

ÍNDIX

ÍNDIX

• INTRODUCCIÓ GENERAL

El treball que es presenta a continuació pretén descriure alguns del tipus de combustibles alternatius que poden esdevenir una alternativa a l'ús dels combustibles fòssils convencionals als mitjans de transport.

L'objectiu d'aquest estudi és donar a conèixer les investigacions i desenvolupaments actuals sobre les propietats dels combustibles alternatius en front dels combustibles convencionals, que tenen com a finalitat disminuir les emissions contaminants per millorar la qualitat de vida del conjunt dels éssers vius, així com trobar una alternativa viable a una font d'energia no renovable que quedarà esgotada en uns 40 anys. Al seu efecte, em procurat recollir la major quantitat possible de documentació científica sobre el tema a tractar. A continuació es tractaran els combustibles alternatius d'una manera global per anar particularitzant cadascun d'ells més endavant.

• SITUACIÓ ACTUAL

• *Contaminació causada pels mitjans de transport*

Els agents contaminants procedents de la combustió dels carburants convencionals poden afectar l'aire, l'aigua, la terra i la vida animal i vegetal. Quan té lloc la combustió, l'hidrogen i el carbó del combustible es combinen amb l'oxigen de l'aire per produir calor, llum, diòxid de carboni (CO₂) i vapor d'aigua (H₂O). Malauradament, les impureses del combustible, així com una incorrecta relació de la barreja entre l'aire i el combustible, o les temperatures de combustió massa elevades o baixes són causa de la formació de productes secundaris, tal com monòxid de carboni (CO), òxids de sofre (SOX), òxids de nitrogen (NOX), partícules, hidrocarburs no cremats (HC), plom i d'altres. Aquestes són les emissions més importants produïdes pels motors dels automòbils.

A continuació es mostra el percentatge de contaminació global dels estats que tenen més emissions.

Zones que més contaminen	
EEUU	21%
UE	14%
CEI	14%
Xina	7%
Japó	6%
Brasil	4%
Índia	4%
Altres	30%

Des dels anys 20, s'ha utilitzat el plom com additiu per a augmentar la qualitat de la combustió de la gasolina ja que aquesta és la forma menys costosa des del punt de vista econòmic i energètic per a obtenir una qualitat octanal en una refinaria.

La combustió del carburant en un motor de combustió interna genera una sèrie d'emissions contaminants que depenen del tipus i la qualitat del combustible utilitzat, de la relació aire/combustible, del sistema de subministrament del combustible, del sistema i temps d'encesa, de

l'energia de l'encès, de la relació de compressió, de la temperatura de combustió, del règim de càrrega i del tractament dels gasos d'escapament. És a causa d'aquest darrer factor que sorgí la idea del disseny de nous vehicles amb control d'emissions caracteritzats per un dispositiu anomenat convertidor catalític que té com a funció bàsica la transformació de HC, CO i NO_x en CO₂, vapor d'aigua, N₂ i O₂, encara que aquest dispositiu no pot treballar en presència de plom, a conseqüència d'això va sorgir la necessitat d'eliminar el plom de les gasolines.

Els contaminants anteriors causen problemes de salut a les persones:

- ◆ **Diòxid de carboni:** És el principal responsable de l'efecte hivernacle que té com a conseqüència l'augment de la temperatura del globus terrestre. Altres gasos causants de l'efecte hivernacle són:

Diòxid de carboni 59%

Metà 18%

Òxid de nitrogen 6%

CFC 4%

Altres 13%

Anualment s'emeten 800.000 milions de tones de diòxid de carboni al planeta.

El problema del CO₂

L'atmosfera està formada principalment per nitrogen molecular (78%) y oxigen molecular (20%). La resta ho formen una sèrie de gasos, entre els que es troben el diòxid de carboni. aquest compost químic no existia a l'atmosfera primitiva i es va formar posteriorment gràcies a la acció de la radiació solar.

El sistema climàtic terrestre rep la major part de la seva energia del sol mitjançant la radiació, que travessa l'atmosfera (excepte gran part de la radiació ultravioleta, que es retinguda per la capa d'ozó) i arriba fins a la superfície terrestre, excepte la que es reflectida pels núvols. Aquesta energia rebuda s'utilitza principalment per a realitzar la fotosíntesis i per escalfar el planeta. Al mateix temps, la Terra re-emet l'energia que conté cap a l'espai exterior, en forma de radiació de longitud d'onda llarga (calor).

L'atmosfera seria totalment transparent a la radiació si només contingués nitrogen i oxigen, però la presència d'altres gasos dificulta aquesta sortida. Aquest fenomen és el que es coneix com efecte hivernacle, i gràcies a ell el planeta es manté en un rang de temperatures acceptables per a la vida, tal i com la coneixem avui en dia.

Aquests gasos retenen la radiació, per tant, queda una quantitat major de energia calorífica en l'atmosfera que, de no ser eliminat o compensat per altres efectes, tendeix a propiciar l'escalfament global del planeta. Aquest fenomen es veu afavorit no només per l'increment de la generació de gasos amb efecte hivernacle, sinó que també per la intensa desforestació mundial que té lloc durant els últims anys.

- ◆ **Monòxid de carboni:** És un gas verinós, incolor, inodor i insípid que al ser inhalat obstaculitza la capacitat de la sang per absorbir oxigen. S'obté per una combustió incompleta.
- ◆ **Hidrocarburs no cremats:** Són una gran quantitat de compostos diferents, entre els quals hi

ha el benzè que és un agent cancerígen causant de tumors. Es produeixen per una combustió incompleta, evaporació i problemes d'encès.

- ◆ **Partícules:** Poden ser sòlides i/o líquides. Són les causants de malalties respiratòries i càncer de pulmó. S'obtenen per la combustió de combustibles contaminats o per deficiència d'oxigen.
- ◆ **Ozó:** Irrita les mucoses del sistema respiratori i pot empitjorar les malalties cròniques del cor i dels pulmons.
- ◆ **Plom:** Afecta a la producció d'hemoglobina disminuint-la i provocant casos d'anèmia. Pot danyar els ronyons com a conseqüència de l'exposició a elevats nivells de plom. Causa danys neurològics, aquest element afecta als sistemes circulatori, reproductiu, urinari i nerviós. Afecta al desenvolupament intel·lectual i al comportament dels nens.

La utilització de les gasolines sense plom pot baixar els nivells d'emissions tòxiques sempre que el motor estigui dissenyat per al seu consum i tots els dispositius de control de la combustió estiguin en bon estat. Si aquestes gasolines sense plom s'utilitzen en motors que no estan preparats, es produirà una major quantitat de contaminants que utilitzant gasolina amb plom, a més a més de patir danys mecànics.

Efecte hivernacle

Els principals gasos amb efecte hivernacle són:

Vapor d'aigua: és el gas més actiu amb efecte hivernacle i el més complex.

Diòxid de carboni: és el segon agent més actiu, si no existís, la temperatura de la Terra seria 15°C menor.

Metà: fonts de metà són les refineries, la ramaderia i els arrossars, les termites i els rumiants en general, etc.; la seva concentració actual és més del doble que en l'època pre-industrial.

Òxid nítrós: té una vida molt llarga a l'atmosfera; la seva concentració avui es un 8% major que la de la època pre-industrial; el seu origen són els oceans, els boscos humits, les tempestes i alguns volcans, els processos de combustió en general, les pràctiques agrícoles i industrials i l'espurna elèctrica, etc.

Ozó: es molt actiu a la troposfera i en la baixa estratosfera; s'aprecia un augment de l'ozó estratosfèric i una disminució del troposfèric; es genera en l'espurna elèctrica i l'existència d'agents precursors (CO, CH₄, hidrocarburs).

Halocarbur: el seu origen es antròpic; té un enorme poder com agents inductors de l'efecte hivernacle; tenen una llarga vida en la atmosfera; la seva única sortida esta a l'estratosfera.

La variació anual ofereix un perfil en forma de serra ascendent: a l'hivern creix, per l'augment de l'ús de les calefaccions i a l'estiu decreix, a l'augmentar la fotosíntesis, amb un saldo anual creixent.

Els impactes que generaria el possible canvi climàtic degut a l'efecte hivernacle són múltiples i de diferent magnitud. La conseqüència més important és la previsió de l'augment de la temperatura mitja, entre un i tres graus, amb una distribució geogràfica desigual. Això provocaria un ascens del nivell del mar, degut a l'expansió de les aigües i a la fusió dels gels polars. Les poblacions més vulnerables serien les que sofririen més danys, deguts a sequeres, inundacions, corriments de terres, temporals... D'igual forma, disminuiria la qualitat de l'aire, amb els riscos que això comporta per a la salut.

L'agricultura sofriria desequilibris (deguts a la variació de les temperatures, de les precipitacions, a un eventual increment de las plagues, etc.).

Les zones climàtiques podrien desplaçar-se varis centenars de quilòmetres cap als pols en els pròxims cinquanta anys, el que afectaria als ecosistemes naturals, que haurien d'adaptar-se al nou entorn.

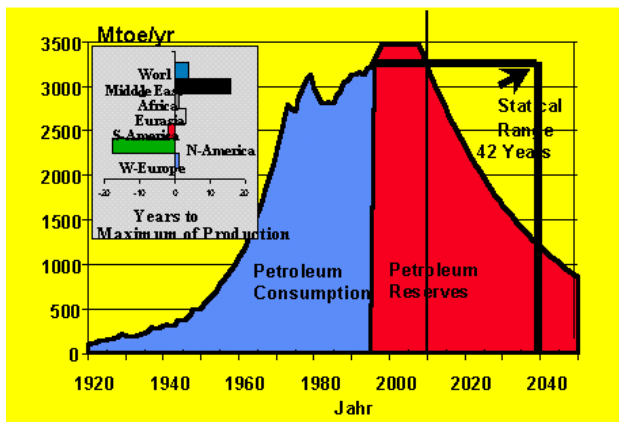
Si analitzem amb cura la vida del diòxid de carboni a la Terra, comprovarem que és un dels típics cicles que roman obert i descompensat com a conseqüència de l'activitat humana. La part del cicle corresponent a la respiració – combustió ha estat molt més desenvolupat en els últims decennis que la part corresponent a la fotosíntesis, i això és el que principalment ha provocat l'augment de la seva concentració atmosfèrica.

Si incorporem adequadament la part corresponent a la fotosíntesis en les nostres activitats antropològiques, no només obtindrem un benefici directe (com ja l'obtenim de l'agricultura, etc.) sinó que, a més a més, i en un mateix pas, paliarem (al menys en part) el problema de l'efecte hivernacle induït pel diòxid de carboni.

• *Esgotament del petroli*

L'esgotament dels recursos fòssils és un fet, si ens centrem en la disponibilitat dels recursos energètics, més que res en els combustibles fòssils com el petroli. Certes empreses de petroli o d'oli mineral com per exemple EXXON o la BP afirmen que disposem de petroli per a 50 o 100 anys, que no hi ha motiu per preocupació. La realitat és que s'ha estat estudiant aquesta disponibilitat i s'ha constatat que aquestes empreses saben quin és el nivell de disponibilitat actual de petroli mineral. El petroli barat, el líquid, és buidarà en uns 40 anys, però en aquest punt haurem utilitzat la meitat de les fonts conegudes de petroli. L'altra meitat encara que sabem que existeix, és molt difícil d'extreure, és a dir no està disponible econòmicament. Això no vol dir que s'acabi el petroli, vol dir que tindrem una baixada del cru barat, i que si volem mantenir el mateix nivell de consum de petroli haurem de fer grans inversions i no podem canviar la tendència d'esgotament. Tindrem un problema perquè els preus augmentaran. El punt d'esgotament mig coincideix amb el màxim de producció, el que significa preus creixents amb la demanda creixent i l'oferta disminuint. És a dir, el preu actual del petroli no reflexa el preu d'extracció futura.

