Opositando

Tema 24: Motores Otto y Diesel: termodinámica, características, ciclos de funcionamiento, diagramas y componentes

25 de septiembre de 2026

Síguenos en Instagram y entérate de nuestras últimas actualizaciones:

opositando.shop

Índice

1. Introducción 1
2. Los motores Otto y Diesel: fundamentos termodinámicos 1
   - 2.1 Principios termodinámicos aplicados a motores térmicos alternativos . . . 1
   - 2.2 El ciclo Otto: fundamentos, fases y esquemas representativos 2
   - 2.3 El ciclo Diesel: fundamentos, fases y representación gráfica 3
3. Características y diferencias principales entre motores Otto y motores Diesel . . . 4
4. Ciclos de funcionamiento: desarrollo y comparación práctica 5
   - 4.1 Ciclo real vs. ciclo teórico: análisis y ejemplos 5
   - 4.2 Factores que influyen en la eficiencia y rendimiento 6
5. Diagramas característicos de trabajo en motores Otto y Diesel 7
   - 5.1 Diagramas P-V y T-S: interpretación y aplicaciones prácticas 7
   - 5.2 Ejemplos aplicados a la diagnosis y mantenimiento 8
6. Componentes principales de los motores Otto y Diesel 8
   - 6.1 Estructura general y elementos comunes 8
   - 6.2 Componentes específicos y particularidades técnicas 9
7. Implicaciones didácticas en el contexto educativo 10
8. Conclusión 12
9. Bibliografía 13

1. Introducción

La comprensión profunda de los motores Otto y Diesel resulta esencial en el ámbito del mantenimiento de vehículos, dada la importancia capital que estas tecnologías tienen en la automoción contemporánea. Ambos motores representan los sistemas de propulsión térmica alternativos más extendidos a nivel mundial, base de la mayoría de los vehículos ligeros y pesados. Su estudio abarca la termodinámica aplicada, la estructura mecánica, la dinámica de fluidos, así como los aspectos de diagnosis, eficiencia y sostenibilidad.

El conocimiento de los fundamentos, características, ciclos de funcionamiento, diagramas de trabajo y componentes de los motores Otto y Diesel es requisito imprescindible en el currículo del técnico en la rama del mantenimiento de vehículos, según lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2020, de Educación (LOMLOE) y el Real Decreto 659/2023, regulador de la FP. La capacidad para interpretar, comparar y analizar estos motores, tanto a nivel teórico como práctico, constituye un elemento distintivo en la formación profesional de calidad, dando respuesta a los requerimientos de innovación, sostenibilidad y eficiencia demandados por el sector automotriz.

2. Los motores Otto y Diesel: fundamentos termodinámicos

2.1 Principios termodinámicos aplicados a motores térmicos alternativos

Los motores Otto y Diesel forman parte de la familia de los motores térmicos alternativos, caracterizados por la conversión de la energía química del combustible en energía mecánica gracias a los principios de la termodinámica. Es fundamental conocer dichos principios para comprender cómo funcionan y se optimizan estos motores.

El primer principio de la termodinámica establece que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Así, la energía química almacenada en el combustible se transforma parcialmente en trabajo útil y, en gran parte, en calor disipado. El segundo principio de la termodinámica introduce el concepto de entropía y pone de manifiesto las irreversibilidades e ineficiencias presentes en cualquier proceso real. Por tanto, la eficiencia de un motor está limitada por estas leyes físicas.

Por ejemplo, en el ciclo de un motor Otto, el calor suministrado por la combustión de la mezcla aire-combustible aumenta la presión y la temperatura en el interior del cilindro, lo que genera trabajo al mover el pistón. Sin embargo, parte de ese calor se pierde a través del escape, el

radiador y otras áreas, lo que reduce la eficiencia global del motor. Esta pérdida se puede analizar a través de los balances energéticos y de entropía, que permiten identificar los puntos críticos de diseño a mejorar.

En el caso de los motores Diesel, al operar con relaciones de compresión más elevadas, la compresión incrementa la temperatura del aire lo suficiente como para inflamar el combustible sin necesidad de una chispa. Esto conlleva, desde la perspectiva termodinámica, un aprovechamiento energético más eficiente, aunque también plantea retos en el control de las emisiones y el manejo de altas temperaturas y presiones.

