción, almacenamiento y utilización de hidrógeno.
- e) Realizar la operación y mantenimiento de plantas de almacenamiento y suministro de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- f) Supervisar el funcionamiento de plantas de almacenamiento y suministro de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- g) Dimensionar sistemas de pila de combustible según las necesidades energéticas de la aplicación a alimentar.



- h) Montar, mantener y operar sistema de pila de combustible, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- i) Calcular los costes asociados al empleo de sistemas de pila de combustible para sustituir otros elementos suministradores de energía.
- j) Adaptarse a los cambios en el ámbito laboral, actualizando constantemente los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relacionados con su sector, gestionando su propia formación y los recursos disponibles para el aprendizaje durante toda la vida, utilizando herramientas de tecnología de la información y la comunicación.
- k) Abordar y solucionar situaciones que se planteen, inconvenientes o imprevistos con independencia y determinación, fomentando la creatividad, la innovación y el deseo de superación en el trabajo individual y en el del resto del equipo.
- l) Crear un ambiente laboral seguro para sí mismo y para el equipo, mediante la vigilancia y aplicación de los protocolos de prevención de riesgos laborales y medioambientales, en línea con las regulaciones y objetivos de la organización.
- m) Garantizar la calidad de las actividades profesionales en los procesos de producción o prestación de servicios, mediante la supervisión y aplicación de los procedimientos de gestión de calidad, accesibilidad universal y diseño inclusivo, con el objetivo de atender a las necesidades de todas las personas.
- n) Organizar y dirigir grupos de trabajo de manera responsable, supervisando su progreso y fomentando relaciones interpersonales eficaces, asumiendo plena responsabilidad por el éxito del equipo.
- ñ) Mantener una comunicación efectiva con el personal que compone el equipo de trabajo, utilizando canales de comunicación adecuados para transmitir información y conocimientos relevantes, y respetando la autonomía y habilidades de las personas que participan en su entorno laboral.
- o) Cumplir con las obligaciones y ejercer los derechos que emanan de su actividad profesional, siguiendo lo estipulado en las leyes y normativas actuales, y participando activamente en la vida económica, social y cultural de la comunidad.

Sexto.— *Prospectiva de la especialización en el sector o sectores empresariales.*

1. La industria del hidrógeno es un sector estratégico en España, trascendiendo más allá del desarrollo de una tecnología de vanguardia, ya que se convierte en una nueva vía para conseguir un desarrollo sostenible del país, implementar una transición energética y favorecer una diversificación territorial.

2. Se trata de un sector con potencial para generar valor en otros sectores como el de la automoción, aeronáutica, naval, edificación, logística, agroalimentario y también en el sector terciario. Las infraestructuras de España y Europa se tendrán que actualizar para adaptarse a este vector energético, produciéndose un incremento de las inversiones destinadas a bienes de equipo e infraestructuras públicas.

3. Es una industria o una tecnología probada y con largo recorrido, cuya plena expansión ha comenzado desde 2020, por lo que tiene por delante un trayecto de desarrollo y crecimiento significativo, contando con el apoyo de fondos de financiación nacionales y europeos.

4. El mercado español, tiene experiencia reconocida tanto a nivel nacional como europeo, y presenta un enorme potencial por su situación geográfica como puerta de importaciones de otros continentes, y por el recurso renovable disponible en España que permitirá al país situarse como uno de los principales productores europeos de hidrógeno verde, con el desarrollo consiguiente de equipos de almacenamiento, transporte y distribución.

5. Por las características de inflamabilidad del hidrógeno, en este sector se exigen garantías de seguridad y máximo control en todas las operaciones y actuaciones de mantenimiento, siendo estos requisitos esenciales para el sector del hidrógeno, y por tanto también de su mano de obra.

6. Esta formación ofertará al mercado laboral perfiles profesionales con una demanda asegurada y con una perspectiva de fuerte incremento de la actividad, favoreciendo siempre un empleo cualificado, seguro y dedicado a la protección ambiental.

7. La utilización del hidrógeno como combustible alternativo nos permite una plena descarbonización del sector del transporte, dado que el hidrógeno puede ser un combustible para barcos, aviones, trenes, submarinos, dirigibles, helicópteros, entre otros. Además, puede ser utilizado como una alternativa del gas natural, también se puede usar en la industria como materia prima o como una fuente de calor de alta temperatura. El hidrógeno puede servir para descarbonizar todos los sectores y ayudar mucho a la energía renovable, que son conocidas y competitivas y necesitan ser gestionadas, por lo que será preciso contar con profesionales cualificados en las tecnologías de hidrógeno.



8. La formación adquiere cada vez más importancia en sociedades altamente desarrolladas, y los rápidos avances y cambios en el uso de nuevas tecnologías como la del hidrógeno hacen que se demanden profesionales que respondan a las necesidades del sector productivo, con una actitud favorable hacia la autoformación que permita mejorar la eficacia del sistema u organización en el que se hallen.

Séptimo.— *Bases del desarrollo del programa de especialización.*

1. El programa de especialización permitirá la adquisición de un conjunto de competencias profesionales mediante un proceso de enseñanza y aprendizaje que se podrá desarrollar en modalidad dual. La actividad formativa se podrá llevar a cabo en un centro de formación profesional y en las empresas. Mientras que la actividad laboral se realizará en empresas del sector de las tecnologías del hidrógeno y en un puesto de trabajo vinculado a las competencias para las que prepara el programa de especialización.

2. La actividad formativa del programa de especialización se desarrollará en base a las tres áreas de formación definidas en el anexo I de esta Resolución.

3. La actividad formativa podrá ser impartida, de forma conjunta, por profesorado de alguna de las especialidades relacionadas en el anexo II, y por otros formadores, profesionales de las empresas con la cualificación necesaria, de acuerdo a los requisitos expresados en el anexo III.

4. Cada área de formación viene definida por las destrezas y habilidades que debe conseguir el alumnado y los criterios de valoración utilizado para medir el logro de las mismas.

