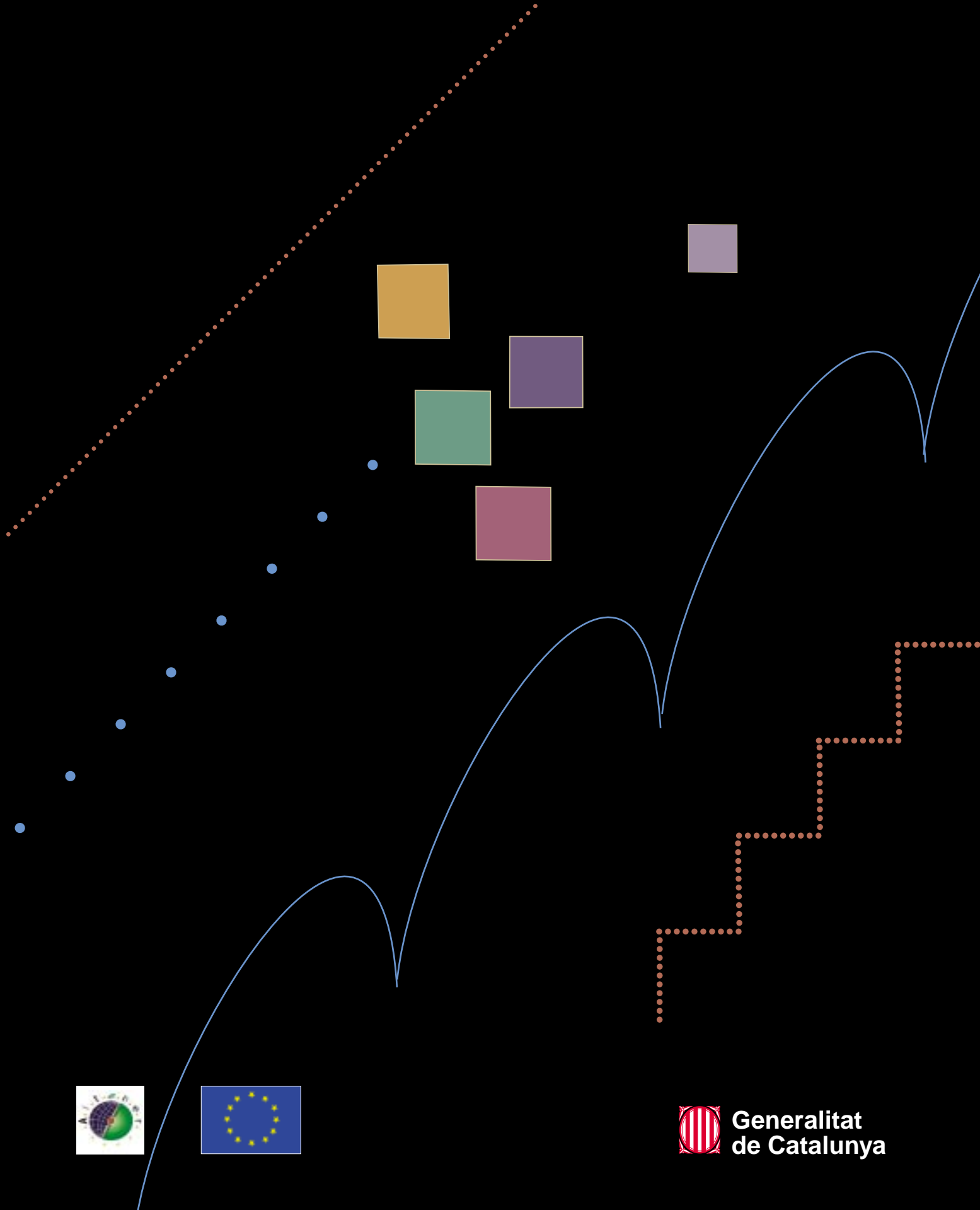


L'ENERGIA

EL RECORREGUT DE L'ENERGIA



**Generalitat
de Catalunya**



Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria,
Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia



Generalitat de Catalunya
**Departament
d'Ensenyament**



contingut

Què és i d'on prové l'energia

Els recursos energètics més utilitzats al món

- Combustibles fòssils
- Energia nuclear
- Energies renovables

El consum d'energia a Catalunya

- Consum d'energia primària
- Consum d'energia final

DIRECCIÓ: Albert Mitjà

EQUIP DE TREBALL: Joan Josep Escobar
Núria Reol
Cristina Castells
Xavier Martí

Yolanda Larruy
Lluís Vilalta
Jaume Margarit

PRIMERA EDICIÓ: Desembre 1999

TIRATGE: 1000

Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria, Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia

Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

EDITOR: Edicions i Serveis Escolars Domènech, S.A.

DISSENY: Vicenç Cegarra

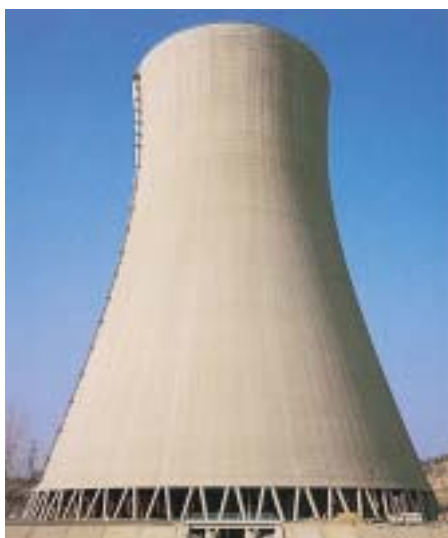
MAQUETACIÓ: Victòria Comunicació

PREIMPRESSIÓ: Estudi Copitrama

IMPRESSIÓ: Tallers Gràfics Soler

DIPOSIT LEGAL:

De la mateixa manera que un cotxe necessita gasolina per funcionar, nosaltres, les persones, necessitem menjar i beure per moure'ns i treballar, els aparells necessiten corrent elèctric per funcionar, etc. Aquests són exemples quotidians en què l'energia o un bescanvi energètic són presents.



◆ QUÈ ÉS I D'ON PROVÉ L'ENERGIA

En la definició més generalitzada, l'energia s'entén com la capacitat de realitzar treball. Dit d'una altra manera, per fer qualsevol cosa que impliqui un canvi (un moviment, una variació de temperatura, una transmissió d'ones, etc.), cal la intervenció de l'energia.

L'energia es pot manifestar de maneres molt diverses. La física designa amb el nom d'energia cinètica la capacitat de realitzar treball associada al moviment dels cossos, mentre que la manifestació d'energia cinètica suma de les aportacions microscòpiques de les partícules que formen una substància és denominada energia tèrmica, que està molt relacionada amb la temperatura de la substància. En determinades circumstàncies, però, els cossos tenen capacitat de realitzar treball (recordem que aquesta era la definició d'energia), encara que no es trobin en moviment i sense tenir en compte la quantitat d'energia tèrmica que posseeixen a causa de l'agitació de les seves molècules. Es diu aleshores que el cos o la partícula en qüestió té energia potencial acumulada. (Vegem com a exemple el gràfic de la figura.)

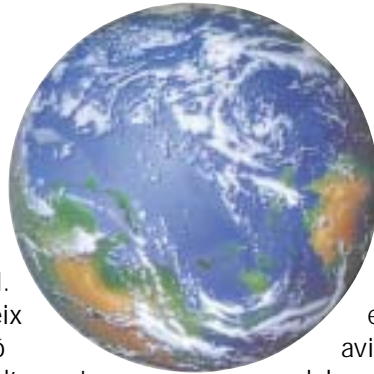
Tot i que una mateixa quantitat d'energia pot realitzar la mateixa quantitat de treball, segons com es manifesta aquesta energia (cinètica, tèrmica o algun tipus de potencial) es pot aprofitar millor o pitjor a l'hora de realitzar un treball. En concret, l'energia tèrmica és la que presenta més dificultats tècniques per ser aprofitada per realitzar un treball, sobretot a baixes temperatures. Per exemple, en tot procés físic real de moviment es produeix una conversió d'energia cinètica en energia tèrmica en el fregament dels elements mòbils del sistema, i que, per tant, no es pot aprofitar per fer

el treball desitjat. En l'exemple de les boles de la figura, quan la bola blava topa amb la bola groga i li transfereix la seva energia cinètica, aquesta transferència no és total; això vol dir que la bola groga tindrà menys energia que la bola blava, ja que en el xoc una part de l'energia es transforma en energia tèrmica. De la mateixa manera, en l'última vinyeta la bola groga està en moviment, però... estarà en moviment eternament? La resposta és negativa, ja que encara que el terra fos pla i sense desnivell, la bola anirà perdent velocitat (energia cinètica) a mesura que a causa del fregament de la bola amb el terra una part d'aquesta energia es transforma en energia tèrmica, que es reparteix entre el terra i la bola groga. La quantitat d'energia del conjunt (bola, terra i aire que els envolta) és sempre la mateixa, però una part d'aquesta pateix una disminució de qualitat i d'utilitat. Sempre que la quantitat d'energia d'alguna cosa o algú disminueix (en aquest exemple, la bola groga), la disminució dóna lloc a la cessió bé de treball, bé de calor, o bé d'ambdós.

En l'exemple anterior, l'energia potencial era d'origen gravitatori, però no sempre és així. També es parla d'energia potencial d'origen químic, origen elèctric i fins i tot nuclear.



