

Energia nuclear o energies alternatives



Manuel Adelantado

% attac
justícia econòmica global

ENERGIA NUCLEAR
O
ENERGIES ALTERNATIVES

MANUEL ADELANTADO

5
ediciones ● Attac Catalunya



attac

Agraïments

A totes les persones que han fet possible aquesta publicació amb la seva aportació desinteressada.

Al seu autor Manuel Adelantado, físic, a Luis Edo, per la presentació, a Marina Pino per la correcció d'estil, a Dolors per la traducció al català, a Rafa Partagás, per la diagramació

A vosaltres també, lectors, que podeu fer-ne difusió tant com vulgueu: ja que aquest llibre és de lliure difusió (copyleft) amb el prec que sigui esmentada la procedència en el seu cas.

Imprimeix A.G.Alpres D.L. B-3506-2007

5

ediciones ● Attac Catalunya

PRESENTACIÓ

Tens a les teves mans un nou llibret de la col·lecció d'Attac-Catalunya que tracta sobre les centrals nuclears. No és un tema específic d'Attac, però quan es va plantejar la seva publicació vam entendre que havia de formar part de la col·lecció per diversos motius.

Entenem que el tema que planteja té una rigorosa actualitat i està estretament relacionat amb les qüestions de contingut econòmic: control dels mercats financers, abolició dels paradisos fiscals, taxes globals, redistribució de la riquesa, defensa dels serveis públics i justícia fiscal, que des d'Attac venim plantejant.

Estem assistint a una ofensiva en tota regla del lobby nuclear, tant a escala nacional com internacional, per a reprendre i impulsar la construcció de noves centrals nuclears. Fa molts anys que ja se sabia que els combustibles fòssils com el petroli s'anaven esgotant, però els interessos de les petrolieres i la miopia dels responsables polítics es van conjurar per a no impulsar les energies alternatives amb la determinació i l'adjudicació de recursos econòmics que haguessin estat necessaris. Ha transcorregut el temps sense que els governs hagin assumit aquesta situació amb plena responsabilitat, i a l'augment de la demanda de petroli dels països desenvolupats, s'han sumat aquests anys l'Índia i la Xina. Ara es vol presentar la construcció de noves centrals com un fet inevitable. Es diu que ja no queda temps per posar a la disposició de la demanda altres possibles alternatives i es minimitzen els

riscos i servituds que l'emmagatzematge dels residus tindrà per a la humanitat en milers d'anys.

Novament el poder econòmic i els seus servidors recorren a les estratègies de les mitges veritats, a la por i al xantatge. D'una banda s'apunta als avenços científics en matèria de seguretat de les centrals, quan tot sembla indicar que aquesta seguretat sempre estarà lluny d'aconseguir-se. Alhora, s'indueix a les generacions actuals a adoptar una actitud insolidària i immoral vers les generacions esdevenidores, si pel temor a l'efecte d'una possible crisi energètica en un futur més o menys pròxim, se'ls condemna a sofrir els efectes imprevisibles de l'emmagatzematge dels residus radioactius durant milers d'anys.

També optem per la publicació d'aquest llibre en coherència amb la nostra identitat de moviment d'educació ciutadana orientada a l'acció i a la participació en tot allò que ens afecta, i està clar que aquest tema ens afecta molt directament.

Creiem, modestament, que amb la publicació d'aquest llibre estem unint el nostre esforç a quants companys i companyes duen anys denunciant el despropòsit de les centrals nuclears, i per extensió a tot del moviment ecologista en el seu conjunt, els postulats del qual hem anat incorporant al nostre treball de divulgació. El propi autor del llibre, Manuel Adelantado, ha manifestat en alguna ocasió que va ser a través d'Attac, de la nostra Escola d'Estiu, on es va reforçar la seva sensibilitat ecologista. Així doncs, ens congratulem d'integrar el nostre discurs i la nostra lluita amb les del moviment ecologista, en una visió de confluència altermundista i de transformació social que tots desitgem.

ÍNDEX

| | |
|--|----|
| 1. Introducció | 9 |
| 2. Funcionament bàsic d'una central nuclear | 11 |
| 2.1 Reacció nuclear de fissió..... | 11 |
| 2.2 Esquema d'una CN | 12 |
| 2.3 Riscs d'accident i de contaminació encoberta..... | 14 |
| 2.4 Objectiu d'atacs terroristes | 18 |
| 3. Cicle del combustible | 21 |
| 3.1 Consum anual de combustible i producció de CO ₂ | 21 |
| 3.2 Mines d'urani | 22 |
| 3.3 Enriquiment i fabricació de les piles de combustible | 25 |
| 3.4 Combustible gastat | 26 |
| 3.5 Magatzems de residus. ATC | 28 |
| 4. Independència energètica i fiabilitat del subministrament | 33 |
| 5. Responsabilitat civil i Consell de Seguretat Nuclear (CSN) | 37 |
| 6. El miratge nuclear. Inviabilitat econòmica | 41 |
| 7. Energia de fusió. El projecte ITER..... | 45 |
| 8. Energies alternatives. Informe de Greenpeace "Renovables 2050) 47 | |
| 8.1 Energia eòlica | 50 |
| 8.2 Energia solar..... | 57 |
| 8.3 Energia mareomotriu | 61 |
| 8.4 Energia de les onades | 61 |
| 8.5 Energia mini hidràulica | 61 |
| 8.6 Energia geotèrmica..... | 63 |
| 8.7 Biomassa..... | 63 |
| 8.8 Hidrogen | 64 |
| ANNEX-1 Parcs nuclears espanyol i francès..... | 67 |
| ANNEX-2 Dosi de radiació i efectes sobre la salut..... | 71 |
| ANNEX-4 Enllaços d'interès | 73 |

1. INTRODUCCIÓ

Una central nuclear (CN) té una vida productiva de 40 anys. Durant aquest curt període generarà més de 1.000 tones de combustible gastat i mils de bidons de residus de mitjana i baixa activitat, que hauran de custòdia, durant milers d'anys, les generacions futures.

Al problema que plantegen els residus se n'hi han d'afegir dos més, també greus. La mineria d'urani, igual que el petroli, manté la nostra dependència energètica d'uns pocs països productors i provoca un impacte enorme, que està sistemàticament exclòs de la comptabilitat mediambiental.

Les instal·lacions nuclears, a més d'ésser un blanc estratègic per als atacs terroristes han viscut una història plena d'avaries i accidents que han estat greus o fins i tot catastròfics.

Començarem aquest llibret amb la descripció del funcionament bàsic d'una CN de manera que sigui assequible a tots els lectors. Això ens permetrà analitzar els riscos que implica aquest tipus d'instal·lacions.

Seguirem després el cicle del combustible des que s'extreu de la mina fins que és diposita en piscines, quan les seves propietats ja s'han esgotat. L'estudi acurat del cicle de l'urani ens permet veure que és fals que l'energia nuclear (EN) és una energia neta.