Octavo.— *Objetivos generales.*

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

- a) Identificar los distintos tipos de energía, describiendo sus características y distinguiendo sus posibles métodos de transformación.
- b) Reconocer los diferentes sistemas de producción de hidrógeno, identificando las principales tecnologías involucradas, su funcionamiento y su impacto ambiental.
- c) Determinar las características de los procesos de los sistemas de producción de hidrógeno, de reformado y gasificación, identificando los parámetros de funcionamiento y distinguiendo los que son esenciales para su optimización.
- d) Reconocer las características de los procesos de los sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis, identificando los parámetros de funcionamiento y distinguiendo aquellos que son esenciales para su optimización.
- e) Procedimentar las operaciones de mantenimiento de sistemas de producción de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- f) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de subsistemas incluidos en plantas de producción de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- g) Analizar las características de los procesos de purificación de hidrógeno, identificando los parámetros de funcionamiento y distinguiendo los que son esenciales para su optimización.
- h) Procedimentar las operaciones de mantenimiento de sistemas de purificación de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- i) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de subsistemas incluidos en plantas de purificación de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- j) Asegurar el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de producción y purificación de hidrógeno.
- k) Identificar las necesidades y requisitos específicos de los almacenamientos, según diferentes estados, así como sus costes asociados en cada caso.
- l) Reconocer las diferentes formas y medios de transporte de hidrógeno, determinando las condiciones óptimas de ejecución, y valorando la mejor selección para cada actividad.
- m) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de sistemas de almacenamiento de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- n) Analizar las características de los procesos de compresión de hidrógeno, identificando los parámetros de operación y distinguiendo los que son esenciales para su optimización.



- ñ) Procedimentar las operaciones de mantenimiento de sistemas de compresión de hidrógeno, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- o) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de equipos de compresión de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- p) Analizar un proceso de inyección de hidrógeno en la red de gas natural, identificando los principales equipos incluidos, sus procesos y su funcionamiento.
- q) Reconocer estaciones de servicio de hidrógeno, identificando los principales equipos incluidos, sus procesos y su funcionamiento.
- r) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de servicio de hidrógeno aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- s) Asegurar el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, compresión y transporte de hidrógeno.
- t) Aplicar la normativa ATEX, reconociendo los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, compresión y transporte de hidrógeno.
- u) Identificar las diferentes aplicaciones de las tecnologías del hidrógeno, reconociendo sus características y sus principales campos de aplicación.
- v) Identificar los distintos tipos de pila de combustible, describiendo sus características, componentes de sus balances de planta y valorando sus aplicaciones, rendimiento y rango de utilización.
- w) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de sistemas de pilas de combustible de hidrógeno, determinando los parámetros de funcionamiento y su optimización.
- x) Caracterizar aplicaciones del hidrógeno en los grandes sistemas energéticos conociendo su funcionamiento e identificando sus características.
- y) Realizar tareas de mantenimiento, operación y supervisión de aplicaciones del hidrógeno en sistemas estacionarios de pequeño tamaño, conociendo su funcionamiento e identificando sus características.
- z) Identificar aplicaciones de movilidad del hidrógeno, realizando operaciones de montaje y mantenimiento, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- aa) Identificar sistemas de retrofitting para utilizar el hidrógeno en instalaciones existentes, realizando operaciones de montaje y mantenimiento, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.
- bb) Asegurar el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de las aplicaciones del hidrógeno como vector energético.

Noveno.— *Alumnado participante.*

1. Podrá participar en este programa de especialización, el alumnado que haya obtenido, en la Comunidad Autónoma de Aragón, alguno de los siguientes títulos:



FAMILIA PROFESIONAL	TÍTULO
Electricidad y Electrónica	Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados
Electricidad y electrónica	Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial
Energía y Agua	Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica
Energía y Agua	Técnico Superior en Energías Renovables
Instalación y Mantenimiento	Técnico Superior en Mecatrónica Industrial
Instalación y Mantenimiento	Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos de Instalaciones Térmicas y de Fluidos
Química	Técnico Superior en Laboratorio de Análisis y Control de Calidad
Química	Técnico Superior en Química Industrial
Transporte y Mantenimiento de Vehículos	Técnico Superior en Automoción

2. Excepcionalmente, podrá incluirse dentro del programa de especialización a alumnado que esté realizando el módulo profesional de formación en centros de trabajo en los títulos anteriormente reseñados, así como a profesionales que sean propuestos para ello por las empresas que cumplan los requisitos de experiencia y formación que se establezcan. La Dirección General de Innovación y Formación Profesional podrá autorizar la participación de estas personas por razones que justifiquen esta excepcionalidad.

Décimo.— Profesorado y personas formadoras del programa de especialización.

1. En la actividad formativa del programa de especialización podrá intervenir profesorado de alguna de las especialidades referidas en el anexo II y otras personas formadoras, profesionales de las empresas con la cualificación necesaria, de acuerdo a los requisitos expresados en el anexo III.

2. El profesorado y las personas formadoras de cada área de formación tendrán, al menos, las siguientes funciones:

- a) Elaborar la programación de la o las áreas de formación de su responsabilidad, detallando los contenidos asociados a las destrezas y habilidades a conseguir, la planificación de las actividades formativas y los procedimientos de evaluación y criterios de calificación.
- b) Participar en el diseño y la planificación del programa formativo individualizado.
- c) Coordinar el desarrollo de las actividades formativas de las áreas de formación de su competencia, tanto en el centro docente como en la empresa, en el caso de que se lleve a cabo la formación en la misma, en colaboración con la persona tutora de empresa.
- d) Desarrollar los procedimientos de evaluación descritos en su programación, así como cumplimentar la documentación derivada de los mismos.
- e) Informar al alumnado, antes del inicio del programa, de las características del proceso de evaluación y de los criterios de calificación.
- f) Participar en el desarrollo de una memoria final cuando concluya el programa junto con el resto de agentes implicados.

Undécimo.— Programa formativo individualizado.

1. Partiendo de las destrezas y habilidades a adquirir, la persona coordinadora del programa podrá acordar, en el caso de que se lleve a cabo formación en la empresa colaboradora, con la persona tutora de la misma, un programa formativo individualizado en el que se recogerán los aspectos organizativos y formativos referidos a la estancia del alumnado en la empresa.



2. En dicho programa formativo, en el caso de que se lleve a cabo la formación en la empresa, quedará detallada la temporalización de la estancia del alumnado en la misma, así como las actividades formativas que el alumnado deberá realizar en la empresa de modo que contribuyan a alcanzar las destrezas y habilidades del programa de especialización.

Duodécimo.— Evaluación del alumnado.

