

El cost de l'energia



Genís Riba

El cost de l'energia



Col·lecció Transició energètica

El cost de l'energia

Primera edició: setembre del 2016

© Genís Riba Sanmartí

© D'aquesta edició:

Editorial OCTAEDRO, S.L. – CMES (Col·lectiu per a un Nou Model Energètic i Social Sostenible)

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització del seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos al CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra.

ISBN: 978-84-9921-825-0

Dipòsit legal: B. 20.242-2016

Totes les figures i taules han estat elaborades per Carles Riba i Genís Riba excepte en les que s'indica el contrari.

Disseny i producció:

Editorial Octaedro

Bailèn, 5, pral. – 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02 – Fax: 93 231 18 68

octaedro@octaedro.com – octaedro.cat

Impressió: Prodigitalk

Imprès a la UE – *Printed in EU*

Sumari



Introducció	7
I. El món dels combustibles fòssils	15
1 Breu història dels combustibles fòssils	17
2 Moviments d'hidrocarburs	51
3 Europa	77
4 Escenaris de futur	89
II. Un món sense combustibles fòssils	103
Conclusions	113
Enllaços d'interès	117
Índex	119

INTRODUCCIÓ

Motivació

El món occidental es basa en el consum d'energia per al seu funcionament normal. Energia elèctrica per a il·luminació, electrodomèstics, comunicacions, indústria i tantes altres aplicacions, i gasolina o gasoil per al transport de persones i mercaderies en són dos bons exemples. La nostra dependència del sistema energètic queda palesa quan hi ha interrupcions en el subministrament elèctric i descobrim que no podem dur a terme gairebé cap de les nostres activitats quotidianes, o quan el dipòsit del cotxe comença a esgotar-se i hem de buscar una estació de servei.

Per mantenir el nivell de vida i de comoditat de la població, els governs i empreses busquen la manera d'obtenir energia de qualitat, abundant i a baix cost. Els darrers dos segles, la font d'energia primària preferida han estat els combustibles fòssils, primer el carbó i després el petroli, a més del gas natural, que ha guanyat popularitat les darreres dècades. El preu de l'energia té una gran influència en les nostres vides: més enllà de les factures que paguem directament a la companyia elèctrica o del gas, o el cost que tingui omplir el dipòsit del cotxe, l'energia és matèria primera de tots els processos agraris, industrials o de serveis. Això vol dir que una energia més cara resulta en costos de producció més elevats, i per tant una menor competitivitat de les empreses i uns productes més cars.

Considerant la capital importància dels combustibles fòssils, Carles Riba ha estudiat el tema en profunditat. Els seus llibres *Recursos energètics i crisi* (2012) i *Factures energètiques dels combustibles fòssils* (2015) presenten, d'una banda, una anàlisi detallada de la disponibilitat present i futura dels combustibles fòssils arreu del món, i de l'altra els fluxos monetaris, costos i beneficis associats a la indústria dels combustibles fòssils.

El present text pretén ser una aproximació divulgativa i amena a les dades i anàlisis dels llibres citats, focalitzant-se en l'aspecte econòmic. L'ob-

jectiu és arribar a un públic més ampli i menys especialitzat, i ajudar a entendre on s'origina l'energia que fem servir i la base del preu que finalment n'acabem pagant. Fer arribar aquest tipus d'informació al públic general ajuda a sensibilitzar sobre les problemàtiques associades al consum d'energia, especialment en el cas de combustibles fòssils, i permet que cada persona decideixi quins són els límits del que està disposada a pagar per disposar de certes comoditats, o si val la pena fer un esforç a favor del canvi de paradigma.

Temàtica

El llibre s'estructura en dues seccions. La primera part, «El món dels combustibles fòssils», és una mirada a la situació energètica actual des de tres angles diferents. Comença amb una «Breu història dels combustibles fòssils», que fa un repàs de l'evolució dels usos dels combustibles fòssils des de l'antiguitat fins al present, com van guanyant pes en el funcionament de l'economia i la societat des del segle XVIII fins a arribar a la situació actual, en què els països desenvolupats es basen en el consum intensiu de petroli, gas natural i carbó per a la majoria de les seves activitats.