Si traiem el tac de goma, la bola blava baixa pel pendent i topa amb la bola groga, exerceix una força sobre aquesta i li transfereix la seva energia cinètica, per la qual cosa la bola groga que abans estava en repòs, ara es mou. D'on prové l'energia de la bola blava? En la primera vinyeta la bola blava estava en repòs, no tenia energia cinètica i l'ha obtinguda gràcies a la força gravitatòria de la Terra. O sigui, la bola abans de moure's es diu que tenia energia potencial, en aquest cas gravitatòria.



Aquí a la Terra, gairebé tota l'energia que utilitza l'home té el seu origen en el Sol. La gran quantitat d'energia que aquest produeix arriba al nostre planeta en forma de radiació electromagnètica que ens dona llum i calor, i d'aquesta manera fa possible la vida al nostre planeta. Aquesta energia que ens arriba del Sol, es pot aprofitar de diverses maneres.

L'acció directa dels raigs del Sol sobre l'atmosfera crea diferències de temperatura que originen els vents, les onades i la pluja. Totes aquestes són fonts d'energia directa del Sol i s'anomenen: eòlica (quan prové del vent), hidràulica (quan prové de l'aigua), solar tèrmica (quan s'aprofita la calor dels raigs que provenen del Sol) i solar fotovoltaica (quan es transforma la llum solar en electricitat).

Al mateix temps, la radiació solar permet que les plantes creixin i serveixin d'aliment als animals herbívors, i aquests, al seu torn, als animals carnívors. Tota la matèria orgànica d'aquests éssers vius s'acumula i després de milions d'anys arriba a originar els jaciments de petroli, el gas natural i el carbó. Aquests jaciments són en el fons energia solar acumulada i els elements que provenen d'aquests jaciments s'anomenen combustibles fòssils.

La majoria de combustibles que tots coneixem i que utilitzem diàriament en els nostres desplaçaments amb cotxes, avions i vaixells són productes que provenen dels combustibles fòssils.

Un cas a part és l'energia elèctrica, que prové d'altres tipus d'energia. No arriba directament del Sol, ni existeixen jaciments d'electricitat, ni tampoc s'acumula, és a dir, s'està generant en el mateix moment en què es consumeix.

L'electricitat té avantatges si es compara amb d'altres fonts d'energia, com ara la seva facilitat de transport i de regulació o la netedat de consum. Existeixen dos tipus de recursos per obtenir l'electricitat. D'una banda, comptem amb el Sol, l'aigua i el vent, recursos il·limitats que de manera periòdica tenim a la nostra disposició i que es coneixen amb el nom de renovables. D'altra banda, tenim els recursos no renovables a llarg termini: el carbó, el petroli, el gas natural i l'urani, que s'extreuen de la Terra i són transportats fins als centres de transformació, on es produeix l'electricitat. Aquests centres de transformació s'anomenen centrals elèctriques.

ELLS RECURSOS ENERGÈTICS MÉS UTILITZATS AL MÓN

Segons dades recents, de tota l'energia consumida al món, el 85% prové de cremar combustibles fòssils, és a dir, la major part de l'energia consumida és majoritàriament energia no renovable a curt termini; s'esgota a mesura que s'utilitza.

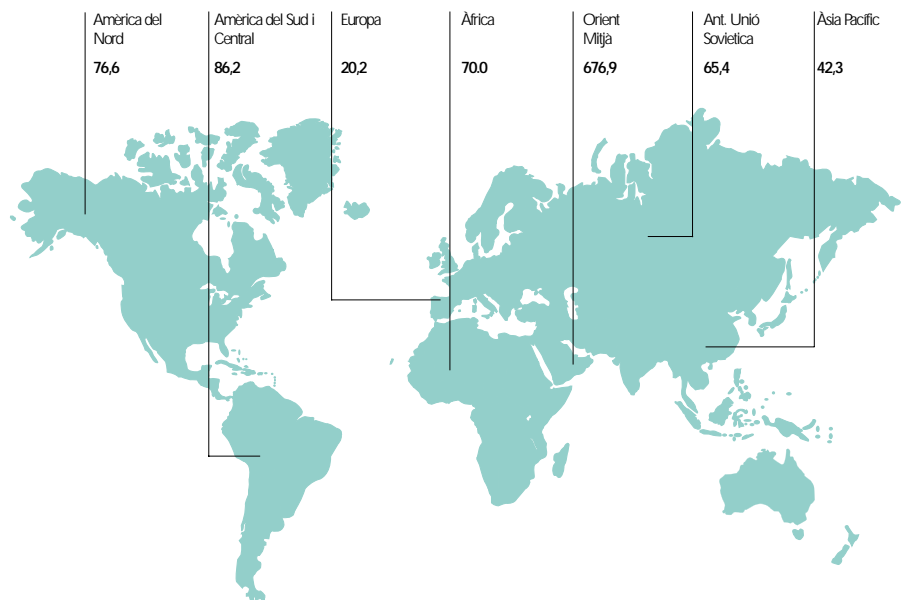
A més, el consum mundial d'energia augmenta un 2% anual de mitjana, i fins i tot en alguns països emergents aquest creixement supera el 6%. Aquest creixent i aparentment imparable augment del consum d'energia es fa palès amb l'explotació

dels recursos fòssils del planeta. Mai no s'havien explotat els recursos naturals a un ritme tan intensiu i extensiu com ara.

La constatació d'aquest fenomen històric ha fet néixer els temors sobre l'esgotament dels recursos naturals i el món científic ha alertat sobre algunes de les conseqüències de les actuacions de l'ésser humà sobre el medi ambient, moltes relacionades directament amb l'elevat consum d'energia de la societat moderna.

LES RESERVES PROVADES DE PETROLI L'ANY 1997 (milers de milions de barrils)

Les reserves -tant de petroli com de gas- són aquelles quantitats que, amb la tecnologia actual, es podrien extreure a un preu competitiu. Quan es diu, per exemple, que el petroli té reserves per a quaranta anys no es vol dir amb això que exactament d'aquí a quatre dècades no hi haurà més petroli a tot el món, ja que el concepte "reserva" es calcula a partir del que es coneix en un moment donat. Les reserves poden canviar bé perquè es troben jaciments nous o bé perquè es milloren les tècniques d'extracció i augmenta la rendibilitat de certes extraccions a causa d'un augment del preu del petroli. En la figura adjunta es pot observar que són els països de l'Orient Mitjà els que tenen, amb diferència, més quantitat de reserves de petroli.
Font: BP Statistical Review of World Energy, June 1998



ELS COMBUSTIBLES FÒSSILS

• El petroli

Durant molts anys l'home ha utilitzat el petroli amb l'única finalitat d'obtenir llum i escalfor de la seva combustió directa. No va ser fins a la darrera del segle passat quan la societat va començar a utilitzar l'electricitat a gran escala i no va ser fins aleshores que l'home utilitzà la màquina de vapor i el motor d'explosió. Des d'aleshores el petroli i els seus derivats han esdevingut el combustible principal que utilitzen la majoria dels transports actuals (cotxes, avions...) i un dels combustibles més importants en les centrals elèctriques. A més, el petroli també té moltes utilitats no energètiques de gran importància, ja que, per exemple, és un element fonamental en la producció de materials plàstics, d'asfalts, etc.

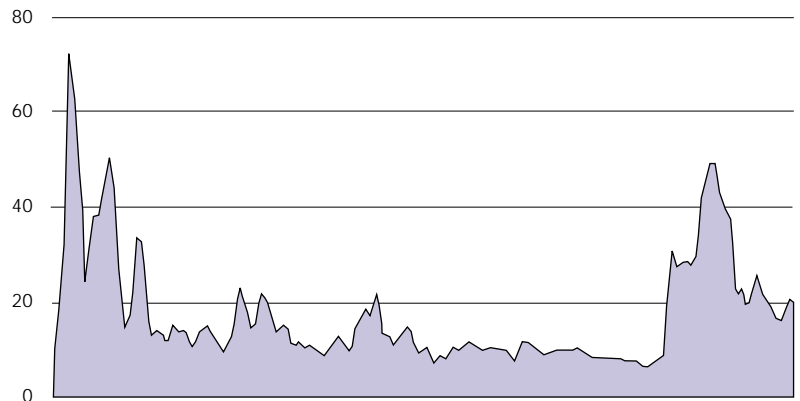
La producció mundial de petroli ha tingut moltes variacions en el decurs de la història, de la mateixa que el preu del petroli també ha anat canviant (la unitat que s'utilitza quan es parla del preu del petroli

és la de dòlars per barril). Després de la Segona Guerra Mundial es va produir un canvi de protagonisme entre els derivats del petroli i el carbó; aquest, que fins aleshores era la font energètica més utilitzada, va cedir el seu lloc al petroli, alhora que va començar a prendre importància el gas natural. Des del 1950 fins al 1970 la producció de petroli es va multiplicar per 4,6. El 1973 l'Organització de Països Exportadors de Petroli (OPEP) es va conscienciar que amb la venda barata d'un recurs que ja se sabia finit estava finançant el desenvolupament d'altres nacions industrialitzades i la tardor del mateix any les relacions entre els països productors de petroli i les companyies multinacionals que el compraven es van fer especialment tenses. Al mateix temps, com a resultat de la Guerra del Yom Kippur i la resolució diplomàtica del conflicte, els membres àrabs de l'OPEP van decidir fer un embargament de petroli als països occidentals. Això va fer que la

producció mundial de petroli disminuís notablement i, com a resultat, el preu del petroli es va quadruplicar. Aquest fet és el que es coneix com la Primera Crisi Mundial de l'Energia.