La representación de estos ciclos suele hacerse mediante diagramas P-V (presión-volumen) y T-S (temperatura-entropía). Dichos diagramas permiten visualizar y analizar, por ejemplo, cómo una **expansión** isentrópica (sin variación de entropía) maximiza el trabajo extraído mientras que el aporte de calor durante la combustión produce incrementos de temperatura y presión en los que se basa el funcionamiento de ambos tipos de motores.

2.2 El ciclo Otto: fundamentos, fases y esquemas representativos

El ciclo Otto, desarrollado por Nikolaus Otto en 1876, es el ciclo termodinámico ideal que describe el funcionamiento de los motores de explosión alimentados, generalmente, por gasolina. El motor de cuatro tiempos realiza las fases de admisión, compresión, combustión-expansión y escape.

Estas fases pueden describirse y analizarse de la siguiente manera:

1. **Admisión**: durante la carrera descendente del pistón, la válvula de admisión se abre y la mezcla de aire y combustible es aspirada al interior del cilindro. En términos termodinámicos, se considera un proceso a presión prácticamente constante, ya que la presión dentro del cilindro es similar a la atmosférica. 2. **Compresión**: con ambas válvulas cerradas, el pistón asciende comprimiendo la mezcla. Se asume un proceso idealmente adiabático, es decir, sin intercambio de calor con el exterior. Al finalizar esta fase, la mezcla alcanza una alta presión y temperatura. 3. **Combustión-Expansión (explosión)**: poco antes de que el pistón alcance el punto muerto superior (PMS), la bujía produce una chispa que enciende la mezcla. La combustión se considera un proceso a volumen constante (idealmente), durante el cual la presión y la temperatura se incrementan drásticamente. Después, el pistón es empujado hacia abajo (expansión), transformando la energía térmica en trabajo mecánico. 4. **Escape**: finalmente, al subir de nuevo el

pistón, la válvula de escape se abre permitiendo la expulsión de los gases quemados al exterior. Este proceso se produce también a presión aproximadamente constante.

En el diagrama P-V, el ciclo Otto ideal se representa como una figura cerrada formada por dos transformaciones isentrópicas y dos transformaciones isócoras. Por ejemplo, en un análisis práctico, un técnico puede observar en el diagrama que un incremento en la relación de compresión provocará un mayor incremento de la presión máxima durante la combustión, lo que se traduce en mayor eficiencia térmica. No obstante, debe considerarse el riesgo de autoencendido, especialmente en motores Otto de altas prestaciones, lo que pone de manifiesto la importancia de los límites materiales y las características del combustible utilizado.

2.3 El ciclo Diesel: fundamentos, fases y representación gráfica

El ciclo Diesel fue desarrollado por Rudolf Diesel y se diferencia fundamentalmente del ciclo Otto en la forma de realizar la combustión. En el ciclo Diesel, la combustión ocurre a presión constante, en contraposición al volumen constante ideal del Otto.

Las cuatro fases del ciclo Diesel son:

1. **Admisión**: el pistón desciende con la válvula de admisión abierta y solo entra aire al cilindro. Proceso realizado a presión sustancialmente constante. 2. **Compresión**: al cerrarse la admisión, el pistón asciende comprimiendo solo aire, alcanzando temperaturas muy altas. Proceso adiabático ideal. 3. **Combustión-Expansión**: poco antes del punto muerto superior, se inyecta el combustible pulverizado, que se inflama espontáneamente debido a la alta temperatura del aire. La combustión se produce de forma progresiva mientras el pistón comienza la carrera descendente. La presión permanece casi constante durante la entrada de combustible y el incremento de volumen. 4. **Escape**: el pistón asciende de nuevo expulsando los gases residuales mediante la apertura de la válvula de escape.

Al representar el ciclo Diesel en el diagrama P-V, la principal diferencia reside en que la combustión se representa idealmente como una expansión isobara (a presión constante). El área delimitada por el ciclo indica el trabajo neto realizado por el motor. Por ejemplo, si se analiza un motor Diesel de vehículo industrial, se observa en el diagrama cómo la presión máxima es menor en comparación con el Otto para igual relación de compresión, pero la eficiencia aumenta debido a la mayor relación de compresión utilizada, lo que se traduce en consumo específico reducido y mejores prestaciones en aplicaciones de elevado requerimiento de par motor.

