

Tecnología de los Combustibles

Tema 6. Derivados del petróleo



José Ramón Berasategui Moreno

Beatriz Malagón Picón

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES Y
TECNOLOGÍA DE PROYECTOS Y PROCESOS

Este material se publica bajo licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



DEFINICION

Son productos derivados directamente o indirectamente del petróleo crudo. Se utilizan como combustibles en motores de combustión interna, de explosión y turbinas, (automóviles, otros vehículos, aviación y buques o Centrales termo eléctricas, grupos electrógenos, calderas, etc). Para que sea comercializado como combustible se debe garantizarse que:

1. su utilización en el motor sea adecuado y proporcione el rendimiento energético estimado.
2. las condiciones de su utilización satisfagan otras prestaciones exigibles al motor
3. los niveles de contaminación producidos en su combustión cumplan los niveles exigidos.

Para garantizar estos aspectos, todos los combustibles deben cumplir una especificación basada en una serie de características físicas y químicas de los productos (valores máximos o mínimos) medidos a través de la aplicación de unos métodos o normas analíticas determinadas.

Directiva 98/70/EC especificaciones de Gasolinas (EN 228) y Diesel (EN 285)
 +World Wide Charter Fuel Specifications (WWFC)

ESPECIFICACIONES EUROPEAS EN 98/70/C GASOLINAS

Parámetro	Unidad	Limites	
		Mínimo	Máximo
Octanaje RON (Research)		95	—
Octanaje MON (Motor)		85	—
Presión de Vapor, verano	kPa	—	60,0
Destilación:			—
- % evaporado a 100 °C	% vol	46,0	
- % evaporado a 150 °C	% vol	75,0	—
Análisis Hidrocarbonado:			
— olefinas	% vol	—	18,0
— aromáticos	% vol	—	35,0
— benceno	% vol	—	1,0
Contenido en Oxígeno	% peso	—	3,7
Oxigenados			
— Metanol (Debe contener agentes estabilizadores)	% vol	—	3
— Etanol (Pueden ser necesarios agentes estabilizadores)	% vol	—	10
— Iso-propil alcohol	% vol	—	12
— Terc-butil alcohol	% vol	—	15
— Iso-butil alcohol	% vol	—	15
— Éteres conteniendo 5 o más átomos de carbono por molécula	% vol	—	22
— Otros oxigenados	% vol	—	15
Contenido en Azufre	mg/kg		10
Contenido en Plomo	g/l		0,005

GLP - GAS LICUADO DE PETRÓLEO

El GLP o LPG (Gas Licuado de Petróleo) está constituido por hidrocarburos de 3 y 4 átomos de carbono que a temperatura ambiente y a presión atmosférica se encuentran en fase gaseosa pero que pasan a líquido a presiones relativamente bajas. Desde el punto de vista comercial los principales son el **propano y el butano**. Pueden aparecer otros hidrocarburos como etano, propileno, isobutanos e isobutenos, además trazas de otros de mayor número de átomos de carbono.

Se obtiene en:

- los procesos de estabilización del crudo obtenido en los pozos de producción (1 -3%) y mediante destilación fraccionada del Gas Natural (10 - 15%), también a pie de pozo.
- los procesos de refinado del petróleo crudo (Destilación crudo, Reformado de nafta, Hidrocracking, Coquización).

Para el PROPANO COMERCIAL, contenido mín. de propano/propileno > 80% en vol. + contenido de butano/butenos e isómeros < 20%. + Contenido máx. en olefinas < 20%.

Para el BUTANO COMERCIAL contenido mín. de butano/butenos e isómeros > 80% en vol. + contenido de propano/propileno < 20%. + Contenido máx. en olefinas < 20%.

HIDROCARBUROS C2 a C4 Y PROPIEDADES

	PM	Densidad	Tª Ebullición, °C	Poder Calorífico
Propano	44	0.5077	-42	50388
Propileno	42	0.5220	-48	45719
n- Butano	58	0.5844	0	
i-Butano	58	0.5631	-12	
i- Buteno	56	0.6271	4	
n-Buteno	56	0.6013	-6	

La Norma ASTM D 2163, Test Method for Análisis of Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propene Concentrates, por Cromatografía Gaseosa halla la composición hidrocarbonada de los GLP.

GLP - PROPIEDADES FÍSICAS

Densidad

- Propano: 1,53 y Butano: 2,00 con respecto al aire, más pesados que el aire. Ojo a la seguridad en su manipulación, ya que se estratificará en las capas más bajas del entorno en que se esté utilizando.
- Propano: 0,51 y Butano: 0,58 con respecto al agua a 15,6°C y presión atmosférica, tanto el Propano como el Butano se encuentran en estado gaseoso. La medida de su densidad se efectúa por motivos comerciales. (Norma ASTM D 1657, Test Method for Density of Light Hydrocarbons, por Presión Termohidrómetro)

Humedad

Un alto grado de humedad podría provocar:

- La obturación de las válvulas de regulación de presión y otros equipos similares por congelación del agua en sus mecanismos durante el proceso de gasificación del gas.
- La formación de hidratos principalmente con etano y propano, crean depósitos sólidos en gasoductos. (Norma ASTM D 2713, Test for dryness of Propane, método de congelación de válvula)

Azufre total, Azufre corrosivo

El azufre en el GLP se presenta en forma de **sulfhídrico**, **mercaptanos** y disulfuros. Excepto los últimos todos ellos son corrosivos.

(El azufre total se mide mediante la Norma ASTM D 2784, Test Method for Sulphur in Liquefied Petroleum Gases, lámpara de oxi-hidrógeno, mientras que la presencia de azufre corrosivo se determina vía corrosión al cobre mediante la Norma ASTM D 1838, Test Method for Copper Strip corrosion by Liquefied Petroleum Gases).

GLP - PROPIEDADES FÍSICAS

Volatilidad

Un alto contenido en hidrocarburos C2 o un alto contenido de propano en el butano comercial dará una volatilidad excesiva pudiendo dar lugar a graves problemas de seguridad en la manipulación. También un exceso de hidrocarburos pesados, superiores a C4, dificultaría la combustión por formación de depósitos y gomas.

El almacenamiento, manipulación y transporte de los GLP se realiza en fase líquida por lo que es importante, por razones de seguridad, conocer su presión de vapor.

Presión de vapor

Es la mínima temperatura a la que el producto puede vaporizar. Los hidrocarburos que lo componen tienen presiones de vapor diferentes a la misma temperatura, por lo que es necesaria su determinación a varias temperaturas, normalmente a 20°C, 37,8°C y 50°C.

PRESION DE VAPOR, kg/cm2		
Temperatura, °C	PROPANO	BUTANO
-17,7	2,68	0,52
0	4,82	1,05
15,5	7,53	1,85
37,8	13,12	3,67
60	21,44	6,51
80	31,14	10,56

Para una temperatura dada, la Presión de vapor será mayor a medida que el % de componentes ligeros sea mayor. Por eso se limita el contenido en los componentes más ligeros (etano / etileno). Es importante conocer la Presión de Vapor del GPL y la temperatura a que estarán expuestos los recipientes de almacenaje o utilización para un diseño correcto que pueda resistir la presión interna correspondiente, de forma tal que la presión a la que se almacene sea inferior a la fuerza que debe soportar la unidad de superficie del envase a una temperatura dada.

(Norma ASTM D 1267, Test Method for Vapor Pressure of Liquefied Petroleum Gases. También puede obtenerse por cálculo, conocida su composición hidrocarbonada y aplicando la norma ASTM D 2598.)

GLP - PROPIEDADES FÍSICAS

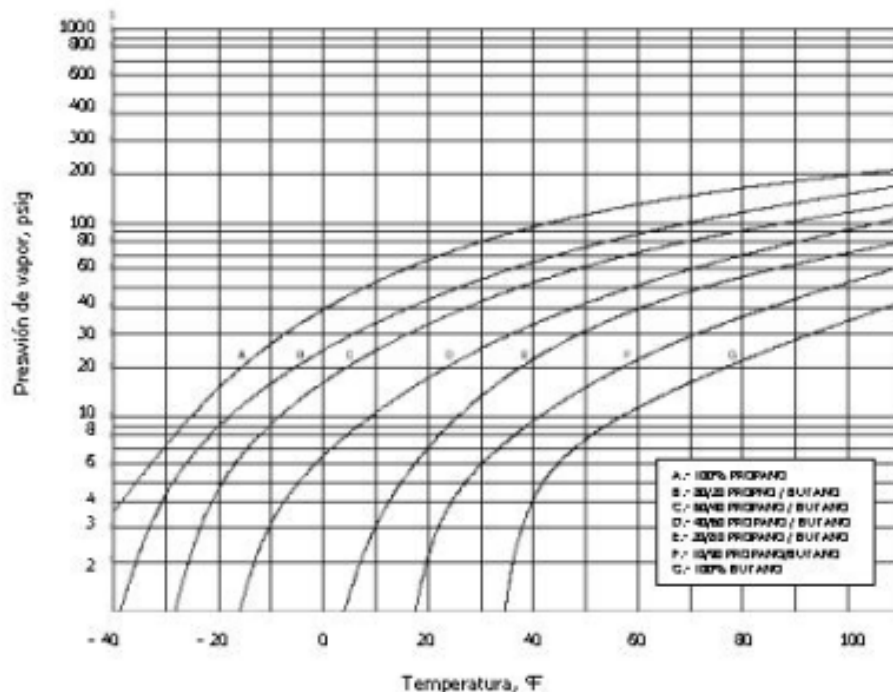
Residuo Volátil

El Residuo volátil o Índice de Punto Finales una indicación del contenido en hidrocarburos pesados (menos volátiles) y otros compuestos contaminantes. Mide la proporción de componentes que no han destilado antes de los 37,8 °C (100 °F) como son los hidrocarburos en C5 y superiores, aceites lubricantes procedentes de compresores, grasas de válvulas, hidratos, etc. Su significado físico está relacionado con la obturación de mecheros y la mala combustión del GLP.

El Residuo Volátil se determina mediante la Norma ASTM D 2158, Test Method for Residues of Liquefied Petroleum (LP) Gases.

La **volatilidad** junto con la **Presión de vapor** y el **Residuo volátil** asegura la concentración adecuada del componente propano en la mezcla.