L'empresa Shell ha calculat escenaris futurs sobre la disponibilitat de petroli i, segons els seus càlculs, a partir del 2010 hi haurà un buit en la disponibilitat de petroli i el 2035 necessitarem uns 23.000 milions de barrils/any per a satisfer les nostres necessitats. Llavors s'haurà d'extreure el petroli no convencional, és a dir, el que és difícil d'obtenir. S'hauran de practicar activitats de mineria oberta amb un alt risc ambiental. El rendiment de l'extracció de petroli per aquest procés és molt baix: per exemple, haurem d'extreure una gran quantitat d'arenas bituminoses per a obtenir una part aprofitable (85% dels recursos no convencionals tenen menys del 4% de petroli per volum). Per aconseguir això, seran necessàries grans quantitats d'energia. A més a més, amb aquesta metodologia, el petroli s'extreu barrejat amb grava. Aleshores és necessari depurar el petroli de sulfats i, per a refinar-lo, s'utilitza hidrogen. La despesa econòmica d'aquest mecanisme d'extracció és molt elevada: actualment, extreure de manera convencional costa a l'orient mitjà uns 1–2 \$/barril i a la resta del món 5–15\$/barril. Extreure el petroli de manera no convencional (mineria) a l'orient mitjà (extracció d'arena de petroli i bitumen) costaria entre 20–50 \$/barril i a la resta del món uns 60 \$/barril. Aquesta relació econòmica és el motiu pel que actualment no es practica aquest mètode d'extracció.



A llarg termini, la situació és paral·lela respecte a les reserves de gas natural i de carbó. Al llibre *Beyond the limits* del Sr. Meadows es considera que les projeccions que es calculen no tenen en compte el creixement exponencial de la població i del consum. Si el consum de combustibles fòssils es manté com ara, es preveu que les reserves de petroli duraran 43 anys, les de gas natural 70 anys i les de carbó, més o menys uns 300 anys. Si el consum de la població mundial s'equipara al consum actual per càpita dels Estats Units hauríem consumit tots els recursos fòssils d'aquí a 19 anys.

Actualment estem vivint una situació d'esgotament dels recursos fòssils. Aquests recursos es modifiquen, comencen a utilitzar-se gas natural líquid, gasolina sintètica, metanol i són les mateixes empreses petroleres les que estan introduint nous combustibles. Per una altra banda, existeixen noves tecnologies com la pila de combustible que tenen avantatges respecte als motors de combustió convencionals. Per tant, la situació actual es pot resumir en:

- ◆ Esgotament dels recursos de petroli convencionals.
- ◆ Augment dels preus del petroli convencional.
- ◆ Creixement del ús del gas natural com a gas i com a base per a la producció d'hidrocarburs sintètics.
- ◆ Ús racional de les piles de combustible i cogeneració de electricitat i calor.

També es constata un gran augment de les energies renovables mercès als grans avenços tecnològics que augmenten el seu rendiment, la seva eficàcia i l'escala de la seva aplicació.

Algunes de les energies renovables que estan entrant en el mercat són: l'energia hidràulica (aquesta font d'energia es segurament l'exemple més clar de aplicació d'energies renovables), la biomassa (molt utilitzada en els països del tercer món), l'energia eòlica (una de les més desenvolupades en els últims anys), l'energia solar fotovoltaica (una tecnologia ja rentable econòmicament, en llocs aïllats, que ara la UE s'ha proposat impulsar), energia solar tèrmica (en Califòrnia es produeixen una 10.000 Mega Watts amb aquesta energia) i l'energia marítima (aquesta última menys generalitzada).

• *Situació del sector del transport a la Unió Europea*

Després del sector terciari, el transport és l'activitat que absorbeix la major part de les necessitats energètiques a la Unió Europea (UE). L'any 1992, el consum d'energia en el sector era de 246 milions de Tep, la qual cosa representa una tercera part del consum d'energia final i un 43% de la demanda total de derivats del petroli. A més a més, el consum d'energia en el sector creix a un ritme d'un 2% anual i es calcula que, per a l'any 2005, el parc de vehicles a la UE haurà crescut en un 25%.

Els països europeus tenen una gran dependència de certs combustibles fòssils com el petroli o el gas natural que fa augmentar els seus preus i el risc de la falta de subministrament davant de determinats conflictes mundials. També produeixen una disminució en la quantitat de recursos naturals del nostre planeta.

De diferents investigacions realitzades en algunes ciutats d'Europa es desprèn que el 80% de la contaminació atmosfèrica causada per l'home, és deguda a la combustió de carburants fòssils i que d'aquesta proporció, el 50% és degut al transport, amb una participació del 73.7% de CO, el 53% de HC i el 47% de NOx dels totals emesos a les atmosferes urbanes.

• *Situació del sector del transport a Catalunya*

A Catalunya, el transport és el primer sector, seguit de la indústria quant a consum d'energia final. Es va observar que en el període de 10 anys comprès entre 1980 i 1990, el consum s'incrementà en un 46%. Previsions a curt termini fan pensar que el consum experimentarà un creixement del 4,5% anual (xifra que encara es pot considerar més elevada si es compara amb l'augment previst per a la indústria, qualificat en un 0,5%).

Tenint en compte les estimacions anteriors, podem afirmar que el sector del transport seguirà sent el primer sector a Catalunya pel que fa a consum energètic.

Cal destacar que, a més de l'elevat consum d'energia, el sector del transport es caracteritza pel fet que quasi la totalitat de combustibles emprats correspon a derivats del petroli, en concret, un 98%. Si es té en compte que el 78% del subministrament de petroli comunitari procedeix de l'exterior i que, a curt termini, no es perfila cap substitut per als combustibles d'automoció, és lògic que el problema del consum energètic en el transport constitueixi un dels principals objectius de la política energètica de la Unió Europea.

Però no sols el consum d'energia és motiu de preocupació: la repercussió que té el transport en el medi ambient, especialment a les grans ciutats, ha fet palesa la necessitat de dur a terme actuacions que contribueixin a preservar l'entorn natural.

• *Estratègies per a un millor ús de l'energia en el transport*

Hi ha un ampli ventall d'accions adreçades a augmentar l'eficiència de les diferents modalitats de transport i a desenvolupar alternatives per diversificar la demanda energètica en el sector. Cal tenir en compte que el sector del transport constitueix l'ovella negra de la política energètica, tant a Catalunya com a escala de la UE, a causa de les dificultats d'endegar accions eficaces en un sector on és difícil fer prevaler criteris energètics o mediambientals per sobre d'altres com la comoditat d'ús, la rapidesa o la seguretat, tots ells amb un pes específic molt important en la presa de decisions de l'usuari.

Tenint tot això en compte, les actuacions que es poden dur a terme per racionalitzar i diversificar l'ús de l'energia en el sector del transport s'inscriuen, de manera genèrica, en les següents línies de treball:

Millora de l'eficiència. En aquest aspecte, els fabricants de vehicles s'han interessat per al desenvolupament de nous models més eficients, amb un menor consum de combustible i una reducció de les emissions contaminants. Es calcula, només pel que fa al conjunt motor, que en els darrers quinze anys, s'ha aconseguit reduir el consum de combustible dels vehicles entre el 25 i el 40%. Tot i aquesta reducció, cal dir que els principals avenços estan relacionats amb la reducció del pes dels diferents components i en el camp de l'aerodinàmica.

Optimització de la gestió del trànsit. S'han fet experiències que han posat de manifest que si

s'estableix un sistema de regulació dinàmica de semàfors (posada intermitent dels semàfors, variació de la senyalització segons l'horari i el flux de trànsit), l'estalvi d'energia pot ser important. Si amb aquest procediment s'aconseguís un augment d'un 5% de la velocitat mitjana a la ciutat, per exemple, es reduiria el consum dels vehicles privats en un 2% i el del transport públic en un 5% aproximadament. Una altra estratègia perquè disminueixi el consum d'energia imputable al transport és incrementar l'ús del transport públic (mentre que un automòbil particular té un consum específic en un recorregut urbà de l'ordre de 60 a 70 grams equivalent de petroli per viatger i quilòmetre recorregut, aquest paràmetre es redueix a 20 en el cas dels autobusos).

Modificació dels hàbits dels conductors. Un dels camps amb un potencial d'estalvi més gran és el que fa referència al comportament del conductor i al manteniment dels vehicles per part del usuari ja que conduint de manera moderada pot fer que el consum del vehicle es redueixi fins un 30%. Una dada prou significativa és que el 30% del consum total de carburant a Catalunya es destina a efectuar desplaçaments inferiors als 8 km. Pel que fa al manteniment dels vehicles, es calcula que a Catalunya es podria reduir un 10% el total de combustible consumit únicament fent una correcta posada a punt dels vehicles. Finalment, cal dir que si la mitjana d'ocupació dels vehicles privats augmentés a quatre persones per vehicle, el consum de combustible disminuiria en un 45%. Una presa de consciència per part dels conductors respecte la problemàtica energètica i mediambiental, que derivi cap a una actitud individual, responsable i cívica a l'hora de triar la modalitat de transport i de fer-ne ús correcte generaria millores apreciables en tots els camps enumerats anteriorment.

Investigació i foment de l'ús de combustibles alternatius. La substitució de combustibles fòssils o tradicionals per combustibles alternatius pren una gran importància en els nostres dies per les raons anteriors, encara que també seria un factor important el desenvolupament de l'agricultura i indústries derivades, degut a la utilització dels productes vegetals per produir combustibles alternatius.

Malgrat les millores en el camp del disseny de vehicles, la gestió del trànsit i el comportament dels conductors, el creixement anual del parc de vehicles representa un greu obstacle perquè es pugui aturar l'augment en el consum de productes petrolers per al transport. Això, juntament amb el consegüent deteriorament de la qualitat ambiental a les grans ciutats, ha fet renéixer l'interès per la recerca de fonts d'energia alternatives als combustibles convencionals.

◆ CLASSIFICACIÓ DELS COMBUSTIBLES ALTERNATIU

◆ *Gasos líquats del petroli (GLP):*

És un combustible que està format principalment de propà i butà, es torna líquid sota una pressió de 20 bars o a baixes temperatures, i es deriva dels components líquids del tractament del gas natural, retirats abans de que el gas entri en el gasoducte, i de les fraccions més lleugeres d'hidrocarburs processades durant la refinació del petroli.

◆ *Gas natural comprimit (GNC):*

És un combustible format per la matèria orgànica soterrada fa milers d'anys. Està compost d'una barreja d'hidrocarburs amb el metà com a component dominant i es comprimeix a alta pressió, normalment 200 bars.

◆ *Biocarburants:*

◆ *Biogasolis:*

Els biogasolis poden ser produïts per diferents olis vegetals. A Europa, el més comú és l'Éster Metil de Colza (RME), produït per les llavors de colza mitjançant un procés transesterització. S'afegeix metanol a l'oli produït pel premsat de les llavors de colza i s'escalfa amb un

catalitzador per a produir RME i glicerina com a subproducte.

◆ **Alcohols:**

Són derivats d'hidrocarburs (molècules formades per carbó i hidrogen) i es caracteritzen per tenir un grup OH unit a un dels àtoms de carboni.

Els alcohols simples de baix pes molecular com el metanol són incolors, volàtils, líquids, inflamables, i solubles en aigua. Quan el pes molecular augmenta, el punt d'ebullició, el punt de fusió i la viscositat augmenten, i la solubilitat en aigua disminueix. Aquestes propietats físiques poden ser alterades per la presència d'un altre grup funcional (és un àtom o grup d'àtoms units entre sí i a les altres molècules d'una determinada manera estructural).

Dins de la gran família dels alcohols hi trobem el metanol i l'etanol, dos compostos que barrejats amb la gasolina s'estan utilitzant com a combustibles alternatius en els motors dels automòbils.

◆ **Hidrogen:**

És abundant, ja que es pot extreure de l'aigua, no és tòxic i es pot transportar tant en forma líquida, com en cisternes, com per gasoductes. És un portador d'energia com l'electricitat i pot produir-se a partir d'una àmplia varietat de fonts d'energia tal com: el gas natural, el carbó, la biomassa, l'aigua, etc., així com les aigües negres, els residus sòlids i de petroli i llantes.

◆ **BIOCARBURANTS**

◆ **INTRODUCCIÓ DELS BIOCARBURANTS**

S'anomenen biocarburants tots aquells combustibles líquids destil·lats a partir de productes agrícoles; tenen un poder calorífic semblant al dels combustibles sòlids, la qual cosa permet la seva utilització en motors sense haver d'efectuar modificacions importants. Són uns combustibles alternatius que gaudeixen d'uns clars avantatges i que, alhora, presenten un potencial d'utilització molts alt dins de la Unió Europea.

Es poden distingir dues classes de biocarburants:

- Els alcohols i els seus derivats.
- Els olis obtinguts a partir dels cultius de llavors oleaginoses (colza, soja, gira-sol).

A continuació realitzarem un estudi d'aquests dos tipus de biocarburants en el que explicarem la seva obtenció, la seva utilització, i els avantatges que representa el seu ús.