3. Características y diferencias principales entre motores Otto y motores Diesel

Analizar las características y diferencias entre ambos tipos de motores permite comprender las razones de sus aplicaciones específicas en el ámbito automotriz.

Una característica esencial del **motor Otto** es que utiliza una mezcla de aire y combustible de encendido provocado por chispa, generalmente con gasolinas de alto octanaje. La relación de compresión suele estar limitada entre 7:1 y 12:1, debido al fenómeno de la detonación o autoencendido. Estos motores presentan una entrega de potencia más suave, mayor rango de revoluciones y una respuesta más dinámica, factores especialmente ventajosos en vehículos ligeros y turismos deportivos.

Por el contrario, el **motor Diesel** trabaja con aire solo durante la admisión, usando posteriormente inyección de combustible y aprovechando el autoencendido por temperatura. Su relación de compresión se sitúa entre 14:1 y 24:1, lo que permite mejores rendimientos térmicos y una notable mejora en el par motor disponible a bajo régimen. El motor Diesel es preponderante en vehículos industriales, maquinaria agrícola y aplicaciones donde la robustez y la economía de funcionamiento resultan prioritarias.

Un ejemplo contrastado aparece en vehículos utilitarios actuales: mientras un motor Otto de 1.4 litros proporciona un funcionamiento uniforme y responde bien a altas revoluciones, un motor Diesel de igual cilindrada, gracias a su mayor relación de compresión y par motor, puede mover cargas más pesadas con menor consumo específico de combustible. Sin embargo, el Diesel presenta una mayor masa de componentes, vibraciones superiores y, en general, unas necesidades de mantenimiento específicas, como el cuidado del sistema de inyección y las estrategias de control de emisiones.

Respecto a las emisiones, los motores Otto tienden a presentar emisiones más elevadas de CO (monóxido de carbono) y HC (hidrocarburos), mientras que los Diesel, debido a su funcionamiento con exceso de aire, minimizan CO y HC pero incrementan la emisión de NOx (óxidos de nitrógeno) y partículas sólidas, fenómeno directamente relacionado con las altas temperaturas de combustión y la estequiometría pobre. En consecuencia, la legislación medioambiental y las tendencias tecnológicas, como la inyección directa de gasolina o los sistemas de reducción catalítica selectiva en Diesel, afectan decisivamente el diseño y mantenimiento moderno de estos motores.

En definitiva, al seleccionar el tipo de motor para una aplicación concreta, los ingenieros consideran factores como eficiencia, coste de explotación, respuesta dinámica, fiabilidad y cumplimiento normativo, variables todas ellas ligadas estrechamente a las características aquí descritas.

4. Ciclos de funcionamiento: desarrollo y comparación práctica

4.1 Ciclo real vs. ciclo teórico: análisis y ejemplos

Si bien los ciclos Otto y Diesel constituyen modelos teóricos ideales, en la práctica surgen múltiples diferencias respecto al funcionamiento real de un motor debido a factores como la irreversibilidad de los procesos, el intercambio de calor, las pérdidas de bombeo, la fricción interna, los retardos en la combustión y las limitaciones de los materiales. Analizar estas diferencias es crítico tanto para el diseño como para el mantenimiento y la diagnosis de averías.

Por ejemplo, en un ciclo Otto real, la combustión no se produce instantáneamente a volumen constante, sino que tarda un intervalo significativo de tiempo y ocurre mientras el pistón está en el punto muerto superior y comienza a descender. Esto implica que la presión máxima puede no coincidir exactamente con el punto de máximo volumen cerrado, afectando la eficiencia y generando presiones residuales en los gases de escape. Además, las pérdidas por fricción en los segmentos del pistón y los cojinetes, así como los efectos de la refrigeración y la ventilación, restan energía útil al trabajo del ciclo.