Presión de Vapor para mezclas Propano/Butano



GLP - PROPIEDADES FÍSICAS

Calor de Vaporización

El GLP se almacena en forma líquida en un envase y se utiliza en forma gaseosa, el cambio de una fase a otra se produce al romperse el equilibrio líquido/vapor en el que se encuentra el producto a una temperatura dada, para lo que es necesario evacuar el gas del envase mediante la apertura de la válvula de regulación de la misma y por diferencia de presión el gas fluye al exterior del envase y el líquido vaporiza sustituyendo el gas que fluye

Para vaporizar al líquido es necesario suministrar un calor de vaporización que lo tomará del propio líquido, De la masa metálica que forma el envase e incluso de la atmósfera que rodea a éste último.

El calor de vaporización depende también de la temperatura y presión a que se encuentre el líquido.

°C	PROPANO	BUTANO
Temperatura de ebullición a 1 atm	101,76	92,09
25	81,76	86,83
60	61,88	76,07

PODER CALORÍCO kcal/kg

	PC Inferior	PC Superior
PROPANO	11900	25000
BUTANO	10900	30000

Poder Calorífico representa la cantidad de energía liberada en el proceso de combustión por unidad, de masa o volumen, de combustible como consecuencia de la reacción química de combustión completa. Se define un Poder Calórico Superior y un Poder Calórico Inferior, según que el agua procedente de la combustión esté en forma líquida o vapor. En la práctica, la magnitud verdaderamente útil es el PCI ya que el agua se encontrará siempre en forma vapor en los gases de salida de motores y quemadores.

Su determinación se realiza por la Norma ASTM D 240, Test Method for Heat of Combustión of Liquid Hydrocarbon Fuels, por Bomba calorimétrica.

GASOLINAS

La gasolina es el resultado de una mezcla de distintos componentes obtenidos en los procesos de refinación. Las características de esta mezcla están en función de obtener el máximo rendimiento en los motores de explosión y en limitar el nivel de contaminantes que se producen en su combustión.

Estas mezclas están constituidas por moléculas cuyo número de átomos de carbono están entre C4 y C11, que destilan entre los 25 °C y los 220 °C, en la que se incluye todo tipo de hidrocarburos: n-parafinas, isoparafinas, aromáticos, naftenos y hasta un 30 % de olefinas.

Pueden contener componentes oxigenados como éteres, derivados de metanol y etanol, como el MTBE, el ETBE y el TAME, y alcoholes puros como metanol y etanol en proporciones variables. Tiene también un contenido muy bajo, del orden de las partes por millón, de azufre y nitrógeno. Además es normal que se le incorporen aditivos de estabilidad, antidetonantes, antihielo, detergentes, etc.

La principal característica de las gasolinas es su **Número de Octano**, que mide su tendencia a la autoignición cuando está sometida a unas determinadas condiciones de presión y temperatura.

CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DE LAS GASOLINAS

Producto	Densidad Kg/m ³	RON	MON	Azufre mg/kg	PVR KPa	ARO M %vol	OLEF %vol	EVAP 70°C %vol
LPG	0.58	98	86	< 5	58	-	0-20	0
ISO PENTANO	0.630	93	91	< 5	21	-	-	0
ISOMERADO	0.660	88	86	< 5	15	-	-	50
ALKILADO	0.70	97	94	< 5	6	-	-	5
REFORMADO	0.79-0.82	98	87	< 1	5	60-65	-	10
NAFTA FCC	0.745	92	81	600-1500	6	20-30	20-25	25
NAFTA L FCC	0.725	93.5	81	200-1000	10	3-5	1-5	90
NAFTA P FCC	0.855	95	84	1000-5000	2	20-30	25-30	100
NAFTA VL	0.66	68	67	5 – 100	12	1	1	80
MTBE	0.74	113	101	-	8.5	-	-	100
ETBE	0.74	115	101	-	7	-	-	100
TAME	0.77	114	98	-	4	-	-	100

Tecnología de los Combustibles

Tema 6. Deriv

GASOLINAS

Indice de Octano: mide la capacidad de una gasolina de soportar elevadas presiones y temperaturas dentro del cilindro del motor, sin que produzca detonación espontánea.

Octano.

Parámetro que indica cuán detonante o antidetonante es una gasolina

- Es una escala que va de cero (0) a cien (100) en base a dos compuestos de referencia: Heptano (0) e isooctano (2,2,4-trimetilpentano) (100).



- El índice de octano guarda una estrecha relación con la estructura molecular de los hidrocarburos que constituyen la gasolina.

- Parafinas lineales tienen menor índice de octano que las ramificadas

<u>Tipo de Moléculas</u>	<u>Octanaje</u>
Parafinicas Lineales	Bajo
Isoparafinas	Muy alto
Nafténicos (5-6 C)	Moderadamente alto
Aromáticos	Muy alto

El método para su cálculo se basa en la cuantificación de la tendencia a la detonación del combustible en un motor monocilíndrico en condiciones determinadas y la comparación de dicha tendencia con compuestos de comportamiento antidetonante establecidos como referencia. y los compuestos de referencia son:

- Heptano: número de octano 0
- Isooctano: número de octano 100
- Mezclas heptano/isooctano: número de octano igual al porcentaje en volumen de isooctano.

GASOLINAS

Octano. El comportamiento antidetonante se define con el término “número de octano”

Dado que la tendencia a la detonación depende de las condiciones de funcionamiento se definen dos números de octano:

- MON (Motor Octane Number) condiciones de gran velocidad y temperatura de admisión y avance variable, similar al comportamiento de los combustibles en la conducción en carretera
- RON (Research Octane Number) intenta reproducir las condiciones de circulación en ciudad.

La determinación del nº de octano se realiza en unos motores específicos (Cooperative Fuel Research CFR)

Motor C.F.R (Cooperative Fuel Research)



Equipo que consta de un cilindro con variaciones continuas en las relaciones de compresión



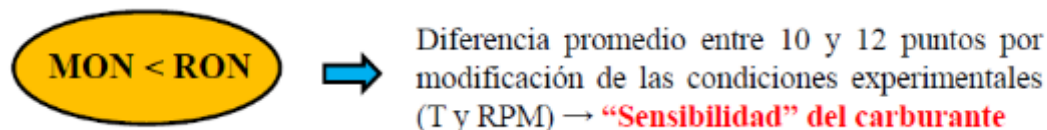
Las Normas ASTM D 2699 para el RON y la ASTM D 2700 se utilizan para la determinación del Número de octanos en gasolinas y sus componentes. Las condiciones de ensayo varían en cada caso.

El índice antidetonante se define como $AKI = (RON + MON)/2$.

GASOLINAS

Octano.

Según la normativa de la UE, el mínimo IO que debe tener una gasolina es de 95. (RON = 95y MON=85)
Existe una gasolina con un número de octano de 98 RON, y que exige un valor de AKI mín. de 93.



El componente principal de las gasolinas es la denominada Nafta Reformada obtenida en el proceso de Reforming o Platforming de la Nafta Pesada (TBP ~ 70 -160 °C) de destilación directa de crudo. Este proceso incrementa el número de octano de la alimentación desde valores inferiores a 50 hasta valores entre 97 y 100 RON como consecuencia de la transformación de los hidrocarburos parafínicos y nafténicos en aromáticos de mayor número de octano. Esta transformación lleva aparejado un incremento en la densidad del producto.

Otra forma de aumentar el IO es mediante el uso de aditivos, en concreto sustancias que actúen como antidetonantes. Así, a mediados del siglo XX, empezó a usarse como antidetonante el tetraetilo de plomo, presente en la gasolina con plomo 97. Pero debido a sus propiedades contaminantes (se expulsaba a la atmósfera con los gases de escape) y a su acumulación dentro del motor, a mediados de los años 70 empezó a cuestionarse su uso, reduciéndolo a 0,6 g/l, después a 0,15 g/l en los 90, hasta quitarlo por completo de las gasolinas en la actualidad. Por ello todas las gasolinas son ahora “sin plomo”. En su lugar como aditivos que favorezcan el IO se utiliza metanol, etanol, TBA, MTBE... todos compuestos orgánicos no tóxicos y fácilmente degradables.

Tecnología de los Combustibles

Tema 6. Derivados del petróleo

GASOLINAS

Octano.

El contenido en aromáticos en una gasolina se ha venido reduciendo en las especificaciones a lo largo de los últimos años, en la actualidad se permite un máximo de 35 % volumen.

De forma general puede decirse que los hidrocarburos isoparafínicos, aromáticos y olefínicos tienen mayor octano que sus homólogos parafínicos.

NUMERO DE OCTANO DE HICROCARBUROS EN C6

	RON	MON
n-Pentano	62	62
Penteno 1	91	77
Isopentano	92	90
n-Hexano	25	26
Hexeno 1	76	63
2 Metil Pentano	73	73
2,2Dimetil butano	92	93
Ciclohexano	83	77
Benceno	>100	>100

GASOLINAS

Densidad

La densidad es una propiedad que incide en varios aspectos, por ejemplo, en los modernos sistemas de inyección la masa de combustible inyectada en la cámara de combustión depende de la densidad, porque pueden producirse variaciones de la relación aire/combustible que deben ser reguladas por un sistema de control adecuado, que tiene cierta importancia en la regulación de los motores; además es un indicativo del poder calórico y se utiliza como variable de control en los procesos de producción.

Puesto que la densidad de la gasolina se mide a 15,6 °C es un factor importante en las transacciones comerciales → se debe realizar la corrección necesaria de volumen en función de la temperatura en que se encuentra el producto a vender, normalmente a ambiente.

La especificación de densidad se sitúa entre un mínimo de 0,72 kg/m³ y un máximo de 0,775 kg/m³.

REQUERIMIENTOS DE LAS GASOLINAS

PRESTACIONES	PROTECCIÓN	MEDIO	ESTABILIDAD
MANEJABILIDAD	MOTOR	AMBIENTE	
Nº OCTANO	AZUFRE	PLOMO	GOMAS
VOLAATILIDAD	CORROSION	AROMÁTICOS	PERIODO INDUCCION
DENSIDAD		BENCENO	ESTABILIDAD
OXIGENADOS		AZUFRE	
ESTABILIDAD		OXIGENADOS	
		PVR	

GASOLINAS

Poder Calorífico

Para una gasolina se mide mediante la combustión de la misma en una bomba calorimétrica y se determina mediante el incremento de la temperatura en el interior de la bomba. La energía liberada depende del agua que se desprende en la combustión de los átomos de hidrógeno.