◆ **COMBUSTIBLES DERIVATS D'OLIS VEGETALS**

Els olis obtinguts a partir dels cultius de llavors oleaginoses, com ara la colza, la soja i el gira-sol principalment, poden ser utilitzats en forma d'oli sense refinar o modificant-los mitjançant un procés químic per obtenir éster metílic o etílic. L'oli s'extreu de les llavors d'aquests conreus mitjançant una separació per mètodes mecànics o químics, seguida d'un procés de filtratge. Tots els olis presents unes propietats físico-químiques bastants similars. Quan són sotmesos a un procés químic, aquest s'orienta sobretot a l'obtenció d'éster metílic degut a que l'éster etílic té un procés de purificació difícil de realitzar.

L'éster metílic s'obté a través d'un procés d'esterificació que transforma l'oli depurat. La reacció es fa entre l'oli i metanol, i s'obté glicerina com a derivat.

99 Kg (oli vegetal) + 14 Kg (metanol) 100 Kg (éster metílic) + 13 Kg (glicerina)

Com a resultat del procés d'esterificació de l'oli vegetal, s'obté un éster pur amb propietats com a combustible molt semblants a les del gas-oil.

PROPIETATS	OLI DE COLZA	ÉSTER METÍLIC D'OLI DE COLZA	GAS-OIL
Densitat a 15°C Kg/l	0'916	0'883	0'84
Nombre de Cetans	31'8 brut 36'4 semi-refinat	49 a 52	48 a 51'5
Punt d'inflamació °C	–	118	64
Temperatura límit de filtrabilitat	+20	–20	–21
Viscositat (a 20°C)	77'8	7'5	4'2
PCS MJ/l	34'3	35'3	38'5

L'éster metílic presenta certs avantatges d'utilització en relació amb l'oli de colza, principalment en aspectes com la viscositat i l'autoinflamabilitat (nombre de cetans). Cal destacar el bon comportament de l'éster metílic pel que fa a la seguretat ja que el seu punt d'inflamació és molt més alt que el del gas-oil, a més a més, és biodegradable i no produeix barreges inflamables amb l'aire com succeeix amb el metà o el gas natural.

En els assajos amb l'éster metílic s'han detectat els següents resultats:

- Els nivells de consum són similars als del gas-oil, tot i que els ésters metílics tenen un PCS inferior al del gas-oil, i sempre es pot esperar que aparegui un lleuger augment de consum.
- Degut a les característiques dissolvents del combustible, s'han trobat casos d'incompatibilitat amb junteres i altres elements de cautxú i plàstic. Normalment, els punts més crítics són les línies de retorn del combustible al tanc.
- Els valors de potència i els rendiment obtinguts són similars als aconseguits amb gas-oil.

	ÉSTER METÍLIC DE COLZA	GAS-OIL
POTÈNCIA (kW)	18'64	18'66
EFICIÈNCIA EFECTIVA *	0'325	0'317

◇ Consideracions energètiques i mediambientals de l'ús d'olis vegetals en motors Diesel

A banda de les millors característiques per ser utilitzats en motors de combustió, els

éster metílics compten amb una xarxa de producció i distribució a Europa que els fan especialment atractius amb vista a la seva implantació.

Els estudis sobre el cicle productiu, entès com el procés de producció agrícola i transformació en éster metílic, mostren que el balanç energètic és positiu, és a dir, l'energia total continguda en combustible és més gran que la que s'esmerça al llarg del seu procés de fabricació. Per una unitat d'energia fòssil consumida en la producció, procés i distribució, s'obtenen d'1 a 2 unitats de biocarburant, que poden arribar fins a 5'4 unitats d'energia si es consideren els subproductes de tota la cadena de producció. El fet que l'equilibri energètic global sigui més o menys positiu dependrà, en gran mesura, de l'aprofitament que es faci dels productes secundaris.

Pel que fa a les emissions contaminants a l'atmosfera, cal dir que les anàlisis realitzades –tant en banc de proves com en experiències pilot– mostren que l'ús de biocarburants ofereix avantatges per al medi ambient en relació als combustibles convencionals com ara el gas-oil. Els biocarburants contribueixen a reduir les emissions produïdes pel procés de combustió en motors diesel, reduint l'emissió de fums negres, especialment en autobusos i camions, i no es produeixen emissions de compostos aromàtics o policíclics pel fet d'utilitzar metanol en substitució de la glicerina.

Els biocarburants compleixen amb escreix la normativa de la Unió Europea.

La diferència fonamental entre l'energia produïda amb combustibles i l'obtinguda amb biocarburants està en el fet que el CO₂ generat en la combustió dels biocarburants és reciclat mitjançant la fotosíntesi en el creixement de les plantes necessàries per a la seva producció i, per tant, no incrementa la quantitat de diòxid de carboni emesa a l'atmosfera.

El balanç comparatiu de les emissions atmosfèriques totals del cicle de producció i combustió de l'éster de colza i del gas-oil, posa de manifest que la cadena del gas-oil emet 25 vegades més gasos hivernacle (CO₂, CO, metà, NO_x, HC i N₂O) que la cadena de l'éster metílic de l'oli de colza. El mateix estudi assenyala que només per al CO₂, la cadena del gas-oil emet 7'6 vegades més que la cadena de l'éster metílic de colza.

CO ₂	ÉSTER	GAS-OIL
	Emissions total (gr/l)	Emissions total (gr/l)
Emissions en la combustió en gr equivalents CO ₂ /l	2482	2908
Balanç net realitzat entre la fixació per fotosíntesi i les emissions produïdes en els consums intermitjos	-2123	
TOTAL en gr equivalents CO ₂ /l	517	2908
TOTAL	15'58	83'68

en gr equivalents CO2/l		
-------------------------	--	--

Els olis vegetals van ser utilitzats com a carburants per a motors Diesel poc temps després de que Diesel inventés el motor de combustió interna alternatiu d'autoencès, a finals del segle XIX. Avui en dia, s'ha recuperat l'interès en els carburants derivats de la biomassa.

La idea general d'avui en dia és la d'adaptar en la mesura que sigui possible el nou carburant als motors ja existents, i per tant, és prioritari comprovar que els esmentats productes tinguin característiques físiques adequades per a la seva utilització en motors Diesel. Algunes d'aquestes a considerar són:

Interval de destil·lació:

Aquest interval condiciona la facilitat d'evaporació del carburant a la sortida de l'injector. En els olis vegetals, aquest valor acostuma a ser força diferent de la del gas-oil.

Poder calorífic:

S'anomena poder calorífic d'una substància a l'energia alliberada quan una unitat de massa de la mateixa és completament oxidada i la temperatura de reactius i productes és la mateixa. Existeixen dos poders calorífics: l'inferior o net i el superior. La diferència entre ambdós poders calorífics és numèricament igual al calor d'evaporació de l'aigua, que és de 600 kcal/kg aproximadament.

Els valors típics del poder calorífic d'un combustible són de l'ordre de 9000 kcal/kg per la majoria dels olis vegetals mentre que el del gas-oli és de 10300 kcal/kg, o sigui, més o menys un 15% superior.

Inflamabilitat:

El número de cetà (NC) valora globalment l'aptitud d'un carburant per a autoinflamar-se, i per tant és de gran importància en els motors Diesel. Té repercussions directes sobre l'encesa en fred, en la pressió màxima que s'assoleix a la cambra de combustió i en el gradient de pressió de la mateixa cambra.

El NC està íntimament relacionat amb el temps d'endarreriment, o temps transcorregut entre l'inici de la injecció i el moment en el que es produeix un augment significatiu de la pressió de la cambra, senyal de que la combustió ha començat. Aquest temps d'endarreriment depèn, a més a més de la composició del combustible, de la temperatura de l'aire a l'interior del cilindre, així com de la seva pressió. Generalment, interessa un endarreriment petit de la combustió en els motors Diesel.

En general, el NC dels olis és adequat, doncs assoleix valors normalment superiors a 45, que segons la norma alemanya DIN 51601 és el valor mínim requerit per a un correcte funcionament dels motors Diesel.

Densitat:

La densitat dels olis vegetals és de l'ordre de 0.91–0.94 g/cc a 15°C, mentre que la del gas-oli de 0.81–0.86 g/cc aproximadament.

Emmagatzematge i transport:

El treball realitzat el 1987 per Y. Ishii y R. Takeuchi, en el que van submergir durant 130 dies unes parts del motor en oli, demostrant que no es produïen deterioraments anormals en elles.

Viscositat:

El major obstacle per a la utilització dels olis vegetals com a carburants en motors Diesel és l'elevada viscositat que presenta, de l'ordre de 10 vegades superior a la del gas-oil. En un motor Diesel, la viscositat del carburant no pot ser tant elevada, doncs això generaria seriosos inconvenients en el sistema d'injecció del combustible, així com en el mecanisme de ruptura i pulverització de les gotes líquides.

A la pràctica, l'ús d'olis vegetals, crus o refinats, com a carburants en motors Diesel, s'hauria de limitar a temperatures suficientment altes, i superiors, en qualsevol cas, als 0°C.

Solucions físiques:

S'ha pensat en escalfar l'oli abans d'entrar al sistema d'injecció, mitjançant una resistència elèctrica, per exemple, fins 80 o 90 °C, per a aproximar-se als valors de viscositat del gas-oil a temperatura ambient; tot i amb això, aquests assaigs ens conduïren a resultats decebedors: s'elevà el consum de carburant, les pistons es van embrutar més del que era normal, les emissions de fums s'incrementaren i els segments del pistó es deterioraren.

Repàs general dels resultats observats:

Com a idea genèrica pel que fa a l'aptitud dels olis vegetals com a carburants per a motors Diesel, crus i refinats, s'ha de mencionar que el problema més greu prové de l'elevada viscositat dels olis. Això crea problemes seriosos a tot el sistema d'alimentació del carburant.

Motors d'injecció directa:

Les proves realitzades amb diferents tipus d'olis refinats han demostrat l'aparició de brutícia al pistó, tendència al gripatge d'un o dels tres segments, dipòsits negres tant a l'orifici de sortida de l'injector com al cap del pistó, així com producció de fums negres a l'escapament, després de no més de 50 hores de funcionament. L'addició de diverses substàncies als olis, no millora substancialment els resultats, arribant fins i tot a donar pitjors condicions que sense additius. Amb oli cru, acabaren apareixent problemes similars, encara que en períodes de funcionament molt inferiors al dels refinats.

Motors d'injecció indirecta:

Pel que respecta als motors amb precambra, els resultats de les proves en les mateixes condicions que les fixades per als motors d'ID, foren notablement millors. Al utilitzar olis sense refinar es produïren dipòsits principalment en l'orifici de l'injector, a la vegada que es detectaven temperatures fluctuants dels gasos d'escapament, a les poques hores d'assaig; però amb olis refinats, només es van donar certs problemes en

els segments i en el cap del pistó. No obstant, per a períodes llargs de temps, els motors Diesel d'injecció indirecta, tampoc accepten l'ús d'olis vegetals com a carburants.

Barreges d'oli i gas-oil com a carburant:

S'ha trobat una gran tolerància dels motors Diesel II per a funcionar alimentats amb barreges d'oli-gasoli. Només es van detectar certes pèrdues de potència per a una barreja 50:50, així com inestabilitats de funcionament degudes a les altes viscositats.

Pel que fa referència als motors de ID, aquestes barreges de combustibles conduïren a la formació ràpida de dipòsits anormals a la sortida de l'injector, a no ser que s'operés a càrrega i règim constants, condicions molt separades del funcionament normal. També es detectaren increments en el consum específic efectiu, així com elevació de la temperatura dels gasos d'escapament.

◊ El cost dels biocarburants

D'acord amb el cicle d'obtenció de l'éster metílic, es pot considerar que els principals elements integrants del cost final són:

- El cost d'obtenció de les primeres matèries
- El cost d'obtenció dels olis vegetals
- El cost de producció de l'éster metílic (esterificació)
- El cost de distribució
- Els impostos

Les anàlisis realitzades demostren que el cost d'obtenció dels biocarburants és de l'ordre de dues a tres vegades el cost d'obtenció del gas-oil. A part dels costos considerats, s'han de valorar les subvencions i els subproductes obtinguts en cada etapa.

◊ El cost de les primeres matèries

L'elevat preu de les primeres matèries per a la fabricació dels biocarburants ha estat, els darrers anys, un factor limitador del seu desenvolupament.

El cost de la producció agrícola dels biocarburants depèn de l'elecció del conreu, dels mètodes que s'hi facin servir, de les subvencions disponibles i dels preus fixats per a cada producte.

En el procés d'obtenció de llavors d'oli també s'obté palla, que es pot considerar com a subproducte d'aquesta primera etapa del cicle productiu del biocarburant. Aquesta palla la fan servir els agricultors mateixos per a la ramaderia, que sovint tenen com a activitat complementària. Per això, no es pot valorar cap benefici marginal associat a la palla obtinguda.