La part central d'aquesta secció, «Moviments de combustibles fòssils» i «Europa», analitza els centres de producció i de consum de combustibles fòssils, en l'àmbit de regions i de països, i els efectes que el comerç d'hidrocarburs té en les seves economies. Es fa especial esment als països amb més activitat de fòssils i a Europa.

Finalment, «Escenaris de futur» exposa l'evolució que els experts en energia i clima de diversos àmbits preveuen pel que fa al consum de combustibles fòssils, i les conseqüències que poden tenir a escala econòmica, social i ambiental les decisions que es preguin a curt, mitjà i llarg termini en matèria energètica.

La segona secció, «Un món sense combustibles fòssils», planteja la necessitat d'un canvi de paradigma en la manera com usem els nostres recursos energètics i de quines fonts primàries els obtenim. Concretament, exposa la necessitat i la viabilitat d'una transició energètica cap a un model 100 % renovable.

Fonts

La principal font de dades sobre energia que s'ha utilitzat per a aquest treball és l'Administració d'Informació sobre Energia (Energy Information Administration, EIA), organisme dependent del govern dels EUA. Les dades de l'EIA són reconegudes internacionalment, a més de ser d'accés lliure i gratuït.¹ Hem considerat més adequades la metodologia i els criteris comptables per generar dades emprats per l'EIA que els d'altres fonts. Són detallades, individualitzades per cada país i amb sèries completes des de 1980. És per aquests motius que s'ha optat per emprar les dades de l'EIA en aquest treball, i representen el gruix de les dades relacionades amb energia (consums i produccions). L'elecció de les dades de l'EIA té també un efecte sobre com es presenten els resultats. Els països estan agrupats en regions des d'una perspectiva nord-americana, segons els seus interessos polítics, econòmics i militars a final dels anys 1970, quan es va crear l'EIA. Tot i que algunes d'aquestes regions ja no responen a realitats polítiques o econòmiques actuals, s'ha preferit mantenir-les tal com es van constituir originalment per tal de facilitar-ne la comparació i veure'n l'evolució al llarg del temps. A més, pel que fa al consum i producció de combustibles fòssils, aquestes regions segueixen tenint vigència avui en dia. La composició de les regions s'explica amb més detall al capítol 3.2.

Una altra font reconeguda mundialment és l'Agència Internacional de l'Energia (AIE), òrgan dependent de l'Organització per al Comerç i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), l'associació dels països desenvolupats. Les dades de l'AIE s'han fet servir en alguns casos per completar les dades de l'EIA.

Pel que fa a les dades econòmiques, les dues fonts principals són el Fons Monetari Internacional i el Banc Mundial. Les dades s'han obtingut a través del web IndexMundi,² que permet consultar i visualitzar o descarregar dades de molt diversa índole. En aquest treball, els índexs de preus dels combustibles fòssils, les dades de PIB dels països i d'altres magnituds econòmiques són les publicades per aquestes institucions.

Les anàlisis geoestratègiques i econòmiques d'aquest text són el resultat de combinar les dues bases de dades, la de recursos energètics i l'econòmica, per tal d'obtenir els fluxos econòmics, costos i beneficis que els moviments d'hidrocarburs suposen per a l'economia mundial així com la de cada país individualment.

1. Es poden consultar a <<http://www.eia.gov>>.

2. <www.indexmundi.com>.

Metodologia

Per estudiar l'impacte del comerç d'hidrocarburs s'han definit una sèrie de magnituds que ajuden a explicar la relació dels fluxos econòmics i els fluxos d'hidrocarburs. Aquestes magnituds són: activitat, transferència, factura de transferència, balanç i factura exterior, que s'expliquen amb detall al capítol 3, i s'han calculat per al període 1982-2012. El període es deu a les dades disponibles, ja que IndexMundi ofereix sèries de 30 anys, i les sèries de dades de l'EIA comencen a partir de 1980. De totes maneres, 1982-2012 és un període pertinent, ja que comença a la sortida de les crisis del petroli de final de la dècada de 1970, comprèn una època d'estabilitat i abundància, i finalment entra a l'època en què l'escassetat i els preus creixents esdevenen norma. Aquesta progressió ajuda a explicar la tesi del llibre.