Durant els anys següents va continuar la tendència a l'alça del preu, encara que menys accentuada, fins que el 1979-1980 a causa de les tensions als països àrabs i la guerra entre Iran i Iraq, es va produir una nova reducció de la producció que va provocar una altra puja dels preus, aquesta vegada d'un 72%. Aquest augment va estimular l'augment de producció dels països productors de fora de l'OPEP, va promoure l'estalvi energètic en tots els sectors i va impulsar el desenvolupament de recursos alternatius al petroli. Aquest període es coneix com la Segona Crisi de l'Energia.

PREUS DEL PETROLI EN \$/BARRIL (1861-1997)



Evolució del preu del petroli (preus base de 1992)

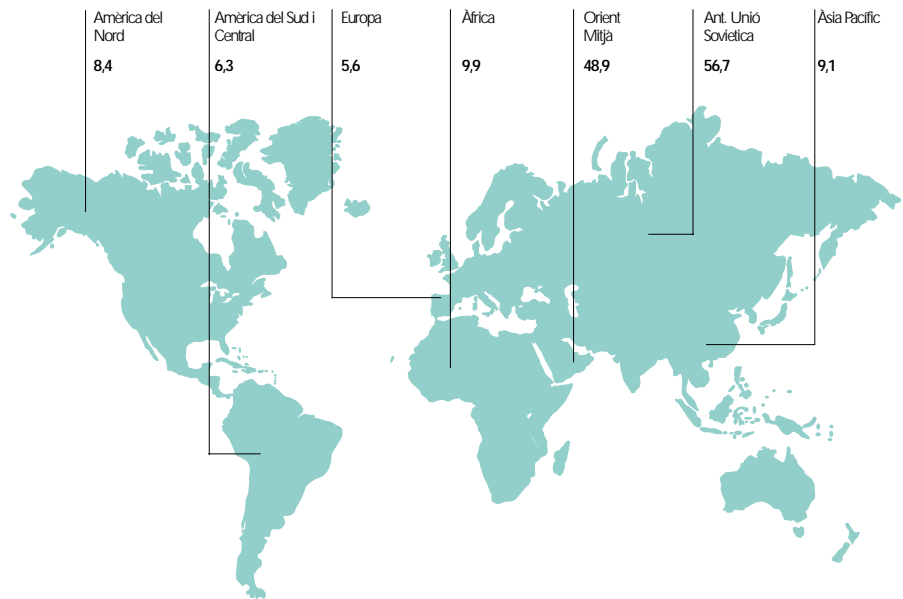
En l'evolució del preu del petroli es poden veure clarament els increments de preu a causa de la Primera i Segona Crisi de l'Energia, els anys 1973 i 1979-80.

Font: BP Statistical Review of World Energy, June 1998

**LES RESERVES PROVADES DE GAS NATURAL
L'ANY 1997 (unitats en 10¹⁸ m³)**

L'antiga Unió Soviètica i l'Orient Mitjà posseeixen més del 70% del total mundial de les reserves provades de gas natural. Les reserves de gas natural han augmentat més del doble en els últims vint anys.

Font: BP Statistical Review of World Energy, June 1998



• El gas natural

L'augment del preu del petroli ocasionat per les crisis petrolieres ha fet possible la rendibilitat econòmica del gas natural malgrat les dificultats tècniques del tractament (liqüefacció, vaixells metaners, instal·lacions...), de la construcció d'una xarxa de gasoductes i dels sistemes de distribució i transport necessaris. I és que l'evolució del consum de gas natural, i d'altres recursos energètics, a nivell mundial té una forta interrelació amb el preu del petroli.

El fet que es descobriessin importants reserves de gas natural - Mar del Nord, Rússia-, juntament amb la disminució progressiva de les reserves de petroli, ha estat la causa que la generació i el consum de combustibles gasosos (sobretot gas natural) constitueixi el sector

de més expansió de tota la varietat mundial de fonts d'energia. L'aplicació de tecnologies d'alt rendiment, com són els cicles combinats, la recent utilització en el sector de la refrigeració i el transport, i l'impacte ambiental relativament benigne del gas natural són els tres factors que fan que aquest combustible sigui tan atractiu; de fet, en la dècada passada el consum de gas natural es va incrementar més ràpidament que el consum de petroli. A més a més, el període d'esgotament del gas natural és aproximadament un 50% superior al del petroli, entenent com a període d'esgotament el nombre d'anys durant els quals es podria extreure el gas natural al ritme actual si les reserves provades no variessin. Aquest valor, en el cas del gas natural, és d'uns 64 anys per al conjunt global del planeta.

• Els carbons

Històricament, va ser el carbó la font d'energia que va impulsar a nivell mundial la primera fase de la industrialització, però amb el canvi de segle de mica en mica el petroli va anar substituint el carbó als Estats Units i posteriorment als països europeus més industrialitzats. Les principals raons d'aquest canvi són l'encariment dels preus del carbó, influït notablement per la mà d'obra necessària per a la seva explotació i el constant augment dels salaris dels miners, l'aparició d'una àmplia gamma de consum de derivats del petroli a causa de la creixent motorització i la facilitat de manipulació d'aquests productes davant els problemes relacionats amb la neteja i incomoditat de l'ús dels carbons. A més, el contingut energètic dels combustibles derivats del petroli és més gran que el del carbó.

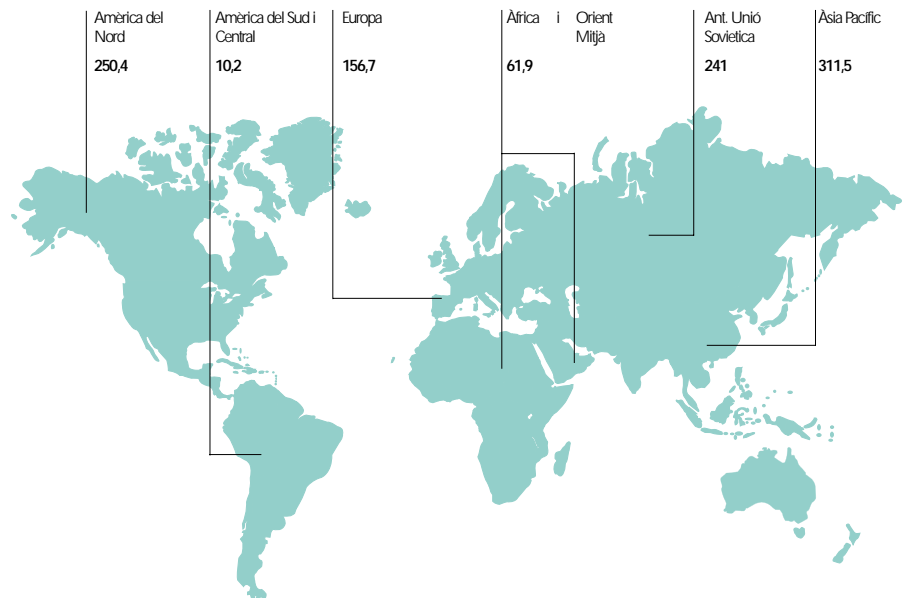
No obstant això, a llarg termini i comparat amb el petroli i el gas natural, el carbó ha millorat la seva posició com a font d'energia fòssil més disponible en tot el món, ja

que hi ha reserves suficients per a més de 200 anys encara que la producció augmenti. L'any 1996 aquest tipus de combustibles sòlids constitueixen el 26,7% de la producció total mundial d'energia. Les utilitzacions més habituals del carbó són la producció d'electricitat, la siderúrgia i la calefacció en els sectors residencial, de comerç i serveis.

En la història més recent, el consum mundial de carbó va augmentar en el període 1973-1985, coincidint amb el període de crisi petrolífera. El problema més difícil de resoldre amb el carbó és l'alta taxa de generació de CO₂ per unitat d'energia, encara que hi ha tecnologies modernes de combustió de carbó que permeten millorar no sols les emissions de CO₂, sinó també les d'altres components dels fums, com són els sulfurs, els òxids de nitrogen i les cendres, mitjançant processos combinats i tractaments previs a l'alliberament dels fums que estan millorant contínuament.