Analitzarem la suposada independència energètica, com n'és de fiable el subministrament nuclear i el paper del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), l'organisme que té la missió de vetllar per la nostra seguretat.

La inviabilitat econòmica d'aquesta energia es fa patent si comptabilitzem tots els costos i les subvencions governamentals que rep. I si hi afegim la inexistència de prou urani al planeta, arribarem a la conclusió que l'energia nuclear de fissió no es pot considerar una alternativa als combustibles fòssils.

La impossibilitat tècnica d'explotar comercialment la fusió (l'energia del futur, diferent de la fissió), almenys durant les properes quatre dècades, fa que tampoc aquesta altra forma d'EN pugui ser contemplada com una alternativa al petroli, l'escassetat del qual (**peak oil**) (1) tothom admet que tindrà lloc molt abans d'un termini de 40 anys.

Parlarem d'alternativa sostenible en un darrer capítol. Hi ha un repertori variat de fonts d'energia renovables que només esperen que es desenvolupin i ens ofereixen la possibilitat de satisfer abastament la necessitat de consum energètic a Espanya que es preveu pel 2050. L'interessantíssim informe «Renovables 2050» de Greenpeace ens proporciona xifres concretes dels sostres de potència disponibles amb cada font renovable, amb les que podríem satisfer 56 vegades la demanda prevista de consum elèctric peninsular.

El llibre acaba amb una llista de les instal·lacions nuclears que hi ha a Espanya i a França, una ullada al concepte de Dosi i els seus efectes sobre la salut i una llista d'enllaços que m'han estat molt útils per obtenir les dades que s'hi inclouen.

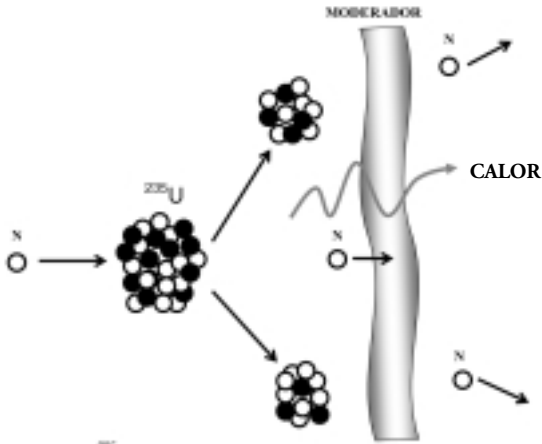
(1) peak oil: paraula anglosaxona per designar l'instant en què la producció de petroli arribarà al punt màxim. A partir d'aquest moment, la producció (el nombre de barrils) començarà un descens inevitable, que s'agreuja per dues circumstàncies: Els dipòsits semiexhaurits, i cada vegada a més profunditat, suposen una dificultat geològica que fa que l'extracció del cru sigui cada vegada més cara; El creixement desenfrenat de la demanda juntament amb el desenvolupament econòmic de l'Índia i la Xina provoquen un augment del consum d'un producte que escasseja cada vegada més.

2. FUNCIONAMENT BÀSIC D'UNA CENTRAL NUCLEAR

2.1 Reacció nuclear

De manera semblant a les centrals tèrmiques, una CN és una instal·lació pensada per fer bullir aigua. La seva peculiaritat consisteix en la manera d'obtenir la calor que ens permeti aconseguir que l'aigua líquida es converteixi en vapor a alta pressió.

La font de calor d'una CN és la «**fissió nuclear**», que trenca, escindeix, el nucli de l'àtom d'urani 235 (^{235}U) mitjançant l'impacta amb un neutró N.



El nucli de ^{235}U es pot trencar segons diverses possibilitats, que donen lloc a les diferents cadenes de desintegració. Però hi ha un fenomen comú a totes elles, d'una importància especial:

A més dels dos nous nuclis que s'han fet, la fissió del ^{235}U produeix 3 neutrons nous i cadascun d'ells podrà produir la fissió d'altres nuclis. L'excés de neutrons que té lloc en la fissió s'ha de controlar per evitar que hi hagi una **reacció en cadena** semblant a la que es produeix en l'explosió d'una bomba atòmica.

El control dels neutrons s'aconsegueix introduint substàncies moderadores a les piles de combustible. Aquests **elements moderadors** poden capturar els neutrons. A mesura que introduïm els moderadors, refredem la reacció.

2.2 Esquema bàsic d'una central nuclear

Fem un breu recorregut pels principals elements que formen una CN típica com les que tenim a Ascó.

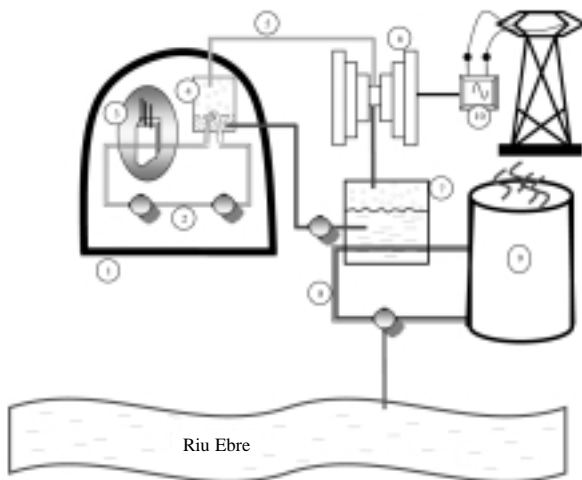
L' **edifici de contenció** (1) és un cilindre de formigó amb una cúpula esfèrica blindada amb una capa d'acer. Dintre seu hi ha el **reactor** (3), el **circuit primari** (2) i els **generadors de vapor** (4).

Dins del reactor hi ha les **piles de combustible**, on es produeix la fissió nuclear que hem descrit.

Les piles de combustible estan penetrades per les barres de control, o **elements moderadors**, que són les que permeten refredar o accelerar la reacció segons si s'introdueixen o es treuen de dins les piles. Si les hi introduïm totes, pràcticament pararem la reacció nuclear, amb la qual cosa conduïrem el reactor a la situació de «**parada segura**».

La calor que es desprèn de la fissió l'absorbeix l'aigua del circuit primari. Aquesta aigua ha d'estar en contínua circulació, en un circuit tancat que n'impedeixi l'ebullició. És per aquest motiu que arriba a tenir temperatures superiors als 200°C i unes pres-

sions molt altes. La denominació PWR d'aquest tipus de reactors prové d'aquest fenomen (Pressurized Water Reactor).



- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Edifici de contenció | 6. Turbines |
| 2. Circuit primari | 7. Condensador |
| 3. Nucli del reactor | 8. Circuit de refrigeració |
| 4. Generador de vapor | 9. Torre de refrigeració |
| 5. Circuit secundari | 10. Generador elèctric |

La calor que absorbeix el circuit primari passa, dins el **generador de vapor** (4), a l'aigua del **circuit secundari** (5) i aquesta, sí que bull. El vapor que produeix és el que fa girar les **turbines** (6), les quals fan girar el **generador d'electricitat** (10), que injecta a la xarxa l'energia elèctrica que s'ha generat, degudament transformada en alta tensió.