Se denomina **poder calorífico inferior** a la cantidad de calor que puede obtenerse en la combustión completa de la unidad de combustible si en los productos de la combustión el agua está en forma de vapor. En este caso una parte del calor generado en las oxidaciones se utiliza para evaporar el agua, por tanto esta parte del calor no se aprovecha.

Se denomina **poder calorífico superior** si en los productos de la combustión el agua aparece en forma líquida, por lo que se aprovecha todo el calor de oxidación de los componentes del combustible.

	Poder Calórico Superior	MJ/kg Inferior	Contenido en oxígeno, % peso
Metano	55,554	50,018	
Etano	51,921	47,489	
Propano	50,388	46,359	
Butano	49,539	45,719	
n-Pentano	48,665	44,970	
n-Hexano	48,341	44,733	
n-Heptano	48,102	44,556	
n-Octano	47,918	44,419	
Ciclohecano	46,599	43,4403	
Benceno	41,847	40,142	
Metanol		19.95	49.9
Etanol		26.68	34.7
MTBE		35.18	18.2
ETBE		36.29	15.7
TAME		36.28	15.7

El valor del poder calorífico inferior sería la máxima energía que puede ser obtenida por la combustión del combustible, la realidad indica que incluso en los motores modernos la eficiencia térmica se encuentra entre el 20 y el 40%.

GASOLINAS

Oxigenados

Son compuestos, alcoholes y éteres, que se utilizan como componentes de gasolinas, para mejorar el octano de la mezcla. Por su composición, tienen entre 1 y 6 átomos de carbono, no son aromáticos ni olefínicos y por lo tanto tienen también un efecto reductor, vía dilución, sobre estas características en el producto final, ya que sus densidades son inferiores al límite máximo exigido en el producto final.

Todos ellos tienen valores de RON superior a 100, sin embargo su sensibilidad, diferencia RON menos MON, es superior a las 10 unidades, valor máximo especificado en el producto final.

CARACTERÍSTICAS DE LOS OXIGENADOS

	Densidad	RON	MON	Oxígeno, % peso
METANOL	0.796	133	105	49.9
ETANOL	0.794	129	102	34.7
MTBE	0.745	116	103	18.2
ETANOL	0.745	118	102	15.7
TAME	0.776	111	98	15.7

La norma ASTM D 4815 (Método por cromatografía gaseosa) se utiliza para la determinación de MTBE, ETBE, TAME, DIPE y otros alcoholes.

El contenido en oxigenados en gasolinas está limitado en dos formas diferentes:

- En forma de alcohol no pueden contener más del 5% en peso.
- En forma de éteres de manera que el contenido en oxígeno total no sobrepase el 2,7 % en peso.

GASOLINAS

Volatilidad

Las gasolinas deben tener una buena respuesta en arranque en frío, un comportamiento adecuado en diferentes regímenes de conducción, ausencia de hielo en el carburador, un poder calórico adecuado.

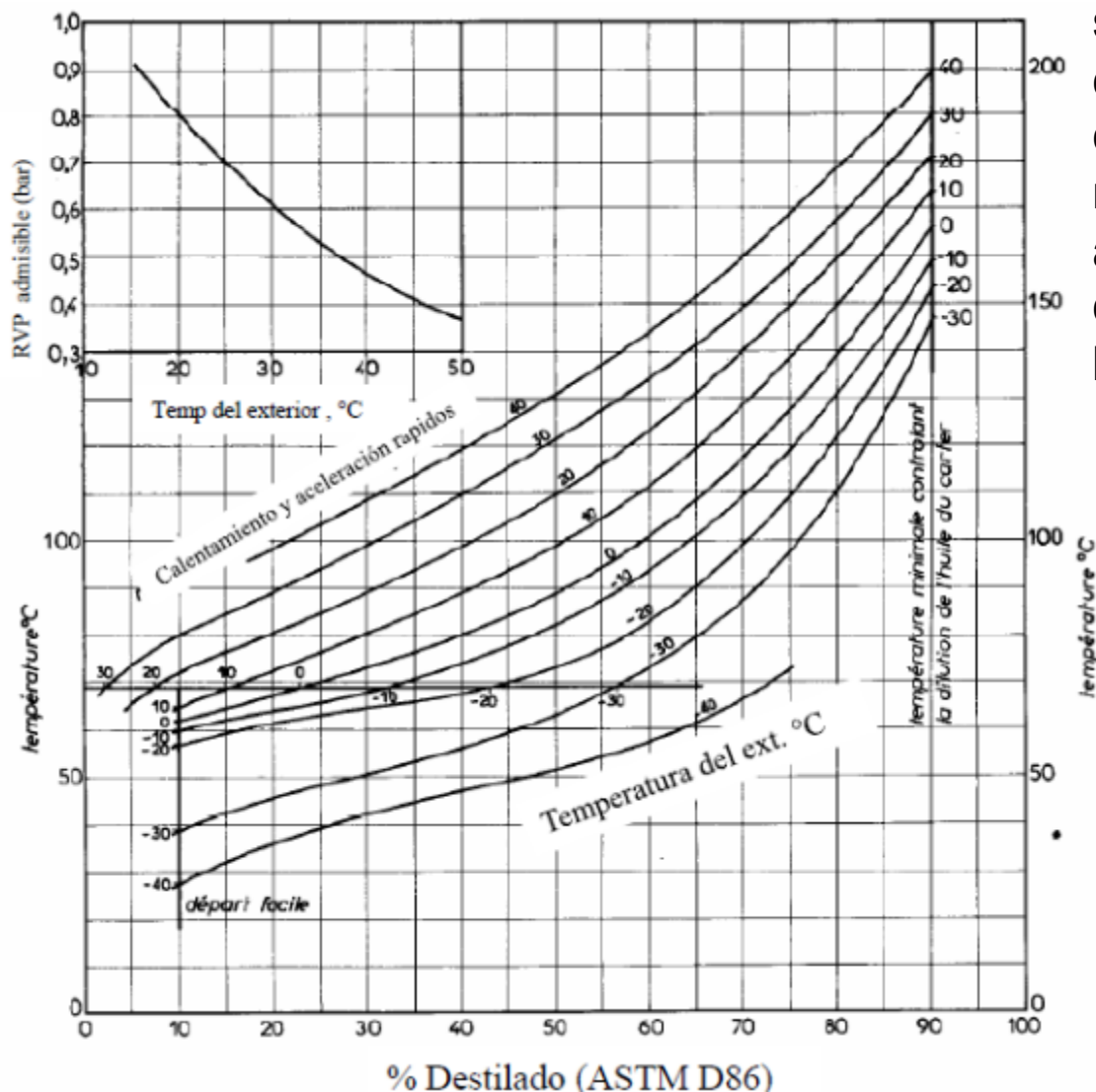
La gasolina a través de los inyectores de combustible mezclada con aire es atomizada antes de ser inyectada en la cámara de combustión, por lo que es muy importante la tendencia de los diferentes componentes presentes en el combustible a pasar de fase líquida a fase vapor, propiedad definida como “volatilidad” del combustible.

La volatilidad tampoco es una magnitud física que pueda medirse directamente, por lo que es también necesario definir métodos de evaluación de la misma, existiendo tres especificados:

1. Destilación,
2. Índice de Volatilidad y Presión de Vapor
3. Relación vapor / líquido,

GASOLINAS

Volatilidad

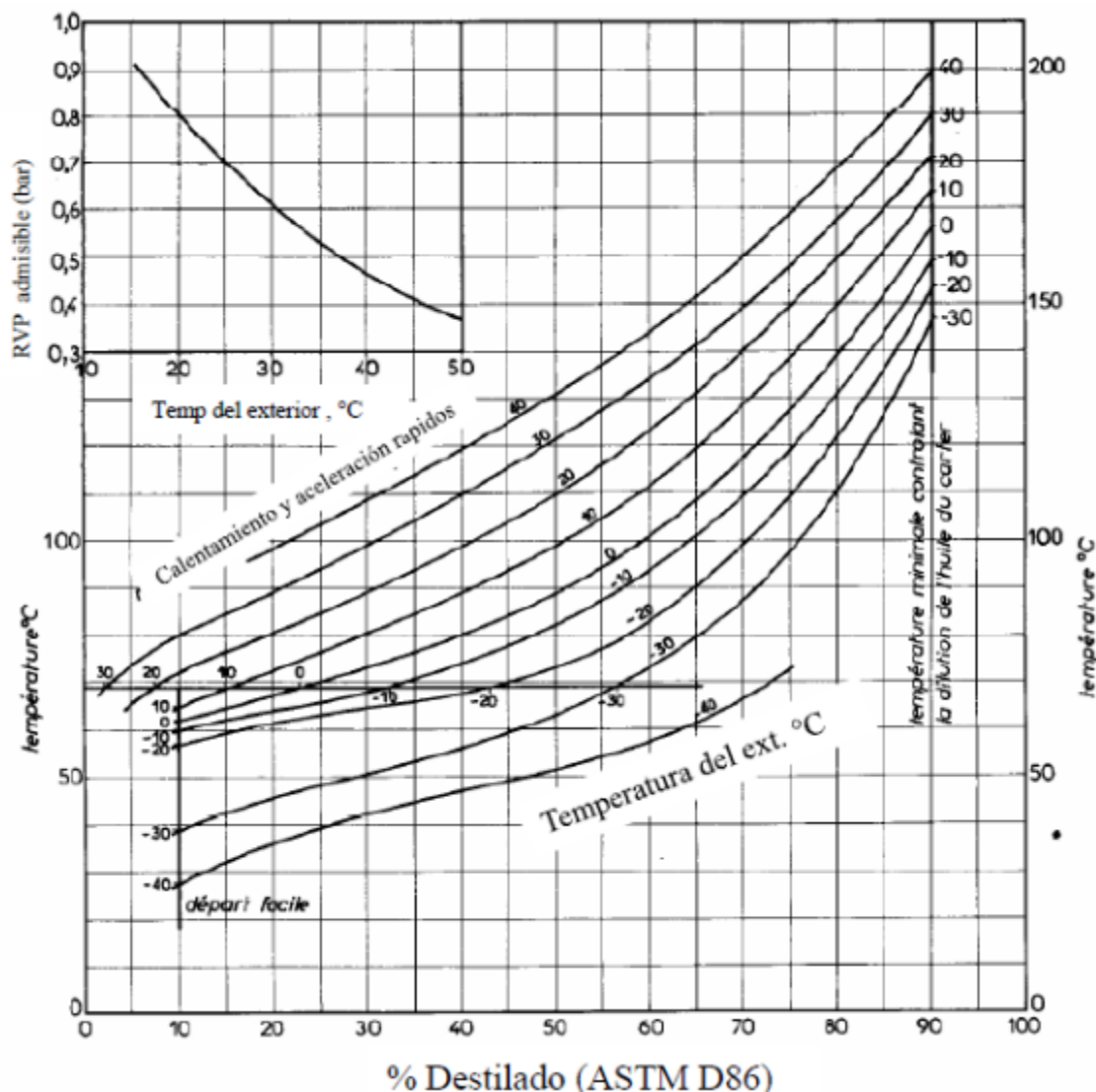


Si la gasolina no es suficientemente volátil significa que en la mezcla fuel/aire no está en forma gaseosa y crea dificultades en el encendido y en el comportamiento del motor en régimen frío. Las dificultades de arranque pueden dar lugar a la formación de depósitos tanto en la cámara como en la bujía.