LES RESERVES PROVADES DE CARBÓ L'ANY 1997 (unitats en milers de milions de tones)

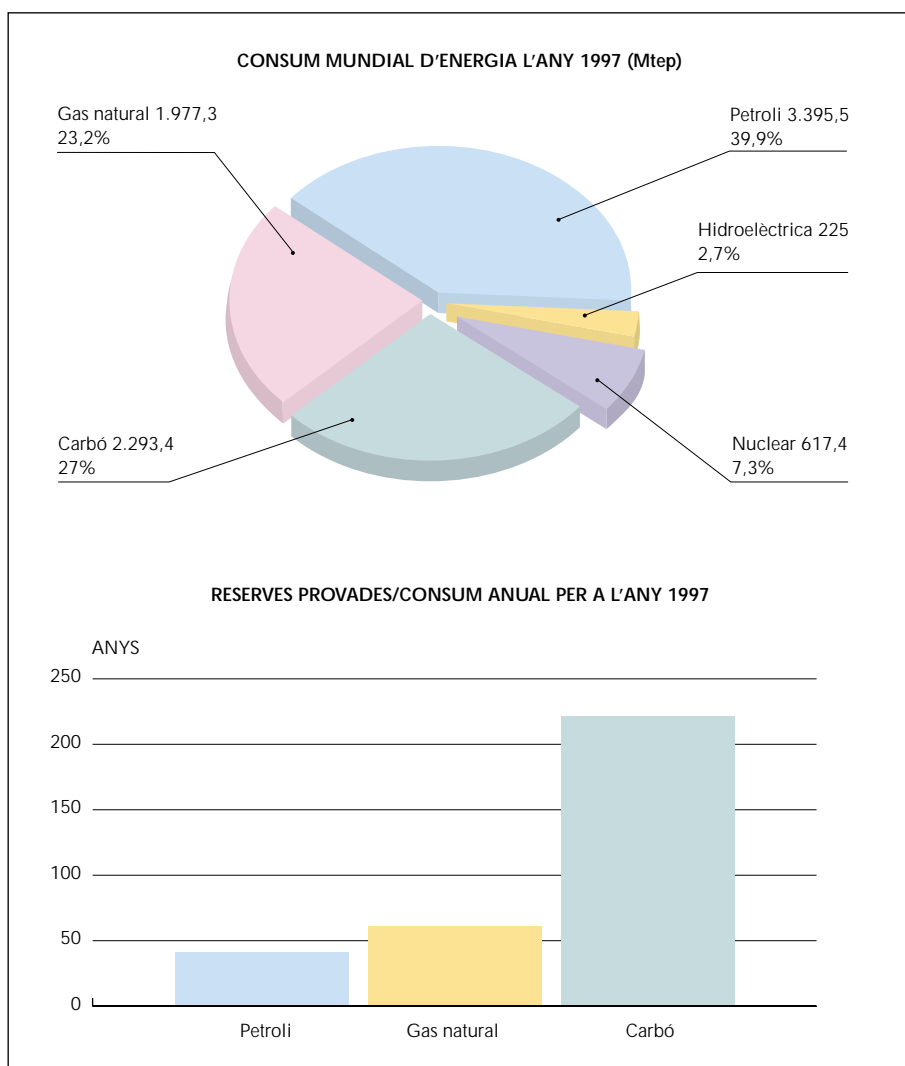
Les reserves mundials de carbó, a diferència de les de petroli o de gas natural, estan repartides més uniformement entre les diferents regions. Cal notar que aquests són valors de reserves de carbó que inclouen els diferents tipus i qualitats de carbons.
Font: BP Statistical Review of World Energy, June 1998



L'esgotament dels recursos fòssils

Com ja s'ha dit anteriorment, els combustibles fòssils provenen de la matèria orgànica dels éssers vius que ha restat emmagatzemada durant milions d'anys. Això vol dir que calen molts anys perquè es produeixin jaciments de petroli, gas natural o carbó. Si, a més, l'extracció que fem d'aquests combustibles és molt gran, resulta que se n'està extraient molta més quantitat de la que s'està produint a partir dels processos naturals, la qual cosa vol dir que d'alguna manera aquests jaciments són limitats, i que per tant algun dia s'esgotaran si el ritme d'extracció actual d'aquests recursos es manté.

La *ratio* reserves provades/consum anual ens indica quants anys resten perquè s'acabin les reserves de combustible, sempre que el ritme d'extracció i les reserves provades no variïn. Per poder fer comparacions quantitatives entre consums de combustibles diferents, es pren com a unitat de referència l'energia emmagatzemada en una tona de petroli, d'aquesta manera es pot conèixer el consum total d'energia al món i quina és la contribució de cadascun dels combustibles fòssils.



En les figures anteriors s'observa com actualment el petroli és el recurs energètic més utilitzat i que, alhora, és el que té una *ratio* menor de reserves provades/consum, la qual cosa equival a dir que és el combustible que menys anys duraria en el cas que les reserves i el consum actual no variessin.
Font: BP Statistical Review of World Energy, June 1998

L'ENERGIA NUCLEAR

De tot l'urani que es pot trobar en la natura, només un 0,7% és format per l'isòtop Urani-235. Aquest és un element molt adient per ser utilitzat com a combustible en les centrals de fissió nuclear productores d'electricitat, però com que la seva presència en l'urani natural és tan petita, cal sotmetre'l primer a una sèrie de processos que s'anomenen d'enriquiment i que aconseguen que la presència d'aquest isòtop d'Urani-235 en el combustible nuclear sigui al voltant del 3 al 5%.

La fissió nuclear és una reacció per la qual certs nuclis d'elements químics pesants se "separen" en dos fragments per l'impacte d'una altra partícula, un neutró, tot alliberant-se en el procés altres neutrons, i al mateix temps una gran quantitat d'energia que es manifesta en forma de calor. Els neutrons que són emesos o alliberats en la reacció de fissió poden provocar, en determinades circumstàncies, noves fissions d'altres nuclis. Es diu aleshores que s'ha produït una reacció nuclear en cadena.

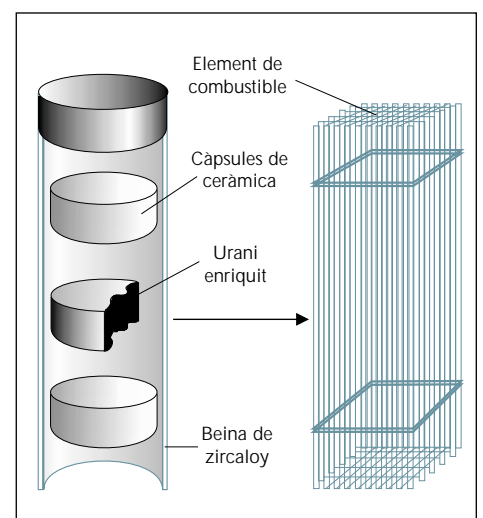
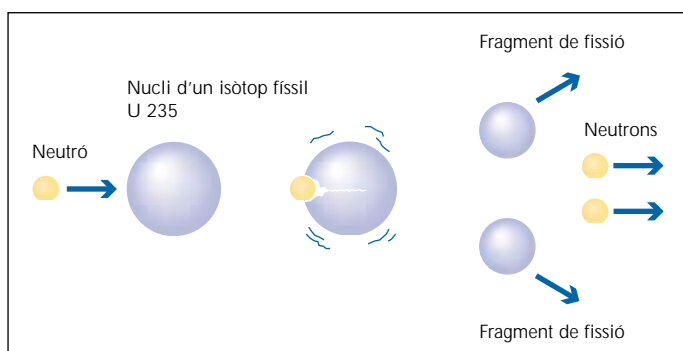
L'urani enriquit que s'utilitza com a combustible en les centrals generalment s'encapsula dins unes pastilles fetes amb material ceràmic que al mateix temps s'introdueixen en unes beines, de 4 o 5 metres de llargada i un centímetre d'amplada, d'acer inoxidable o d'un aliatge de zirconi que s'anomena zircaloy. Aquestes beines s'agrupen en paquets que reben el nom d'elements de combustible. A mesura que es van produint reaccions de fissió, la presència d'urani enriquit en els elements de combustible és cada cop menor i al cap d'un temps s'han de canviar

els elements de combustible. Aquest procés de canvi s'anomena procés de càrrega. Quan s'extreuen els elements de combustible, aquests romanen uns 10 anys aproximadament submergits en aigua fins que la seva activitat radioactiva disminueix prou com perquè no hi hagi perill quan es transporta. Transcorregut aquest temps, l'urani present en el combustible pot ser reprocessat, s'enriqueix de nou, o bé s'emmagatzema en els anomenats cementiris nuclears.

Les centrals nuclears aprofiten la calor alliberada en les múltiples reaccions nuclears que es produeixen en el nucli del reactor de la central per convertir en vapor a alta temperatura un líquid que circula per un conjunt de conductes, vapor que s'utilitza posteriorment per produir energia elèctrica, com es veurà més endavant.

La tecnologia necessària en aquestes centrals és complexa i per això en un inici eren els països desenvolupats els que van començar a aprofitar l'energia d'origen nuclear per produir electricitat. Actualment és a Europa i a Amèrica del Nord on hi ha més instal·lacions d'aquest tipus; en concret als EUA hi havia l'any 1996 un total de 109 centrals, a França 56 i al Japó 51. Espanya té 9 centrals d'aquest tipus, de les quals n'hi ha 3 actualment en funcionament a Catalunya: Ascó-1, Ascó-2 i Vandellòs-2, i una altra, Vandellòs-1, que de moment és la primera central nuclear de l'Estat espanyol que s'ha tancat i s'està desmantellant.

Esquema de la reacció.



Esquema de la composició d'un element de combustible.

LES ENERGIES RENOVABLES

Les energies renovables són aquelles que provenen de fonts energètiques que es renoven en un període prou curt a escala humana. L'energia solar, per exemple, es renova immediatament, perquè el Sol contínuament està emetent radiació; l'energia hidràulica que s'obté prové de l'aigua evaporada dels mars, rius o del desglaç que tarda dies o setmanes a generar-se; quan obtenim energia de la biomassa (cremant fusta, per exemple), aquesta es renova en el temps que triga un arbre a tornar a créixer, i així hi ha molts exemples, que fan que aquestes fonts d'energia es renovin contínuament. Es tracta de fonts d'abastament inesgotables, mentre no s'esgoti l'energia del Sol. La radiació solar, a la Terra és la causant dels diferents cicles naturals precursors d'aquestes energies, i com a resultat en tenim els corrents d'aigua als rius o als mars, el vent i les onades, els arbres i, per tant, la llenya, l'escalfor del Sol, etc. L'aprofitament d'aquestes fonts d'energia presenta dos clars avantatges respecte dels combustibles fòssils.