En los motores Diesel, el ciclo real muestra desviaciones más acusadas aún, debido a que la inyección del combustible se prolonga durante parte de la carrera de expansión, lo que impide que la presión se mantenga perfectamente constante durante la combustión. Así, en un análisis termodinámico realizado en un banco de pruebas, se puede observar que la presión en el cilindro puede diferir de la presión de la combustión teórica debido al retardo de encendido y a la heterogeneidad de la mezcla aire-combustible. Este fenómeno justifica la necesidad de sistemas de inyección electrónica avanzados capaces de modular la cantidad, el momento y la tasa de pulverización del combustible, optimizando la entrega de energía y la minimización de emisiones.

En contexto de mantenimiento y diagnosis, estos conocimientos permiten entender, por ejemplo, que la presencia de humo opaco y elevado consumo en un Diesel puede deberse a una desviación del ciclo real causada por el desgaste de los inyectores, con la consiguiente mala pulverización. Del mismo modo, una pérdida de potencia en un motor Otto puede asociarse a fugas en las válvulas, que alteran la presión efectiva del ciclo, reduciendo la eficiencia.

4.2 Factores que influyen en la eficiencia y rendimiento

La eficiencia térmica de los ciclos Otto y Diesel, definida como la fracción de calor total aportado que puede convertirse en trabajo útil, está condicionada por varios factores:

- **Relación de compresión**: En ambos motores, la eficiencia aumenta cuanto mayor sea la relación de compresión, aunque en los motores Otto esta está limitada por el riesgo de detonación. En la práctica, la elección de relaciones elevadas en los Diesel produce mejores rendimientos pero requiere materiales más resistentes y sistemas de control térmico avanzados.
- **Tipo y calidad del combustible**: El octanaje en motores Otto y el índice de cetano en Diesel son determinantes para un funcionamiento óptimo. Por ejemplo, un motor Otto diseñado para gasolina de 98 octanos puede evidenciar un peor rendimiento o ruidos si se le introduce gasolina de menor octanaje, por la aparición de autoencendido no controlado.
- **Condiciones de trabajo (carga y régimen de revoluciones)**: Los motores Otto suelen operar a regímenes más altos, mientras que los Diesel mantienen un elevado rendimiento a bajas revoluciones debido a sus características de combustión y a la geometría de los sistemas de admisión e inyección.
- **Estado del sistema de lubricación y refrigeración**: Mantener los sistemas auxiliares en condiciones óptimas minimiza las pérdidas por fricción, las fugas de gases y las pérdidas térmicas, mejorando de forma global el ciclo real respecto al ideal.
- **Avances tecnológicos**: La utilización de inyección directa, turboalimentación, sobrealimentadores eléctricos, sistemas de distribución variable y gestión electrónica del motor han permitido elevar considerablemente la eficiencia de ambos motores en aplicaciones contemporáneas.

Por ejemplo, en motores Otto modernos con tecnología de inyección directa y turboalimentación, la combinación de alta relación de compresión efectiva, atomización adecuada del combustible y gestión electrónica personalizada permite obtener rendimientos térmicos cercanos al 40 %, cifra impensable en ciclos Otto clásicos. Análogamente, los motores Diesel de última generación, equipados con inyección electrónica common-rail y sistemas de postratamiento de gases (como el FAP o filtro de partículas), han reducido significativamente las emisiones y mejorado tanto la potencia como la eficiencia.

5. Diagramas característicos de trabajo en motores Otto y Diesel

5.1 Diagramas P-V y T-S: interpretación y aplicaciones prácticas

La comprensión y el dominio de los diagramas presión-volumen (P-V) y temperatura-entropía (T-S) constituyen herramientas esenciales para evaluar el funcionamiento y el rendimiento de los motores Otto y Diesel.

En términos prácticos, el diagrama P-V muestra cómo varían la presión y el volumen durante las diferentes fases del ciclo. En el ciclo Otto ideal, se observa una compresión y expansión adiabáticas y una combustión a volumen constante, reflejada en saltos verticales en el diagrama. El área delimitada por la curva señaliza el trabajo neto entregado por el motor durante un ciclo completo. En un taller, un técnico experimentado puede analizar el diagrama P-V obtenido mediante un sensor de presión en el cilindro y detectar irregularidades, como una baja presión máxima que puede indicar una pérdida de compresión o un funcionamiento deficiente de las válvulas.