Cost d'extracció i depuració de l'oli:

En general, el cost del procés d'extracció i depuració de l'oli es pot considerar assimilable al valor marginal associat a la farina obtinguda com a subproducte en aquesta etapa.

Cost d'obtenció de l'èster metílic:

El cost de fabricació de l'èster metílic depèn del procés utilitzat i de la capacitat de producció de la planta química. També té una gran influència el preu de venda del subproducte generat, la glicerina.

Els impostos:

A Espanya, en el cas d'operacions de demostració, aquest tipus de combustibles només estan gravats per l'IVA, tenint la possibilitat de recuperar l'Impost Especial sobre Hidrocarburs.

Competitivitat davant el gas-oil:

El principal problema a què s'enfronten avui dia els biocarburants és el cost de producció. Cal tenir en compte que, actualment, el cost final d'obtenció de biocarburants, sense aplicar impostos, és de l'ordre del preu final de venda del gas-oil, incloent impostos. Aquest fet representa una limitació a la seva introducció comercial.

	GAS-OIL	BIO-COMBUSTIBLE
PREU VENDA*	82'9 Pta./l	73'2 Pta./l
IVA	10'8 Pta./l	9'5 Pta./l
IMPOST HC	40'3 Pta./l	0 Pta./l
DISTRIBUCIÓ	1 – 4'5 Pta./l	1 – 4'5 Pta./l
PRODUCCIÓ	29 Pta./l	59'8 Pta./l

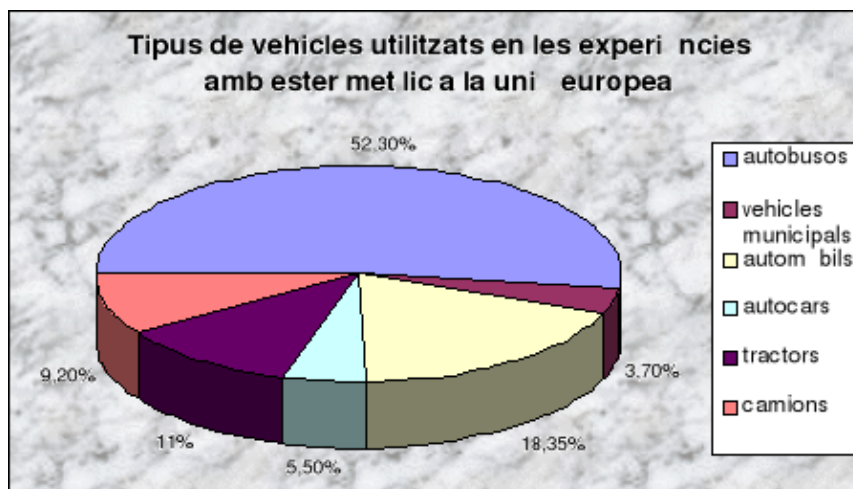
*Dades del 1994

◇ Experiència amb biocarburants a Europa

Els biocarburants s'experimenten en bancs de proves i en operacions de demostració sobre vehicles de transport públic i de flotes captives de serveis municipals. Les principals experiències que s'han dut a terme en ciutats europees s'han fet a partir d'olis vegetals i dels corresponents ésters metílics.

◇ Experiències en vehicles de transport públic

Dins la Unió Europea, els països que han dut a terme més experiències pràctiques en el camp dels biocarburants han estat França, Alemanya, Itàlia i Àustria. A Espanya, les úniques experiències que s'han dut a terme han estat les que s'han fet a Catalunya, concretament a les poblacions de Mataró, El Masnou, Vic i Barcelona.



Els resultats obtinguts del conjunt d'experiències desenvolupades a la Unió Europea en els darrers anys, tant amb éster metílic de colza pur com barrejat amb gas-oil, posen de manifest la normalitat de funcionament dels vehicles, a més d'una disminució notable quant a les emissions contaminants. En general, els vehicles no han mostrat cap problema de funcionament o conducció, tot i que s'han detectat petites anomalies com:

- Incompatibilitat amb els tipus més comuns de cautxú pintura en el circuit d'alimentació del combustible.
- Reducció de la potència màxima dels vehicles fins un 5%.
- Lleuger augment del consum de combustible.

◇ *Experiències en banc de proves*

En el banc de proves l'anàlisi se centra en l'estudi de les prestacions del motor i, molt especialment, en les emissions dels gasos de combustió associades a la utilització dels biocarburants. Es mesuren les potències, el funcionament del sistema d'injecció i la posada en marxa a baixes temperatures, i també el nivell d'emissions amb diferents règims de revolucions del motor i per a diferents barreges de combustibles. Finalment, se'n poden extreure les següents conclusions:

- Per garantir els mateixos valors de potència i parell motor, normalment cal un augment entre el 5% i el 15% del carburant d'admissió.
- Amb l'ús de biocarburants, es disminueix la potència entre l'1 i el 5%.
- Utilitzant éster metílic de colza a temperatures inferiors a -10°C , no es troben diferències en el funcionament dels injectors ni en la posada en marxa del motor.

Respecte a les emissions:

- CO: la major part de les proves van mostrar una disminució de les emissions d'òxid de carboni utilitzant éster metílic. Algunes proves han detectat que, mentre per a règims alts les emissions de CO són inferiors a les provocades pel gas-oil, per a règims baixos les emissions augmenten respecte de les del gas-oil.
- Nox: no hi ha diferències apreciables pel que fa a les emissions d'òxids de nitrogen de l'éster metílic en relació amb les del gas-oil

- HC: en general, són un 50% inferiors a les corresponents al gas-oil, però determinades proves han posat de manifest que, per a règims baixos de revolucions del motor, aquestes emissions poden augmentar en relació al gas-oil.
- Partícules: en general, les emissions de partícules d'èster metílic són un 25% inferiors a les provocades pel gas-oil

◊ **Experiències amb olis vegetals a Catalunya**

Les primeres experiències amb biocarburants desenvolupades a Catalunya s'han dut a terme a la comarca del Maresme, en concret a les ciutats de Mataró i El Masnou, i a les ciutats de Vic i Barcelona.

◊ **Descripció de les operacions de demostració a Catalunya**

L'objectiu ha estat l'obtenció de resultats sobre la utilització d'èster metílic de colza en diferents tipus de vehicles Diesel, per tal d'avaluar-ne la viabilitat tècnica i econòmica. En concret, els objectius es poder resumir en els següents punts:

- Analitzar l'eficiència energètica del biocarburant, controlar-ne el consum i observar els possibles problemes derivats del seu ús.
- Comprovar el funcionament i les prestacions dels motors Diesel quan treballen amb biocarburant.
- Avaluar els resultats i elaborar unes conclusions sobre el funcionament de vehicles amb biocarburant, tot comparant els resultats amb els d'altres experiències arreu d'Europa.

A El Masnou es van triar vuit vehicles dels serveis municipals, els quals van circular en període de proves entre el juliol de 1992 i el mateix mes de 1993, mentre que a Mataró van circular, entre l'octubre de 1992 i el juliol de 1993, dos autobusos de la xarxa de transport públic. D'altra banda, durant els sis primer mesos de 1994, un autobús de transport públic de Vic i dos autobusos de transport de minusvàlids a Barcelona també van utilitzar combustible d'origen vegetal Diesel – Bi al 100%, sense barrejar amb gas-oil. Posteriorment es va iniciar la continuació de les proves a Mataró i Barcelona utilitzant una barreja al 50% de biocarburant i gas-oil.

EXPERIÈNCIES DESENVOLUPADES	ÀMBIT	DURACIÓ	COMBUSTIBLE UTILITZAT
Mataró	Transport Públic	Octubre '92 – juliol '93	100% biocarburant
El Masnou	Serveis Municipals	Octubre '92 – juliol '93	100% biocarburant
Vic	Transport Públic	Gener '94 – juliol '94	100% biocarburant
Barcelona	Transport Públic	Gener '94 – juliol '94	100% biocarburant
Mataró	Transport Públic	Inici setembre '94	50% biocarburant 50% gas-oil
Barcelona	Transport Públic	Inici setembre '94	50% biocarburant 50% gas-oil

◇ **Resultats**

En total es van recórrer més de 180000 Km amb biocarburant sense detectar problemes de funcionament i amb un consum específic molt similar al de funcionament amb gas-oil. Pel que fa a les emissions, l'opacitat dels gasos d'escapament ha donat uns resultats entre un 90% i un 35% inferior respecte al valor mitjà que s'obté amb gas-oil.

◇ **Consum**

Aquest augmenta de manera lleugera i progressiva en relació a la utilització de gas-oil. A Mataró, el consum es va mantenir sense augment durant la primera meitat de l'operació de demostració, mentre que es va constatar un lleuger augment en els mesos finals de l'experiència. A El Masnou, Vic i Barcelona, les variacions de consum no van ser molt significatives, oscil·lant entre el 3% i el 10% les més importants.

Experiències desenvolupades	Vehicles utilitzats	Funcionament	Consum combustible	Opacitat emissions
Mataró	2 autobusos transport públic	65000 Km	+2'5%	-90%
El Masnou	2 vehicles policia 5 vehicles neteja	60000 Km	3%	Sense dades
Vic	1 autobús transport públic	12000 Km	Sense variació	-35%
Barcelona	2 autobusos transport públic	45000 Km	+10%	-75%

◇ **Aspectes relatius a la mecànica del motor**

En general, no s'han detectat avaries mecàniques o incidents de funcionament rellevants. Només s'han hagut de fer certs ajustaments.

- En alguns casos, substitució dels filtres del combustible, a causa de l'efecte detergent de l'éster metílic de colza.
- Incompatibilitat de certes famílies de gomes quan entren en contacte amb l'éster metílic.

S'ha pogut comprovar com els materials recomanats per treballar amb éster metílic, com ara el vitró o tefló, han conservat perfectament les seves propietats físico-químiques.

◇ **Funcionament**

Les dades que fan referència a les prestacions del vehicle s'han obtingut a partir de les observacions que van fer els conductors. En general, s'ha detectat un comportament normal o, en tot cas, lleugerament inferior, com ara en l'engegada en fred, represa, velocitat i potència.

Pel que fa als fums d'escapament, s'han detectat canvis amb relació amb el nivell d'opacitat. Els control efectuats als autobusos de Mataró mostren una disminució en

l'opacitat dels gasos d'escapament entre un 90 i 95% en comparació amb els nivells habituals del gas-oil.

◇ ***Oli dels motors***

Es van canviar l'oli i els filtres d'oli de tots els vehicles abans que comencessin a funcionar amb el nou combustible. Periòdicament es van realitzar un control de l'oli sobre la base de mostres per fer una anàlisi físico-química i avaluar l'índex de viscositat i el contingut d'éster metílic. D'aquesta manera, es va conèixer el rendiment de la combustió i la degradació de les qualitats lubricants de l'oli. Les anàlisis van detectar una certa presència de biocarburant en l'oli de lubricació, sense que això afectés al comportament del motor i sense que es produís una pèrdua important de viscositat.

◇ ***ALCOHOLS***

◇ **Descripció dels alcohols com a combustibles**

Pot semblar-nos que alcohol i conducció són dues paraules que normalment no haurien de barrejar-se, però quan l'alcohol és el combustible de l'automòbil, la seva unió és perfectament acceptable.

Històricament, als inicis del desenvolupament del motor de combustió interna, l'únic combustible de gran disponibilitat era l'alcohol que podia aconseguir-se a qualsevol farmàcia. Amb el pas del temps, a mesura que l'automòbil esdevingué més popular, es començaren a utilitzar els derivats del petroli com a combustibles i juntament amb aquests aparegueren les primeres gasolineres que encara avui existeixen. Podem dir doncs, que els bioalcohols són combustibles emprats abans que els seus equivalents fòssils, tot i que sota determinades circumstàncies no han deixat de ser utilitzats com a combustibles.

Actualment, l'ús de l'alcohol com a combustible ha ressorgit i això pot suposar una solució per a tots aquells països que no aconsegueixen cobrir el 100% de les seves necessitats de petroli i que es veuen obligats a importar-lo a elevats preus.

Els alcohols són derivats de simples hidrocarburs (molècules formades per carboni i hidrogen) i es caracteritzen per tenir un grup OH unit a un dels àtoms de carboni en les seves molècules.