El vapor que es genera ha de refredar-se una altra vegada i s'ha de líquar per tornar-lo a introduir dins el circuit secundari per completar el cicle. Això requereix que es refredi dins el **condensador** (7) mitjançant l'aigua del **circuit de refrigeració** (8), bona part de la qual s'evapora a la **torre de refrigeració** (9).

2.3 Riscos d'accident i contaminació encoberta

Ara repassarem els elements que hem descrit i analitzarem els riscos (2) que cada un implica i els accidents que ja han provocat. La llista és interminable i només en citaré alguns, els més coneguts o els que són més a prop nostre en l'espai i en el temps.

Comencem per les **barres de control** o elements moderadors que hem dit que serveixen per controlar la potència del reactor i portar-lo a una situació de «parada segura». Aquesta operació, que consisteix a introduir completament les barres, necessita un procediment que dura unes quantes hores, raó per la qual no és útil davant una situació d'emergència que necessita una resposta immediata.

De fet, l'accident de Txernobil es va produir perquè, després d'un seguit d'errors humans, es va voler parar el reactor que assenyalava una alarmant pujada de potència. En aquell moment, les barres de control estaven inutilitzades, possiblement s'havien deformat per l'excés de temperatura. Es va produir la fusió total del nucli del reactor i l'explosió que hi va haver a continuació va fer volar el sostre de 100 tones de pes del reactor, fent

(2) A les dificultats tècniques que impliquen unes instal·lacions per on circula aigua sotmesa a pressions i temperatures molt altes s'hi han d'afegir dos altres factors que compliquen encara més el seu envelliment:

1. Les partícules gamma (fotons emesos en la reacció nuclear) provoquen la modificació de les propietats mecàniques dels materials. Això fa que amb el temps aquests materials es tornin fràgils i trencadissos.
2. Les centrals com Vandellòs, ubicades al litoral, utilitzen aigua del mar per al circuit de refrigeració. La salinitat de l'aigua provoca greus problemes de corrosió.

sortir el gegantí núvol radioactiu que va recórrer la meitat d'Europa i que, vint anys després, encara provoca tragèdies humanes a la veïna Bielorrússia.

Una avaria típica es registra quan apareixen esquerdes a la tapa del reactor, com va passar l'any 1991 a Bugey-2 (França) o a Ascó-2 (el febrer del 2001).

El circuit primari conté aigua desmineralitzada, que s'encarrega d'absorbir la calor que es genera en el reactor. El nivell de contaminació radioactiva de l'aigua del primari és molt alt, per la qual cosa és imprescindible mantenir l'estanqueïtat d'aquest circuit i evitar una fuga a l'exterior.

Amb un sistema redundat de bombes, l'aigua del primari està en contínua circulació. Una fallada del sistema de bombeig o una pèrdua de líquid en el circuit primari seria catastròfic perquè l'augment incontrolat de temperatura provocaria la fusió del nucli i la pèrdua de control del reactor. Aquest fou l'accident que patí **Three Mile Island** (Harrisburg, EE.UU.) l'any 1979, quan es va produir una **fusió parcial del nucli** del reactor.

Un altre problema que té la fuga de líquids del circuit primari cap al secundari és l'emissió a l'exterior de dosis altes de radioactivitat. És el que va passar a Ascó 2, el 30 de maig de 2006, quan una **fuga de 3 litres per minut** del circuit primari va obligar a parar la CN durant 4 dies. Les normes ETF (3) assenyalen el valor de 3,78 litres per minut perquè una fuga d'aquest tipus impliqui la parada obligatòria de la central nuclear. Com que la fuga va ser de 3 litres per minut no es va donar importància al succés.

El 29 de març de 2006 es va despendre una peça del generador de vapor i es va haver de fer una **parada no programada** a la CN Vandellòs-2. Els responsables de la CN van qualificar de

(3) **ETF** Especificacions Tècniques de Funcionament

poc habitual aquest tipus de parades, i van creure que era innecessari activar el PENTA (4). El dia 30 de març, Ascó-2 va patir una altra parada no programada ocasionada per una avaria de la qual parlarem més endavant. El 15 de febrer del mateix any, Vandellòs-2 havia ja sofert una altra parada (una fallada del control de velocitat de la turbina).

L'endemà, 16 de febrer, la central de Trillo també va parar per una fallada en una bomba del circuit primari.

Després de consignar aquesta ratxa d'avaries, és oportú citar l'**antiguitat del parc nuclear espanyol**, una circumstància que està fent aparèixer, amb una periodicitat quasi setmanal, avaries i contratemps. Davant aquest panorama, és d'especial gravetat i irresponsabilitat l'afany del grup de pressió nuclear per perllongar la vida d'aquestes instal·lacions obsoletes. Un cop amortitzats els costos d'instal·lació, el seu desig és perllongar-les tant de temps que siguin possibles uns beneficis astronòmics (5) menyspreant els gravíssims riscos que això té per a la població.

Hem de dir també que tanta continuïtat en les avaries no és patrimoni exclusiu de les instal·lacions espanyoles. Així, l'agost de 2006 es van apagar 4 dels 10 reactors suecs, 2 de Forsmark i 2 d'Oskarshamn, motiu pel qual a Europa va renéixer el temor al risc nuclear.

Seguint amb el nostre itinerari per l'esquema de la CN arribem al **circuit secundari** que porta l'aigua, l'ebullició de la qual fa girar les turbines. En aquest circuit habitualment es produeixen emissions de **trití** (6) a l'exterior, que el CSN considera normals i accepta.

(4) PENTA pla d'Emergència Nuclear de Tarragona

(5) Una CN estàndard de 1.000 MW pot arribar a facturar fins a 2 milions d'euros diaris

(6) **Trití**. Isòtop radioactiu de l'hidrogena que es descompon i emet partícules ?

El **generador elèctric**, que les turbines mouen, proporciona l'energia elèctrica que s'injecta a la xarxa. Dintre seu hi ha un alternador que gira a 1.500 voltes per minut, envoltat d'una atmosfera d'hidrogen. Doncs bé, una pèrdua d'estanqueïtat d'aquest hidrogen va ser el que va causar la parada no programada a Ascó-2, el 30 de març, que hem citat abans.

El 19 d'octubre de 1989, Vandellòs-1 va viure un accident gravíssim que va provocar el seu tancament definitiu. Un incendi que es va iniciar al generador elèctric va adquirir unes proporcions tan alarmants que es va posar en perill la integritat del reactor. A aquest accident se li va adjudicar el nivell 3 de l'escala **INES** (7) de successos nuclears, i és **el més greu de tots els que s'han produït a Espanya** fins ara. És un exemple prou clar que un succés que es produeix en els sistemes no nuclears pot fer perillar la seguretat del reactor i arribar a convertir-se en el principi d'un accident greu.