La primera és que la majoria d'aquestes fonts d'energia són menys agressives amb el medi, ja que l'impacte ambiental a causa de l'aprofitament és menor. Ja es veurà més endavant que la utilització dels combustibles fòssils per produir electricitat o combustibles corrents provoca emissions a l'atmosfera de gasos no beneficiosos per al medi ambient. Aquest és un problema seriós que es pot minimitzar amb la utilització de les energies renovables.

En segon lloc, amb l'aprofitament d'aquestes fonts d'energia renovables no dependrem tant de recursos energètics que són escassos i limitats com ho són els combustibles fòssils.

Les energies renovables més utilitzades són les següents:

• Solar tèrmica

Aprofita la calor dels raigs solars del Sol en instal·lacions adequades que transfereixen aquesta calor a algun tipus de fluid i que després aprofitem per a la calefacció, aigua calenta, etc.

• Solar fotovoltaica

S'aprofita la llum solar per produir electricitat. Aquest tipus d'aprofitament és molt interessant per exemple en llocs on és molt inaccessible l'arribada de línies elèctriques o hi és molt difícil l'abastament d'energia.

• Hidràulica

Es tracta d'aprofitar, mitjançant un desnivell, l'energia potencial continguda en la massa d'aigua que transporten els rius per convertir-la en energia elèctrica o per realitzar treballs determinats. Aquest desnivell pot ser natural o es pot provocar artificialment amb la construcció d'embassaments que retenen i generen els salts d'aigua. Aquests embassaments a vegades es construeixen en badies per aprofitar el desnivell de les aigües quan hi ha marees altes i baixes; en aquest cas diem que s'està aprofitant l'energia de les marees.

• Eòlica

En aquest cas és la força del vent el que s'aprofita, generalment per realitzar treballs com impulsar els molins de gra, bombar aigua dels pous o, recentment, per produir electricitat.

• Biomassa i residus

S'aprofita la calor que es desprèn de la crema de llenya i residus forestals (en el cas de la biomassa) i dels residus que es generen a les grans ciutats o nuclis de població. També és possible produir electricitat a partir de la calor que s'allibera en aquesta combustió.

• Geotèrmica

Moltes de les aigües subterrànies que circulen per sota terra estan a una temperatura molt superior a la temperatura ambient que hi ha a la superfície (un exemple d'aquest fenomen són les aigües termals), pel fet que el nostre planeta és una font de calor que irradia de forma contínua energia calorífica vers l'atmosfera. L'existència d'aquesta calor es coneix des de sempre i es manifesta per l'increment de temperatura que s'observa en les perforacions que s'endinsen en l'escorça (mines, pous, etc.) i que prové de la mateixa naturalesa del nucli de la Terra i de la fricció mecànica de les plaques litosfèriques. Aprofitar la calor d'aquestes aigües mitjançant bescanviadors de calor és l'objectiu d'aquest tipus de recurs energètic. Aquest tipus d'aprofitament està més estès als països nòrdics, on les fonts de calor subterrànies són més nombroses.

EL CONSUM D'ENERGIA A CATALUNYA

ENERGIA PRIMÀRIA I ENERGIA FINAL

Quan encenem un llum a casa, quan ens dutxem amb aigua calenta o quan posem benzina al cotxe estem fent un consum d'energia final. Les formes d'energia més habituals que utilitzem en aquestes accions són l'electricitat, la gasolina, el gasoil, el gas natural o el butà. La majoria d'aquestes fonts d'energia provenen d'una transformació a partir d'una altra font energètica. Així, l'electricitat pot venir de l'energia hidràulica, de l'energia nuclear, del carbó, del gas natural, de la llenya, etc. i la gasolina, el gasoil i el butà s'obtenen del refinatge del petroli. En aquest procés de transformació hi ha pèrdues causades pel mateix procés o pel transport, i consums d'energia associats al procés de transformació que fan que, en realitat, l'energia necessària perquè s'encengui una bombeta a casa nostra sigui més alta que la que és consumida per la bombeta.

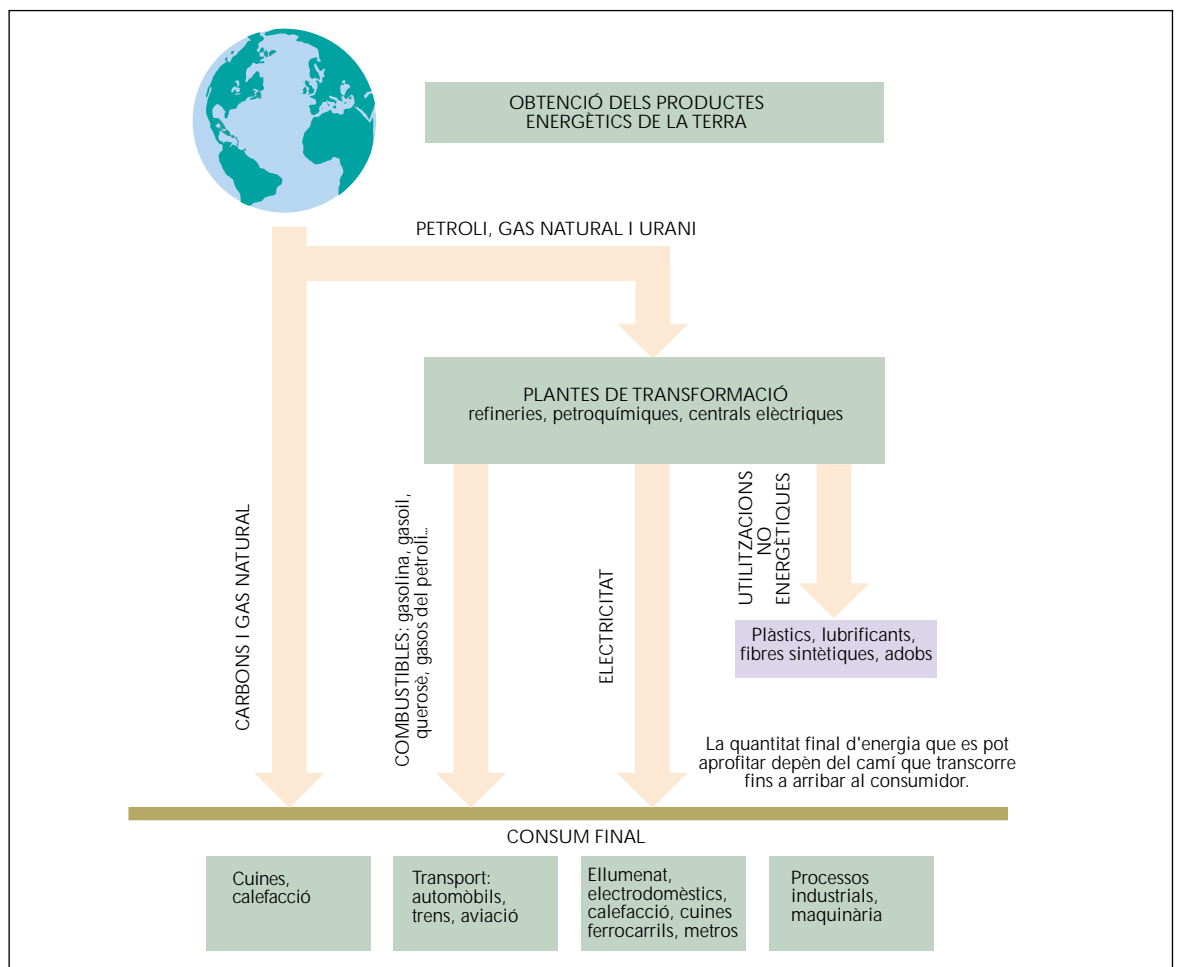
L'energia consumida per la bombeta és el que s'anomena consum final d'energia, mentre que l'energia que ha calgut utilitzar en les diverses centrals elèctriques que han generat aquesta electricitat és el que s'anomena consum d'energia primària.

El concepte d'energia primària és útil per avaluar les necessitats energètiques d'un país o regió, ja que representa la suma de l'energia necessària per produir tota l'energia consumida al territori de què es tracti més el saldo importacions-exportacions amb l'exterior.

L'anàlisi del consum d'energia final i la seva evolució seran molt útils, en canvi, per analitzar el comportament de les indústries, de les llars, els comerços o els mitjans de transport pel que fa a la utilització de l'energia.

Per últim, cal assenyalar que no tota l'energia final que es consumeix és energia útil per a les nostres finalitats. Seguint amb el mateix exemple d'abans, l'energia útil seria la llum que desitgem obtenir quan encenem una bombeta, deixant de banda l'energia en forma de calor que desprèn la bombeta quan és encesa. De la mateixa manera, quan escalfem alguna cosa a la cuina, de l'energia final que es consumeix i que desprenen els fogons, només una part s'empra per coure els aliments (energia útil), la resta es perd tot escalfant l'aire del voltant, l'olla, etc. i no és, per tant, energia útil.