Per tal d'obtenir resultats tot i les limitacions que presenten les dades, s'ha optat per aplicar una sèrie de simplificacions, que en alguns casos poden tenir un efecte en la precisió del resultat final. Les simplificacions més destacables tenen a veure amb els preus de mercat dels combustibles fòssils. De cara als càlculs de les magnituds econòmiques, els preus que es fan servir són la mitjana de diversos indicadors internacionals. Per exemple, en el cas del petroli, els preus de referència més importants són el Brent (europeu), West Texas Indicator (nord-americà) i el Dubai Fateh (Orient Mitjà). Cada indicador dóna una referència del preu del petroli que es ven en cada una de les regions, i s'actualitzen hora a hora. Com que les dades de mercat no especifiquen ni on ni quan s'ha comprat el petroli, s'ha decidit utilitzar la mitjana del valor anual mitjà de tots tres indicadors. Anàlogament, també s'ha fet la mitjana dels principals indicadors de gas natural i de carbó. Creiem que, tot i l'error que es pot produir agafant els valors mitjans, els resultats a escala macroeconòmica són rellevants.

Energia útil i energia primària

L'energia és la capacitat de fer un treball, és a dir, de provocar canvis en l'estat dels objectes, ja sigui desplaçant-los o escalfant-los. Hi ha diversos tipus d'energia, segons la forma com es presenta, i poden causar canvis de diversa índole. Per exemple, l'energia cinètica és la que té un objecte pel fet d'estar en moviment, mentre que l'energia potencial és la que té pel fet d'estar en un lloc elevat o tenir càrrega elèctrica, i l'energia

tèrmica o calor és la que resulta del fet de tenir temperatura. Es diu que una energia és útil quan el canvi que produeix és el desitjat per a una determinada aplicació, però un mateix tipus d'energia pot ser útil o no segons el context. Per exemple, la calor és útil quan volem cuinar un plat al forn però no ho és quan es produeix per la combustió de gasolina dins del motor del cotxe, ja que l'objectiu final és transferir energia cinètica al vehicle i no escalfar-lo.

És possible transformar energia d'un tipus a un altre, segons convingui, però és un procés que comporta pèrdues, que són més o menys importants segons la qualitat de les energies implicades. L'electricitat és una energia d'alta qualitat, és a dir, que la conversió a altres tipus té poques pèrdues, normalment inferiors al 10 %. Tanmateix, no és habitual trobar energia elèctrica de forma natural, sinó que s'obté convertint energies de més baixa qualitat: a partir d'energia tèrmica en centrals de carbó o nuclears, o d'energia cinètica en el cas de centrals hidràuliques o eòliques. En el cas de les grans centrals tèrmiques els rendiments de la transformació calor-electricitat són de l'ordre del 33 %, és a dir, que dos terços de l'energia tèrmica generada cremant carbó o mitjançant fissions d'urani es perden en la conversió. En el cas de centrals hidràuliques, el rendiment pot arribar a ésser molt elevat, de fins al 95 %, mentre que en les centrals eòliques el rendiment és molt variable, però pot arribar fins al 59 %. Hi ha molts altres usos en què no es passa per la transformació elèctrica, com en els motors d'explosió, que converteixen l'energia tèrmica resultant de cremar gasolina directament en energia cinètica per moure el cotxe. El rendiment en aquest cas és baix, de l'ordre del 20 % en condicions òptimes de circulació, que es donen rarament, així és que sol ser encara més baix.

Es coneix com a *energia primària* la font d'energia al principi de la cadena de transformacions, que acaba en l'ús final d'energia útil per part del consumidor. Les fonts primàries més habituals són els combustibles fòssils o hidrocarburs (petroli, gas natural i carbó), l'urani, les renovables d'origen solar (eòlica, hidràulica, solar fotovoltaica o solar tèrmica), i renovables d'altres orígens, com la mareomotriu, l'energia geotèrmica.