Es va trigar 3 anys (de 1991 a 1994) per retirar el combustible, que es va traslladar a França. Els treballs de condicionament de l'espai no van ser enllestits fins al 2001 i ara s'han d'esperar 30 anys més per desmantellar-la. Hi ha també la circumstància que França tornarà l'any 2010 aquest combustible i que Espanya haurà de pagar-li 57.000 euros per cada dia de retard en aquest retorn, a partir de l'1 de gener de 2011. Això ha obligat el Govern de Rodríguez Zapatero a començar la construcció del primer magatzem de residus de l'Estat espanyol, del qual parlarem en el capítol dedicat al combustible.

(7) L'escala Internacional de Successos Nuclears (INES) es va posar en marxa a Espanya l'1 d'octubre de 1990. Quan va passar l'accident de Vandellòs 1, l'any 1989, aquest procediment encara no era vigent. Des aquell moment a Espanya s'han registrat 27 incidents que superen el nivell 0. Tots foren de nivell 1, menys el de Trillo, el 31 de gener de 1992 (quatre sensors del nivell d'aigua del sistema de refrigeració estaven mal connectats i enviaven senyals errades a la sala de control) (Font. CSN)

Acabarem aquest recorregut amb el circuit de refrigeració. Al litoral, la refrigeració es fa amb aigua de mar, que té una disponibilitat inesgotable, encara que planteja greus problemes de corrosió a causa de la seva salinitat. Lluny del litoral, el circuit de refrigeració ha de consumir aigua dels rius, i és inevitable l'evaporació de 3,2 litres per cada Kwh que es genera.

Aquest consum d'aigua fa que una central estàndard de 1.000 MW pugui evaporar anualment una quantitat d'aigua superior als 20 hm³ d'aigua (8), que equival a realitzar un **transvasament encobert dels rius** cap a l'atmosfera, cosa que no té en compte cap administració.

2.4 Objectiu d'atacs terroristes

Per desgràcia, en aquests moments un atemptat de gran magnitud contra una instal·lació nuclear no és menyspreable i s'ha de tenir en compte. Els atemptats de l'11-S a New York i de l'11-M a Madrid van deixar prou clar que el terrorisme internacional no s'acoquina ni davant el nombre de víctimes ni davant l'envergadura de l'objectiu.

Les conseqüències d'un atac aeri a una CN només les podem imaginar si recordem l'accident de Txernobil. Avui dia, una instal·lació nuclear representa un blanc fàcil i assequible per a un atac suïcida com el de les torres bessones. L'edifici de contenció, on hi ha el reactor i el circuit primari, és un cilindre de formigó blindat amb acer, però tot i això no resistiria l'impacte d'un avió. L'edifici de control, un lloc clau des on es maniobra la central, no té protecció. Les piscines on s'emmagatzema el combustible gasat, d'una gran radioactivitat, tampoc no tenen protecció. El circuit i la torre de refrigeració, que són imprescindibles per evacuar la calor que sobra, tampoc no tenen protecció. Protegir-les acu-

(8) 20 hectòmetres cúbics equivalen a l'aigua que hi ha en un canal de 10 m d'ample per 2 m de profunditat i 1.000 km de llargària!!!

radament significaria encarrir moltíssim més unes instal·lacions que, com veurem després, són econòmicament inviables.

Les noves centrals EPR (European Pressurized Reactor) que el consorci francès AREVA anuncia com a un exemple de la darrera tecnologia nuclear, no són altra cosa que la mateixa tecnologia d'aigua a pressió PWR amb un increment de les mesures de seguretat. Malgrat això, un informe secret de la companyia Electricité de France EDF reconeixia com n'era de vulnerable el seu edifici de contenció en cas de l'impacte d'un avió comercial. L'informe el va divulgar Stéphane Lhomme, portaveu de la xarxa francesa "Sortir du nucléaire" (9), cosa que li va costar ésser detingut per la policia antiterrorista francesa (DST), el 16 de maig de 2006. Aquest fet, a més a més de ser un atemptat contra la llibertat d'informació, és un exemple més de la manca de transparència en què es desenvolupa la indústria nuclear.

(9) www.sortirdunucleaire.org

3. CICLE DEL COMBUSTIBLE

Els qui diuen que l'energia nuclear és una manera neta de generar energia, a més d'ignorar les fuites i els consums d'aigua que hem citat, amaguen sobretot cadascuna de les etapes que recorre el combustible durant tot el seu cicle de vida. A cada etapa, els impactes sobre l'entorn són desproporcionats i al mateix temps impliquen nous riscos d'accidents tan greus com els que poden succeir a les mateixes centrals.

3.1 Consum anual de combustible i producció de CO₂

El 2003 hi havia 440 centrals nuclears a tot el món i necessitaven 68.357 tones de mineral d'urani, és a dir, una mitjana de 155 tones d'urani per any i per a cada central.

Com veurem a l'apartat següent el baix contingut d'urani de les mines que s'exploten obliga a utilitzar molta quantitat d'aquest mineral. La seva extracció, el tractament i el transport que requereix es fa mitjançant el consum de combustibles fòssils. Obtenir les substàncies químiques que s'utilitzen en el tractament també necessita uns processos que tenen un alt cost energètic. Tot això es converteix en una considerable producció de CO₂ que no tenen en compte els qui diuen que l'energia nuclear no emet gasos d'efecte hivernacle.

Un cop comptabilitzats tots els factors associats a la producció d'energia nuclear, els autors de l'informe «Nuclear Power, the energy balance» (10), J.W., Storm i P. Smith (2005)

(10) www.stormsmith.nl

van arribar a la conclusió següent:

Si el mineral explotat és de gran riquesa, el CO_2 produït pel cicle nuclear complet està entre un terç i la meitat del que produeix una central de gas d'una potència equivalent.

Però si el mineral és de baixa riquesa (menys del 0,02%) el CO_2 produït iguala el de la central de gas equivalent.

3.2 Minería d'urani

El mineral que s'explota (**pechblenda**) té un contingut molt pobre en òxid d'urani. Són típics uns percentatges de riquesa de només un 0,2%. Aquí hem d'afegir que de l'urani obtingut, només un 0,7% correspon a la varietat útil per a la fissió nuclear. Per cada tona de mineral extret s'obtenen uns 600g d'urani i d'aquests, només 5 g són de ^{235}U , que és el que es necessita (11).