Esquema orientatiu del recorregut de l'energia des de l'obtenció fins al consum final, amb un procés de transformació previ o no en productes derivats o electricitat.



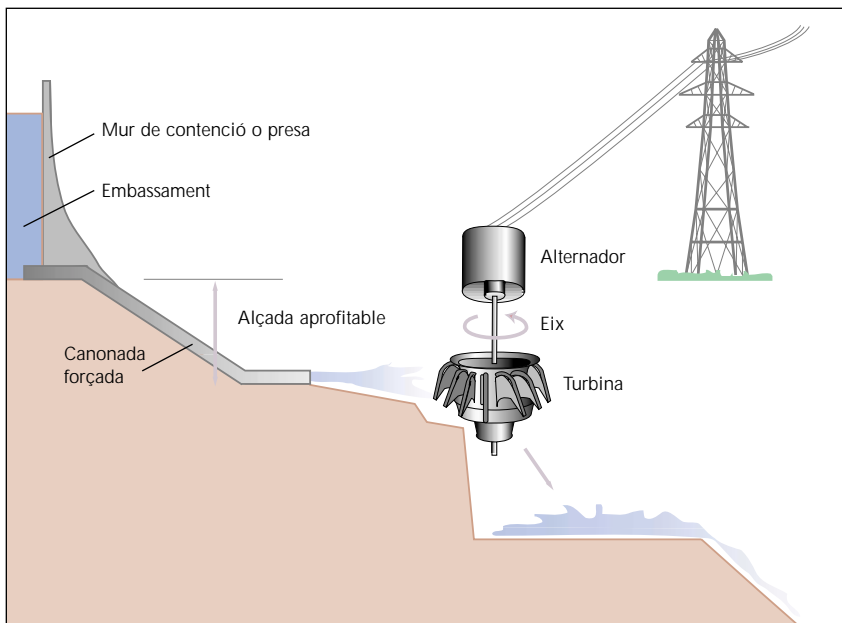
PROCESSOS DE TRANSFORMACIÓ D'ENERGIA PRIMÀRIA EN ENERGIA FINAL

• Centrals elèctriques

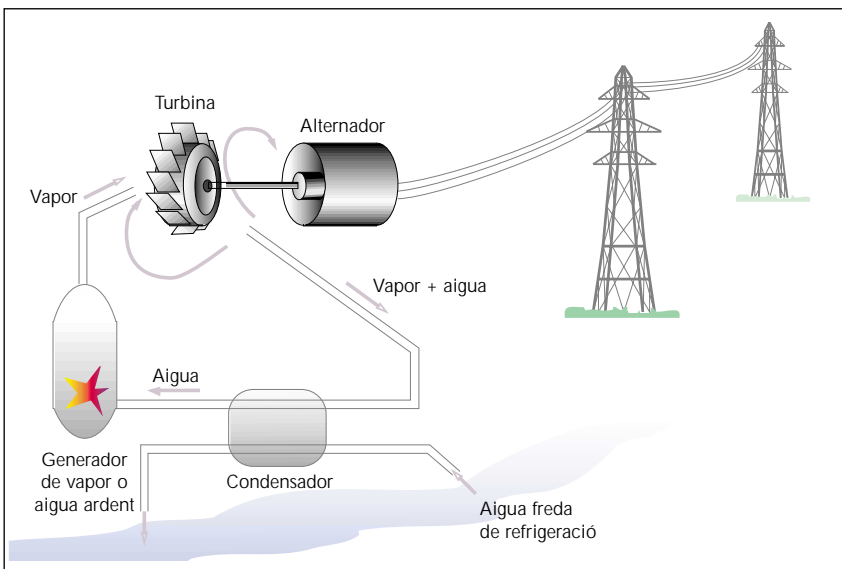
Excepte en el cas d'algunes energies renovables, com la solar fotovoltaica o l'eòlica, per produir l'electricitat cal transportar els recursos energètics fins a uns llocs anomenats centrals elèctriques, on aquests recursos es converteixen en electricitat.

Una central elèctrica és essencialment una instal·lació on s'utilitza una quantitat d'una font d'energia primària per fer girar les paletes o àleps d'una turbina, que alhora fa girar l'alternador, que genera electricitat.

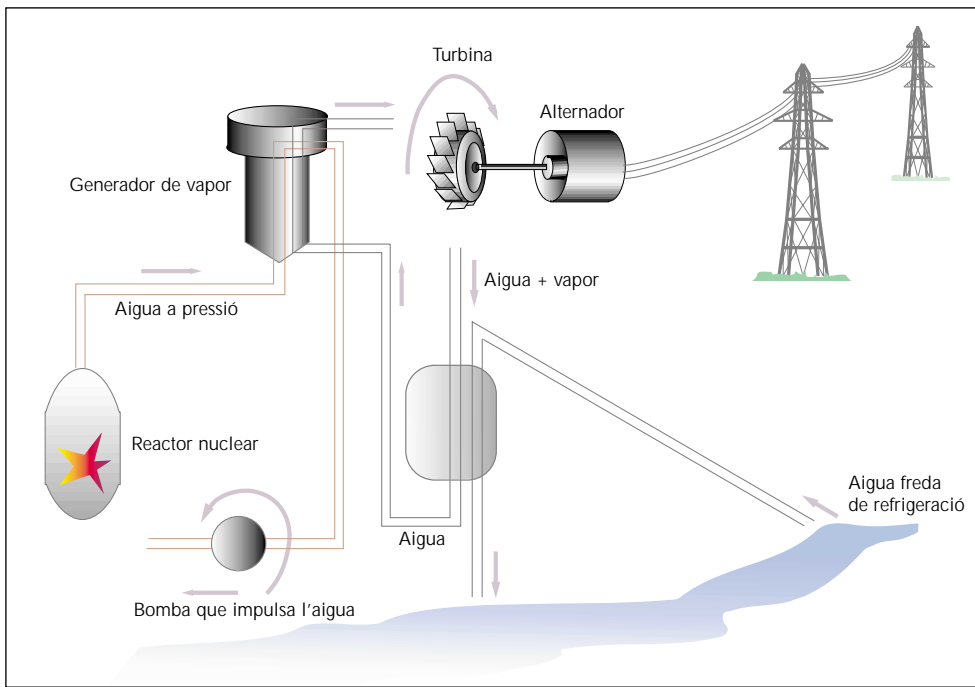
Les centrals hidroelèctriques utilitzen, mitjançant un desnivell existent en un curs d'aigua, l'energia potencial continguda en la massa d'aigua per convertir-la en energia cinètica, que és la que en definitiva fa girar el sistema turbina-alternador i genera electricitat.



Les petites centrals hidroelèctriques aprofiten els salts naturals d'aigua i les diferències de nivell en el transcurs d'un riu o d'una conca fluvial, mentre que les grans centrals productores d'electricitat retenen artificialment l'aigua mitjançant la construcció de grans preses i canonades que transporten l'aigua des de l'embassament fins a les instal·lacions on hi ha les turbines, en un procés semblant al que es mostra en la figura.



L'esquema típic d'una central tèrmica convencional productora d'electricitat està format pel generador de vapor o caldera de vapor, dins de la qual s'allibera l'energia en forma de calor que prové de la combustió de combustibles derivats del petroli, gas natural o carbó. Aquest vapor generat s'expansiona en la turbina i la fa girar a alta velocitat. L'eix de la turbina està connectat a l'alternador, on el moviment mecànic es transforma en electricitat. El vapor, després de passar per la turbina, en no estar sotmès a tanta pressió, una part esdevé aigua. Aquesta barreja de vapor i aigua es refreda amb l'ajut d'un fluid més fred (en l'esquema ve representat per l'aigua d'un riu), i tot seguit es torna a introduir a la caldera. La barreja d'aigua i vapor que entra a la caldera i passa per la turbina en cap moment entra en contacte directe amb l'aigua del riu, i per aquest motiu s'anomena "circuit tancat".



L'esquema típic d'una central termonuclear d'aigua a pressió és molt semblant al d'una central tèrmica convencional. L'única diferència és que l'aigua que circula dins del reactor i que recull la calor alliberada en la reacció nuclear no es pot turbinar directament i cedeix la seva calor a un altre circuit d'aigua en els generadors de vapor, i aquesta sí que s'expansiona en la turbina. A partir d'aquí l'esquema és el mateix que en el model anterior. Per tant, a les centrals nuclears hi ha dos circuits tancats d'aigua com a mínim.

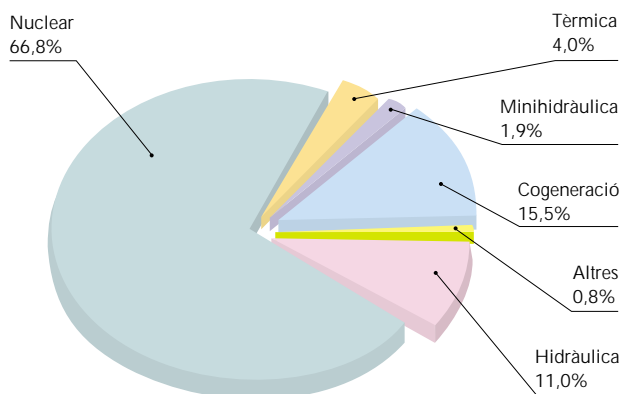
• Reactor nuclear

Les centrals termoelèctriques clàssiques són les que utilitzen els combustibles de carbó, gas natural i derivats del petroli. Aquests són cremats en una caldera i generen una energia calorífica que s'utilitza per generar vapor a partir de l'aigua que circula per una sèrie de conductes. Aquest vapor d'aigua és el que acciona les pales de la turbina i converteix així l'energia calorífica en energia mecànica, la qual donarà lloc tot seguit a la generació d'energia elèctrica en l'alternador. Cal recordar que en les centrals nuclears, la calor no s'obté de la crema de combustibles, sinó que és la fissió dels àtoms d'urani la que allibera una gran quantitat d'energia en forma de calor.