Aquest estudi se centra en les produccions i aprofitaments d'energia globals, fent especial esment en els combustibles fòssils. El fet que hi hagi múltiples processos de conversió, amb rendiments diferents i una gran diversitat d'usos finals, fa que la forma més senzilla d'avaluar el procés sigui a partir de l'energia primària. És per això que totes les quantitats d'energia expressades en el text o en els gràfics fan referència sempre a energia primària. Cal tenir en compte que, per exemple, quan es parla de consums

per capita d'energia primària, l'equivalent en energia elèctrica, que és una referència més propera, és un terç de l'energia primària.

Equivalències: energia tèrmica equivalent

Cada font primària té les seves pròpies unitats de mesura. El petroli es mesura en barrils, mentre que el gas natural es mesura en volum, normalment en peus cúbics, i el carbó en massa, i la unitat més comuna és la tona mètrica. D'altra banda, en el cas de les renovables no se sol mesurar la quantitat d'energia primària sinó la potència elèctrica a la sortida de la central, ja que el rendiment s'ha d'adaptar a les condicions climatològiques per tal de maximitzar la producció sense danyar les instal·lacions. D'aquesta manera, es limita la capacitat de capturar energia dels molins de vent quan el vent és massa fort, o s'optimitza la posició de les pales per maximitzar el rendiment quan les condicions ho permeten.

Per tal de poder comparar diferents fonts primàries és habitual fer servir equivalències respecte de la seva capacitat de generar energia, o energia equivalent. Com que aquest llibre se centra en els combustibles fòssils, que alliberen energia en forma de calor en cremar-los, la comparació es farà a partir de la seva energia tèrmica equivalent. Això no només permet una comparació ràpida i directa, sinó que també aconseguix evitar els errors de comparar quantitats iguals d'un recurs de qualitats diferents. No és el mateix, en termes energètics, una tona de lignit (carbó de baixa qualitat) que una tona de carbó bituminós (d'alta qualitat), i, per tant, la seva energia tèrmica equivalent és diferent malgrat que sigui la mateixa quantitat. Una equivalència emprada habitualment és el barril de petroli equivalent (BOE), és a dir, la quantitat de recurs primari que caldria per generar la mateixa energia que cremant un barril de petroli. És una unitat molt utilitzada en el món anglosaxó, i que les companyies d'energia fan servir en els seus informes i comptabilitat. En aquest estudi s'ha optat per fer servir el watt (W) i els seus múltiples com a unitats de potència equivalent, i els seus derivats (kWh, TWa) per a energia. Ens sembla que són unitats estàndard i que poden ser més properes al lector. A tall de referència, un barril de petroli equival a 1.614 kWh.

En el cas de les energies renovables, com que la quantitat de recurs primari no és determinant, el que s'ha fet és calcular l'energia tèrmica que caldria per generar la mateixa quantitat d'electricitat en una planta tèrmica convencional. Així, el valor d'energia tèrmica equivalent de les fonts reno-

vables és el triple de la seva generació elèctrica, ja que el rendiment d'una central tèrmica és del 33 %. Altres estudis empen l'energia primària de les renovables, però això fa que l'energia renovable sembli menys important del que és. Això es deu al rendiment molt elevat de l'energia hidroelèctrica, la renovable més comuna al món, que fa que quant a l'energia primària sigui molt menor que les centrals tèrmiques a igualtat de producció elèctrica. Un efecte semblant també passa amb els molins de vent més grans, els de rendiment més elevat, tot i que la seva eficiència no és tan elevada com en el cas de l'energia hidràulica.

Per indicar que estem parlant d'energia o potència tèrmica equivalent, s'afegeix una *t* com a subíndex a la unitat corresponent d'energia (kW_th, GW_th, TW_ta) o de potència (W_t/hab, GW_t). Al llarg del text, es parla d'energia quan es fa referència a magnituds econòmiques (€/MW_th) o acumulades (TW_ta), mentre que quan es fa referència a produccions, consums i altres magnituds relacionades es fa en termes de potència, és a dir, de flux d'energia al llarg del temps.

Unitats

Al llarg del llibre apareixen valors molt grans de bona part de les magnituds. Per facilitar la lectura, es fan servir els multiplicadors del sistema internacional. La taula 1 mostra les equivalències en llenguatge comú i el valor de cada un d'aquests multiplicadors.