- ✓ En períodos fríos → 10% antes de 70°C (contenido mínimo en fracciones ligeras que asegura la vaporización suficiente para el arranque del motor)
En climas cálidos esto generaría bloqueo por vapor!!

GASOLINAS

Volatilidad



Si la gasolina es demasiado volátil, puede vaporizar en el propio tanque de almacenamiento o en las conducciones a los inyectores. Si la cantidad de vapor formada es muy elevada el régimen de inyección no es adecuado y no se suministra la cantidad necesaria de combustible con lo que el motor se ahoga, es el fenómeno del "vapor lock". Como consecuencia del mismo la combustión es incompleta y el consumo se eleva.

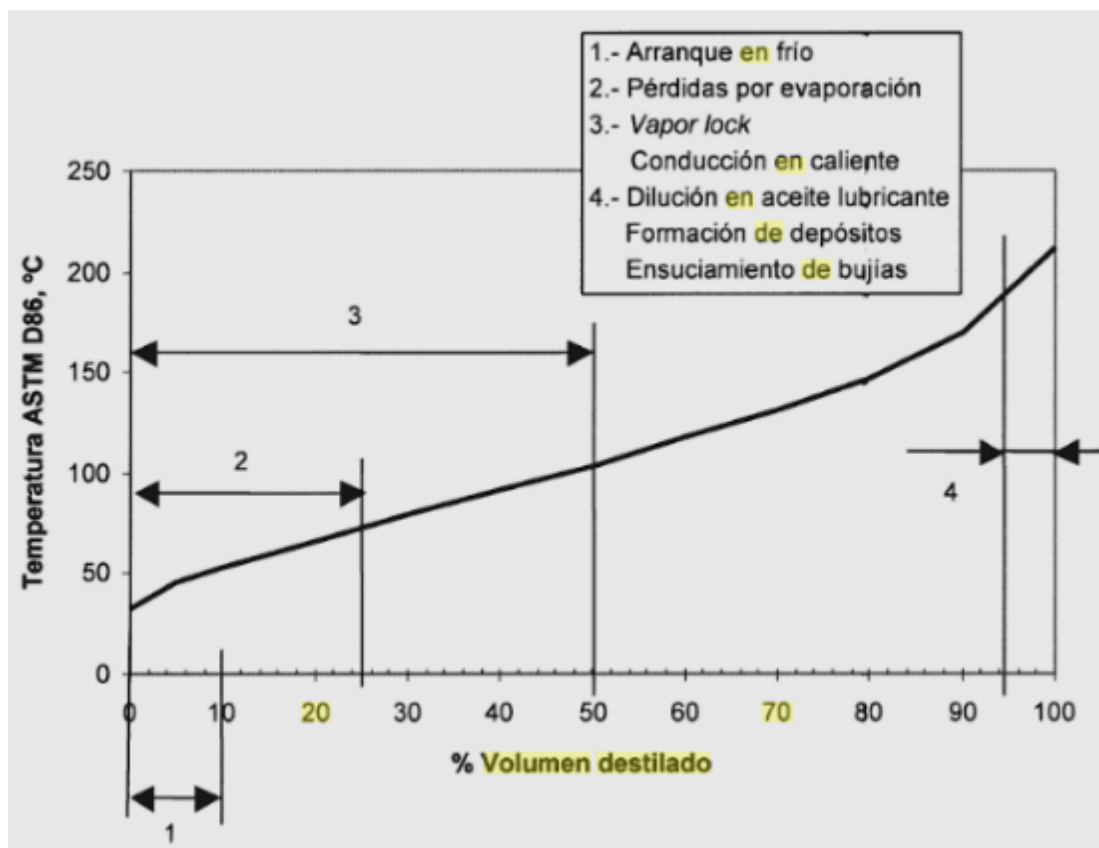
- ✓ 50% antes de 140 °C → volatilidad correcta de la fracción central (importante en aceleraciones)

GASOLINAS

Volatilidad: Destilación

El ensayo de destilación mide el % de combustible que se evapora a medida que aumenta la T°C.

El resultado del ensayo es una curva obtenida en condiciones estandarizadas de T°C / % evaporado. Los diferentes tramos de la curva permiten interpretar aspectos del comportamiento del producto.



Las fracciones evaporadas a temperaturas más bajas tiene influencia en el arranque en frío, la formación de hielo o las pérdidas de combustible por evaporación; la parte intermedia de la curva influye en la “conducibilidad” y el consumo en viajes cortos y la parte final de la curva influye en la dilución del aceite, la formación de depósitos.

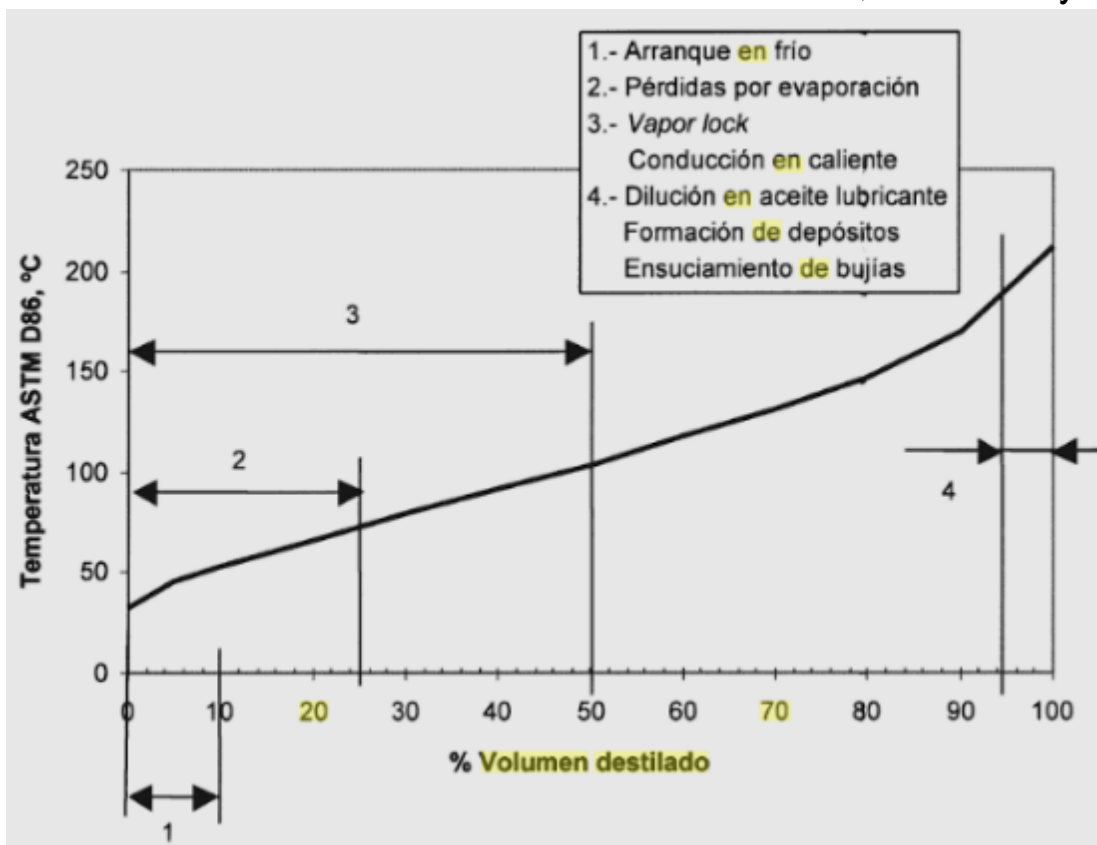
GASOLINAS

Volatilidad: Destilación

A 70 °C tiene que haber destilado min. 20% en vol. de líquido, esto asegura la suficiente cantidad de hidrocarburos volátiles que permita un buen arranque en frío. A 70°C habrán vaporizado los hidrocarburos en C4 – C6 por lo que, desde el punto de vista de preparación de la gasolina, ésta debe tener una cantidad suficiente de Butano/Butenos, Pentanos y Hexanos. Si a 70°C vaporiza + del 45%,

puede haber problemas de vapor lock y una excesiva emisión de hidrocarburos por vaporización.

Por lo tanto las cantidades relativas de C4/C5/C6 deberán ser las adecuadas.