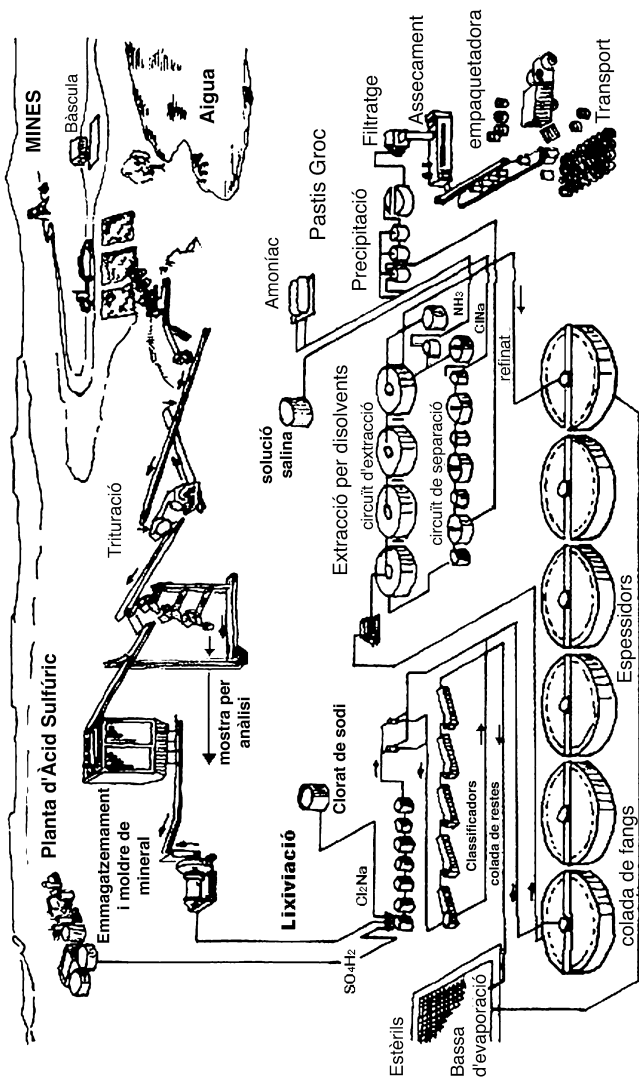


Imatge que dona idea de les dimensions de la maquinaria utilitzada en la minería de l'urani.

Així doncs, per obtenir el combustible necessari per al funcionament d'una CN durant un any, cal extraure 250.000 tones de mineral, que es tractaran amb mètodes molt tòxics i que deixaran prop d'1 milió de tones de residus perillosos.

En estat natural, la radiació que emet el mineral d'urani no té cap perill. El baix contingut d'urani, afegit al fet que està sota terra, protegit per l'escorça terrestre fan que la intensitat de radiació natural a la superfície no representi cap perill per als éssers vius. Un cop és

(11) L'urani natural conté majoritàriament l'isòtop 238. Només un 0,7% correspon a l'isòtop 235, que és l'únic que es pot usar



FÀBRICA DE CONCENTRATS (KERR-McGEEE)

extret dels jaciments i concentrat, l'urani natural està en contacte directe amb la biosfera.

El mineral extret es tritura fins que se'n fa pols per poder tractar-lo posteriorment. Aquest procés té riscos de dispersió en forma d'aerosols atmosfèrics.

L'òxid d'urani es separa del mineral triturat amb processos de **lixiviació**. Aquest procés consisteix en la separació d'una barreja utilitzant dissolvents que actuen de manera selectiva. El dissolvent és àcid sulfúric i els subproductes consisteixen en enormes quantitats de llots tòxics que, a més de substàncies químiques molt contaminants, contenen radi i tori (**elements radioactius**), a més d'una sèrie de metalls pesants que s'acumulen a les **basses de retenció d'estèrils**, on es deixen evaporar a l'aire lliure.

Tal com va passar a Aznalcóllar, l'abril de 1998, també s'han produït accidents en aquestes basses. El més greu de tots va passar a Church Rock, (EUA) el 19 de juliol de 1979, en trencar-se el dic de retenció i abocant-se al riu Puerco (un afluent del Colorado) 1.200 tones de sòlids i 378 milions de litres líquids, que van contaminar amb radioactivitat fins a 130 km riu avall.

Una variant actual d'aquest procés és la **lixiviació in situ**, que consisteix a fer la lixiviació de manera subterrània, l'àcid sulfúric (dissolvent) és injectat directament dins del jaciment. Després es bombeja cap a l'exterior la dissolució que conté l'òxid d'urani que es vol obtenir.

Donats els efectes imprevisibles del líquid de lixiviació a la roca del subsòl, el risc de contaminació dels aquífers s'escapa de qualsevol control. A més, serà impossible restaurar les condicions naturals de la zona un cop acabada l'operació de lixiviació.

La fabricació dels productes químics emprats en el procés (àcid sulfúric, calç, amines, querosens i amoníac) consumeix grans quantitats d'energia que, com hem dit, s'han de comptabi-

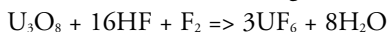
litzar en el còmput del CO₂. La quantitat de sulfúric utilitzat és tan gran que la fàbrica s'instal·la a la mateixa mina, cosa que vol dir que aquesta fàbrica també funcionarà amb combustibles fòssils.

3.3 Enriquiment i fabricació de les piles de combustible

L'òxid d'urani que s'ha obtingut (**pastís groc**) s'emmagatzema dins uns tambors que s'apilen mitjançant muntacàrregues i esperen el seu trasllat, a vegades fins a l'altre extrem del planeta.

El pastís groc conté proporcions naturals d'isòtops de l'urani. Aquest urani s'ha d'**enriquir** augmentant el seu contingut d'U235. Per a usos civils en una CN, només necessita tenir entre un 3 i un 5% de riquesa. El procés d'enriquiment és el mateix que s'utilitza per fabricar bombes, però en aquest cas l'enriquiment ha de superar el 90%. El que s'ha de fer és perllongar el procés fins a tenir el percentatge de riquesa que es desitja. Aquest és el motiu que fa que el president George Bush s'oposi que Iran enriqueixi el seu urani.

El procediment que s'empra és la **centrifugació**, que consisteix a dissoldre l'òxid d'urani amb àcid fluorhídric i gas fluor per produir hexafluorur d'urani (12) en estat gasós.



Aquest gas es transporta en grans cilindres per enriquir-lo a les plantes de centrifugació, les quals funcionen amb electricitat, de manera que aquesta etapa pot ser alimentada directament per la planta nuclear. Es pot necessitar l'energia de tot un reactor per subministrar el consum que necessita la planta d'enriquiment. Però per construir les cascades de centrífugues cal una gran quantitat de combustible fòssil.

Un cop s'ha augmentat el contingut d'U235 en l'hexafluorur

(12) L'hexafluorur d'urani UF₆ es un compost volàtil mol corrosiu i verinós.

d'urani, el gas enriquit s'ha de traslladar a la planta de fabricació de combustible nuclear. Per a aquest procés, el gas es converteix en diòxid (UO_2) en pols, es comprimeix per fabricar tacs i es cou en un forn de petroli per convertir-lo en material ceràmic.