Símbol	Nom	Valor
k	kilo	10 ³ milers
M	mega	10 ⁶ milions
G	giga	10 ⁹ milers de milions
T	tera	10 ¹² bilions
P	peta	10 ¹⁵ milers de bilions

Taula 1. Multiplicadors d'unitats.

Els multiplicadors es posen al davant del símbol de la unitat de mesura. Les unitats que es fan servir en aquest llibre es resumeixen a la taula 2.

Símbol	Nom	Magnitud	Multiplicadors
W	watt	potència	kW, GW, TW
W·h	watt hora	energia	kWh, GWh
W·a	watt any	energia	TWa
€	euro	moneda	M€, G€
d	dia	temps	
a	any	temps	
g	gram	massa	kg, Mg, Tg, Pg
hab	habitant	població	

Taula 2. Unitats.

Algunes d'aquestes unitats són d'ús quotidià, tot i que els seus múltiples poden sonar estranys. El kWh, per exemple, és la unitat que es fa servir per a les factures elèctriques, i equival a consumir una potència d'1 kW durant una hora. El TWa és una unitat semblant, equivalent al consum d'un TW al llarg de tot un any, i es fa servir per a consums molt grans, normalment quan es parla de països, ja que té un valor de 8,7 bilions de kWh.

Els consums es donen en unitats de potència, watts, o en els seus multiplicadors. Per exemple, quan es diu que un ciutadà català té un consum mitjà de 3,5 kW_t (1,2 kW elèctrics) vol dir que el seu consum és equivalent a tenir engegat el forn a màxima potència constantment. Com a valors de referència, una estufa elèctrica sol tenir un consum d'entre 1 i 2 kW elèctrics, mentre que una central nuclear genera poc més d'1 GW elèctrics.

Les unitats de massa són possiblement les que més freqüentment es fan servir, especialment grams (g) i quilograms (kg). El Mg també es fa servir sovint, tot i que normalment se'n diu tona. El Pg ja queda fora de l'àmbit d'ús domèstic, ja que equival a mil milions de tones.

La unitat monetària escollida en aquest treball és l'euro (€), ja que és la moneda pròpia dels lectors. En cas que les dades originàries estiguin en una altra moneda, en la majoria dels casos en dòlars dels EUA, s'han convertit segons els tipus de canvi oficials mitjans de cada any. Un cop convertit a €, s'ha corregit segons les dades d'inflació per ser equivalents a la capacitat adquisitiva dels € de 2012. Per tant, al llarg de tot el text, totes les unitats econòmiques estan expressades en euros equivalents de 2012, encara que serveixin per expressar dades d'anys anteriors.



I. EL MÓN DELS COMBUSTIBLES FÒSSILS



1 BREU HISTÒRIA DELS COMBUSTIBLES FÒSSILS

Els combustibles fòssils

Els combustibles fòssils són materials resultants de la descomposició parcial de matèria orgànica, transformats al llarg de milions d'anys per la pressió i la temperatura causada per les capes de sediments acumulades sobre seu. Els principals combustibles fòssils són el petroli, el gas natural i el carbó.

Com que requereixen processos de milions d'anys per arribar a l'estat actual, es pot considerar que no se'n generen de nous, així és que són recursos no renovables i, per tant, s'exauriran en el cas de seguir-los explotant. Són materials d'un elevat poder calorífic, és a dir, que alliberen molta energia en forma de calor en cremar-se. Això els fa molt útils en aplicacions que necessiten calor, ja sigui directament o per transformar-la en un altre tipus d'energia.

Primers usos dels combustibles fòssils

La relació entre la humanitat i els combustibles fòssils comença durant l'antiguitat. S'extreien d'afloraments naturals o en la construcció de pous d'aigua o de salmorres a diferents indrets del món i es feien servir per a diverses aplicacions. Hi ha constància d'explotacions de carbó a Gran Bretanya el tercer mil·lenni aC per a pires funeràries, i al primer mil·lenni aC ja es feia servir a Fushun, la Xina, en la forja de coure. D'altra banda, a l'actual província xinesa de Sichuan, durant el segle IV aC, es perforaven pous de més de 250 metres amb canonades de canyes de bambú per obtenir gas natural. El gas extret s'utilitzava per evaporar l'aigua i obtenir sal, així com en altres aplicacions. També són destacables les nombroses referències històriques al petroli de Bakú, actual Azerbaidjan, a la riba del mar Caspi, que

mostren que era explotat des d'antic i comercialitzat en una àmplia zona d'Àsia i Europa. Altres referències històriques mostren activitat del petroli o gas natural a llocs tan diversos com Polònia, França, Veneçuela o els EUA.