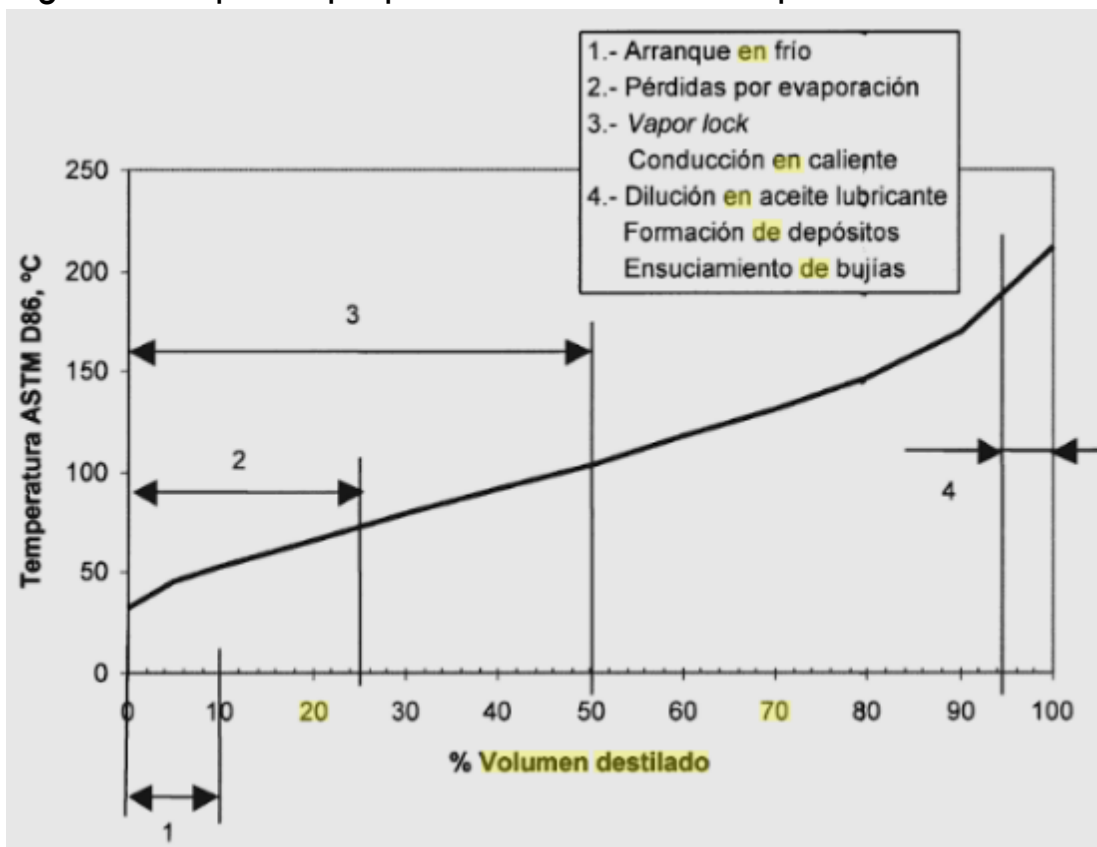


INFLUENCIA DE LA CURVA DE DESTILACIÓN

GASOLINAS

Volatilidad: Destilación

A 100 °C debe haber vaporizado ya el 50% de la gasolina, un % mayor indica exceso de hidrocarburos en C6/C7 con problemas de conducción en caliente. A 170 °C ha vaporizado entre el 45-70% de la gasolina, si no fuera así, estarían presentes en forma excesiva los hidrocarburos en C7/C9 lo que daría lugar a una pobre proporción de C4/C6 con problemas de arranque en frío.



Un punto final de las gasolinas inferior a 210 °C garantiza la combustión completa de éstos hidrocarburos y la no formación de depósitos en la cámara de combustión ni en las bujías.

A nivel de especificación se limita el porcentaje en volumen evaporado a 70 °C, 100 °C y 150 °C. En el 1er caso se exigen diferentes valores para invierno (22 mín. y 50 máx.) y verano (20 mín. y 48máx.); en invierno se permite mayor proporción de ligeros para facilitar la evaporación de la gasolina a T°C menores.

GASOLINAS

Volatilidad: Presión de vapor

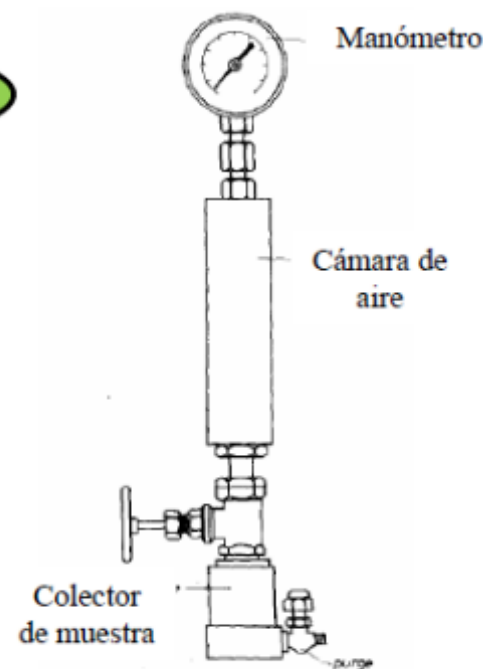
La presión de vapor de una gasolina debe ser la necesaria para proporcionar un buen arranque en frío del motor, pero no demasiado alta para que no pueda darse el efecto de vapor lock o unas excesivas emisiones por evaporación.

Se determina la denominada presión de vapor Reid (PVR), que es la presión de vapor de un líquido contenido en una cámara, con una relación volumen/gas de 1 : 4 y sumergida en un baño a 100 °F. En estas condiciones los hidrocarburos más volátiles evaporarán más fácilmente y darán una mayor presión de vapor.

La Volatilidad depende del número de componentes livianos presentes en la gasolina

- Se estima a partir del punto inicial de ebullición (IBP) y la Presión de Vapor Reid (RVP)
- La RVP se calcula a partir de las normas ASTM D323 → tendencia inicial a la vaporización

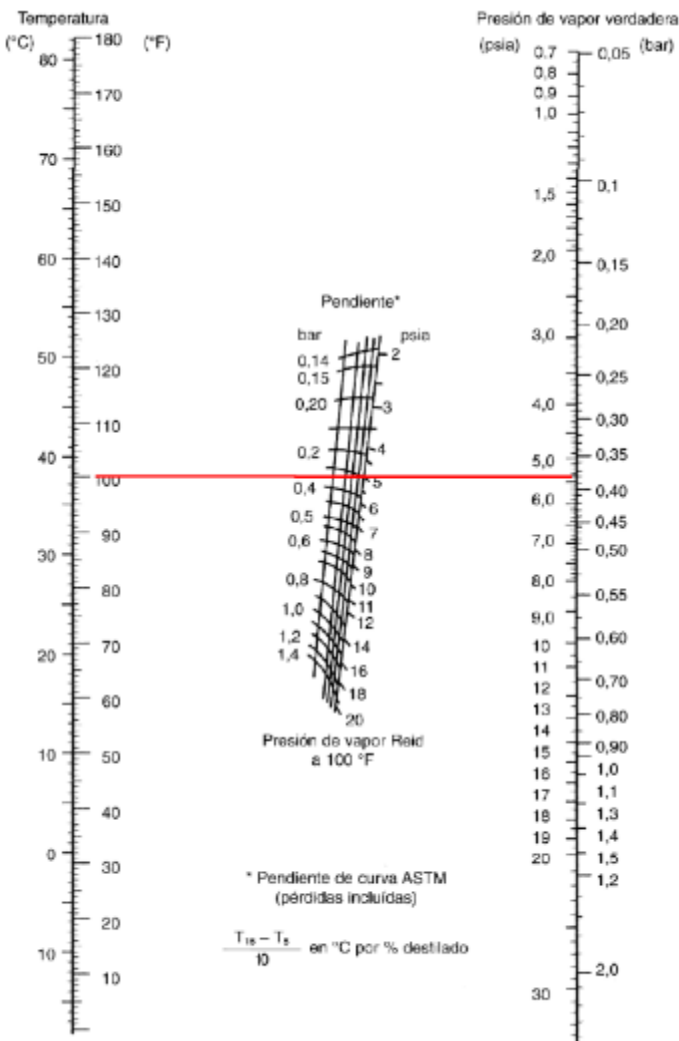
Cilindro para medir la RVP



La especificación depende de la zona geográfica de uso de la gasolina. En España los límites son: en verano entre un mín. 45 kPa y máx. 60 kPa mientras que en invierno los valores exigidos son superiores, un mín. 50 kPa y un máx. 80 kPa, con el objetivo de favorecer la vaporización.

GASOLINAS

Volatilidad : Presión de vapor



Determinación de la Presión de Vapor Real A Partir de la RVP

A mayor volatilidad → mayor RVP

La RVP debe ser lo suficientemente alta para asegurar un fácil arranque del motor. Pero no tan alta como para generar gran cantidad de vapor y pérdidas durante el funcionamiento del motor

$$\text{Índice de volatilidad de gasolina (FVI)} = \text{RVP} + 7(\text{E70})$$

E70: Porcentaje de vol. de destilado a 70 °C (ASTM D86)

RVP (Mbar)

FVI= 900, 1.000, 1.150 (verano, primavera-otoño, invierno respect.)

También es un parámetro importante para el almacenamiento de gasolina

GASOLINAS

Volatilidad: Relación Vapor/Líquido

Es la relación entre el volumen del vapor a presión atmosférica y el volumen del combustible.

La relación vapor / líquido varía según la temperatura del sistema, es por tanto importante tener una medida de la relación vapor / líquido a diferentes temperaturas. Normalmente se mide la Temperatura a la cual la relación V/L es de 20.

La determinación es engorrosa y se han desarrollado correlaciones entre la PVR y ciertos puntos de destilación con la relación vapor líquido.

Los efectos de la volatilidad en el comportamiento de un motor:

VOLATILIDAD MUY BAJA	VOLATILIDAD MUY ALTA
Dificultades de arranque en frío	Altas emisiones de hidrocarburos
Dificultades en la etapa de calentamiento del motor	Mala operación del canister
Dificultades de operación en tiempo frío	Problemas de operación en caliente: vapor lock
Incremento de depósitos	Elevados consumos

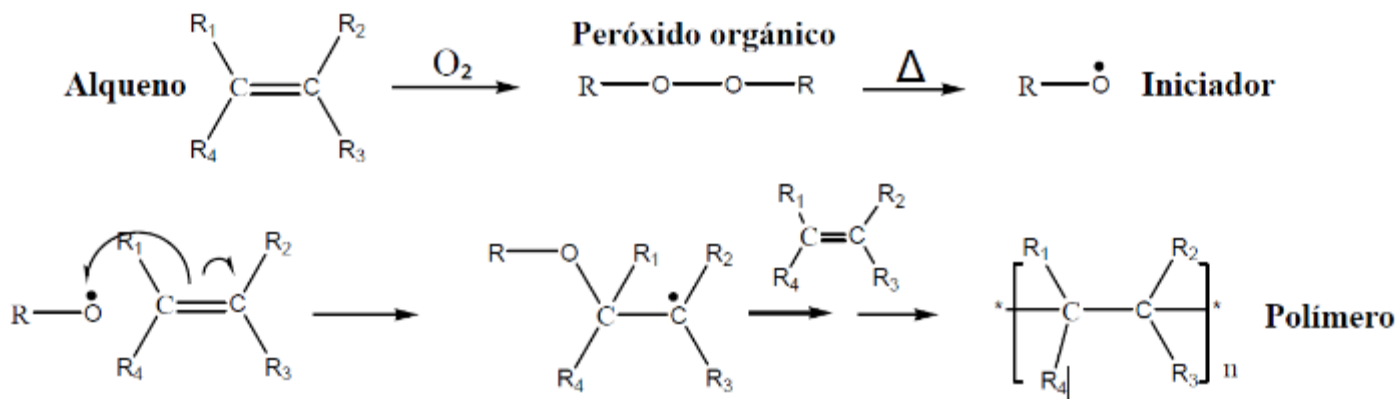
GASOLINAS

Estabilidad

Las gasolinas deben ser productos estables durante su almacenamiento ya que deben mantener sus propiedades desde el momento de la fabricación al momento de consumo.