1. La evaluación del alumnado será responsabilidad del profesorado y de las personas formadoras de las áreas de formación, teniendo en cuenta las aportaciones, en el caso de que se lleva a cabo formación en la empresa colaboradora, de las personas tutoras de las empresas en relación a las destrezas y habilidades a adquirir, contempladas en el programa de especialización. La valoración del grado de consecución de las destrezas y habilidades establecidas en el programa de especialización se realizará tomando como referencia los criterios de valoración establecidos para cada área de formación.

2. En el caso de que se lleve a cabo formación en la empresa, la persona tutora de la misma recogerá en un documento, el grado de adquisición de las destrezas y habilidades que se establecen en los programas formativos individualizados que se indican en la instrucción undécima. El documento se cumplimentará antes de la evaluación final del programa.

3. El profesorado y las personas formadoras de cada área de formación realizarán el seguimiento del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando para ello los instrumentos y los procedimientos previamente establecidos en la programación de cada área.

4. Al menos, deberán realizarse dos sesiones de evaluación para valorar el grado de seguimiento del programa de especialización por el alumnado matriculado. La persona coordinadora del programa informará al alumnado de las calificaciones obtenidas en cada una de las áreas y de las orientaciones a seguir para alcanzar los objetivos del programa de especialización.

5. Al finalizar el programa de especialización se cumplimentará un acta de evaluación final, que será firmada por todo el profesorado y por las personas formadoras del programa. Una copia del acta será remitida a la Dirección General de Innovación y Formación Profesional que procederá a emitir las certificaciones correspondientes a las personas que sean evaluadas positivamente.

Decimotercero.— Memoria final del programa de especialización.

La persona coordinadora del programa de especialización realizará una memoria final del programa en las que se recogerán los aspectos que determine la Dirección General de Innovación y Formación Profesional.

Decimocuarto.— Seguimiento y evaluación del programa de especialización.

La Dirección General de Innovación y Formación Profesional realizará el seguimiento y evaluación del programa de especialización.

Decimoquinto.— Ordenación curricular y evaluación del alumnado.

Todos los aspectos relativos a la ordenación curricular y a la evaluación no recogidos en esta Resolución se regirán por las normas que, con carácter general, regulan las enseñanzas de formación profesional del sistema educativo.

Decimosexto.— Instrucciones de desarrollo.

La Dirección General de Innovación y Formación Profesional podrá emitir instrucciones complementarias para el desarrollo de este programa de especialización.

Decimoséptimo.— Efectos.

Esta Resolución surtirá efectos desde el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial de Aragón".

Zaragoza, 4 de abril de 2023.

**El Director General de Innovación
y Formación Profesional,
ANTONIO MARTÍNEZ RAMOS**

**ANEXO I****ÁREAS DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN****ÁREA DE FORMACIÓN 1:****OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN SISTEMAS DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO.**

Duración: 180 horas.

Destrezas y habilidades a adquirir y criterios de valoración.

1. *Determina los distintos tipos de energía, describiendo sus características y valorando sus posibles métodos de transformación.*

Criterios de valoración:

- a) Se han descrito las reservas, producción y consumos de energía primaria.
 - b) Se ha analizado la situación energética nacional actual y futura.
 - c) Se ha definido el concepto de energía renovable.
 - d) Se han identificado los diferentes tipos de energías renovables y sus campos de aplicación.
 - e) Se han reconocido las reservas, producción y consumos de energía primaria.
 - f) Se ha analizado la situación energética nacional actual y futura.
 - g) Se han explicado los procesos de obtención, transformación y usos de las energías renovables.
 - h) Se han analizado los impactos del consumo de energía en el medioambiente, las emisiones y sus efectos a escala global y local.
 - i) Se han realizado cálculos sencillos de obtención y transformación energéticas.
 - j) Se han identificado los distintos colores del hidrógeno en función de su procedencia.
2. *Describe los sistemas de producción de hidrógeno, determinando las principales tecnologías involucradas, su proceso e impacto ambiental.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado los principales tipos de métodos de producción de hidrógeno.
- b) Se han reconocido los procesos de obtención, transformación y usos de las energías renovables.
- c) Se han analizado los impactos del consumo de energía en el medioambiente, las emisiones y sus efectos a escala global y local.
- d) Se han realizado cálculos sencillos de obtención y transformación energéticas.
- e) Se ha identificado la materia prima y la energía primaria utilizada en los diferentes sistemas de producción de hidrógeno.
- f) Se ha determinado el funcionamiento de un proceso de reformado de gas.
- g) Se ha analizado la reacción de desplazamiento.
- h) Se ha presentado la reacción de electrolisis, analizando los productos de dicha reacción.



PRS E2- F 01



- i) Se ha deducido la tensión mínima necesaria para realizar la electrolisis.
 - j) Se han evaluado las principales emisiones de cada sistema productivo.
3. *Analiza las características de los procesos de los sistemas de producción de hidrógeno de reformado y gasificación, determinando los parámetros de funcionamiento y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de producción de hidrógeno de reformado y gasificación.
 - b) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de producción de hidrógeno de reformado y gasificación.
 - c) Se han explicado las reacciones químicas involucradas y se ha relacionado su función con la operatividad del sistema.
 - d) Se han evaluado los diferentes parámetros de operación y su implicación en el control del proceso de producción de hidrógeno y su eficiencia.
 - e) Se ha valorado el coste y el tamaño mínimo de planta necesario para la viabilidad técnica de los sistemas de reformado y gasificación.
4. *Analiza las características de los procesos de los sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis, determinando los parámetros de funcionamiento y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de producción de hidrogeno basados en electrolisis.
 - b) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis.
 - c) Se han explicado las reacciones electroquímicas involucradas y se ha relacionado su función con la operatividad del sistema.
 - d) Se han evaluado los diferentes parámetros de operación y su implicación en el control del proceso de producción de hidrógeno y su eficiencia.
 - e) Se ha valorado el coste y el tamaño mínimo de planta necesario para la viabilidad técnica de los sistemas de producción de hidrógeno basados en electrolisis.
5. *Determina las operaciones de mantenimiento de sistemas de producción de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han clasificado los elementos que constituyen los sistemas de producción de hidrógeno según su función y su naturaleza mecánica, química, eléctrica, electrónica, entre otros.
- b) Se han relacionado los diferentes tipos de mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo con su función en la industria.
- c) Se han identificado las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas eléctricos