Malgrat el coneixement que diverses civilitzacions en localitzacions molt distants tenien de l'existència i les propietats dels combustibles fòssils, el seu ús va tardar a generalitzar-se. No va ser fins al segle XIII que el carbó es va popularitzar a Europa per a la forja de metalls. Els usos del gas natural i petroli es limitaven a diverses aplicacions medicinals, militars, o a la construcció i impermeabilització de vaixells. Per exemple, els natius de la zona d'Athabasca, al Canadà, han fet servir durant segles els afloraments superficials de sorres bituminoses en la construcció de canoes.

Eclosió

La patent de la màquina de vapor per part de James Watt l'any 1769 i la seva ràpida popularització en la utilització en processos industrials com la mineria o en el sector tèxtil va marcar un punt d'inflexió en la demanda i utilització dels combustibles fòssils. Aquesta primera etapa de la revolució industrial es va desenvolupar gràcies a l'energia del carbó. El 1846, el físic canadenc Abraham P. Gesner va obtenir un combustible líquid a partir del carbó que anomenà querosè, més eficaç i barat que els olis de balena o els olis vegetals utilitzats fins aleshores. L'any 1853, el polonès Ignacy Łukasiewicz obtingué el querosè per destil·lació del petroli, que es va fer servir inicialment per a il·luminació, i que, juntament amb la incipient indústria petroquímica (pintures, dissolvents, etc.), impulsà l'extracció del petroli durant la segona meitat del segle XIX. L'Imperi Rus, especialment a la regió de Bakú, fou pioner de l'explotació petrolífera i en liderà la producció en la primera època, incloent la perforació del primer pou modern, el 1854, i la construcció de la primera refineria, el 1859.

Els germans suecs Nobel van crear la societat Branobel l'any 1876, una de les petrolieres més grans de l'època (9 % de la producció mundial en el seu apogeu), que operava a Bakú i altres localitzacions a la costa del mar Caspi. Branobel destacà per l'aplicació de solucions avançades: l'ús de dipòsits tancats que permetien l'emmagatzematge i el transport ferroviari del petroli, la construcció del primer petrolier (Zoroastre, 1878) i del primer oleoducte per connectar el camp petrolier amb la refineria, el 1878. A cavall dels segles XIX i XX, l'Imperi Rus produïa quasi la meitat del petroli mundial, el 95 % del qual es produïa a Bakú. Entre 1896 i 1906 es construï

l'oleoducte que unia Bakú (mar Caspi) i Batumi (mar Negre), de 835 km i 16 estacions de bombeig. L'any 1920 els soviètics van prendre el control de Bakú i nacionalitzaren la indústria petrolera.

A Amèrica del Nord, tot i que s'utilitzaven hidrocarburs amb anterioritat a 1850 (afloraments, emanacions, pous de salmorra, etc.), es considera que la indústria petrolera començà el 1859 amb la perforació d'un pou a Titusville, Pennsilvània, EUA, per part de l'enginyer Edwin Drake. L'èxit del sistema de perforació de Drake va encoratjar l'exploració i desenvolupament d'altres jaciments per tot el país. Entre les nombroses companyies d'extracció i refinament de petroli destaca la creació el 1870 de la companyia Standard Oil de John Rockefeller, que va anar comprant progressivament les empreses competidores fins a aconseguir el monopoli de la indústria petrolífera americana. D'aquesta manera, el 1890 refinava i distribuïa més del 90 % del petroli dels EUA. Aquesta enorme concentració de poder va suscitar una oposició que l'empresa va voler contrarestar amb la creació de Standard Oil Trust, que aglutinava diverses empreses sota una mateixa direcció. Després d'un llarg litigi, el Tribunal Suprem dels EUA decretà el 1911 la fragmentació de Standard Oil en 34 empreses independents, que són l'origen de moltes de les grans companyies d'hidrocarburs actuals, entre les quals destaca ExxonMobil. Amb el descobriment del petroli de Texas i de la costa del golf de Mèxic, els EUA es van situar en el lideratge mundial de la indústria del petroli, que ja no perdrien fins la dècada de 1970.