Dins de la gran família dels alcohols, es troben el METANOL i l'ETANOL, dos compostos que, barrejats amb la gasolina, s'estan implementant com a combustibles alternatius en els motors dels automòbils. Cal dir que és l'ETANOL el que presenta les possibilitats de desenvolupament més grans en la situació actual. També es poden considerar com a alcohols combustibles el propanol i el butanol.

◇ ***Metanol o alcohol metílic***

També s'anomena alcohol de fusta perquè antigament s'obtenia per mitjà de la destil·lació d'aquesta en absència d'aire.

La seva fórmula química és $\text{CH}_3\text{-OH}$

Alcohol més simple, de baix pes molecular, és incolor, volàtil, líquid, inflamable i

soluble en aigua. Té un elevat nombre d'octans, és segur, redueix les emissions de contaminants i ofereix unes altes possibilitats com a combustible tant com additiu per a gasolines en diferents proporcions de barreja, com carburant per a motors d'altres prestacions (avions, vehicles de competició) sense que siguin necessàries gaires modificacions en els motors de gasolina.

El seu cost de producció és baix i, actualment pot obtenir-se a partir de variades i abundants fonts :

- Biomassa (residus orgànics): a partir d'ella es produeix metanol temoquímicament en un procés de dues fases, en la primera la biomassa seca és gasificada per a donar lloc a un gas de síntesi ($\text{CO} + \text{H}_2$) que a la segona de les fases es transforma en metanol. El metanol derivat de la biomassa no es produeix comercialment però es pensa en un futur reactivament d'aquest procés.
- Gas natural o derivats del petroli són les fonts que actualment produeixen més metanol.
- Fusta, com es feia antigament.

Tot i amb això, té algunes desavantatges:

- No permet la barreja de grans proporcions amb la gasolina.
- Poder calorífic inferior baix.
- És altament tòxic i té una flama incolora, fets que causen una difícil utilització i manipulació del metanol en els sistemes actuals.

◇ **MTBE**

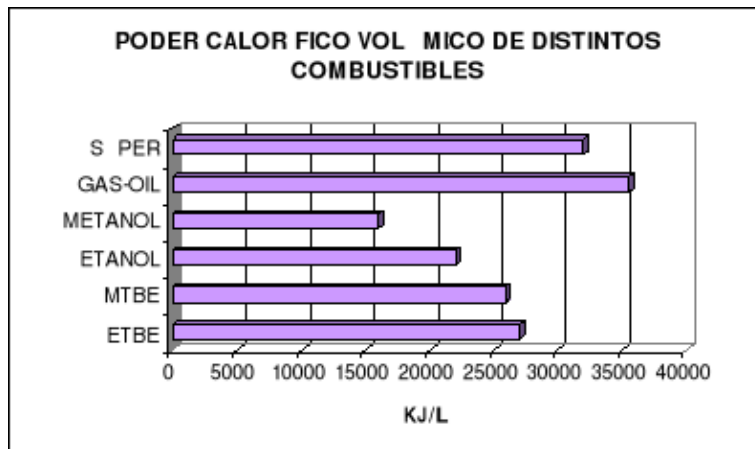
MTBE (methyl tertiary butyl ether) és un derivat químic del metanol que actualment s'obté a partir de la síntesi del metanol des del gas natural. Començà a ser usat en nous combustibles alternatius per a reduir les exhaustives emissions de contaminants ja que és un additiu que oxigena la gasolina, reduint l'emissió de monòxid de carboni. Les gasolines sense plom utilitzen aquest component.

◇ **Etanol o alcohol etílic**

També s'anomena alcohol de gra perquè és un líquid derivat dels grans, com per exemple els grans de blat.

La seva fórmula química és $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$

És un alcohol de pes molecular més elevat que el del metanol i això fa que el seu punt d'ebullició, el seu punt de fusió i la seva viscositat creixin, alhora que la seva solubilitat en aigua disminueix. El seu poder calorífic és inferior al de les gasolines, però tot i amb això, el seu poder antidetonant és superior. Conté oxigen en la seva fórmula química i això fa que la seva capacitat energètica, com ja hem dit, sigui menor en relació als carburants convencionals, això causa que se n'hagin d'utilitzar uns consums volumètrics més elevats. La següent gràfica il·lustra el poder calorífic de diferents combustibles i en ella es pot apreciar la característica anteriorment explicada:



És inflamable, incolor i és l'alcohol de menor toxicitat. Té un elevat nombre d'octans i la seva solubilitat amb la gasolina és major que la del metanol. S'utilitza principalment com a combustible d'automoció i per a aquest ús, els motors de gasolina tan sols necessiten modificacions accessorïes.

Alguns dels avantatges que té l'etanol o l'alcohol etílic són:

- ◊ És líquid.
- ◊ És segur i gairebé inofensiu en la seva manipulació.
- ◊ És un combustible renovable.
- ◊ Ofereix una gran facilitat en el transport.
- ◊ Pot ser produït a gran escala.

L'etanol es pot produir a partir de tres tipus de matèries primeres principalment:

- Matèries riques en sacarosa com la canya de sucre. Aquesta és una de les matèries primes més atractives de la biomassa ja que els sucres que conté es troben en una forma simple de carbohidrats fermentables i, a més a més, en el procés d'obtenció de l'etanol es genera un subproducte, el bagàs, que s'usa com a combustible del mateix procés per a generar el vapor i l'electricitat que aquest necessita. Brasil és el principal productor mundial d'etanol i ho fa a partir de la canya de sucre; la seva capacitat de producció és de 16.300.000.000 de litres anuals d'etanol. Es pot arribar a obtenir 70 litres d'etanol per canya de sucre.
- Matèries riques en midó com els cereals (blat de moro, blat, civada, etc.) i els tubercles (iuca, patata) ja que tant uns com els altres contenen carbohidrats de major complexitat que necessiten ser transformats en sucres més simples per un procés de conversió (sacarificació), això introdueix un pas més en la producció d'etanol i genera un augment de les despeses de capital i d'operació. Tot i amb això, alguns dels cultius rics en midó es poden establir en terres marginals on generalment altres espècies més exigents no es desenvoluparien.
- Matèries riques en cel·lulosa com la fusta o els residus agrícoles, així com les deixalles municipals. Aquestes són les més abundants, però la complexitat dels seus sucres fa que la seva conversió en carbohidrats fermentables sigui difícil i poc rentable actualment. La producció d'etanol es fa per hidròlisi, un procés poc desenvolupat a nivell industrial tot i que s'esperen avenços en els pròxims anys. Com passava amb la canya de sucre, una part de la matèria primera no és fermentable i s'aprofita per a produir vapor i electricitat. Les

despeses de l'etanol produït per aquest procediment han disminuït els darrers anys.

El següent diagrama pretén il·lustrar el procés de producció de l'etanol:

Hidròlisis

Com es pot veure en el diagrama, la cel·lulosa i el midó de les matèries primeres anteriorment esmentades són convertides en sucres més senzills (carbohidrats fermentables) a través d'un procés d'hidròlisi. Aquest primer pas no és necessari si la matèria primera és rica en sacarosa ja que, com hem dit, els sucres que conté ja es troben en forma simple. Els sucres senzills ja obtinguts es transformen en etanol hidratat per mitjà d'un procés de fermentació. A continuació cal destil·lar aquest etanol hidratat fins arribar a un alcohol deshidratat amb una puresa del 99,9% que podrà ser utilitzat directament o com additiu de les gasolines.

La producció de l'etanol genera dos co-productes d'interès comercial:

- DDGS (destilled dried grain solubles) que tenen interès per al mercat de pinço a causa de la seva riquesa en proteïna.
- CO₂ produït durant els processos de fermentació i que troba aplicació en la producció de begudes gasoses.

El següent diagrama pretén il·lustrar el flux de masses en la producció de l'etanol a partir dels cereals.

Segons la quantitat d'aigua que contingui l'etanol por classificar-se com:

· **Etanol anhidrid**

El seu percentatge d'aigua és baix. Es produeix a partir de l'alcohol hidratat per l'addició de benzè o glicerol i la destil·lació posterior.

· **Etanol hidratat**

Té un percentatge d'aigua superior. La producció de l'alcohol hidratat és un 19% inferior a la producció d'etanol anhidrid ja que els processos de producció són més econòmics i l'exigència de les instal·lacions és menor. La hidratació redueix el poder calorífic de la barreja augmentant el seu consum volumètric, redueix la inflamabilitat dels gasos, i incrementa la capacitat antidetonant i augmenta el poder de corrosió.

Aplicacions de l'etanol dins del camp dels biocarburants:

- ◇ Etanol usat com combustible sol o en barreges variables, tant com a combustible per a motors Diesel (que necessitaran una modificació profunda), com per a motors de gasolina (que requereixen un grau de reformes molt menor). L'ús de l'etanol pur com a combustible té alguns inconvenients:
 - És capaç d'atacar peces de plàstic o goma dels motors. Molts dels materials emprats en la fabricació dels motors no són compatibles amb aquest carburant.
 - Pot generar problemes amb alguns tipus de pintures de les carrosseries que són sensibles a l'etanol.
 - Poden sorgir problemes derivats de les diferents pressions d'evaporació de l'etanol i de la gasolina.
 - En presència d'aigua, la dissolució etanol-gasolina es desfà. Això es

produeix més fàcilment quan el contingut en aigua és petit i la temperatura és baixa.

- ◇ Utilització de l'etanol com additiu oxigenat per a la gasolina no planteja cap problema i substitueix als que actualment s'han utilitzat per a la gasolina sense plom. Aquestes, com ja hem dit, utilitzen el MTBE que pot ser substituït de forma avantatjosa pel ETBE (ethyl tertiary butyl ether), un derivat de l'etanol que s'obté al combinar químicament etanol molt pur i isobutè (component de refinaria).



Isobutè (1molècula) + alcohol etílic (1 molècula) = ETBE (1 molècula)

Es pot produir a les actuals plantes de producció de MTBE amb lleugeres modificacions i substituint el metanol per l'etanol.

L'ETBE augmenta el nombre d'octans de l'etanol com es pot veure en la següent taula:

PROPIETATS	GASOLINA	ETANOL	ETBE
Densitat a 15°C (kg/l)	0.72 a 0.77	0.79	0.74
Índex d'octanatge	85	99	99
De motors	95	120	117
D'investigació			

Aquest augment en l'índex d'octans permet als fabricants fer motors amb un major rendiment energètic i com a conseqüència amb menors consums, millors prestacions i menors contaminants.

El ETBE oxigena la gasolina i ajuda a que se produeixi una combustió millor i més neta. Es pot afegir fins un 17% d'ETBE a la gasolina.

L'equivalent fòssil de l'etanol és la gasolina i de l'ETBE, l'èter metílic (MTBE).

De les propietats de l'etanol i de l'ETBE, cal destacar-ne el menor poder calorífic en relació amb la gasolina, la qual cosa normalment es tradueix en pèrdua de potència, però que es veu compensada per un augment del rendiment del motor, atès que la presència d'oxigen en els compostos millora la qualitat de la combustió.

◇ **Combinacions d'alcohols**

Com a combinació d'alcohols (metanol i etanol) amb gasolines i altres derivats del petroli en sorgeixen una sèrie de combustibles alternatius com:

ETBE ja descrit.

E5: És una barreja de gasolina súper sense plom amb un 5% d'etanol anhidrid.

E10 o GASHOL: És una barreja que conté un 90% de gasolina súper sense plom i un 10% d'etanol anhidrid per volum.

E15 o ALCONAFTA: És una barreja que conté un 15% d'etanol anhidrid i un 85% de gasolina súper per volum.

E85: És una barreja que conté un 85% d'etanol anhidrid i un 15% de gasolina súper sense plom per volum.

E93: És una barreja que conté un 93% d'etanol anhidrid, un 2% de kerosè i un 5% de metanol anhidrid per volum.

E95: És una barreja que conté un 95% d'etanol anhidrid i un 5% de gasolina súper per volum.

E100: És etanol anhidrid al 100%.

MTBE ja esmentat.

M85: És una barreja que conté un 85% de metanol anhidrid i un 15% de gasolina súper sense plom per volum. S'utilitza en motors originalment dissenyats per a gasolina.

M100: És metanol anhidrid al 100%. S'utilitza en motors dissenyats originalment diesel.

◊ **Ús dels alcohols als motors de combustió**

◊ ***Motors de cicle Otto***

En general, els biocarburants es presenten com una alternativa interessant en els motors de cicle Otto i en els motors diesel, segons els utilitzin barrejats amb gasoil o gasolina o en estat pur respectivament.

En els motors de cicle Otto, s'utilitzen els bioetanols, tant l'alcohol etílic com l'ETBE, al 100% o en barreja amb benzina. Ateses les seves característiques i prestacions en motors, l'ETBE és el bioetanol més emprat.