PRS E2- F 01



- d) Se han descrito las principales operaciones de mantenimiento en sistemas electrónicos y sensores, calibración periódica, entre otros.
 - e) Se han definido las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas químicos.
 - f) Se han identificado las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas de fluidos.
 - g) Se ha planificado el mantenimiento de los equipos incluidos en las plantas de generación de hidrógeno, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad aplicable.
 - h) Se ha recopilado la normativa vigente de aplicación en el mantenimiento de sistemas de producción de hidrógeno.
6. *Monta, mantiene, opera y supervisa subsistemas incluidos en plantas de producción de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha analizado la documentación técnica de suministros y equipos de producción de hidrógeno, revisando la información relativa a las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y manipulación.
 - b) Se ha asegurado el cumplimiento de los protocolos de seguridad, aplicando la normativa vigente durante el mantenimiento de subsistemas incluidos en plantas de producción de hidrógeno.
 - c) Se han seleccionado los materiales, equipos, útiles y herramientas para el mantenimiento de los equipos que componen las instalaciones de producción de hidrógeno de acuerdo a la documentación técnica de la instalación.
 - d) Se han planificado las operaciones de mantenimiento preventivo, reconociendo los puntos críticos según las especificaciones técnicas, y cumpliendo la normativa de seguridad establecida.
 - e) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y la sustitución de elementos de plantas de producción de hidrógeno, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y normativa de seguridad establecida.
 - f) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en los sistemas tras las operaciones realizadas de desmontaje y montaje de plantas de producción de hidrógeno.
 - g) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de la instalación de producción de hidrógeno.
7. *Analiza las características de los procesos de purificación de hidrógeno, determinando los parámetros de funcionamiento y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de purificación de hidrógeno.
- b) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de purificación de hidrógeno.



PRS E2- F 01



- c) Se han dibujado los esquemas representativos de los sistemas de purificación de hidrógeno utilizando simbología normalizada.
- d) Se han descrito los parámetros de funcionamiento de los sistemas de purificación de hidrógeno y el ajuste de los mismos.
- e) Se han explicado las reacciones químicas involucradas y se ha relacionado su función con la operatividad del sistema.
- f) Se han evaluado los diferentes parámetros de operación y su implicación en el control del proceso de purificación y su eficiencia.
- g) Se ha valorado el coste y el tamaño mínimo de planta necesario para la viabilidad técnica de los sistemas de purificación de hidrógeno.

8. *Determina las operaciones de mantenimiento de sistemas de purificación de hidrógeno cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han clasificado los elementos que constituyen los sistemas de purificación de hidrógeno según su función y su naturaleza mecánica, química, eléctrica, electrónica, entre otros.
- b) Se han identificado las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas eléctricos existentes en los sistemas de purificación de hidrógeno.
- c) Se han reconocido las principales operaciones de mantenimiento en sistemas electrónicos y sensores existentes en los sistemas de purificación de hidrógeno.
- d) Se han identificado las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas químicos existentes en los sistemas de purificación de hidrógeno.
- e) Se han identificado las principales operaciones de mantenimiento de los sistemas de fluidos existentes en los sistemas de purificación de hidrógeno.
- f) Se ha planificado el mantenimiento de los equipos existentes en los sistemas de purificación de hidrógeno, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad aplicable.
- g) Se ha aplicado la normativa vigente en relación al mantenimiento de los sistemas de purificación de hidrógeno.

9. *Monta, mantiene, opera y supervisa plantas de purificación de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha analizado la documentación técnica de suministros y equipos de purificación de hidrógeno, revisando la información relativa a instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y manipulación.
- b) Se ha asegurado el cumplimiento de los protocolos de seguridad, aplicando la normativa vigente durante el mantenimiento en subsistemas incluidos en plantas de purificación de hidrógeno.



PRS E2- F 01



- c) Se han seleccionado los materiales, equipos, útiles y herramientas para el mantenimiento de los equipos que componen las instalaciones de purificación de hidrógeno de acuerdo a la documentación técnica de la instalación.
- d) Se han planificado las operaciones de mantenimiento preventivo, reconociendo los puntos críticos según las especificaciones técnicas, y cumpliendo la normativa de seguridad establecida.
- e) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y sustitución de elementos en plantas de purificación de hidrógeno, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y normativa de seguridad establecida.
- f) Se han verificado las operaciones de mantenimiento correctivo y sustitución de elementos de plantas de purificación de hidrógeno según especificaciones técnicas, cumpliendo la normativa de seguridad establecida.
- g) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en los sistemas tras las operaciones realizadas de desmontaje y montaje de plantas de purificación de hidrógeno.
- h) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de la instalación de purificación de hidrógeno.

10. *Cumple las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de producción y purificación de hidrógeno.*

Criterios de valoración:

- a) Se han reconocido los riesgos y causas de peligro inherentes a los procesos de mantenimiento de sistemas de producción y purificación de hidrógeno.
- b) Se ha caracterizado la peligrosidad del hidrógeno como elemento clasificado como gas extremadamente inflamable de acuerdo con la normativa en vigor.
- c) Se han definido las diferentes zonas ATEX y sus métodos de clasificación.
- d) Se han realizado procesos de desclasificación de zonas, delimitando las zonas ATEX y sus burbujas y aplicando los protocolos establecidos.
- e) Se ha verificado que la señalización de seguridad se ha realizado según la normativa vigente.
- f) Se ha comprobado la utilización de equipos de protección individual en las operaciones de montaje mantenimiento de sistemas de producción y purificación de hidrógeno efectuados, cumpliendo la normativa establecida.
- g) Se han realizado las operaciones de montaje y mantenimiento aplicando la normativa vigente de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, verificando que se depositan los residuos en los lugares y recipientes establecidos.
- h) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y del puesto de trabajo, para garantizar la prevención de riesgos laborales.

ÁREA DE FORMACIÓN 2:



PRS E2- F 01



OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO.

Duración: 140 horas.