Durant la segona meitat del segle XIX també van començar les activitats petroleres en altres indrets de món: es van perforar pous a Europa (Bóvrka a Polònia, el 1855; i Bend a Romania, el 1858), s'inaugurà la primera refinaria de grans dimensions (Ploiești a Romania, el 1856), s'inicià l'explotació del jaciment de Piura (Perú, el 1863), es perforà el primer pou al llac de Maracaibo (Veneçuela, el 1878) i la companyia holandesa Royal Dutch va descobrir petroli a Sumatra (Indonèsia, el 1885). Ja en el segle XX, el descobriment de petroli a Pèrsia (actual Iran) donà peu a la creació de l'Anglo-Persian Oil Company l'any 1908, i es va trobar petroli a Tampico (costa mexicana del golf de Mèxic) el 1910. Així, doncs, en el moment en què va arribar el motor d'explosió, la indústria petrolera mundial ja estava en marxa.

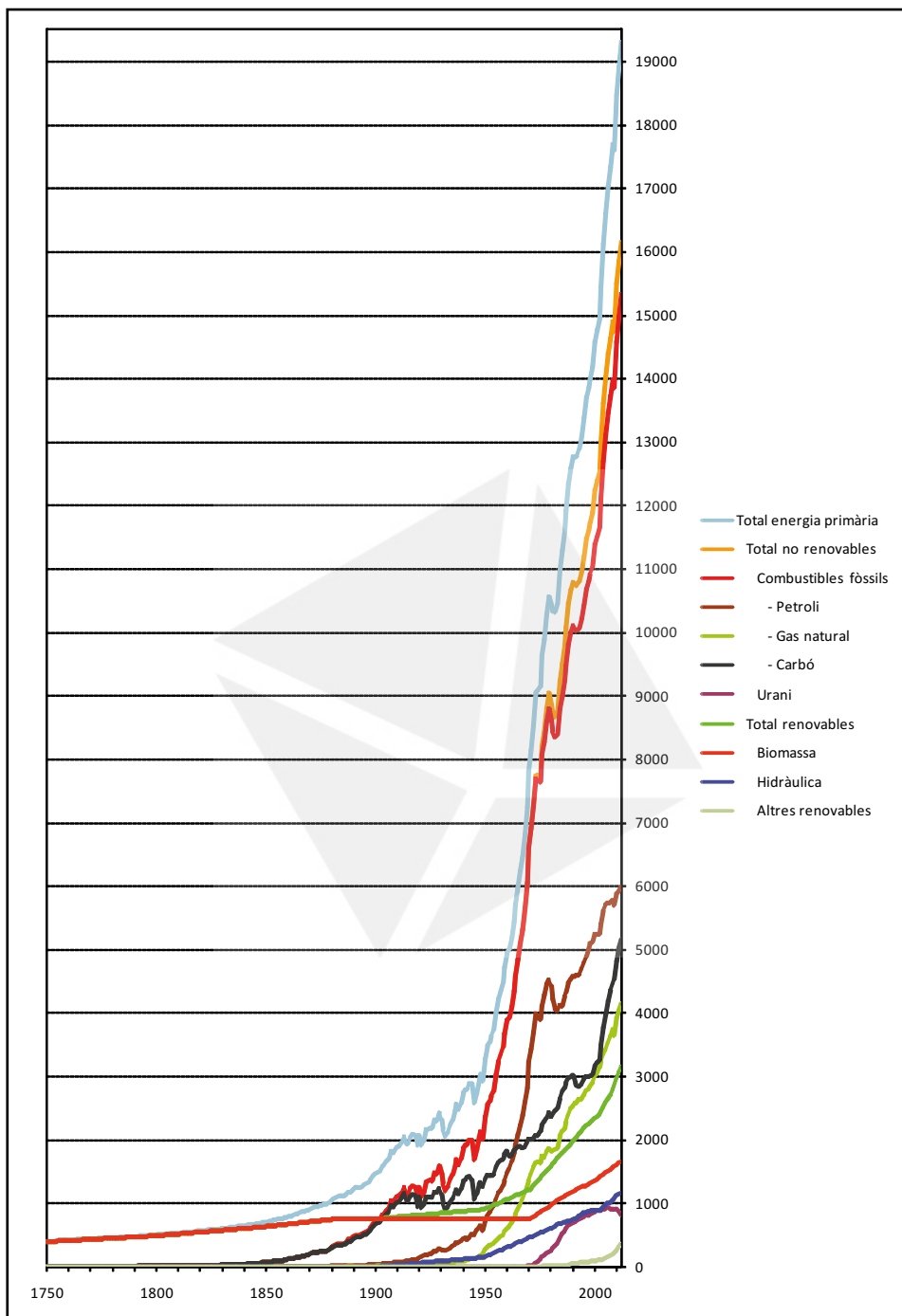


Figura 1. Consums de les diferents fonts d'energia primària (GWh) des de 1750.

Índex

Sumari	5
Introducció	7
Motivació	7
Temàtica	8
Fonts	9
Metodologia	10
Energia útil i energia primària	10
Equivalències: energia tèrmica equivalent	12
Unitats	13
I. El món dels combustibles fòssils	15
1 Breu història dels combustibles fòssils	17
Els combustibles fòssils	17
Primers usos dels combustibles fòssils	17
Eclosió	18
Apogeu	21
Els vehicles i el petroli	21
Els hidrocarburs en la primera meitat del segle xx	22
Els hidrocarburs en la segona meitat del segle xx	23
Creació de l'OPEP el 1960	24
Les crisis del petroli de 1973 i 1979	24
Cim i declivi	25
Reserves	28
Càlcul de reserves	30
Darreres comptabilitzacions	30
Evolució de les reserves	31
Reserves de gas natural	33
Reserves de carbó	35

Geopolítica de les reserves	36