De totes les instal·lacions per a la producció d'energia elèctrica existents, les centrals nuclears són les que incorporen el més gran i sofisticat conjunt de sistemes de seguretat, per evitar que es produeixin fuites de radiació a l'exterior, mitjançant diverses barreres de protecció física i tecnològiques.

Un cop produïda l'electricitat, encara ha de recórrer un llarg camí per arribar a les nostres cases. Per transportar-la s'utilitzen les línies d'alta tensió, que permeten transportar l'electricitat per cables més primers, amb menys pèrdues i, per tant, d'una forma més barata. Una vegada arriba a les ciutats i poblacions es transforma en mitjana i baixa tensió, per tal convertir-la en tensió de 220 V quan arriba a casa nostra.

PRODUCCIÓ D'ENERGIA ELÈCTRICA 1998*



* Dades estimades

A Catalunya la major part de l'electricitat es produeix a les centrals nuclears. En segon terme, però amb diferència, hi ha la producció d'electricitat a les centrals hidroelèctriques.
Font: Direcció General d'Energia i Mines, Generalitat de Catalunya

• El refinatge del petroli

El petroli és una barreja d'hidrocarburs sòlids, líquids i gasosos en proporcions variables que es troben a pressió i temperatura més o menys elevades als jaciments.

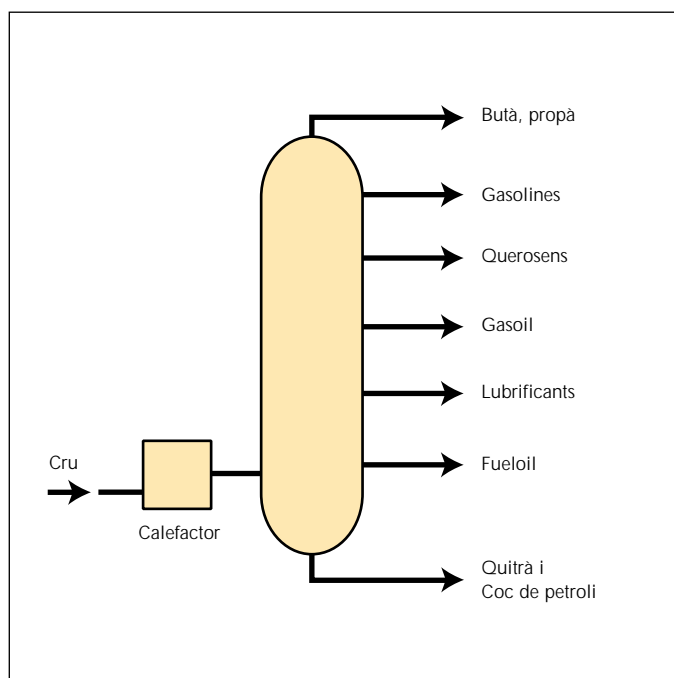
S'anomena refinatge del petroli el conjunt d'operacions realitzades amb el cru amb la finalitat de separar els diversos hidrocarburs que el formen i tractar-los per extreure'n productes útils per a la indústria, per a la llar, per als mitjans de transport, etc. Les dues operacions bàsiques d'aquest procés són la destil·lació i el craqueig o piròlisi.

La destil·lació consisteix a separar, per acció de la calor, els components d'una barreja en virtut de la seva volatilitat. L'escalfament del petroli i la posterior circulació al llarg de la torre de destil·lació permet obtenir les fraccions que el componen: les més pesants (alquitrans i coc) es dipositen al fons, les intermèdies (olis, querosens, gasolines, gasoils, etc.) s'extreuen mitjançant conductes intermedis, mentre que els més lleugers (butà, propà) es recullen a la part superior. En definitiva, és una separació física dels diversos components del petroli, i sense tractament químic ni intervenció de productes afegits externs.

El craqueig és l'escalfament a què se sotmeten alguns d'aquests productes derivats del petroli amb la finalitat de trencar les molècules d'alguns hidrocarburs (substàncies compostes de carboni i hidrogen, com són el gasos butà, propà i metà), i augmentar la proporció d'aquells que tenen més utilitat en el producte final.

Del refinatge del petroli s'obté una àmplia gamma de productes útils: combustibles domèstics (butà, propà) i industrials (fueloils); carburants (gasolines, gasoils) per als mitjans de locomoció i transport (per carretera, aeri o marítim); matèries primeres per a les indústries anomenades petroquímiques (fabricació de plàstics, lubricants, fibres sintètiques, adobs, etc.).

Fins no fa gaire, el refinatge de cru estava orientat a obtenir el màxim de productes pesants (bàsicament fueloil). Actualment a causa de la substitució del fueloil pel carbó i l'energia nuclear per a la producció d'electricitat, i per l'increment en la demanda de gasolines i gasoil, les instal·lacions actuals estan preparades per convertir productes pesants en lleugers (gasos líquats de petroli, querosens, gasoil, gasolines...). A Catalunya hi ha un gran complex petroler de refinatge i petroquímiques que està situat a Tarragona.



La destil·lació és el procés que permet separar els diversos components del petroli gràcies al diferent comportament respecte de la calor de cadascun.

EL CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA A CATALUNYA

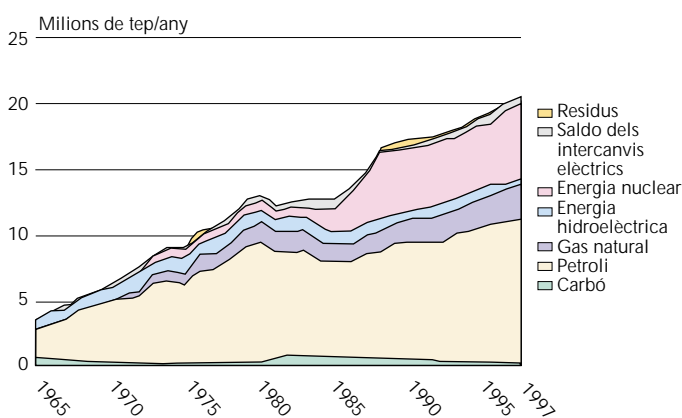
El consum d'energia primària a Catalunya ha augmentat molt ràpidament els darrers anys des d'uns 4 milions de tones equivalents de petroli l'any 1965 fins als més de 20 milions de tones l'any 1997 (vegeu figura adjunta), i el recurs energètic més utilitzat és el petroli, que l'any 1997 representava un 56% del total del consum d'energia primària. Si ens fixem, però, en la importància de cada combustible respecte del total, veurem que el petroli l'any 1980 representava el 71% del consum total. Les raons fonamentals d'aquesta disminució són la millora en l'eficiència de transformació en energia elèctrica, un augment de la diversificació amb el gas natural i, sobretot, l'aparició de l'energia nuclear a Catalunya. A partir dels anys vuitanta les centrals nuclears van començar a prendre protagonisme al petroli quant a la producció d'electricitat, de manera que la utilitat més important del petroli en l'actualitat és la producció de combustibles per al sector del transport. No obstant això, l'entrada en funcionament i la posterior expansió del complex

petroquímic de Tarragona va augmentar la utilització no energètica de productes petrolífers (que són la matèria primera de la producció de plàstics), fet que va ralentir la disminució de la dependència del petroli a Catalunya. L'energia nuclear representava l'any 1995 un 24,2% del total de l'energia primària consumida, i era la font principal de producció d'electricitat a Catalunya.

Com es pot veure, també, el paper de les energies renovables és molt petit comparat amb els combustibles fòssils. Aquest fet, però, anirà canviant els propers anys, ja que hi ha una voluntat decidida que les renovables tinguin un paper cada cop més important quant a la producció d'energia.

Un altre aspecte que cal destacar és l'augment de consum de gas natural, el qual era pràcticament negligible a mitjan dels anys seixanta i actualment representa més d'un 10% del consum d'energia primària a Catalunya.

CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA A CATALUNYA (1965-1997*)

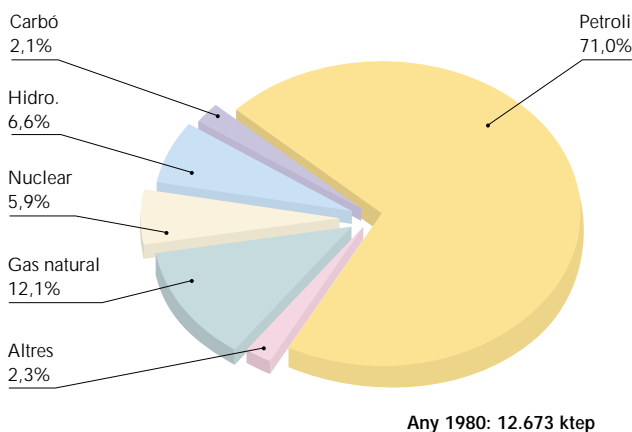


* Per als anys 1996 i 1997 les dades són provisionals.