Destrezas y habilidades a adquirir:

1. *Determina las necesidades y requisitos específicos de los almacenamientos de hidrógeno, según los diferentes estados, así como sus costes asociados.*

Criterios de valoración:

- a) Se han analizado las principales características del elemento químico hidrógeno.
 - b) Se han reconocido las características principales del uso del hidrógeno como vector energético.
 - c) Se han identificado las distintas formas de obtención de hidrógeno.
 - d) Se han analizado los diferentes estados físicos del hidrógeno para su suministro y sus características.
 - e) Se han descrito todas las posibles formas de almacenamiento en estado gaseoso.
 - f) Se han identificado todas las posibles formas de almacenamiento en estado líquido.
 - g) Se han explicado todas las posibles formas de almacenamiento en estado sólido, a través de otros portadores como hidruros.
 - h) Se han analizado los costes asociados a cada tipo de almacenamiento de hidrógeno.
2. *Describe las diferentes formas y medios de transporte de hidrógeno, determinando las condiciones óptimas de ejecución, y valorando la mejor selección para cada actividad.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado los diferentes tipos de transporte terrestre para hidrógeno.
- b) Se han analizado las características de los equipos y medios necesarios para el transporte por carretera de hidrógeno.
- c) Se han valorado las medidas de seguridad necesarias para el transporte por carretera de hidrógeno.
- d) Se han determinado los diferentes tipos de transporte marítimo de hidrógeno.
- e) Se han analizado las características de los equipos y medios necesarios para el transporte marítimo de hidrógeno.
- f) Se han valorado las medidas de seguridad necesarias para el transporte marítimo del hidrógeno.
- g) Se han determinado los diferentes tipos de transporte por tubería de hidrógeno.
- h) Se han analizado las características de los equipos y medios necesarios para el transporte por tubería de hidrógeno.
- i) Se han valorado las medidas de seguridad necesarias para el transporte por tubería de hidrógeno.



PRS E2- F 01



3. *Monta, opera, mantiene y supervisa sistemas de almacenamiento de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han dimensionado diferentes sistemas de almacenamiento de hidrógeno, a presión, en hidruros metálicos y líquido.
 - b) Se ha elaborado el plan de montaje de la instalación aplicando la reglamentación de las instalaciones y las medidas de prevención de riesgos y seguridad.
 - c) Se ha replanteado la instalación relacionando los planos con el espacio de montaje.
 - d) Se han seleccionado las herramientas, materiales y técnicas necesarias para el montaje de la instalación.
 - e) Se han fijado y nivelado los equipos, tubos y accesorios.
 - f) Se ha realizado la interconexión de los equipos.
 - g) Se ha operado utilizando las herramientas necesarias, de acuerdo a la normativa establecida, y aplicando las medidas de seguridad y calidad requeridas.
 - h) Se ha comprobado el funcionamiento correcto de los sistemas ensamblados.
 - i) Se han regulado los sistemas para un funcionamiento óptimo de la instalación.
 - j) Se ha realizado el plan de mantenimiento conociendo los plazos estipulados y los procesos recogidos en la normativa asociada y en el reglamento de seguridad de aparatos a presión
 - k) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en los sistemas de almacenamiento tras las operaciones realizadas de montaje y conexión.
 - l) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y de sustitución de elementos de plantas de producción de hidrógeno, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y a la normativa de seguridad establecida.
 - m) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de los sistemas de almacenamiento.
4. *Analiza las características de los procesos de compresión de hidrógeno, determinando los parámetros de operación y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de compresión de hidrógeno.
- b) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de compresión de hidrógeno.
- c) Se han dibujado los esquemas representativos de los sistemas de compresión de hidrógeno utilizando la simbología normalizada.
- d) Se han descrito los parámetros de funcionamiento de los sistemas de compresión de hidrógeno y el ajuste de los mismos.
- e) Se han explicado las reacciones termoquímicas involucradas y se ha relacionado su función con la operatividad del sistema.
- f) Se han evaluado los diferentes parámetros de operación y su implicación en el control del proceso de la compresión y su eficiencia.



PRS E2- F 01



- g) Se ha interpretado el diagrama de control eléctrico de un sistema de compresión de hidrógeno.
- h) Se ha valorado el coste de los sistemas de compresión de hidrógeno.

5. *Analiza las características de los procesos de licuefacción de hidrógeno, determinando los parámetros de operación y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado las aplicaciones de hidrógeno en los que es necesario incorporar sistemas de licuefacción de hidrógeno.
 - b) Se han valorado los diferentes sistemas de licuefacción de hidrógeno, distinguiendo la mejor opción para cada aplicación.
 - c) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de licuefacción de hidrógeno.
 - d) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de licuefacción de hidrógeno.
 - e) Se han dibujado los esquemas representativos de los sistemas de licuefacción de hidrógeno utilizando la simbología normalizada.
 - f) Se han descrito los parámetros de funcionamiento de los sistemas de licuefacción de hidrógeno y el ajuste de los mismos.
 - g) Se han explicado las reacciones termoquímicas involucradas en la licuefacción y se ha relacionado su función con la operatividad del sistema.
 - h) Se han evaluado los diferentes parámetros de operación y su implicación en el control del proceso de licuefacción y su eficiencia.
 - i) Se ha valorado el coste de los sistemas de licuefacción de hidrógeno.
 - j) Se han identificado las aplicaciones de hidrógeno en las que es necesario incorporar sistemas de compresión y licuefacción de hidrógeno, distinguiendo la mejor opción para cada aplicación.
6. *Determina las operaciones de mantenimiento de sistemas de compresión de hidrógeno, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han clasificado los elementos que constituyen los sistemas de compresión de hidrógeno según su función y su naturaleza.
- b) Se han descrito las principales operaciones de mantenimiento de los subsistemas eléctricos y mecánicos existentes en los sistemas de compresión de hidrógeno.
- c) Se han relacionado las principales operaciones de mantenimiento en sistemas electrónicos y sensores existentes en los sistemas de compresión de hidrógeno.
- d) Se han explicado las principales operaciones de mantenimiento de los subsistemas de fluidos existentes en los sistemas de compresión de hidrógeno.
- e) Se ha aplicado la normativa vigente que afecta al mantenimiento de los sistemas de compresión de hidrógeno.