El diagrama T-S, por su parte, representa el ciclo termodinámico desde la perspectiva de las transformaciones de temperatura y entropía. La evolución del ciclo Otto y Diesel sobre este diagrama permite analizar las irreversibilidades y la distribución de energía a lo largo de las fases, así como identificar los procesos adiabáticos e isobáricos. Por ejemplo, la presencia de un aumento desproporcionado de entropía en el diagrama de un ciclo real puede indicar la existencia de pérdidas sustanciales por fricción interna o por intercambio térmico no deseado.

En el caso del ciclo Diesel, el diagrama P-V representa la combustión durante una fase de aumento de volumen a presión casi constante, generando una morfología distintiva respecto al Otto. De igual forma, aplicar estos diagramas en la diagnosis de motores Diesel permite determinar problemas de inyección, ya que un retardo en la pulverización óptima del combustible se reflejará en una presión máxima desplazada en el tiempo y una disminución del área útil del ciclo.

En resumen, estos diagramas se utilizan en la formación profesional y el mantenimiento avanzado como herramientas para la simulación, diseño y resolución de incidencias, proporcionando una base cuantitativa y cualitativa fundamental.

5.2 Ejemplos aplicados a la diagnosis y mantenimiento

La aplicación práctica de los diagramas termodinámicos en diagnosis y mantenimiento de motores Otto y Diesel resulta fundamental en la formación y la actividad profesional en el sector de la automoción.

Así, un técnico automotriz puede usar un sensor de presión instalado en el cilindro para obtener, mediante un analizador de motores, el diagrama P-V en tiempo real. Si, por ejemplo, en un motor Otto de gasolina de turismo se detecta que el pico de presión máxima durante la combustión es inferior al valor nominal especificado por el fabricante, esto puede indicar un desgaste en los segmentos del pistón o fugas en la junta de culata. La solución involucraría una intervención mecánica preventiva o correctiva focalizada en esos elementos.

Del mismo modo, en un motor Diesel moderno equipado con inyección electrónica, la obtención del diagrama de presión puede revelar oscilaciones irregulares asociadas a la acumulación de sedimentos en los inyectores o a un retraso del inicio de la inyección, permitiendo actuar de manera precisa y eficiente sobre la causa raíz.

Otro ejemplo se da en las operaciones de optimización de motores industriales de gran cilindrada, donde los ingenieros emplean los diagramas T-S para monitorizar la eficiencia global después de sustituir elementos del sistema de refrigeración. Si el aumento de entropía en las fases de expansión se reduce tras la intervención, se concluye que existe un menor intercambio térmico no deseado y, por tanto, la eficiencia del ciclo real se ha aproximado más al ciclo ideal.

Estas prácticas ponen de manifiesto la relevancia de los diagramas para el análisis, la diagnosis, la planificación del mantenimiento y la comprobación de las mejoras implementadas en los sistemas de propulsión térmica alternativos.

6. Componentes principales de los motores Otto y Diesel

6.1 Estructura general y elementos comunes

Tanto los motores Otto como los Diesel presentan una estructura general similar, compuesta por una serie de elementos imprescindibles para su funcionamiento. La identificación y el conocimiento detallado de estos componentes es fundamental en la formación y desempeño del técnico de vehículos.

Los componentes mayores incluyen el **bloque motor**, fabricado generalmente en aleaciones de hierro o aluminio, donde se hallan alojados los cilindros en los que se produce la combustión. **El cigüeñal** transforma el movimiento alternativo del pistón en movimiento rotatorio, transmitiendo la energía a la transmisión. **Las bielas** enlazan los pistones con el cigüeñal, mientras que los **árboles de levas**, situados en cabeza o en el bloque, dependiendo del diseño, controlan la apertura y cierre de las válvulas implicadas en los ciclos de admisión y escape.

Un ejemplo clásico se observa en el diseño de un motor Otto de cuatro cilindros, donde cada pistón dispone de sus correspondientes bielas y cigüeñal, y la sincronización de las válvulas se realiza mediante transmisión por correa dentada o cadena, asegurando el cierre perfecto durante la compresión para evitar pérdidas irreversibles de rendimiento.