Al següent quadre podem observar la cadena d'obtenció i d'utilització dels bioetanols en motors de cicle Otto.

Per emprar l'etanol pur com a combustible substitut de la benzina, s'han d'efectuar importants modificacions en els motors. Les principals característiques que aquests hauran de reunir respecte dels motors convencionals són:

- Una relació de compressió més elevada.
- Un calibratge diferent del carburador.
- Materials resistents a les propietats corrosives i dissolvents dels alcohols.
- Un sistema de bugies capaç de suportar temperatures i pressions elevades en l'interior de la cambra de combustió.
- Un dispositiu per facilitar el funcionament en fred (l'etanol pur no permet la posada en marxa del motor a temperatures inferiors a 10 °C).
- Un dispositiu que mantingui la mescla alcohol-aire en estat gasos per un període de temps més llarg (l'alcohol després de passar pel carburador té tendència a tornar a l'estat líquid i adherir-se a les parets del col·lectors dificultant la bona combustió).

- Cal modificar algunes peces del sistema d'alimentació que són atacades per l'alcohol combustible. Caldrà revestir internament el dipòsit de combustible i el carburador.

Avantatges tècniques de la utilització de l'alcohol com a combustible:

- Increment del rendiment global del motor.
- Major potència disponible en el motor.
- Menor formació de residus.
- Major parell motor.

Inconvenients de la utilització de l'alcohol com a combustible:

- Major consum de combustible.
- Menor duració de la vida útil del motor.

Quan l'etanol s'utilitza barrejat amb benzina en petites quantitats, des d'un punt de vista tècnic, un motor de cicle Otto dissenyat per funcionar amb benzina, pot funcionar igualment amb una barreja d'etanol i benzina sempre que el contingut d'etanol no superi el 20–25%. Per a aquests percentatges no cal efectuar modificacions substancials en els motors.

Tanmateix, cal tenir en compte que la utilització d'etanol com a additiu incrementa el nombre d'octans de la gasolina, tot i que redueix la potència del motor. El fet que el número d'octans augmenti, ja que l'aprofitament de l'energia del combustible sigui major i que el motor tingui un millor rendiment. D'altra banda, dificulta la posada en marxa del motor a baixes temperatures i, en general, s'incrementa el consum en relació amb l'ús de la gasolina. Altres problemes que es presenten en motors de cicle Otto amb barreja d'alcohol i gasolina són la corrosió de metalls, la formació de gomes i l'aparició de bosses d'aire.

◇ **Motors de cicle Diesel**

L'alcohol no és un combustible recomanat per la utilització en motors de cicle Diesel perquè té una baixa capacitat d'auto ignició a causa de l'elevat nombre d'octans, una condició desfavorable per aquells motors que necessiten una combustió espontània. Caldrà, per tant, canviar aquestes característiques per mitjà d'additius.

Una alternativa a l'ús dels additius, és l'ús de motors bicomcombustibles, motors que tenen dos dipòsits i en els que la barreja entre els dos combustibles no es produeix fins que estan a l'interior de la càmera; en aquests, el gas-oil és el combustible inductor o secundari i l'alcohol el principal.

Els motors de cicle Diesel alimentats amb una barreja d'alcohol i gas-oil són una alternativa amb poques possibilitats d'èxit ja que el gas-oil i l'alcohol no es barregen. Cal dir, però que algunes experiències amb una petita proporció d'alcohol (5%) no presentaren problemes.

◇ **Exemples d'utilització dels bioalcohols als mitjans de transport**

La utilització de l'etanol pur com a substitut de la benzina s'ha experimentat principalment al Brasil, tot i que també en altres països com Estats Units, Suècia i Zimbabwe han estat capdavaners en la utilització d'aquest tipus de combustible, en part com a conseqüència de conjuntures favorables del mercat del sucre.

Un dels programes més grans de substitució energètica del món ha estat el Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL) creat a partir de 1975 a **Brasil**. La proposta feta en aquest país era substituir progressivament els derivats del petroli utilitzats com a combustible dels vehicles particulars, de transport i en l'agricultura, a causa de la crisi en què s'ha vist sotmès tot el món per la pujada del preu del petroli.

El programa constà de diferents fases:

- Barrejar únicament alcohol anhidrid a la gasolina en percentatges creixents (1975–1979).
- Utilitzar l'alcohol hidratat com a combustible pur dels motors de cicle Otto (1979–1981).
- Addició d'additius a l'alcohol per al funcionament de motors d'encès per compressió. En aquesta fase es portà a terme el llançament d'uns motors que tenien una sèrie de modificacions tecnològiques que pretenien solucionar els problemes observats en les fases anteriors. Es produí una disminució en la demanda de cotxes moguts per etanol (1981–1984).
- Durant aquesta fase es produí un creixement dels vehicles moguts per alcohol. Un 95.8% del total de vehicles de passatgers i ús mixt està mogut per alcohol (1984–1989).
- Els agricultors començaren a substituir la canya de sucre per altres cultius i arribà a faltar alcohol a les estacions de servei de gairebé tot el país, produint-se un excés de cotxes moguts per l'alcohol en relació als nivells de producció del país. Brasil es veié obligat a comprar metanol produït a partir del blat als Estats Units i canya de sucre a l'Argentina (1989–1992).
- L'alcohol té un cost 2.5 vegades superiors al de la gasolina i, a la vegada, s'ha de vendre a un preu inferior al de la gasolina.

Les condicions del país en el moment d'inici del programa eren totalment favorables a la seva implantació i una sèrie de factors indicaven que es podia arribar a assolir els objectius desitjats. L'únic inconvenient era l'elevat preu de l'alcohol (el doble que el de la gasolina).

Es partí amb els objectius de produir 10.000 litres d'alcohol com a combustible l'any 1985 i d'obtenir una millor qualitat de la canya de sucre. Avui en dia, vint anys després, la decepció es constata. Durant el programa aparegueren discussions constants entre el govern i el sector productor de la canya de sucre per la política de fixació de preus i el manteniment dels avantatges del sector. Una frustració tècnica s'apoderà dels responsables del programa al veure que no havien estat capaços de posar en marxa l'alcohol com a combustible per al transport de càrrega. El fracàs del programa de substitució PROALCOOL és degut a factors econòmics lligats als preus internacionals del petroli i al cost de producció de l'alcohol; també tingueren importància alguns interessos sectorials d'origen polític i econòmic. Veien l'evolució d'aquest programa ambició es pot arribar a la conclusió que el tema dels combustibles alternatius és una qüestió purament econòmica, això vol dir que mentre en tinguem disponibilitat utilitzarem aquell combustible que tingui un millor rendiment econòmic.

A **Argentina** també s'utilitza l'alcohol com a combustible. El 1922 una publicació del país informava sobre la possibilitat de l'ús de l'alcohol com a combustible, especialment en motors de combustió interna, ja fos sol o barrejat amb gasolina.

El 1928 s'utilitzà una barreja del 15% de petroli, el 5% de metilè i el 80% d'alcohol

en el motor d'un camió Ford T, els resultats obtinguts en aquesta primera experiència foren satisfactoris. El 1942, s'utilitzà un vehicle accionat amb combustible que tenia un 30% d'alcohol i un 70% de gasolina, el seu funcionament fou excel·lent. Des de 1940 es realitzen assajos sobre aquest tema. El 1979 s'inicià un programa anomenat Programa Alconafta que volia promoure la utilització de l'alcohol etílic com combustible i de l'alconafta (barreja d'alcohol i gasolina). Vàries províncies del país es van incorporar al pla alconafta després de veure els resultats satisfactoris obtinguts en els assaigs, fins que el 1987 ja eren 12 les províncies que integraven el pla. Cal assenyalar que l'alconafta era econòmica perquè l'Estat renunciava a l'impost als combustibles que tinguessin un 15% d'alcohol. Durant els anys següents la producció de canya de sucre no fou suficient per a cobrir la demanda, el preu internacional de sucre augmentà (l'exportació de sucre es recuperà) i les empreses petroleres no deixaven de fer pressió sobre l'Estat; aquests esdeveniments portaren a la desaparició del pla alconafta.

Als **Estats Units**, l'Agència de Protecció Ambiental va rebre moltes preguntes i suggeriments sobre la utilització dels alcohols com a combustibles per a motors l'any 1975. Fruit d'aquests suggeriments, es realitzaren investigacions per tal d'analitzar la factibilitat d'utilitzar alcohols com a combustibles en motors de vehicles.

Actualment, s'utilitza una barreja d'etanol i gasolina per tal de millorar el número d'octans i reemplaçar el plom.

A **Bolívia**, l'any 1983, més del 50% dels automòbils utilitzaven una barreja de gasolina amb un 15% d'alcohol anhidrid.

Sudàfrica té una planta de destil·lació a partir de la canya de sucre amb una capacitat productiva de bioalcohol de 653.000 l per dia.

A **Austràlia** i **Nova Zelanda** es realitzaren estudis per a analitzar la factibilitat de la implantació de projectes de barreja d'alcohol i gasolina.

Dins del **marc europeu**, cal que tinguem en compte que el març de 1985, el Consell Europeu de Ministres del Medi Ambient decidí la supressió progressiva de plom de les gasolines. El mes de desembre del mateix any la Comissió autoritzà la incorporació de productes oxigenats a les gasolines, entre aquests productes oxigenats hi figura l'etanol i els seus derivats.

La utilització de l'alcohol d'origen vegetal (bioetanol) en els motors és antiga. Els primers assaigs es feren a França el 1873; però no fou fins al 1923 que una llei imposà als importadors de petroli l'adquisició del 10% de les seves compres en forma d'alcohol. Aquest nivell pujà fins a un 15% el 1935. Després de la segona Guerra Mundial, les vendes de l'alcohol carburant romanen ver sota dels 200.000hl durant un cert temps, per a remuntar durant els anys 50 i desaparèixer el 1971, en el que els últims consumidors importants foren els autobusos de París.

Actualment, les tècniques de producció dels biocombustibles estan definides, però cal que la seva competitivitat en front el petroli i dels seus derivats progressi encara més.

Tan sols alguns països de la UE han desfiscalitzat suficientment els biocarburants per a que tinguin un veritable accés al mercat. **França** és un país avançat en aquest aspecte. Amb la finalitat d'anticipar a la utilització reglamentària de compostos

oxigenats per lluitar contra la contaminació atmosfèrica, el Parlament francès va votar el 1994 una llei que autoritzava a incorporar compostos oxigenats, particularment d'origen agrícola, als carburants derivats del petroli. Aquesta incorporació es realitzà en forma d'operació pilot per a les zones urbanes sensibles, on la contaminació atmosfèrica es caracteritza per uns elevats nivells d'òxid de carboni, partícules i ozó atmosfèric.

Suècia ha millorat els processos de producció d'alcohol i utilitza una xarxa de 130 autobusos que funcionen amb bioetanol pur a la ciutat d'Estocolm.

◇ **Comparació entre els alcohols i els combustibles convencionals**

- Les barreges de gasolina i alcohols generen una menor contaminació ambiental que els derivats del petroli. Poden ser un pas endavant cap a nous combustibles alternatius menys contaminants. Cal dir que els alcohols són menys contaminants, no tan sols en les emissions que surten del vehicle, sinó també en tot el seu cicle, des de que són produïts fins que són cremats.

Els reactius que generen ozó són menors tant en les barreges amb etanol com en les que tenen grans percentatges d'etanol. Pel que fa a l'emissió de CO i Nox, no hi ha diferències apreciables entre els alcohols i els combustibles convencionals, tot i que cal dir que els alcohols produeixen una major quantitat de vapor d'aigua que escalfa l'atmosfera i una menor quantitat de sulfats que la refreden, pel que podem afirmar que contribueixen a un major grau a l'efecte hivernacle. Però per una altra banda, l'emissió de CO₂ és menor, això fa disminuir l'escalfament global i fer que l'efecte hivernacle sigui similar en els combustibles convencionals i els alcohols. Les emissions tòxiques totals d'uns i altres són similars, però l'emissió de partícules és considerablement menor en els alcohols.