A partir d'aquest moment, la fabricació de les piles de combustible es fa a Espanya, a **Juzbado**, un poble de la província de Salamanca, a l'empresa pública **ENUSA** (13), participada per SEPI (Sociedad Estatal de Participaciones Industriales) i CIE-MAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas).

Els tacs es carreguen en un tub d'un aliatge de zirconi; uns quants tubs s'ajunten per formar una cel·la de combustible. A la naturalesa, el zirconi apareix sempre juntament amb hafni, del qual s'ha de separar (un procés que també té un gran consum energètic) per al seu ús nuclear. I es necessiten 2 tones de zirconi per cada tona d'urani que hi ha al combustible.

Un reactor nuclear de 1.000 MW conté entre 100 i 130 tones de diòxid d'urani del qual, quasi una tercera part es canvia cada any de manera rotativa.

3.4 Combustible gastat

A l'etapa final del cicle del combustible, hi trobem un dels més greus problemes que té l'energia nuclear, la solució del qual ja fa 50 anys que no s'aconsegueix i tampoc no hi ha esperances d'aconseguir-la en un futur immediat. Cada CN produeix anualment unes 30 tones de combustible gastat.

Malgrat que la seva vida útil s'hagi esgotat, aquest material segueix sent altament radioactiu motiu pel qual s'ha d'emmagat-

(13) A ENUSA Industrias Avanzadas S.A., abans Empresa Nacional del Uranio S.A., se li ha atorgat la sisena pròrroga per una durada de deu anys del permís d'exploració de la fàbrica de combustible de Juzbado. Publicat al BOE núm. 182, de l'1 d'agost de 2006.

zemar i s'ha de custodiar amb estrictes mesures de seguretat.

En la fissió d'U-235, s'hi produeixen nuclis més lleugers (iode, cessi, estronci o manganès), denominats **productes de la fissió**. Aquests productes són altament radioactius i tenen **períodes de semidesintegració** ⁽¹⁴⁾ que duren uns quants centenars d'anys. La radioactivitat que desprenen és tan gran que l'energia emesa pot generar potències de fins a 1,6 Mw per tona de residus en forma de calor. Aquesta és una característica fonamental quan es tracta de resoldre el problema dels residus: els productes de la fissió són molt calents i s'han de **refrigerar** per evacuar la calor que es produeix. Per tant, són introduïts en piscines a la mateixa central i s'hi fa circular aigua perquè estiguin permanentment refrigerats.

A més dels productes de fissió, en el nucli del reactor es produeixen altres reaccions subsidiàries que donen com a resultat un segon tipus de nucleïds que es troben en el combustible gastat de les centrals nuclears: els **transurànids**. Encara que la seva activitat és menor que la dels productes de la fissió, tots tenen un **període de semidesintegració** de desenes de milers d'anys, la qual cosa els fa tòxics per un temps aproximat de 250.000 anys.

La muntanya de Yucca, al desert de Nevada (EEUU), depositària de residus d'alta activitat, era un volcà fa només 20.000 anys, i en fa 5.000, que el Sàhara era un verger. Qui ens pot

(14) Període de semidesintegració és el temps que triga a desintegrar-se la meitat dels nuclis presents en una mostra. Per als transurànids pot ser de milions d'anys. Valors típics

| | |
|------------|--------------------|
| Urani235 | 700 milions d'anys |
| Urani238 | 4.500 “ |
| Neptuni237 | 2.130.000 “ |
| Plutoni239 | 24.400 “ |
| Plutoni240 | 6.600 “ |

No s'ha de confondre amb la vida mitjana, la mitjana de temps que triga un únic nucli radioactiu a desintegrar-se.

garantir que aquestes substàncies perilloses estaran sota control tot aquest temps? Fins i tot sembla difícil pensar que les generacions futures, al cap d'uns segles, encara recordin que aquests materials existeixen. No oblidem que la història de la humanitat només té 20.000 anys.

Finalment, es generen altres substàncies, els **verins nuclears**, per la propietat que tenen d'absorbir neutrons, un procés que fa que actuin com a elements moderadors que treuen potència al reactor. L'acumulació d'aquests verins a les barres de combustible és un altre motiu que requereix la renovació del combustible, unes 30 tones per cada CN i any.

La llarga vida d'aquestes substàncies és, no hi ha dubte, el problema tècnic més greu, però no és l'únic. A causa de les desintegracions es generen gasos nobles. Concretament, cada any es genera un volum aproximat de gas igual al volum de residus, cosa que fa que augmenti greument la pressió al contenidor. S'ha de tenir en compte aquest fet quan se'n fan els dissenys i també cal preparar algun sistema per evacuar els gasos o alguna forma de resistir la pressió. Un altre problema és la calor que se'n desprèn, que fa necessari pensar en sistemes de refrigeració o de difusió de la calor per evitar que es fonguin els residus i la mateixa contenció. Un altre gran problema tècnic és la radioactivitat emesa, que modifica les propietats dels materials. Ja que un bombardeig intens de rajos gamma fa que els materials que eren resistents es tornin fràgils.

3.5 Magatzems de residus. ATC

Les perilloses propietats del combustible gastat són el motiu que mai no s'hagi trobat un lloc idoni per dipositar-lo. S'han proposat molts tipus d'alternatives, fins i tot la de llençar-lo a l'espai. Per sort, el cost d'una operació així va fer que els temeraris promotors de la idea, l'abandonessin.

Durant un temps es van llençar a les **fosses atlàntiques** barrils, suposadament blindats, plens de combustible. Però unes oportunes fotografies de l'oceanògraf francès, Jacques Cousteau van denunciar a la comunitat internacional l'estat en què estaven aquests barrils. Completament esberlats i rebentats, s'escapaven al mar dosis perilloses de radioactivitat que, com és obvi, acabarien incorporant-se a la cadena alimentària humana.

S'ha parlat també d'**ubicacions subterrànies** en zones d'una suposada estabilitat geològica. Però acabem de veure que el període de vida activa d'alguns radionúclids que contenen aquests residus va més enllà, fins i tot, de l'edat geològica d'algunes formacions geogràfiques que qualifiquem com a estables.

Avui s'emmagatzemen en **piscines** situades dins les instal·lacions de cada CN. Però la saturació de la capacitat d'aquestes piscines, unida a la devolució del combustible de Vandellòs-1 (15) obliguen l'Estat espanyol a construir un magatzem de Residus d'Alta Activitat (RAA) abans de l'any 2011. Si calculem un termini mínim de 2 anys per a la seva construcció, és inevitable que la ubicació del magatzem es decideixi durant aquesta legislatura.

Per sort, l'Administració ha recollit una de les recomanacions que van plantejar els ecologistes i el futur **Almacén Temporal Centralizado (ATC)** serà una **instal·lació de superfície**. Almenys, aquesta alternativa permet no perdre el control dels residus amb el pas dels segles.