La estabilidad se define como la conservación de las propiedades de las gasolinas a través del tiempo

- Indicador de inestabilidad → Formación de gomas!!
- GOMAS: polímeros formados a partir de la oxidación y posterior polimerización de olefinas



Consecuencias de la Formación de gomas:

- Formación de depósitos con la consecuente obstrucción de válvulas
- Obstrucción de filtros de la gasolina. Daños al motor
- Parámetro importante en el almacenamiento de la gasolina (aumenta con el tiempo)
- Disminución del número de octano (reducción de insaturaciones)

GASOLINAS

Estabilidad

Existen dos procedimientos de evaluación de esta característica:

Periodo de Inducción: ensayo que mide la tendencia de una gasolina a reaccionar con el oxígeno; como consecuencia de esta reacción se producen gomas. Consiste en medir el tiempo que tarda en disminuir la presión de una mezcla determinada de oxígeno y gasolina, bajo unas condiciones estandar de presión de oxígeno y temperatura, como consecuencia de la reacción del oxígeno con los hidrocarburos de la mezcla. Este tiempo es una indicación de la estabilidad del producto en almacenamientos prolongados.

La Norma ASTM D 525 permite determinar el período de inducción, Test Method for Oxidation Stability of Gasoline (Induction Period Method):

- Se realiza una oxidación artificial con oxígeno (100 °C, 7 bar)
- Se mide el tiempo de resistencia de la gasolina para formar gomas
- El tiempo de resistencia mínimo debe ser 240 min. que se considera equivalente a varios meses de almacenamiento sin formación de gomas.

GASOLINAS

Estabilidad

Contenido de goma: Las gomas pueden estar ya presentes en la muestra de gasolina por ser producidas en el mismo proceso de fabricación.

En este ensayo se cuantifican los depósitos formados cuando se evapora una muestra de gasolina a una temperatura dada en presencia de una corriente de aire. Mide la tendencia del combustible a generar depósitos fundamentalmente en los sistemas de alimentación de los vehículos.

Los componentes que potencialmente pueden dar lugar a la formación de gomas, cuando se formula una gasolina, son principalmente los hidrocarburos olefínicos, de los que no se puede prescindir ya que son derivados de procesos importantes de los sistemas de refinación y contribuyen con un alto nivel de octano. La acción para contrarrestar esta característica es la de aditar la mezcla.

La Norma ASTM D 381, Test Method for Existing Gum in Fuel by Jet Evaporation, permite determinar esta característica:

- Evaporación inicial (160 °C)
- Lavado con n-heptano (material no volátil)
- Determinación masa de gomas
- Contenido de gomas debe ser 5 mg/100 ml como máximo

GASOLINAS

Corrosión

La manipulación, distribución, almacenamiento y uso del producto no debe deteriorar las instalaciones o equipos donde dichas operaciones se realizan, por lo que se evita la corrosión. Se determina por:

Corrosión a la lámina de cobre

Mide la tendencia del combustible a atacar los metales con los que entra en contacto, mediante la medición del ataque producido por el combustible a una lámina normalizada de cobre (Norma ASTM D 130, Test Method for Detection of Copper Corrosion from Petroleum Products by the Copper Strip Tarnish Test).

Para evitar la corrosión se eliminan los mercaptanos que son los compuestos más corrosivos. Uno de los métodos mas utilizados es el tratamiento cáustico del derivado.

Contenido de azufre

El contenido de azufre total (expresado como % en peso) es indicativo de la formación de óxidos de azufre durante la combustión y a partir de los mismos de ácido sulfúrico, que ataca u oxida a los elementos con los que entra en contacto. Entre los métodos de determinación, el más usado es el de espectrografía por rayos-X (Norma ASTM D 2622).

La especificación permitía un contenido máximo en azufre de 150 ppm hasta el 2005. A partir de esta fecha se restringió su contenido hasta 50 ppm, y hoy en día en contenido máx. de azufre es 10 ppm.

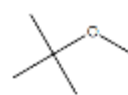
GASOLINAS

Aditivos

Existen multitud de compuestos que se añaden en pequeñas proporciones a las gasolinas para mejorar algún aspecto del comportamiento de las mismas. Entre ellos podemos citar:

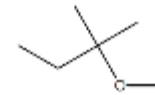
- Antioxidantes, que disminuyen la tendencia a reaccionar con oxígeno (↓ la formación de gomas)
- Desactivadores de metales, que mejoran la estabilidad del combustible.
- Anticorrosivos que inhiben la corrosión de metales en contacto con el producto
- Desemulsionantes que favorecen la decantación del agua emulsionada o suspendida.
- Anticongelantes, previenen y evitan los efectos de formación de hielo.
- Mejoradores de combustión, que disminuyen la tendencia a la detonación (↑ el índice de octano)

- Alcoholes (Etanol)
- Éteres: (MTBE), (TAME), (ETBE)
- Alquilatos: Mezclas de isooctanos



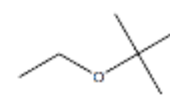
MTBE

Metil-terbutil éter



TAME

Teramil-metil éter



ETBE

Etil-terbutiléter

- Odorizantes, que enmascaran el olor del producto
- Trazadores, que sirven para identificar los productos.
- Detergentes, sustancias tensoactivas que previenen la formación de depósitos en el motor
- Dispersantes, que previenen la formación de depósitos en el motor y mantienen en suspensión las sustancias potencialmente generadoras de los mismos

GASOLINAS

Contaminación atmosférica

La utilización de los combustibles produce la emisión a la atmósfera de una serie de productos considerados como contaminantes por la incidencia que sobre la salud humana, animal y el medioambiente pueden tener.

La introducción de limitaciones en el contenido en contaminantes en los gases de escape de los automóviles es una consecuencia de la legislación sobre los objetivos de calidad de aire. Entre ellos podemos citar:

- CO (Monóxido de carbono)
- HC (Hidrocarburos Tóxicos y Volátiles (VOC's))
- PM (Partículas sólidas)
- NOx (Óxidos de nitrógeno)
- Además existen también otros:
- CO₂ (Anhídrido carbónico)
- Plomo
- SOx (Óxidos de azufre)

EMISIONES DE CONTAMINANTES EN VEHÍCULOS A GASOLINA

TIPO DE EMISIÓN	CONDICIÓN DE OPERACIÓN	CONTAMINANTE
Evaporativas	Reposo	HC (livianos)
	Funcionamiento	HC, lubricante vaporizado
Escape	Funcionamiento	HC, CO, CO ₂ , SOx, NOx

- A mayor RVP, mayores emisiones evaporativas
- Contaminación ambiental y riesgos para la salud se incrementan

GASOIL (DIESEL)

Existen tres tipos de gasóleos:

- Gasóleo automoción para vehículos con motores de combustión interna o motores Diesel (clase A)
- Gasóleo para uso agrícola, y marítimo (clase B)
- Gasóleo de calefacción utilizado en hornos, calderas y grupos electrógenos (clase C) .

Es una mezcla de distintos componentes obtenidos en procesos de refino, sobre todo parafinas y naftenos. El intervalo de ebullición está comprendido entre los 160-360°C.

Sus componentes principales son:

- Los kerosenos y destilados medios de destilación directa del crudo normalmente hidrodesulfurados para rebajar su contenido en azufre a niveles de 10 – 50 ppm.
- Los procedentes de las unidades de conversión: FCC, Hydrocracking y Coquización también hidrodesulfurados

CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DE GASOIL

Producto	Densidad Kg/m ³	Azufre %peso	Viscosidad CSt	Numero Cetano	EVAP 250 °C % vol	EVAP 360 °C % vol
KEROSENO	0.79 - 0.82		1-1.5	30-50	100	100
DIESEL	0.82 - 0.87		1.5-3.5	40-55	10	95
LCO	0.94 - 0.95		3.5	20-25	10	95
GOIL COQUE	0.85 - 0.90		3.5	40	0	95
DIESEL HC	0.840		3	65-70	10	95
DIESEL DE MHC						

Aunque los componentes son los mismos tanto para el Gasoil de automoción como para el de calefacción, las exigencias de calidad en este último son menores y por lo tanto estará formulado por los derivados de peor calidad.

GASOIL (DIESEL)

Características	Unidad de medida	Clase A	
		Mínimos	Máximos
Número de cetano		51,0	-
Índice de cetano		46,0	-
Densidad a 15°C	kg/m ³	820	845
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (3)	%m/m	-	8
Contenido en azufre (4)	mg/kg	-	10
Destilación:	°C		
- 65% recogido		250	
- 85% recogido			350
- 95% recogido			360
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	2,00	4,50
Punto de inflamación	°C	superior a 55	
Punto de obstrucción filtro frío:	°C		
- Invierno (1 oct.-31 marzo)		-	- 10
- Verano (1 abril-30 sept.)		-	0
Residuo carbonoso (sobre 10 %v/v residuo de destilación)	%m/m	-	0,30
Lubricidad, diámetro huella corregido (wsd 1.4) a 60 °C	µm	-	460
Contenido en agua	mg/kg	-	200
Contaminación total (partículas sólidas)	mg/kg	-	24
Contenido de cenizas	%m/m	-	0,01
Corrosión lámina de cobre (3 h. a 50 °C)	escala	-	clase 1
Estabilidad a la oxidación	g/m ³	-	25
	horas	20 (7)	

		Clase B	Clase C
Densidad a 15° (máx/min)	kg/m ³	880/820	900/--
Color		Rojo	Azul
Azufre, máx (1)	mg/kg	1000 (1)	1000 (1)
Índice de cetano , mín.		46	
Número de cetano, mín.		49	
Destilación:			
65% recogido, mín	°C	250	250
80% recogido, máx	°C		390
85% recogido, máx	°C	350	
95% recogido, máx	°C	370	Anotar
Viscosidad cinemática a 40 °C mín/máx	mm ² /s	2,0/4,5	--/7,0
Punto de inflamación, mín	°C	60	60
Punto de obstrucción filtro frío			
Invierno (1 octubre-31 marzo), máx	°C	-10	-6
Verano (1 abril-30septiembre), máx	°C	0	-6
Punto de enturbiamiento			
Invierno(1 octubre-31 marzo), máx	°C		4
Verano (1 abril-30septiembre), máx	°C		4
Residuo carbonoso (sobre 10% v/v final destilación), máx	% m/m	0,30	0,35
Contenido en agua y sedimentos, máx	% v/v		0,1
Contenido en agua, máx	mg/kg	200	
Contaminación total (partículas sólidas), máx	mg/kg	24	
Contenido de cenizas, máx	% m/m	0,01	
Corrosión lámina de cobre (3 horas a 50°C), máx.	Escala	Clase 1	Clase 2

GASOIL (DIESEL)

En los motores Diesel, la combustión se produce por autoignición del combustible en las condiciones de presión y temperatura que se producen en la cámara de combustión.