PRS E2- F 01



- f) Se han realizado planificaciones de mantenimiento de los equipos existentes en los sistemas de compresión de hidrógeno, cumpliendo la normativa de seguridad y calidad aplicable.
7. *Monta, opera, mantiene y supervisa equipos de compresión de hidrógeno, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha analizado la documentación técnica de suministros y equipos de producción de hidrógeno, revisando la información relativa a las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y manipulación.
- b) Se ha verificado el cumplimiento de los protocolos de seguridad, aplicando la normativa vigente durante el mantenimiento y calibración en equipos de compresión de hidrógeno.
- c) Se han seleccionado los materiales, equipos, útiles y herramientas para el mantenimiento de los equipos de compresión de hidrógeno de acuerdo a la documentación técnica específica.
- d) Se han planificado las operaciones de mantenimiento preventivo, reconociendo los puntos críticos según las especificaciones técnicas y cumpliendo la normativa de seguridad establecida.
- e) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y de sustitución de elementos en equipos de compresión de hidrógeno, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y a la normativa de seguridad establecida.
- f) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en los sistemas tras las operaciones realizadas de desmontaje y montaje de equipos de compresión de hidrógeno.
- g) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de la instalación de producción de hidrógeno.
8. *Caracteriza inyección de hidrogeno en la red de gas natural determinando los principales equipos incluidos, sus procesos y funcionamiento.*

Criterios de valoración:

- a) Se han analizado las condiciones de inyección de hidrógeno en la red de gas natural para su distribución como mezcla con el gas natural u otros gases.
- b) Se han interpretado las condiciones de inyección de hidrógeno en tubería para su distribución en estado puro, sin mezcla con otros gases.
- c) Se han realizado diagramas de funcionamiento de los sistemas de inyección de hidrógeno.
- d) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de inyección de hidrógeno.
- e) Se han dibujado los esquemas representativos de los sistemas de inyección de hidrógeno, utilizando la simbología normalizada.
- f) Se han analizado las características de las tuberías, conexiones y equipos de medición en el transporte por tuberías de gas natural.
- g) Se han efectuado diagramas de funcionamiento de los sistemas de mezcla de hidrógeno.



PRS E2- F 01



- h) Se ha descrito el funcionamiento de los elementos que constituyen los sistemas de mezcla de hidrógeno.
- i) Se han dibujado los esquemas representativos de los sistemas de mezcla de hidrógeno utilizando la simbología normalizada.
- j) Se han descrito las características de las tuberías, conexiones y equipos de medición en el transporte de hidrógeno puro por tuberías sin mezcla con otros gases.
- k) Se han valorado las medidas de seguridad necesarias para el transporte por tubería de hidrógeno.

9. *Describe estaciones de servicio de hidrógeno, determinando los principales equipos incluidos, sus procesos y su funcionamiento.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha analizado la configuración, disposición y el funcionamiento de una estación de servicio de hidrógeno.
- b) Se han estudiado las diferencias entre una estación de servicio de hidrógeno y una estación de servicio de combustible fósil convencional.
- c) Se han reconocido las estaciones de servicio de hidrógeno disponibles a nivel autonómico y nacional.
- d) Se ha descrito el funcionamiento de un sistema de recarga de hidrógeno a presión en cascada.
- e) Se ha explicado el funcionamiento de un sistema de recarga a presión por compresión directa.
- f) Se han realizado cálculos de tiempo de carga en función de la tecnología empleada y de las condiciones atmosféricas.
- g) Se han estudiado los protocolos de comunicación estándar estación de servicio-vehículo, analizando la información transmitida y su impacto en la velocidad de carga.
- h) Se han reconocido los distintos tipos de boquerel existentes, la normativa aplicable y sus necesidades de funcionamiento.
- i) Se han valorado las medidas de seguridad aplicables en una estación de servicio de hidrógeno.

10. *Monta, mantiene, opera y supervisa estaciones de servicio de hidrógeno aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha analizado la documentación técnica de suministros y equipos de las estaciones de repostaje de hidrógeno, revisando la información relativa a las instrucciones de montaje, operación, mantenimiento y manipulación.
- b) Se ha verificado el cumplimiento de los protocolos de seguridad, aplicando la normativa vigente durante el mantenimiento en subsistemas incluidos en estaciones de servicio de hidrógeno.



PRS E2- F 01



- c) Se han seleccionado los materiales, equipos, útiles y herramientas para el mantenimiento de los equipos que componen las estaciones de repostaje de hidrógeno, de acuerdo a la documentación técnica de la instalación.
- d) Se han planificado las operaciones de mantenimiento preventivo, reconociendo los puntos críticos, según las especificaciones técnicas y cumpliendo la normativa de seguridad establecida.
- e) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y sustitución de elementos de estaciones de servicio de hidrógeno, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y normativa de seguridad establecida.
- f) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en los sistemas tras las operaciones realizadas de desmontaje y montaje de estaciones de servicio de hidrógeno.
- g) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de la estación de repostaje de hidrógeno.

11. *Asegura el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, compresión y transporte de hidrógeno.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha caracterizado la peligrosidad del hidrógeno considerado elemento clasificado como gas extremadamente inflamable de acuerdo con la normativa en vigor.
- b) Se han reconocido los riesgos y causas de peligro inherentes a los procesos de mantenimiento de sistemas de almacenamiento, compresión y transporte de hidrógeno
- c) Se han explicado los protocolos y requisitos principales de seguridad determinados por la normativa específica de almacenamiento de productos químicos – APQ y SEVESO.
- d) Se han descrito los protocolos y requisitos principales de seguridad determinados por la normativa específica de transporte por carretera – ADR.
- e) Se han definido los protocolos y requisitos principales de seguridad determinados por la normativa específica de inyección y mezclas de gases.
- f) Se han utilizado equipos de protección individual en las operaciones de llenado de depósitos, manejo de equipos de compresión, inyección y en operaciones de repostaje.
- g) Se ha comprobado en las operaciones realizadas, el cumplimiento de la normativa vigente de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, verificando que se depositan los residuos en los lugares y recipientes establecidos.
- h) Se ha valorado el orden y la limpieza de las instalaciones y del puesto de trabajo para garantizar la prevención de riesgos laborales.

12. *Aplica la normativa ATEX, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, compresión y transporte de hidrógeno.*

Criterios de Valoración:



PRS E2- F 01



- a) Se han definido las diferentes zonas ATEX y sus métodos de clasificación, identificando las correspondientes zonas en función del tipo y volumen de hidrógeno almacenado.
- b) Se han descrito las diferentes zonas ATEX y sus métodos de clasificación, identificando las correspondientes zonas en una estación de servicio de hidrógeno.
- c) Se han explicado las diferentes zonas ATEX y sus métodos de clasificación, identificando las correspondientes zonas en una instalación de inyección de hidrógeno.
- d) Se han realizado procesos de desclasificación de zona, delimitando las zonas ATEX y sus burbujas, aplicando los protocolos establecidos.
- e) Se ha verificado la señalización de seguridad según la normativa vigente, en zonas de almacenamiento, estaciones de servicio e instalaciones de inyección de hidrógeno.