Los sistemas de **refrigeración** y **lubricación** son imprescindibles para gestionar los efectos térmicos y friccionales derivados del funcionamiento en condiciones extremas. El primero mantiene la temperatura del motor dentro de rangos seguros a través del flujo de líquido refrigerante, radiador, termostato y bomba de agua; y el segundo minimiza el desgaste y la fricción mediante la circulación de aceite por los cojinetes, segmentos y superficies de apoyo.

Los **sistemas auxiliares**, como el sistema de arranque, el alternador, los colectores de admisión y escape, y los sistemas de gestión electrónica, completan la arquitectura básica del motor y su adaptación a las demandas dinámicas del vehículo.

6.2 Componentes específicos y particularidades técnicas

Aunque comparten numerosos componentes, existen diferencias notables y particularidades en piezas y sistemas asociados a cada tipo de motor.

En los **motores Otto**, destacan los sistemas de **encendido por chispa**, que incluyen la bujía, la bobina de encendido y la centralita de gestión electrónica. Las bujías proporcionan la chispa necesaria para iniciar la combustión exactamente en el momento óptimo, regulado por la gestión electrónica en función de parámetros como la carga, el régimen y las condiciones ambientales. Por ejemplo, un fallo en la bobina repercute directamente en la eficiencia y puede causar fallos de encendido y un funcionamiento errático, detectado por el técnico a través de la instrumentación de diagnosis.

Los **motores Diesel** se caracterizan por la ausencia de bujía de encendido, sustituyéndola por un sistema avanzado de **inyección de combustible**, capaz de pulverizar el gasóleo en partículas muy finas para facilitar el autoencendido. Los inyectores, la bomba de alta presión, los sensores

de temperatura y presión, y los sistemas de precalentamiento (bujías de incandescencia para el arranque en frío) constituyen elementos singulares. Por ejemplo, en un motor Diesel moderno con sistema common-rail, la gestión electrónica controla la presión y el momento exacto de inyección, posibilitando varias inyecciones por ciclo para optimizar la combustión. Un fallo en el sensor de presión puede tener como consecuencia una dificultad acusada para el arranque en frío y un incremento de las emisiones contaminantes.

En cuanto a los **sistemas de sobrealimentación**, tanto Otto como Diesel pueden disponer de turbocompresores o compresores volumétricos, pero la respuesta y finalidad varían. En los Diesel, el uso generalizado de turbocompresores permite incrementar el rendimiento a bajas revoluciones y mejorar la entrega de par. Por ejemplo, la aparición de "turbo-lag" en un motor Diesel puede indicar una avería potencial en la geometría variable del turbo o un problema de carbonilla en la recirculación de los gases, con implicaciones tanto sobre la potencia como sobre la durabilidad del motor.

Finalmente, destaca la importancia de los **sistemas antipolución**. Los motores Otto incorporan catalizadores de tres vías para reducir CO, NOx y HC, mientras que los Diesel pueden requerir sistemas más complejos, tales como recirculación de gases de escape (EGR), filtros de partículas (FAP) y sistemas SCR con una disolución de urea comercializada como AdBlue para reducir las emisiones de NOx. El técnico de mantenimiento debe conocer estos componentes para poder planificar intervenciones correctivas y preventivas, evaluar la eficiencia de los tratamientos y garantizar el cumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

7. Implicaciones didácticas en el contexto educativo

La inclusión del estudio de los motores Otto y Diesel en los currículos de la Formación Profesional, conforme a lo dispuesto en la **Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, de Educación (LOMLOE)** y el **Real Decreto 659/2023, de 18 de julio**, que regula la ordenación del sistema de Formación Profesional, responde a un enfoque competencial y práctico. El análisis de estos motores permite a los estudiantes comprender los fundamentos físico-químicos de la propulsión térmica, adquirir destrezas en diagnosis, mantenimiento, reparación y optimización de sistemas, y adaptarse a las transiciones tecnológicas presentes en la industria automovilística.