- En l'ús de l'etanol i de l'ETBE s'experimenta un augment del rendiment del motor gràcies a la presència d'oxigen en els compostos, fet que millora la qualitat de la combustió.
- L'elevat número d'octans fa que el rendiment augmenti.
- Els bioalcohols tenen un baix poder calorífic comparat amb el de la gasolina.
- El cost de producció dels bioalcohols és elevat si el comparem amb l'energia que produeixen.
- El cost de les barreges ja mencionades és similar al de la gasolina, tenint en compte les despeses del combustible i el consum del vehicle.
- El seu ús suposa la utilització d'una font renovable d'energia, disminuint així la dependència del petroli.
- L'alcohol té condicions tècniques d'aplicació com a combustible alternatiu per als motors sense que siguin necessàries modificacions importants, principalment si els comparem amb els motors de gasolina. Cal destacar que per a usar barreges de gasolina i alcohols no és necessari un canvi substancial dels vehicles actuals, tan sols cal el canvi de les parts plàstiques del circuit del combustible.
- En els motors d'encès per compressió és necessari continuar investigant additius, la seva obtenció i ampliació, per tal d'aconseguir un major rendiment econòmic.
- En alguns països com el Brasil, la substitució energètica dels derivats del petroli per biocombustibles és vital per a la utilització dels recursos naturals i per la disminució de la importació de petroli.
- L'alcohol és un recurs renovable, cosa que no es dona en els hidrocarburs que representen una riquesa única i exhaurible.

En les taules que es presenten a continuació es pot veure les emissions generades pels diferents tipus de bioalcohols comparades amb les de la gasolina:

		COMBUSTIBLES ALTERNATIUS				
Emissions	Gasolina	MTBE	E85	Propà	GNC	M85
Gasos productors de l'efecte hivernacle						
Vapor d'aigua	SI	+	+	+	+	+
CO ₂	SI	-	-	-	-	-
Metà	SI	=	=	+	+	=
CO	SI	-	=	-	-	=
Nox	SI	=	=	=	=	=
Metanol	NO	+	NO	NO	NO	+
Etanol	NO	NO	+	NO	NO	NO
Età	SI	=	=	=	=	=
Reactius que generen ozó	SI	-	-	-	-	-
Òxids de sofre	SI	-	-	NO	NO	-
Partícules	SI	-	-	-	NO	NO

Combustible	Emissions directes				Altres emissions	
	HC	CO	NOx	Emissions tòxiques	Reactius que generen ozó	Escalfament de l'atmosfera
GNC	----	--	=	----	0'18	0'8
Propà	--	--	=	--	0'50	0'8
Metanol	--	=	=	=	0'41	1'02
Etanol	--	=	=	=	0'63	0'4/1'2
E5/E10	-	--	+	=	=	0'9/1'0

Fent un balanç general veiem que els reactius que generen ozó són menors tant en les barreges amb metanol com en les de grans percentatges d'etanol. En aquestes últimes, si la quantitat d'alcohol és petita es pot observar que en tot el cicle producció-consum les emissions són similars comparant-les amb les de la gasolina. Mentre que si només s'analitza la combustió, l'emissió és menor.

Respecte al CO i el NOx no hi ha diferències apreciables entre les emissions de la gasolina i dels combustibles alternatius. Però un factor en contra dels alcohols és la major producció de vapor d'aigua, que calenta l'atmosfera, i menor de sulfats, que el refreden. Per una altra banda el CO₂ emès pels alcohols és menor, això faria disminuir l'escalfament global.

L'acceptació del consumidor dels cotxes moguts per alcohol depèn d'una comparació que es fa entre l'alcohol i la gasolina, una comparació que considera:

- Relació econòmica.

- Durabilitat (confiança).
- Facilitat d'utilització.

Comparant la gasolina i l'alcohol es pot concloure que el preu dels cotxes moguts per alcohol era més alt, però el seu consum en termes econòmics i no considerant el combustible, és menor. Considerant a més a més la subvenció en l'impost de matriculació s'obté que la diferència entre el cost d'un cotxe mogut per alcohol i un de gasolina és del 15% a favor de l'alcohol.

◇ **EL MARC COMUNITARI PER ALS BIOCARBURANTS**

A la Unió Europea, l'impuls dels combustibles d'origen vegetal, en el sector del transport el van motivar, en bona part, la recerca de noves sortides a la producció agrícola per aplicacions industrials, la necessitat de cercar noves fonts d'energia alternatives a les d'origen petrolier i la pressió legislativa en matèria mediambiental.

La Unió Europea ha d'afrontar el fet que els excedents agrícoles cada cop creixen més, per la qual cosa ha promogut la recerca de noves sortides industrials que augmentin la utilització de productes agrícoles en sectors no lligats amb l'alimentari. En aquest sentit, l'ús de biocarburants, principalment ésters metàl·lics d'olis vegetals, representa una bona aplicació no alimentària per als productes d'origen agrícola.

El desenvolupament de noves tecnologies industrials i els incentius addicionals, com ara la reducció dels impostos aplicables als biocarburants, poden ajudar a incrementar els usos no alimentaris de l'agricultura.

Pel que fa a la política energètica comunitària, cal destacar la importància que tenen certes propostes, com ara les que comporten unes mesures fiscals favorables a la introducció dels biocarburants. En aquest sentit, la Unió Europea promou la recerca i desenvolupament de noves fonts d'energia sempre i quan contribueixin a garantir el proveïment d'energia i millorin el balanç energètic a escala comunitària, és a dir, que el total d'energia gastada en el procés de producció, transformació i distribució dels biocarburants no superi el valor energètic del combustible obtingut.

En relació amb l'emissió de contaminants a l'atmosfera, la Comissió de les Comunitats Europees considera el sector del transport com un dels àmbits principals d'actuació, de manera especial pel que fa a la reducció d'emissions de diòxid de carboni. L'emissió d'aquest compost es redueix sensiblement amb la utilització de biocarburants.

◇ **Règim legal i fiscal**

El règim fiscal a què estan subjectes actualment els biocarburants ve donat per la Directiva relativa a les estructures de l'impost especial sobre els hidrocarburs presentada a la Comissió de les Comunitats Europees el 7 de novembre de 1990. En aquesta directiva es contempla que els Estats membres concedeixin una exempció en l'àmbit dels projectes de demostració per al desenvolupament tecnològic de productes favorables a la conservació del medi ambient.

El febrer de 1992 es va presentar una proposta de directiva relativa al tipus d'impost especial sobre els combustibles d'origen vegetal per a motors. Aquesta proposta contempla la reducció del tipus d'impost especial aplicable als combustibles d'origen agrícola, com ara els olis vegetals. En concret, es proposa que el tipus d'impost

especial aplicable als biocarburants no superi el 10% de l'aplicable al combustible d'automoció que substitueixen en l'Estat membre considerat.

Amb la proposta de reducció del tipus impositiu aplicable als biocarburants, es pretén reduir el preu del cost total per tal que puguin competir directament amb els productes derivats del petroli.

D'altra banda, les expectatives originades amb la creació de l'ecotaxa, que pretén gravar els combustibles que produeixen emissions de diòxid de carboni afavorirà el desenvolupament i la posterior implantació de combustibles alternatius.

◇ **CONCLUSIÓ DELS BIOCARBURANTS**

Actualment el desenvolupament dels biocarburants a nivell europeu i nacional està condicionat per diferents aspectes de la cadena de producció i distribució, aspectes agrícoles, industrials, energètics, mediambientals i fiscals. Tots ells condicionen de diversa forma la producció, el desenvolupament tecnològic, la utilització i la introducció en el mercat.

En aquest sentit, l'objectiu de la UE és situar per l'any 2005 el consum de biocarburants en el 5% del consum total de vehicles a motor.

Dins de la situació actual de l'agricultura europea, la producció de biocarburants constitueix una alternativa important al problema dels excedents agrícoles. Els avantatges de la possible reconversió d'àrees productives agràries en conreus energètics poden suposar la creació de nous llocs de treball, la realització de noves inversions i una nova alternativa per donar un ús industrial no alimentari als excedents agraris.

Referent a aspectes energètics, l'augment del consum de derivats del petroli en el sector del transport fa necessària la recerca de noves fonts d'energia que ajudin a diversificar el consum energètic en aquest sector, encara que sigui en molt reduïda proporció. La pressió mediambiental, principalment en àrees urbanes, també fa dels biocarburants una alternativa interessant de ser desenvolupada, al no ser tant contaminant com els combustibles derivats del petroli.

D'altra banda, el principal problema al que s'afronten avui en dia els biocarburants és el seu cost de producció i la seva competitivitat enfront als combustibles fòssils.

L'establiment d'incentius de caràcter fiscal pot afavorir i potenciar la introducció dels biocarburants en el sector del transport. En aquest sentit destaca la Proposta Directiva de la Comissió de les Comunitats Europees per l'establiment d'un tipus reduït d'impost Especial per als biocarburants.

Finalment, els aspectes més importants relacionats amb l'estat actual i les perspectives futures dels biocarburants, no fan referència tant a problemes tecnològics o d'utilització, com a la connexió entre els diferents agents i sectors implicats i a l'existència d'un marc estable que afavoreixi la seguretat i rendibilitat de la cadena productiva, comercial i d'utilització dels biocarburants. En aquest sentit, la suma dels esforços i les decisions a curt termini en el marc comunitari configuraran el desenvolupament futur dels combustibles d'origen vegetal.

· L'HIDROGEN COM A COMBUSTIBLE ALTERNATIU

· DESCRIPCIÓ DEL COMBUSTIBLE

L'hidrogen (H_2), està disponible en quantitats virtualment il·limitades al voltant del món en forma d'aigua, no es tòxic, en la seva combustió si es crema excés d'aire les emissions són despreciables i es pot transportar tant en forma líquida utilitzant dipòsits, com per gasoductes.

L'ús de l'hidrogen com a combustible es perfila com una opció pionera en les noves aplicacions. Aquest element es caracteritza per ser: l'àtom més petit de l'univers, l'element més abundant en la terra i l'atmosfera, ser més lleuger que l'aire i tenir una elevada difusivitat (es a dir, es barreja ràpidament amb l'aire). Aquest difusivitat és la causa de que no puguem cremar l'hidrogen en condicions externes, es a dir, la combustió d'hidrogen es té que produir en condicions tancades i controlades. És l'únic combustible que no està relacionat químicament amb el carbó i al cremar només produeix energia calorífica, aigua i possiblement restes d'òxid de nitrogen, tots són naturals en l'atmosfera.

Ludwig-Boelkow-Systemtechnik GmbH (LBST) és una entitat Alemanya que treballa en el camp de les energies renovables, de l'energia de l'hidrogen i les noves modalitats de transport. Les dades aportades a aquest treball procedeixen d'aquesta entitat. La informació ha sigut actualitzades fins a l'octubre de 1998.

· FORMES D'OBTENCIÓ DE L'HIDROGEN

L'hidrogen pot obtenir fàcilment de l'aigua utilitzant l'energia solar per a crear una corrent elèctrica, que pot ser utilitzada en dividir (electrolitzar) l'aigua en oxigen i hidrogen.

A la Universitat de València s'estan portant a terme investigacions per a descompondre l'aigua utilitzant un cost energètic més baix que l'habitual. Això s'aconsegueix amb catalitzadors (elements que afavoreixen determinades reaccions químiques) basats en una substància denominada Molibdè, que és un metall de transició.

El H_2 també pot ser produït mitjançant escombraries, acumulació de terres, biomassa agrícola, deixalles de productes de paper i moltes altres fonts materials, fins ara ignorades.

· COMPARACIÓ AMB ELS ALTRES COMBUSTIBLES

Comparat amb els altres combustibles observem que l'hidrogen té el nivell d'ignició més elevat, per tant es el que fa la combustió amb més facilitat en contacte amb l'oxigen. Això és positiu per la part de l'eficiència en la combustió, però també el converteix en el gas més perillós. Té una baixa radiació d'infraroigs en cas d'incendi per que no conté carboni. També és el combustible més lleuger que hi ha, (per això s'aplica en el sector espacial). Un dels inconvenients és que s'utilitza com a font d'energia secundària, es a dir, que és més costós que una font d'energia primària.