PRS E2- F 01



**ÁREA DE FORMACIÓN 3:
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN APLICACIONES DE HIDRÓGENO COMO
VECTOR ENERGÉTICO.**

Duración: 180 horas.

Destrezas y habilidades a adquirir:

1. *Clasifica las diferentes aplicaciones de las tecnologías del hidrógeno, reconociendo sus características y sus principales campos de aplicación.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado las principales transformaciones del hidrógeno en su uso energético.
 - b) Se han comprendido las modificaciones necesarias en los motores alternativos de combustión interna (MACI) para el empleo de hidrógeno como combustible.
 - c) Se ha reconocido el funcionamiento básico de las pilas de combustible y sus ventajas frente a otros métodos de aprovechamiento del hidrógeno como vector energético.
 - d) Se han clasificado los principales usos del hidrógeno.
 - e) Se han identificado las características de las aplicaciones estacionarias y sus principales campos de aplicación.
 - f) Se han identificado las características de las aplicaciones móviles y sus principales campos de aplicación.
 - g) Se ha evaluado el impacto medioambiental del uso del hidrógeno.
 - h) Se ha identificado el principal marco normativo del hidrogeno y sus aplicaciones.
2. *Determina los distintos tipos de pila de combustible, describiendo sus características, componentes de sus balances de planta, valorando sus aplicaciones, rendimiento y rango de utilización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado las características de los distintos tipos de pila de combustible, rangos de potencia y requisitos de instalación.
- b) Se han comprendido las distintas reacciones químicas producidas por los diferentes tipos de pilas de combustible.
- c) Se han descrito los distintos balances de plantas, según el tipo de pila de combustible, analizando las partes que las componen y explicando su funcionamiento en el conjunto.
- d) Se ha descrito el funcionamiento y las partes de componentes de los dispositivos de electrónica de potencia asociados a las pilas de combustible.
- e) Se han dimensionado sistemas de pilas de combustible en función de la carga eléctrica a suministrar, incluyendo los sistemas de almacenamiento de hidrógeno y la electrónica de potencia asociada.
- f) Se han elegido los componentes de un balance de planta de una pila de combustible PEM a partir de las especificaciones de un stack.



PRS E2- F 01



- g) Se han seleccionado los elementos auxiliares de una instalación de producción de cogeneración, para el aprovechamiento del calor generado por una pila de combustible, como el depósito de expansión, depósito de acumulación, bombas circuladoras, válvulas, entre otros.
- h) Se han descrito los sistemas de instalación de hidrógeno para la alimentación de pilas de combustible.

3. *Revisa, opera, mantiene y monta sistemas de pilas de combustible de hidrógeno, determinando los parámetros de funcionamiento y su optimización.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado los elementos que constituyen la pila eléctrica de combustible y su ubicación dentro de una instalación con hidrógeno.
- b) Se ha elaborado el plan de montaje de la instalación aplicando la reglamentación de las instalaciones y las medidas de prevención de riesgos y seguridad.
- c) Se ha replanteado la instalación relacionando los planos con el espacio de montaje.
- d) Se han seleccionado las herramientas, materiales y técnicas necesarias para el montaje de la instalación, de acuerdo con las especificaciones técnicas y las medidas de seguridad necesarias.
- e) Se han fijado y nivelado los equipos, tubos y accesorios.
- f) Se ha realizado la interconexión de los equipos.
- g) Se ha operado utilizando las herramientas necesarias, de acuerdo a la normativa establecida, y aplicando las medidas de seguridad y calidad requeridas.
- h) Se ha comprobado el funcionamiento correcto de los sistemas ensamblados.
- i) Se han regulado los sistemas para un funcionamiento óptimo de la instalación.
- j) Se ha realizado el montaje respetando los tiempos estipulados.
- k) Se ha realizado el plan de mantenimiento conociendo los plazos estipulados y los procesos en la normativa asociada y el reglamento de seguridad.
- l) Se ha supervisado la funcionalidad requerida en las pilas de combustible tras las operaciones realizadas de montaje y conexión.
- m) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y de sustitución de elementos de las pilas de combustible, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y normativa de seguridad establecida.
- n) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de los sistemas de almacenamiento.

4. *Caracteriza las aplicaciones del hidrógeno en grandes sistemas energéticos identificando su funcionamiento.*

Criterios de valoración:

- a) Se ha identificado el subsistema de generación de energía eléctrica.
- b) Se ha distinguido el subsistema de transporte de energía eléctrica.



PRS E2- F 01



- c) Se ha identificado el subsistema de distribución de energía.
- d) Se han enumerado los componentes principales de un sistema eléctrico distribuido, como baterías, electrónica de potencia, súper-condensadores, entre otros, identificando su función principal en la red eléctrica.
- e) Se han relacionado los elementos de la red con su simbología, sobre planos y esquemas del sistema eléctrico.
- f) Se han descrito los distintos balances de plantas, para la transformación eléctrica, incluyendo electrolizador, almacenamiento y pila de combustible, atendiendo al tamaño y tipo de pila de combustible, analizando las partes que las componen y explicando su funcionamiento en el conjunto.
- g) Se ha determinado el proceso de inyección de hidrógeno en la red de gas natural (power to gas), incluyendo la descripción de la instalación.
- h) Se ha calculado el retorno de la inversión de diferentes proyectos de hidrógeno, realizando simulaciones de diferentes escenarios.

5. *Revisa, opera, monta y mantiene aplicaciones de hidrógeno en sistemas estacionarios de pequeño tamaño, identificando su funcionamiento y sus características*

Criterios de valoración:

- a) Se han dimensionado pequeños sistemas de alimentación eléctrica con pila de combustible.
- b) Se ha elaborado el plan de montaje de la instalación aplicando la reglamentación de las instalaciones y las medidas de prevención de riesgos y seguridad.
- c) Se ha replanteado la instalación relacionando los planos con el espacio de montaje.
- d) Se han seleccionado las herramientas, materiales y técnicas necesarias para el montaje de la instalación.
- e) Se han fijado y nivelado los equipos, tubos y accesorios.
- f) Se ha realizado la interconexión de los equipos.
- g) Se ha operado utilizando las herramientas necesarias, de acuerdo a la normativa establecida, y aplicando las medidas de seguridad y calidad requeridas.
- h) Se ha comprobado el funcionamiento correcto de los sistemas ensamblados.
- i) Se han regulado los sistemas para un funcionamiento óptimo de la instalación.
- j) Se ha realizado el montaje respetando los tiempos estipulados.
- k) Se han realizado los trabajos con orden, limpieza y autonomía.
- l) Se ha realizado el plan de mantenimiento identificando los plazos estipulados y los procesos establecidos en la normativa asociada y el reglamento de seguridad.
- m) Se ha supervisado la funcionalidad requerida tras las operaciones realizadas de montaje y conexión.
- n) Se han realizado las operaciones de mantenimiento correctivo y de sustitución de elementos, interpretando la documentación técnica y de acuerdo a los procedimientos y normativa de seguridad establecida.