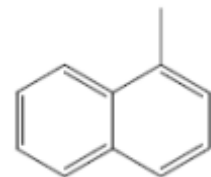
Se conoce como “tiempo de retraso” para un combustible en un motor al tiempo que transcurre entre la inyección del combustible y la autoignición del mismo. Cuanta $\uparrow$ autoinflamación, $\downarrow$ “tiempo de retraso”.

Cuando los tiempos de retraso son altos, se acumula mucho combustible antes de la autoinflamación y al producirse ésta lo hace de forma brusca, originando aumentos de presión que causan un fenómeno conocido como “golpeteo”. Las consecuencias son que baja el rendimiento del motor y se producen fenómenos de fatiga, desgaste y averías.

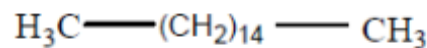
En el gasóleo el **Número de Cetano**, es su principal característica (sobre todo en gasóleo clase A). Mide la tendencia a la autoinflamación de un combustible (resistencia a producir golpeteo) por comparación del comportamiento del mismo con el de combustibles de referencia a los que se asigna un número de cetano determinado.

Los compuestos de referencia son:

- Alfa metil-naftaleno: se le asigna cetano 0
- Hexadecano (cetano): se le asigna cetano 100
- Heptametilnonano se le asigna cetano 15



α -metil-naftaleno



Cetano

GASOIL (DIESEL)

Número e Índice de Cetano

Su determinación se realiza sobre un motor monocilíndrico de relación de compresión y avance de inyección variables. Se determina cual es la relación de compresión que hace que la detonación se produzca en el punto muerto superior cuando el avance de inyección es de 13°.

La Norma ASTM D 613, Test Method for Cetane Number of Diesel Fuel Oil, permite la determinación de esta característica.

La tendencia a la autoignición de un gasóleo puede estimarse a partir de valores de otras propiedades de más fácil determinación. En este caso, a partir de la densidad y la curva de destilación se obtiene el denominado “Índice de cetano”, pero no deja de ser una estimación y presenta limitaciones como el no tener en cuenta el efecto de aditivos mejoradores de la ignición.

La Norma ASTM D 364, Calculated Cetane Index of Distillate Fuels, permite calcular esta característica a partir de 2 variables:

- Densidad
- Temperatura para el 50% destilado en la curva ASTM D 86.

La correlación utilizada es:

$$\text{Índice de Cetano} = \text{CCI} = 454,74 - 1641,416 \rho + 774,74 \rho^2 - 0,554 (T_{50}) + 97,083 (\log T_{50})^2$$

De donde:

CCI = Índice de cetano calculado

ρ = Densidad @ 15°C (kg/l)

T_{50} = Temperatura del 50% destilado (ASTM D86)

no da buenos resultados para cortes con punto final de destilación < 260 °C. La correlación da buenos resultados con productos de destilación primaria

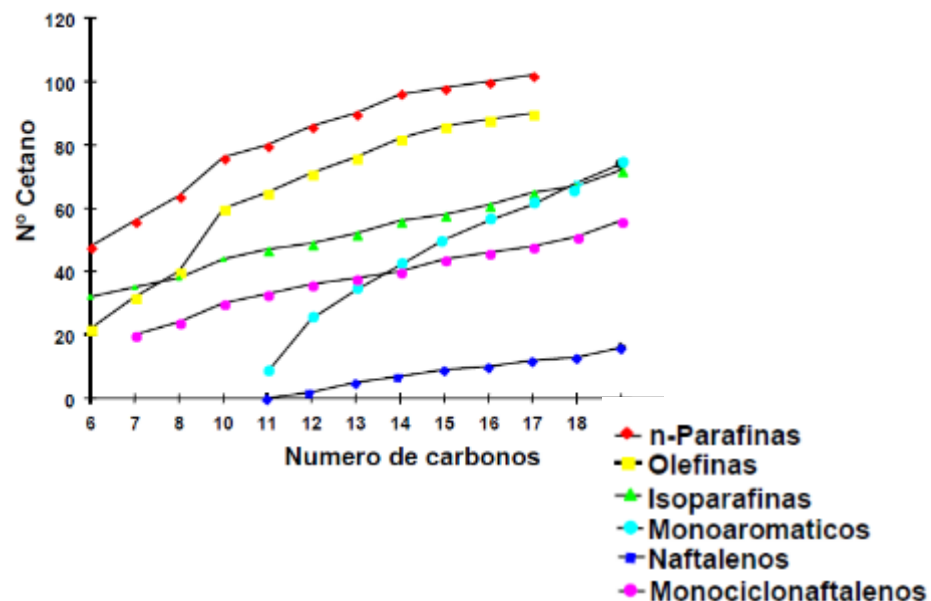
GASOIL (DIESEL)

Número e Índice de Cetano

El Número / Índice de Cetano es una característica física directamente relacionada con la estructura química.

Para un mismo número de átomos de carbono, los hidrocarburos que tienen menor Número de Cetano son los Nafténicos (al Alfa metil naftaleno se le asigna el valor 0), seguidos de los aromáticos, isoparafinas, Olefinas y n-Parafinas, que son los de mayor valor (al hexadecano se le asigna valor 100).

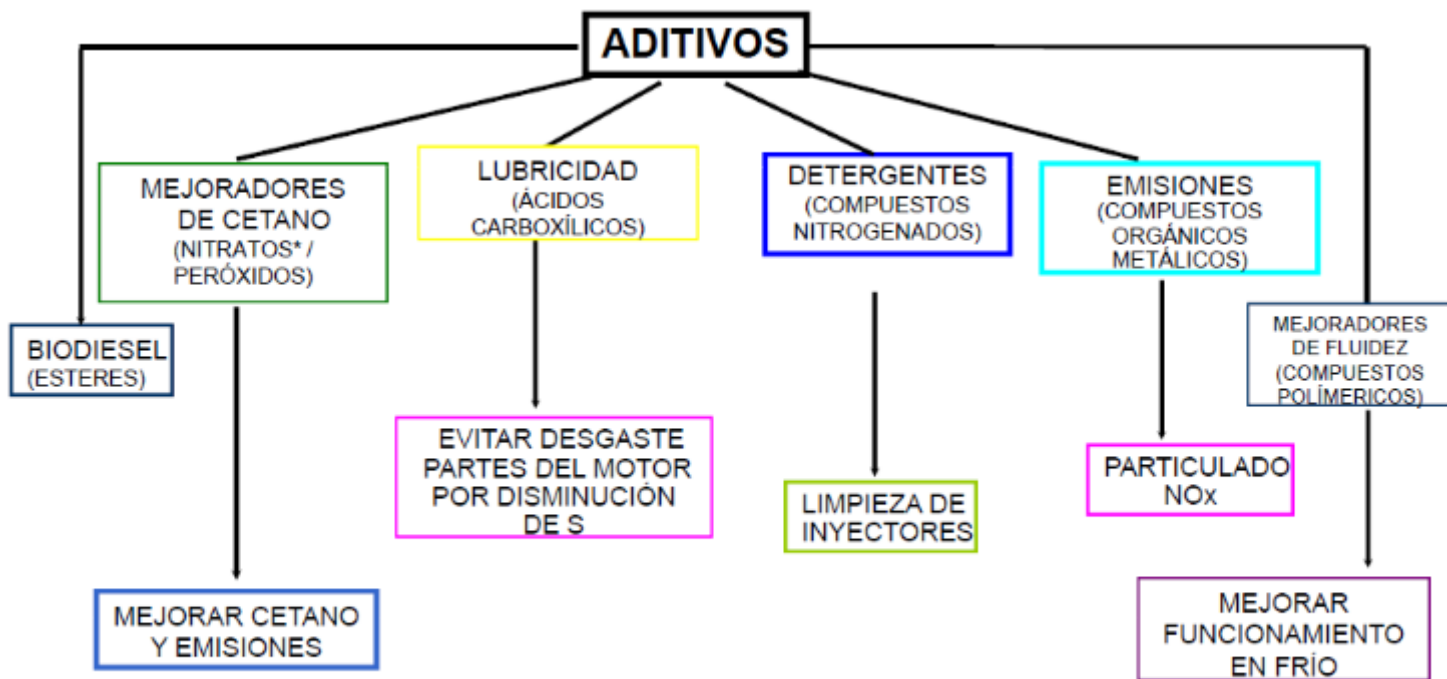
En el intervalo entre C9 –C20, el número de cetano crece con el número de átomos de carbono del hidrocarburo considerado, así las n-parafinas y n-olefinas tienen un elevado número de cetano, las isoparafinas un valor medio, los aromáticos de bajo número de átomos de carbono muy bajo y un valor medio para los de mayor número de átomos de carbono y por último los naftalenos con valores muy bajos de Cetano.



GASOIL (DIESEL)

Número e Índice de Cetano

La especificación establece un valor entre 46 y 51. El número de cetano se puede incrementar mediante la aditivación con nitrato de amilo, y para evitar el excesivo dopaje se exige el valor de Índice de Cetano de 46. No existen limitaciones de Número de Cetano para el Gasoil de Calefacción.



* Nitrato de 2-hetil-hexilo

GASOIL (DIESEL)

Los Gasóleos deben tener una serie de características que se adecuen a su manipulación, almacenamiento e utilización.