Según la LOMLOE, la educación y formación en la rama de automoción debe centrarse en el desarrollo de competencias profesionales integrales, promoviendo la aplicación del conocimiento teórico en situaciones reales y problemáticas contextualizadas. La capacidad para interpretar

ciclos termodinámicos, diferenciar componentes y gestionar procesos de diagnóstico y reparación con base en modelos teóricos y diagramas, se alinea con el enfoque de aprendizaje basado en retos y resolución de problemas. Así, los motores Otto y Diesel constituyen objeto de estudio transversal que aglutina física aplicada, tecnología de materiales, electrónica y gestión medioambiental.

El Real Decreto 659/2023, modificado por el Real Decreto 658/2024, por su parte, insiste en la necesidad de preparar a los futuros profesionales para la transformación digital y sostenible del sector, subrayando la importancia de conocer las tecnologías convencionales junto a las innovaciones emergentes (híbridos, eléctricos, pila de combustible). El análisis comparativo de los ciclos Otto y Diesel, la diagnosis avanzada mediante representaciones P-V y T-S, y el dominio de los sistemas de inyección y tratamiento de gases resultan imprescindibles para la inserción laboral y el desarrollo profesional íntegro.

El estudio de este tema favorece el desarrollo de competencias clave tales como:

- **Competencia matemática y científica**, al aplicar los principios termodinámicos y el análisis gráfico de procesos físicos.
- **Competencia digital y tecnológica**, gracias al manejo de instrumentación electrónica, software de diagnosis y sistemas automatizados de control.
- **Competencia en sostenibilidad**, por el énfasis en el análisis de emisiones, la evaluación de la eficiencia y el cumplimiento de normativas ambientales.
- **Competencia de aprendizaje autónomo y resolución de problemas**, ya que la comprensión profunda de motores Otto y Diesel capacita al alumnado para afrontar con éxito incidencias y situaciones reales en el entorno profesional.

En consecuencia, la inclusión, actualización y profundización de estos contenidos en el marco curricular refuerza la calidad de la formación profesional y su alineación con las necesidades reales del sector productivo y los retos contemporáneos que enfrenta la movilidad sostenible.

La **Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional**, configura el marco en el que se inscribe esta materia: establece un sistema único de formación profesional, acumulable y acreditable, organizado en grados progresivos y vinculado a los estándares de competencia del Catálogo Nacional. Su aplicación didáctica obliga a orientar la programación hacia resultados de aprendizaje acreditables y a integrar la formación en empresa como parte ordinaria del proceso formativo.

8. Conclusión

A lo largo del presente tema se ha profundizado en los aspectos fundamentales de los motores Otto y Diesel: desde la base termodinámica de su funcionamiento, la descripción y análisis comparativo de sus ciclos, las diferencias inherentes a su diseño y aplicación, hasta la interpretación de diagramas de trabajo y el conocimiento de sus principales componentes. La perspectiva práctica, reforzada con ejemplos de diagnosis y mantenimiento, evidencia la utilidad directa de estos conocimientos en el ámbito del mantenimiento y la reparación de vehículos, destacando la necesidad de un dominio integral tanto teórico como aplicado.

El estudio detallado de ambos tipos de motores se revela, asimismo, como un elemento vertebrador de la formación del técnico de automoción, integrando competencias científicas, técnicas, digitales y en sostenibilidad, en consonancia con las exigencias de la **LOMLOE** y el **Real Decreto 659/2023**. La evolución tecnológica y las nuevas regulaciones medioambientales enfatizan la relevancia de mantenerse actualizado y comprometido con la innovación, propiciando una formación permanente orientada a la excelencia profesional y la mejora continua.

9. Bibliografía

- Heywood, J. B. (2018). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill Education.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (2020). *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868–122953.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. (2022). *Boletín Oficial del Estado*, 78, de 1 de abril de 2022, 43546–43625.
- Payri, F., & Desantes, J. M. (Eds.). (2011). *Motores de combustión interna alternativos*. Reverté.
- Real Decreto 659/2023, de 18 de julio, por el que se desarrolla la ordenación del Sistema de Formación Profesional. (2023). *Boletín Oficial del Estado*, 174, de 22 de julio de 2023, 106265–106464.
- Stone, R. (2012). *Introduction to internal combustion engines*. Palgrave Macmillan.