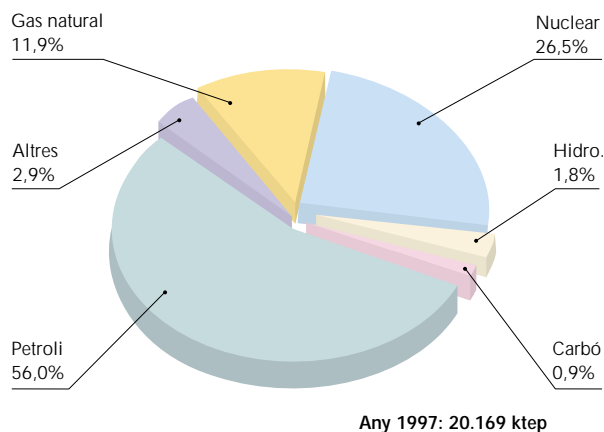
En aquesta figura es pot comprovar com el consum d'energia primària ha augmentat els darrers anys. La causa d'això és que cada dia la societat consumeix més quantitat d'energia. El consum d'energia primària va íntegrament lligat a la demanda energètica de la població. A més demanda i més consum en tots els àmbits (transport, domèstic, serveis i comerç, etc.), hi ha més necessitat d'energia primària per satisfer les necessitats de la població.
Font: Direcció General d'Energia i Mines, Generalitat de Catalunya.

A més d'un increment en la quantitat d'energia primària consumida, és també molt important conèixer quins són els recursos energètics més utilitzats. El petroli és el més utilitzat, però l'aparició de les centrals nuclears productores d'electricitat ha fet que la seva contribució respecte del total hagi disminuït des d'un 71% l'any 1980 fins a un 56% l'any 1997.
Font: Direcció General d'Energia i Mines, Generalitat de Catalunya.

CONSUMS D'ENERGIA PRIMÀRIA A CATALUNYA (1980-1997*)



* Dades provisionals



EL CONSUM D'ENERGIA FINAL A CATALUNYA

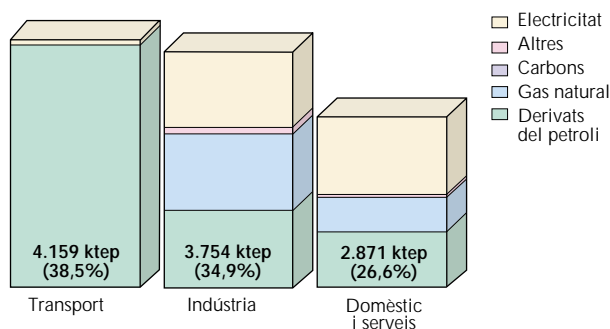
Ara ja sabem que els recursos energètics els podem utilitzar directament o que a partir d'aquests podem produir electricitat o productes derivats, com per exemple la gasolina, el fueloil, etc. Ja podem veure, doncs, quin és el consum final a Catalunya i quines formes d'energia s'utilitzen en el consum diari a les llars, en el transport, els comerços, etc.

Dels tres sectors principals de consum: el dels transports, el de la indústria i el domèstic i serveis, el que consumeix més energia és el dels transports; a més, pràcticament la totalitat del seu consum prové del petroli, ja que la majoria dels mitjans de transport corrents funcionen amb combustibles derivats del petroli, com la gasolina, el gasoil, el querosè, etc. que utilitzen els cotxes, camions, motocicletes, avions i vaixells. Una petita part del consum del sector és l'electricitat, i això ve donat perquè hi ha transports que utilitzen l'electricitat, com són el tren, el metro i el tramvia.

La indústria és el segon sector que en consumeix més i el tipus d'energia que consumeix és aproximadament a parts iguals l'electricitat, els derivats del petroli i el gas natural. L'electricitat és fonamental per fer funcionar les màquines, per a la il·luminació de les instal·lacions i els ordinadors. Els derivats del petroli i el gas natural s'utilitzen com a combustible en equips de cogeneració (petites instal·lacions productores d'energia elèctrica que aprofiten el calor després per altres usos) i en les calefaccions, calderes i forns, entre altres utilitats.

Per últim, hi ha el sector de la llar i serveis, la major part del consum del qual és d'electricitat. A la llar és obvi que utilitzem electricitat per il·luminar, per fer funcionar els electrodomèstics que tenim a casa (el refrigerador, la màquina de rentar, la televisió i els ordinadors, etc.), encara que el consum de gas natural i de derivats

CONSUM D'ENERGIA FINAL PER SECTORS I PER FORMES D'ENERGIA A CATALUNYA (1997*)

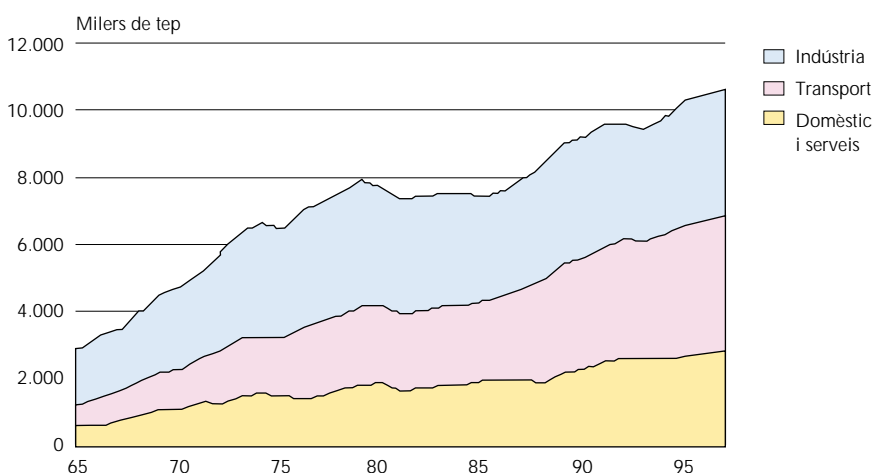


* Dades provisionals

del petroli també hi són importants. Aquests s'utilitzen principalment en les cuines, els forns i les calderes de calefacció i d'aigua calenta.

L'evolució del consum en el decurs dels anys ha estat clarament creixent. Des d'uns valors pròxims als 3 milions de tep (3 milions de tones equivalents de petroli) l'any 1965, el consum final d'energia ha anat augmentat fins a situar-se en un valor una mica superior als 10 milions de tep. A més, en els anys seixanta el sector que més en consumia era, amb avantatge, el de la indústria, que en consumia aproximadament tant com els sectors del transport i el de serveis i domèstic junts. De mica en mica el sector del transport ha anat augmentat més ràpidament que la resta i en els anys noranta aquest sector equiparava el seu consum amb el de la indústria, que fins aleshores era el sector de més consum, fins al punt que actualment és el sector que més en consumeix. Al mateix temps, el valor del consum de la indústria gairebé s'ha mantingut els darrers vint anys i no ha augmentat ni disminuït significativament. La tendència en els anys vinents és d'augment en els tres sectors de consum; això vol dir que el consum en transport, a les indústries i a les llars, comerços i altres serveis serà cada vegada més gran.

EVOLUCIÓ DEL CONSUM TOTAL D'ENERGIA PER SECTORS A CATALUNYA EN EL PERÍODE 1965-1997*



El consum d'energia final a Catalunya mostra com aquest ha augmentat els darrers anys i que, a més, es preveu que aquest augment continuï el anys vinents. El transport és actualment el sector que més en consumeix, mentre que trenta anys enrere era la indústria. En la figura es pot veure fins on es van notar les conseqüències sobretot de la Segona Crisi de l'Energia, ja que hi ha una davallada en el creixement d'aquests sectors al principi dels anys vuitanta. Font: Direcció General d'Energia i Mines, Generalitat de Catalunya.

* Per als anys 1996 i 1997 les dades són provisionals.

GLOSSARI

OPEP	Organització dels Països Exportadors de Petrolí. Organisme Internacional creat el 1961 per unificar les polítiques petrolíferes dels països membres. Després de la conferència de Teheran del 1971 i la guerra araboisraeliana del 1973, els països de l'OPEP aprofitaren la forta dependència mundial dels seus petrolis per formar un grup de pressió econòmica i política, van elevar fortament els preus del petroli i van augmentar la seva capacitat de negociació amb altres països i amb les empreses multinacionals petrolíferes.	Guerra Iran-Iraq	El 1980 l'Iraq atacà l'Iran per una qüestió fronterera. Els dos països són dos dels principals exportadors de petroli.
Guerra del Yom Kippur	El Yom Kippur és una festivitat del judaisme ("dia de l'expiació"), dedicada a l'oració i al dejuni. En aquesta festivitat, el 6 d'octubre de 1973 es va iniciar una guerra araboisraeliana, especialment entre Egipte i Israel, en la qual els israelians es retiraren més enllà del Canal de Suez i van haver d'abandonar territoris conquerits en guerres anteriors.	Tep	Tona equivalent de petroli. Unitat que representa l'energia emmagatzemada en una tona de petroli i s'utilitza per fer comparacions quantitatives entre consums o reserves de diferents combustibles.
		Biomassa	Massa total de la matèria viva existent en una comunitat o en un ecosistema. La biomassa pot ésser convertida en energia utilitzant diverses tècniques.

Amb col·laboració:



Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria,
Comerç i Turisme
Institut Català d'Energia



Generalitat de Catalunya
Departament
d'Ensenyament