PRS E2- F 01



ñ) Se han documentado los protocolos de montaje, mantenimiento y control de operación segura de los sistemas estacionarios.

6. *Caracteriza aplicaciones de movilidad del hidrógeno, realizando operaciones de desmontaje y mantenimiento, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han identificado las diferentes aplicaciones del hidrógeno dentro de los sistemas de móviles.
 - b) Se han identificado los elementos que constituyen los sistemas de propulsión eléctrica BEV, motor-generator eléctrico, cables de alto voltaje, módulo electrónico de potencia, batería de alto voltaje, cargador externo, entre otros, para realizar el mantenimiento, describiendo sus características y funciones.
 - c) Se ha interpretado la documentación técnica de los sistemas identificando las operaciones a realizar en los procesos de montaje y mantenimiento.
 - d) Se han establecido los procesos de montaje de sistemas simples de movilidad con pila de combustible, incluyendo los sistemas de almacenamiento de hidrógeno.
 - e) Se han establecido los procesos de mantenimiento y/o sustitución de elementos en vehículos eléctricos de pila de combustible, según las instrucciones técnicas del fabricante y la sintomatología y fallos identificados.
 - f) Se han seleccionado los materiales, equipos, útiles y herramientas para el mantenimiento de los elementos de los sistemas de propulsión eléctrica basados en pilas de combustible.
 - g) Se han realizado las operaciones de desmontaje, montaje y conexionado, siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante y cumpliendo la normativa de seguridad.
 - h) Se han realizado los controles y ajustes de los parámetros establecidos, siguiendo las especificaciones de la documentación técnica del fabricante.
 - i) Se ha comprobado tras las operaciones realizadas, que se restituye la funcionalidad requerida en los sistemas de movilidad.
 - j) Se ha cumplimentado la documentación de seguimiento durante las operaciones realizadas, cumpliendo la normativa establecida.
 - k) Se han aplicado las normas de seguridad, utilizando los equipos de protección individual y colectiva en el desarrollo de las medidas y operaciones realizadas.
7. *Caracteriza sistemas de retrofitting para utilizar el hidrógeno en instalaciones existentes, realizando operaciones de montaje y mantenimiento, aplicando las técnicas requeridas y cumpliendo la normativa de seguridad y calidad establecidas.*

Criterios de valoración:

- a) Se han realizado los diagramas termodinámicos de los ciclos teóricos y prácticos de motores Otto, Diesel, entre otros.



PRS E2- F 01



- b) Se han calculado las variables de los ciclos teóricos, presión, temperatura, volumen, entre otros, determinado su influencia sobre el rendimiento térmico.
 - c) Se han identificado las características constructivas de los motores Otto, Diesel y rotativo, relacionándolas con su influencia sobre el aprovechamiento energético.
 - d) Se han explicado los procesos de desmontaje y montaje de motores alternativos de combustión interna (MACI), identificando que elementos son necesarios adaptar para su funcionamiento con hidrógeno.
 - e) Se ha explicado el manejo de los equipos de metrología utilizados en la verificación del motor.
 - f) Se han descrito las curvas características del motor térmico obtenidas en el banco de pruebas.
 - g) Se han realizado los diagramas termodinámicos de las turbinas de gas.
 - h) Se ha explicado el funcionamiento de los elementos a adaptar para el funcionamiento de las turbinas de gas para su funcionamiento con hidrógeno,
 - i) Se han explicado las verificaciones a realizar en las turbinas de gas.
 - j) Se ha comprendido el funcionamiento de los distintos tipos de hornos industriales y sus combustibles.
 - k) Se han identificado los elementos a adaptar para que el funcionamiento de hornos industriales de gas pase a funcionar con hidrógeno.
 - l) Se han explicado los parámetros que se deben ajustar y la forma de realizar los ajustes.
8. *Asegura el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, identificando los riesgos en los procesos de mantenimiento de las aplicaciones del hidrógeno como vector energético.*

Crterios de valoración:

- a) Se han identificado los riesgos laborales asociados al trabajo en entornos con sistemas con almacenamiento de hidrógeno incluido.
- b) Se han identificado los riesgos laborales y causas de los efectos de una descarga eléctrica de alto voltaje en la manipulación de elementos en vehículos eléctricos.
- c) Se han descrito las medidas de prevención y protección colectiva, delimitando la zona de trabajo y aplicando los protocolos establecidos.
- d) Se ha colocado la señalización de seguridad según la normativa vigente.
- e) Se han instalado los elementos de seguridad en los conectores eléctricos de alta tensión.
- f) Se han utilizado los equipos de protección individual en las operaciones de comprobación y desconexión de elementos de alta tensión en vehículos eléctricos e híbridos.
- g) Se han realizado y completado las fichas o documentos de seguridad durante los procesos efectuados cumpliendo la normativa establecida.
- h) Se ha cumplido la normativa vigente de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental en las operaciones realizadas.



PRS E2- F 01

**ANEXO II****Especialidades del profesorado con atribución docente en el programa de especialización**

Especialidad del profesorado

- Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos.

- Sistemas Electrónicos y Automáticos.

- Análisis y Química Industrial.

- Organización y procesos de mantenimiento de vehículos.

- Operaciones de procesos.

- Instalación y Mantenimiento de Equipos Térmicos y de Fluidos.

- Instalaciones Electrotécnicas.

- Laboratorio.

ANEXO III**Requisitos de experiencia y formación de los formadores.**

En relación con las personas formadoras de la empresa, en el caso de que lleve a cabo formación en la misma, en el Programa de especialización de Operación, mantenimiento y seguridad de sistemas de hidrógeno, deberán tener una experiencia laboral en actividades relacionadas con el perfil del programa experimental de al menos 3 años, o acreditar una formación relacionada con las destrezas y habilidades a conseguir por el alumnado de, al menos, 5 años.



PRS E2- F 01