		Hydrogen	Methane	Propane	Gasoline
Ignition Range in Air	[%]	4 – 75	5.3 – 15	2.1 – 10.4	1.4 – 7.6
Combustion Temperature	[°C]	2318	2148	2385	2470
Minimum Ignition Energy	[mJ]	0.02	0.29	0.305	0.24
Detonation Range	[%]	18 – 59	6.3 – 13.5	3.4 – 35	1.1 – 3.3
Diffusivity	[cm ² /s]	0.61	0.16	0.1	0.05
Combustion Velocity in Air (NTP)	[cm/s]	346	37 - 45	43 - 52	37 - 43
Energy Content (LHV)	[kWh/l]	0.003	8.9	0.026	8.8
	[kWh/kg]	33.33	13.9	112.8	12.1
Density (stand. cond.)	[g/l]	0.0899	0.718	2.011	~ 4.4

En la taula següent es comparen les característiques de l'hidrogen amb les dels altres combustibles:

L'hidrogen es pot produir a partir de recursos energètics renovables, així es poden utilitzar fonts energètiques fluctuants i no emmagatzemables com l'energia hidràulica sobrant, energia eòlica o solar. L'hidrogen, a més, amb combinació amb oxigen (H₂+O₂) es transforma en energia tèrmica i/o elèctrica i en aigua, per tant l'hidrogen s'integra amb el cicle hidràulic natural. L'hidrogen permet escollir la font primària d'energia i pot introduir serveis energètics eficients i nets en llocs aïllats i amb poca població on el subministrament energètic es més rentable amb energies renovables que amb les convencionals. Tot i així, aquest element com a combustible encara es més costós econòmicament que els carburants fòssils, ja que necessitem una font d'energia primària per a la seva producció.

· POSSIBLES UTILITZACIONS DE L'HIDROGEN

Alguns exemples de les possibles aplicacions que s'han desenvolupat per aquest element són les aplicacions en la indústria química, alimentaria, del vidre i de l'electrònica i en el seu ús en les naus espacials. Concretament l'hidrogen coma a combustible té dos tipus d'aplicacions:

· Ús de l'hidrogen en el sector estacionari:

- Per a la generació de calor: cremador catalític.
- Per a la cogeneració de l'electricitat i calor: a través de motors de combustió interna, turbines de gas i piles de combustibles.

L'avantatge de la pila de combustible és que a partir de gas natural o gas líquat de petroli podem millorar ara l'eficàcia en la producció descentralitzada d'electricitat i calor i no tenim que esperar fins que tinguem disponible l'hidrogen a gran escala.

2. Ús de l'hidrogen en el sector automobilístic:

- Motor de combustió Interna (de pistons, de rotació)
- Turbines de Gas
- Pila de Combustible (PEMFC)

· PROTOTIPS QUE FUNCIONEN AMB HIDROGEN

Desenvoluparem la utilització del hidrogen en motors de combustió interna i en piles de combustible.

· H2 en motors de combustió interna

El notable potencial d'aquest combustible concentra l'atenció internacional, científics i investigadors d'arreu del món que estan totalment dedicats al seu aprofitament. A mesura que es continuïn desenvolupant tecnologies basades en l'hidrogen com a combustible, i es trobin més aplicacions, aquest es convertirà en una font comercialment viable d'energia que serà segurament més econòmica que els hidrocarburs.

A finals dels 80 i al començament dels 90, vàries marques van desenvolupar motors d'aquest tipus, però el que en realitat van fer va ser adaptar els de gasolina que ja tenien per utilitzar l'hidrogen com a combustible. En aquest terreny es va distingir especialment Mazda, que va presentar un prototip anomenat HR-X2, en el Saló de Tokio de 1991, amb un motor rotatiu alimentat per H2, i també BMW. La marca alemanya va arribar a tenir vàries unitats de la seva Sèrie 7 rodant per Alemanya amb motors de gasolina de 6 i 12 cilindres preparats per a consumir hidrogen. Aquest, emmagatzemat en estat líquid, entra evaporat en el motor. El resultat era una pèrdua de potència del 30% respecte a la que s'obtingria utilitzant gasolina. A canvi, les emissions són pràcticament netes, expulsant alguna partícula de monòxid de nitrogen. El consum, en un motor de 3,5 litres de capacitat, resultava d'uns 30 litres als 100 quilòmetres, pràcticament el doble que utilitzant gasolina. L'hidrogen es liqua a 253 graus, fer-ho no representa major problema. Sí ho és, contràriament, mantenir-lo d'aquesta forma en el dipòsit del cotxe. Per aquesta tasca, BMW va desenvolupar un dipòsit especial a base de capes d'alumini i fibra de vidre, de gran estanqueïtat, amb un sistema que permet mantenir-lo a aquesta temperatura a base d'evaporar petites quantitats del hidrogen líquid que conté. Aquest combustible pot inflamar-se en un contacte brusc amb l'aire, però l'energia que es lliberta és menor que en un incendi de gasolina.

La part més important d'aquesta solució està en crear les infraestructures que facin possible obtenir fàcilment el nitrogen. BMW, conscient del problema, va desenvolupar una proposta global que va arribar a provar en un població, Neunburg vorm Wald. En aquesta, amb la col·laboració de Daimler Benz, Siemens, Linde, Bayernwerk AG i MBB, que formaren el consorci Solar Wasserstoff Bayern GmbH, van montar una central d'energia solar que es dedicava a obtenir l'hidrogen per electròlisi de l'aigua. D'aquest, una part es va utilitzar per al transport (cotxes i vehicles industrials) i la resta per a proporcionar aigua calent i calefacció central a totes les cases de la població, desgelar els carrers o en combustions catalítiques per a la indústria.

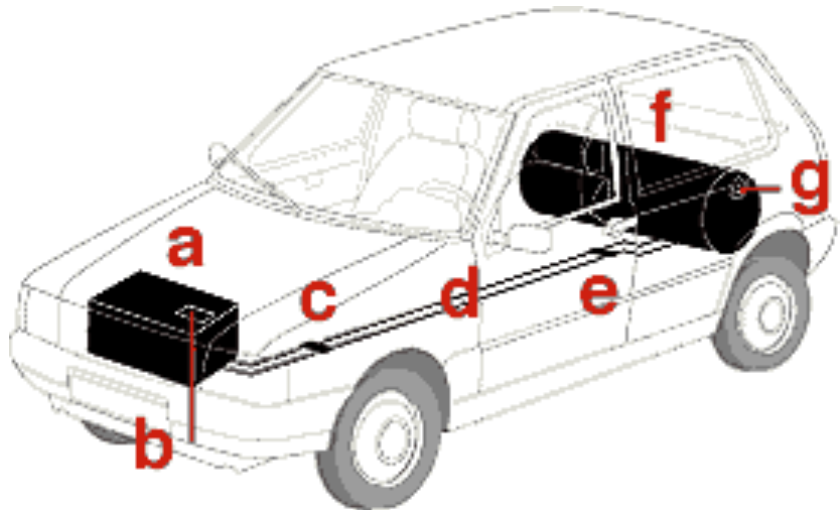
En diferents parts del món ja s'utilitza metanol en autobusos (una combinació d'hidrogen i gas natural) com en Montreal, Canadà. Es preveu que aquests vehicles estiguin funcionant comercialment en el 2005. Un automotor alimentat amb hidrogen és silenciós, superior fins a tres vegades en aprofitament energètic respecte a qualsevol altre vehicle.

El millor de tot és que els automòbils i altres fonts contaminants poden convertir els seus sistemes a l'hidrogen amb un cost molt baix. Però encara hi ha més, ja hi ha alguns vehicles que no només superen els reglaments de zero emissions contaminants requerides per varies ciutats en l'estranger, sinó que al

circular, la combustió de hidrogen purifica els voltants al destruir l'existència de monòxid de carboni i altres productes tòxics. Aquests automòbils s'anomenen MEV (Minus Emissions Vehicle), i a més, proporcionen aigua d'alta qualitat com a producte de la combustió.

En aquest moment, països com Alemanya, Aràbia Saudita, Rússia, Canadà i Japó, estan a l'avantguarda en aquesta tecnologia, per sobre dels Estats Units. Les companyies Mercedes i BMW tenen ja lots d'automòbils experimentals propulsats per hidrogen, i en Japó es fan esforços similars.

Motor d'Hidrogen líquid



a Motor convencional amb injectors d'hidrogen líquid.

b Una papallona controla electrònicament el combustible que s'utilitza.

c Evaporador d'hidrogen connectat a un circuit refrigerant.

d Conductes de l'hidrogen.

e Vàlvula reguladora de l'evaporació del hidrogen.

f Dipòsit d'hidrogen líquid

g Boca d'emplenat.

H2 en piles de combustibles

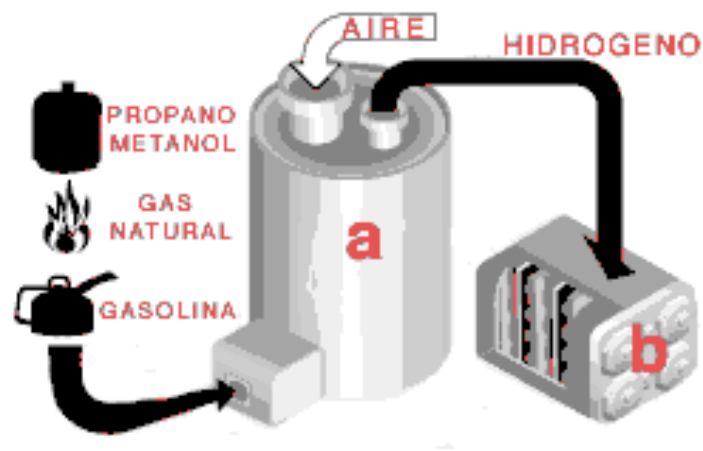
La pila d'hidrogen és una alternativa per a que els vehicles elèctrics siguin viables. És una font energètica desenvolupada dintre dels programes espacials nord-americans. Consisteix en l'obtenció de energia elèctrica a partir de la reacció de l'hidrogen i de l'oxigen en un procés controlat. Per aquesta tasca, els investigadors van desenvolupar la cèl·lula, en la els dos elements no estan directament en contacte si no separats per una làmina de plàstic. Aquesta làmina condueix l'electricitat com un electrolit, i els àtoms d'hidrogen amb càrrega elèctrica positiva (protons) la travessen per a reaccionar amb l'oxigen de l'aire, generant vapor d'aigua. Aquest vapor es

expulsat directament a l'exterior, a través del tub d'escapament del vehicle, juntament amb l'aire residual.

En la reacció es genera l'energia elèctrica necessària per a la propulsió de l'automòbil. En aquesta, els elèctrodes del costat de l'aire (oxigen) es carreguen positivament i els de l'hidrogen, negativament, apareixent una caiguda de tensió. Al ajuntar varies piles es pot obtenir l'energia necessària per accionar el cotxe, però, de totes maneres, la clau està en com es pot obtenir l'hidrogen.

Una alternativa es treure'l d'una bombona que es pugui anar omplint. L'altra, obtenir-lo de la descomposició del gas natural, del metanol o de la gasolina, encara que aquesta última alternativa donaria lloc a algunes emissions nocives.

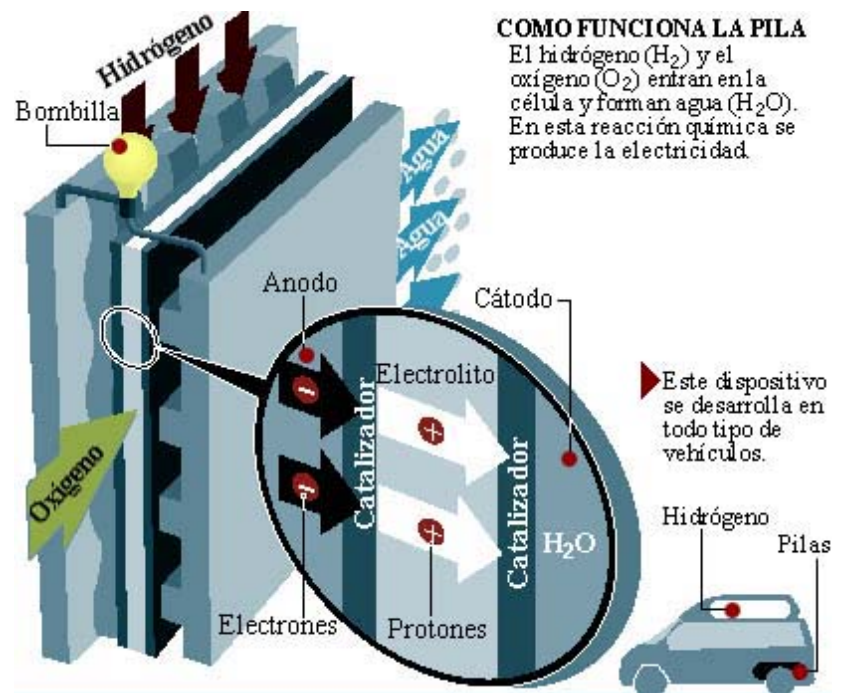
EL PROCESSADOR DE COMBUSTIBLE



a Processador de combustible

b Pila: Amb l'hidrogen i l'oxigen formen aigua. En la reacció es produeix electricitat.

PILA D'HIDROGEN



PARTS DE UN SISTEMA AMB PILES DE COMBUSTIBLE