El futur ATC tindrà una durada de **100 anys**. Davant els milers d'anys de perillositat del material emmagatzemat, això no significa res més que «traslladar el problema a les futures genera-

(15) En interrompre la seva activitat el 1989, a causa de l'accident, el combustible de Vandellòs-1 es va portar a França. Aquest combustible ha de tornar a Espanya l'any 2010, o s'imposarà una sanció de 57.000 euros per cada dia de demora d'aquest retorn, a partir del 31 de desembre de 2010.

cions», perquè d'aquí a cent anys és molt poc probable que cap de nosaltres sigui encara aquí.

Una condició irrenunciable que els ecologistes exigim per negociar la situació de l'ATC és que s'estableixi un **calendari de tancament** de totes les CN. Mentre estiguin actives continuà inexorablement la producció de combustible gastat, resultant, doncs, impossible preveure les dimensions d'un magatzem si no sabem quina quantitat de combustible ha de guardar. Com diu Carlos Bravo, de Greenpeace, és absurd recollir amb la baieta l'aigua que sobresurt de la banyera si ens entestem a tenir l'aixeta oberta.

L'estiu del 2006 s'obre el període per presentar les candidatures dels municipis que volen albergar l'ATC i el que sigui escollit rebrà una pluja de milions d'euros que encara s'ha de fixar. La magnitud del suborn serà proporcional al refús social que desporti el projecte. El juliol del 2006 sabem que en sessió plenària els ajuntament de Vandellòs (l'Hospitalet de l'Infant), a Tarragona, i La Mierla, a Guadalajara, es van pronunciar contra la instal·lació de l'ATC en el seu terme municipal. Però els ajuntaments de Móra la Nova i Tivissa, governats majoritàriament per CiU, han deixat una porta oberta a l'ATC i es sospita que ja han començat a negociar amb ENRESA (16) d'esquena a la població.

A més dels residus d'alta activitat (RAA), se'n produeixen uns altres de baixa i mitjana activitat (RBMA), provinents de l'eina o la roba contaminada. Els RBMA els generen altres indústries,

(16) Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. – Enresa, és l'empresa pública encarregada de gestionar els residus radioactius que es produeixen al nostre país i de desmantellar les instal·lacions nuclears. Es va constituir per Reial decret 1522/1984, de 4 de juliol, com a empresa pública sense ànim de lucre i els seus accionistes són el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas – CIEMAT, i la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales – SEPI

a més de la nuclear, per exemple, la indústria farmacèutica. Els RBMA també s'han d'emmagatzemar sota custòdia. Per a aquest tipus de residus hi ha un magatzem a Córdoba, tocant a **El Cabril**.

Al final del 2005, a Espanya hi havia emmagatzemats 37.200 m³ de RBMA; aproximadament, un 75% ja són a les instal·lacions d'El Cabril, un 24% són als recintes de les centrals nuclears i el percentatge que queda és als magatzems de Juzbado i CIEMAT. Aquestes quantitats aniran augmentant a mesura que les CN segueixin funcionant. Cada CN produeix cada any 350 bidons de RBMA, a més de les 30 tones de combustible gastat que hem esmentat abans.

Per acabar aquest punt citaré el **reprocessament** nuclear, un procés que separa qualsevol element utilitzable (urani i plutoni) dels productes de fissió i d'altres materials que hi ha en el combustible gastat. Normalment, el seu objectiu és afegir aquests elements en un nou combustible d'òxid barrejat (MOX), encara que alguns reprocessaments es fan per obtenir plutoni per a armament. Aquest procés es pot utilitzar per recuperar materials d'armes nuclears obsoletes i combustibles de reactors nuclears gastats.

A Espanya, el tractament per l'ATC serà de **cicle obert**, és a dir que es limitarà a acumular els residus sense fer el reprocessament. Això fa pensar que l'alternativa del reciclatge no és cap panacea.

4. INDEPENDÈNCIA ENERGÈTICA I FIABILITAT DEL SUBMINISTRAMENT

Els partidaris de la indústria nuclear li atorguen dos avantatges, que són tan poc defensables com la neteja i el respecte pel medi ambient, que també li són atribuïts. El primer és la independència energètica. Sotmesos al consum d'un petroli cada vegada més car i escàs, la nostra economia està segrestada, diuen, per uns quants països productors que són políticament inestables. I la conclusió és que la sola forma d'alliberar-nos d'aquesta dependència és fent una aposta decidida per l'energia nuclear.

Igual que amb el petroli, els jaciments d'urani es troben en un molt petit club de països productors, però la diferència, insisteixen a dir els pronuclears, és que aquests països frueixen d'estabilitat política. No és un secret per a ningú que els moviments geoestratègics estan centrats, avui, en el control dels combustibles fòssils. I n'hi hauria prou que les necessitats energètiques canviessin de combustible perquè els conflictes internacionals canviessin també d'escenari i s'aferrissessin en els països que, encara avui, són estables productors d'urani.

Hi ha 18 països productors d'urani a tot el món. La major part de producció, l'any 2003, es trobava en els següents: Canadà (10.457 tones), Austràlia (7.572 t) Kazajstan (3.300 t), Nigèria

(3.143 t), Rússia (3.150 t), Namíbia (2.036 t), Uzbekistan (1.770 t), EE.UU. (846 t), Ucraïna (800 t), Sud-àfrica (824 t) i Xina (750 t).

Prospeccions d'urani a Espanya. L'empresa australiana Berkeley Resources Ltd va anunciar, el febrer de 2006, la seva intenció de realitzar prospeccions d'urani a la península Ibèrica, més concretament a les províncies de Salamanca, Guadalajara i Càceres. Pel bé d'aquestes terres, esperem que aquest projecte no es concreti. Fins i tot amb urani d'origen espanyol tampoc no es podria parlar d'independència energètica. Les declaracions de Bush i Putin a la cimera del G-8, de juliol de 2006, sobre les seves intencions de controlar la xarxa internacional d'enriquiment d'urani (17) no permeten cap dubte.

L'altre avantatge que esgrimeixen els pro nuclears davant la dependència del sol i el vent de les energies renovables, és la fiabilitat del subministrament nuclear que garanteix una font d'energia les 24 hores del dia i els 365 dies de l'any. Però una petita ullada a la llarga llista d'interrupcions que en els darrers anys han sofert les nostres centrals nuclears desmenteix totalment aquest suposat avantatge que es vol atribuir a l'energia nuclear.

En sis anys i mig (des del 2000), les centrals nuclears espanyoles han acumulat **346 fets notificables**, segons els informes presentats pel CSN al Congrés dels Diputats i al Senat. Una bona part han provocat **parades no programades** de les centrals i signifiquen **desconnexions de la xarxa de 500 a 1.000 Mw**, que s'han de substituir immediatament per augments de potència de les centrals tèrmiques.