Características relacionadas con las prestaciones del motor:

- Número de Cetano
- Densidad
- Viscosidad
- Volatilidad
- Estabilidad

Características relacionadas con el estado del motor:

- Azufre
- Corrosión

Características relacionadas con la emisión de contaminantes:

- Composición hidrocarbonada
- Azufre
- Curva de Destilación
- Volatilidad

Características relacionadas con el almacenamiento:

- Estabilidad a la Oxidación
- Punto de Obturamiento de Filtro Frío

GASOIL (DIESEL)

Densidad

Las implicaciones son similares a las indicadas para la gasolina, aunque es más significativa su influencia en la regulación de los motores. La especificación exige un valor mínimo de densidad para el gasóleo automoción de 0,820 kg/m³, con lo que se limita la incorporación a la mezcla de componentes muy ligeros de muy bajo cetano. La densidad máxima está limitada a 0,845 kg/m³ en el Gasoil automoción y 0,890 kg/m³ en el Gasoil de Calefacción.

Volatilidad

La volatilidad de un gasoil tiene gran influencia en el rendimiento de los motores diesel.

Hay dos parámetros que miden esta volatilidad: la curva de destilación y el Punto de Inflamación.

Destilación

En este caso la influencia en el comportamiento del producto es menos crítica que para las gasolinas. Altos puntos finales de destilación indican tiempos de combustión elevados (que originan altas emisiones de humos), tienden a dar menos potencia y mayor consumo como consecuencia de una baja atomización de la mezcla con aire y posibilidad de dilución del aceite lubricante.

Los gasoils que tienen una alta volatilidad pueden dar problemas de vapor lock y también pobre difusión de las microgotas de combustible con el aire.

Se especifica según la Norma ASTM D 86 que a 250°C debe haber destilado, como mínimo el 65 % vol, a 350°C el 85% como máximo, mientras que a 370°C debe haber destilado como mínimo el 95%. Desde el punto de vista de formulación de este producto, la especificación de destilación limita el punto final del fraccionamiento de los componentes.

GASOIL (DIESEL)

Volatilidad

Punto de Inflamación.

El Punto de Inflamación mide la temperatura mínima a la que una llama produce la inflamación de los gases producidos por la evaporación superficial del combustible confinado en un vaso abierto o cerrado. Da una indicación de las condiciones de seguridad que deben adoptarse en la utilización del combustible para prevenir accidentes.

El citado método mide la temperatura a la cual la aplicación de una llama sobre la superficie del producto en condiciones estandarizadas provoca una inflamación de la fase gaseosa situada sobre la misma; el fenómeno es transitorio (frente a la combustión que es un fenómeno mantenido).

La Norma ASTM D 93, Test Method for Flash-Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester, permite la determinación de esta característica. La especificación exige un valor superior a 55°C.

El Punto de Inflamación de un componente vendrá dado por la cantidad de hidrocarburos ligeros, con punto de ebullición inferior al especificado, presentes en el mismo.

El contenido en fracciones del tipo keroseno en el gasoil viene limitado por el Punto de Inflamación.

GASOIL (DIESEL)

Estabilidad

Los gasóleos también deben ser productos estables en el sentido de que deben mantener sus propiedades desde el momento de la fabricación al momento de consumo. Las propiedades del combustible que están relacionadas con este aspecto del comportamiento es su tendencia a sufrir reacciones de oxidación y/o polimerización.

Estabilidad a la oxidación

El ensayo pretende reproducir en un intervalo de tiempo relativamente corto los fenómenos que puede sufrir el gasóleo en periodos de almacenamiento prolongado.

El ensayo consiste en someter una muestra de producto a elevada temperatura en presencia de oxígeno, evaluando al final del ensayo el peso de depósitos generados.

GASOIL (DIESEL)

Corrosión y formación de depósitos

Como ocurría con las gasolinas, las operaciones de manipulación, distribución, almacenamiento y uso del producto no deben deteriorar las instalaciones o equipos donde las mismas se realizan. Las propiedades del producto relacionadas con este requisito son las mismas que las mencionadas para el caso de las gasolinas: el carácter corrosivo, la tendencia a formar depósitos y el contenido de azufre.

Corrosión a la lámina de cobre

Se realiza según el procedimiento indicado en el apartado dedicado a gasolinas, con idéntica interpretación y significado.

Azufre

También se determina según el procedimiento indicado en el apartado dedicado a gasolinas, con idéntica interpretación y significado.

Tendencia a formar depósitos

La tendencia a formar depósitos se evalúa según el procedimiento indicado en la estabilidad del combustible, pero existen otras dos propiedades relacionadas con este aspecto del comportamiento denominadas residuo carbonoso y cenizas.

GASOIL (DIESEL)

Residuo carbonoso

El residuo carbonoso cuantifica la cantidad de residuo que queda tras la evaporación del producto y pirólisis de la fracción más pesada en condiciones estandarizadas. Es una indicación de la tendencia del producto a generar depósitos carbonosos, sobre todo en la cámara de combustión del motor; también está relacionado con el comportamiento ambiental del producto (emisiones de humo y partículas). La norma ASTM D 524 permite la determinación de esta característica.

Cenizas

Se definen como cenizas el residuo que queda tras un proceso de combustión del producto y calentamiento posterior de los residuos para eliminar la fracción carbonosa. Esta propiedad es una indicación de la presencia en el producto de materiales no combustibles (metales, polvo....) y también está relacionado con el comportamiento ambiental del producto.

La norma ASTM D 482 permite la determinación de esta característica.

Se debe tender a la optimización multicriterio en el comportamiento del producto, por ello el impacto producido por la fabricación, distribución y uso del producto deberá ser lo más bajo posible. Las propiedades especificadas, por su relación con el comportamiento ambiental, son el contenido de azufre (relacionado con las emisiones de SO₂ y por lo tanto con las lluvias ácidas, así como con las emisiones de partículas), el residuo carbonoso (relacionado con las emisiones de humo y partículas y el aumento de las emisiones globales por formación de depósitos en el motor).

GASOIL (DIESEL)

Comportamiento en frío

Al descender la temperatura, algunos compuestos presentes en el gasóleo pueden cristalizar formando una fase sólida en el líquido, que puede ser la causa de obstrucción de filtros o de variación de las propiedades del producto como consecuencia de la decantación producida tras la cristalización.

Desde el punto de vista del comportamiento del combustible es requisito que no se produzca el fenómeno de cristalización o no debe afectar al comportamiento del gasóleo.

Los métodos establecidos para evaluar esta propiedad son los siguientes:

Punto de obstrucción de filtros en frío (POFF)

Mide la temperatura a la cual los cristales formados impiden el paso del producto a través de un filtro en condiciones estandarizadas. Es una indicación de la potencial aparición de problemas asociados a estos fenómenos en épocas frías.

Punto de enturbiamiento o niebla (Cloud point)

Mide la temperatura a la que aparecen decantados los primeros cristales de parafinas. Es una indicación de la potencial aparición de problemas asociados a estos fenómenos en épocas frías. La norma ASTM D 2500 permite la determinación de esta característica. También la ASTM D 3117

GASOIL (DIESEL)

Contenido de agua

La presencia en el combustible de agua en pequeñas concentraciones deteriora la calidad del mismo en diferentes aspectos como el aspecto visual (opacidad) o la tendencia a la corrosión. El contenido de pequeñas cantidades de agua se determina mediante el procedimiento de Karl-Fisher.

Contenido de agua y sedimentos

La presencia en el producto de cantidades sensibles de agua y sustancias sedimentables (orden de magnitud del %) puede ser origen de problemas en diferentes momentos de la manipulación y uso, como aparición de depósitos en los tanques de almacenamiento, obstrucción de elementos filtrantes, corrosión. Esta característica se determina mediante centrifugación de la muestra. La norma ASTM D 1796 permite la determinación de esta característica.

Partículas sólidas

La presencia de partículas sólidas suspendidas puede originar problemas de deterioro (asociados a fenómenos de desgaste) de equipos en la manipulación y uso del producto. Esta característica se determina mediante la cuantificación de las sustancias retenidas en un filtro tras filtración de un volumen de producto en condiciones estándar.

Seguridad

La propiedad más peligrosa es la tendencia del producto a generar atmósferas inflamables, el punto de inflamación descrito con anterioridad

GASOIL (DIESEL)

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS GASOIL BASE

Carga	Crudo parafinico			Crudo nafténico		Destilados a vacío		Residuo de vacío		Residuo atmosférico Desasfaltado
Procedimiento	Destilación atmosférica			Destilación atmosférica		FCC	Hidrocraqueo	Viscoreducción	Coquización	Hidrocraqueo
Rendimiento (% en peso)	30,3	32,8	36,7	29,2	47,2	10 - 15	30 - 40	5 - 15	35	20
Densidad a 15 °C (kg/l)	0,835	0,825	0,843	0,827	0,856	0,930	0,814	0,845	0,900	0,807
Destilación (°C)										
PI	170	180	170	180	170	170	220	170	170	260
PF	370	375	400	350	370	370	370	370	370	380
Punto de niebla (°C)	-5	-2	+1	-10	-20	-5	-17	-4	-8	-13
Punto de congelación (°C)	-12	-9	-6	-18	-33	-14	-20	-18	-20	-18
Número de cetano	50	51	54	54	43	24	64	40	28	70
Contenido en azufre (% p)	0,12	0,04	0,83	0,80	0,09	2,8	0,001	2,33	2,10	0,0005

Punto de niebla (cloud point): Mínima T a la cual el hidrocarburo se enturbia y se observa la aparición de la primera partícula de cera (sólida)

Punto de congelación (pour point): Mínima T a la cual el crudo o una fracción de crudo podría fluir sin perturbación cuando este es enfriado.

Punto de humo (smoke point): Indica la calidad de quemado de los querosenes. Se reporta en términos de altura de llama (mm) cuando se quema la fracción hidrocarbonada

Punto de fluidez: Mínima T a la cual el crudo ó fracción fluyen naturalmente

Flash point: Mínima T a la cual la presión de vapor de un crudo o fracción es suficiente para producir el vapor necesario para la ignición en presencia de aire y una fuente calorífica externa

Diferencias entre la gasolina y el gasoil

Químicas:

Propiedades	Gasolina	Diesel
API	50-75	25-35
Rango de Destilación (°C)	30-205	180-370
Número de Carbonos	(04-10)	(12-30)

En relación

Propiedades	Gasolina	Diesel
Relación de Compresión	8:1-12:1	14:1- 25:1
Forma de Inyección	Junto con el aire	Posterior al aire
Tipo de Inyección	Directa o por carburador	Directa
Ignición	Por bujía	Por compresión
Consumo	Alto	Bajo