Evolució de consums i preus. Tendències històriques	43
Emissions contaminants	45
Diòxid de carboni	46
Emissors de diòxid de carboni	49
2 Moviments d'hidrocarburs	51
Factures i transferències de fòssils al món	52
Activitat d'hidrocarburs	52
Transferències d'hidrocarburs	54
Factures d'activitat i transferència	56
Bloqueig tecnològic	59
Principals exportadors i importadors: dependències	59
Marc geogràfic	59
Consum i producció	61
Balanços de fòssils i graus d'autosuficiència	62
Factures exteriors de fòssils	65
Efectes de les factures exteriors en les economies regionals	67
Països consumidors: exemples	69
Estats Units d'Amèrica	70
República Popular de la Xina	71
Japó	72
Països exportadors: exemples	73
Federació Russa	74
Aràbia Saudita	74
3 Europa	77
Combustibles fòssils a Europa	79
Producció: apogeu i declivi	79
Principals potències econòmiques europees	81
Efectes econòmics	83
Catalunya	86
4 Escenaris de futur	89
Previsions i decisions	89
Els informes WEO	92
Projeccions de futur	93
Evolució dels informes	95
Transferències d'hidrocarburs i econòmiques	97

Els informes de l'IPCC	98
Projeccions	99
Mecanismes de mitigació	101
II. Un món sense combustibles fòssils	103
La transició energètica renovable	108
Tecnologia de la transició	109
Estoc i flux	111
Transició i societat	112
Conclusions	113
Enllaços d'interès	117
Administració d'Informació d'Energia (Energy Information Administration - EIA)	117
Agència Internacional de l'Energia (AIE)	117
Panell Intergovernamental contra el Canvi Climàtic (IPCC)	118
Indexmundi	118
Centre d'Anàlisi de la Informació sobre el Diòxid de Carboni (CDIAC)	118
REN21. Xarxa de Polítiques sobre Energia Renovable per al segle XXI	118