Cal esmentar l'avaria que va patir Vandellòs-2 l'any 2005,

(17) STRELNA, Russia, July 15, 2006 (ENS) - Russian President Vladimir Putin and U.S. President George W. Bush have agreed to **control the spread of uranium enrichment** by creating one central enrichment system that will supply client countries with fuel for nuclear power plants.

que la va deixar fora de servei durant 5 mesos! Aquesta central ha acumulat en els vuit primers mesos del 2006 sis fets de notificació obligatòria al CSN. El darrer, el 9 d'agost, va representar la desconexió sobtada del 30% de la potència que en aquell moment s'estava consumint a Catalunya. I també el dia 28 del mateix mes, aquesta CN patirà una parada programada de trenta dies per substituir 104 cargols de les barres de protecció del control del reactor. El cost d'aquesta operació, «2,5 milions », ens permet entreveure la competitivitat del subministrament nuclear.

Un altre motiu de decepció, que es va fer evident l'estiu del 2006, el varen protagonitzar les centrals nuclears situades prop de rius. Amb la **canícula** els rius registren una disminució del seu cabal; la poca aigua que corre té una temperatura molt alta, cosa que fa que els circuits de refrigeració no siguin capaços d'evacuar tota la calor generada. Llavors, la central nuclear es veu forçada a reduir potència i això coincideix amb els dies en què el consum elèctric bat rècords històrics donada la utilització dels aires condicionats.

Aquesta situació va fer que el juliol del 2006 l'Estat francès, paradigma de potència nuclear amb 58 reactors, necessités importar electricitat. Tot i ser el preu mitjà d'uns 40 euros el Mw/h, el govern francès no va tenir altre remei que pagar-lo a Itàlia a 160 euros. Mentrestant, Espanya no era capaç de subministrar energia a França, no per absència de línies d'interconnexió, sinó perquè aquí també es batien rècords de consum.

5. RESPONSABILITAT CIVIL I CSN

Hi ha un fet tan curiós com desconegut que ens dóna pistes sobre el perill autèntic que representen les instal·lacions nuclears. I és que cap empresa d'assegurances del món accepta fer una assegurança a una central nuclear amb una cobertura de responsabilitat civil il·limitada. A Espanya, en cas d'un accident nuclear, l'empresa que explota la central nuclear sinistrada només tindria l'obligació, per llei, d'**indemnitzar amb un valor màxim de 700 milions d'euros**, segons la normativa que entrarà en vigor el desembre de 2006. Actualment, aquesta quantitat és més petita. Qualsevol responsabilitat civil nuclear que superi aquesta quantitat s'haurà de treure dels fons públics (18) és a dir, dels nostres impostos.

Els danys provocats per l'accident de Txernòbil, l'any 1986, varen ser avaluats en 320.000 M actuals, una xifra que, com és obvi, no considera les conseqüències que encara avui pateix la població a Bielorrússia, i que fa insignificants els 700 M previs-

(18) Segons la web del Ministeri d'Indústria (www.mityc.es), Espanya subscriu el **Conveni de París** del 1960, modificat el febrer de 2004, que serà vigent el desembre de 2006. Aquesta darrera versió preveu compensacions per danys ocasionats per accident nuclear amb les quantitats següents:

700 milions d'euros (m), dels quals respon l'empresa explotadora de la central accidentada

700 m fins a 1.200 m com a aportació de l'Estat on actuï l'empresa explotadora
1200 m fins a 1.500 m com a aportació dels estats signants del conveni

tos com a indemnització per responsabilitat civil per danys nuclears.

El Consejo de Seguridad Nuclear **CSN**, és l'organisme que s'encarrega de vetllar per la nostra seguretat i fou creat l'any 1980. L'equip directiu el componen un president i quatre consellers designats pel Govern i legalitzats pel Congrés dels Diputats. És un organisme que acumula un gran descrèdit entre els ecologistes per l'excessiva tolerància que mostra amb els reiterats incompliments de la normativa i de les especificacions que tan sovint fa la indústria nuclear.

Les sancions previstes a la normativa del CSN són:

60.000 per una falta lleu

600.000 per una falta greu

3.000.000 per una falta molt greu

Si pensem que una central nuclear pot arribar a facturar 2 M diaris, veurem que només necessita 2 dies de funcionament per amortitzar la pitjor de les sancions.

Segons el comunicat de premsa que Greenpeace va emetre el 25 de juliol de 2006, el CSN es limita a enviar cartes amb amonestacions als infractors i recordant-los les seves obligacions, en lloc de posar les sancions econòmiques adients.

Des que l'any 1999 es va modificar la Ley de Energía Nuclear per permetre que el CSN pogués **substituir multes per comminacions** (que són senzills avisos als titulars comminant-los a complir les seves obligacions), el CSN no ha parat d'utilitzar aquesta figura en lloc de sancions. Per aquest motiu s'han quedat sense multes **818 infraccions des de l'any 2000**, entre elles un nombre significatiu de casos de caràcter greu.

De les 8 comminacions notificades l'any 2000, es va passar a 96 l'any 2001, quan María Teresa Estevan Bolea era la presidenta del CSN, i a quasi 200, l'any 2002. Aquesta tònica s'ha man-

tingut en els anys posteriors, amb la xifra rècord de 221 comminacions l'any 2005. Així consta en un informe que va remetre el CSN al Congrés dels Diputats, a una petició del diputat Joan Herrera, del grup parlamentari IU-ICV-IV, que va plantejar una pregunta parlamentària a petició de Greenpeace.

Segons el comunicat de premsa, *«Es un verdadero escándalo que el organismo oficialmente encargado de velar por la seguridad de las centrales nucleares, les perdone multas de entre 10 y 100 millones de pesetas como si no pasase nada. Con ello, en lugar de fomentar el cumplimiento riguroso de la normativa, favorece que los gestores de estas instalaciones hagan caso omiso de ella».*

De l'anàlisi de l'informe del CSN al Parlament, se'n dedueix que són majoritàriament les instal·lacions radioactives les que es beneficien de la magnanimitat o de l'arbitrarietat del CSN. Però també es perdonen multes a centrals nuclears pel seu funcionament com a instal·lació nuclear o bé en relació a les deficiències de les seves instal·lacions o serveis radioactius autoritzats que els proporcionen servei.

A la central nuclear Vandellòs-2, se li varen perdonar dues multes, l'any 2001 i 2002, per haver realitzat canvis de titularitat sense autorització i per haver superat la potència màxima autoritzada del reactor. Si s'haguessin analitzat i sancionat rigorosament, és molt possible que s'haguessin detectat els greus problemes d'organització que dos anys després van estar darrere el greu accident que va provocar que es trenqués una canonada del sistema d'aigua de serveis essencials.

La central nuclear de Cofrents, amb quatre comminacions, la darrera només fa uns mesos, és la que millor se'n surt amb aquesta pràctica. El CSN li va perdonar, l'any 2001, una multa per incomplir les Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF), una infracció que, segons la comminació, va rebre la qualificació de molt greu. Li corresponia una multa que anava dels

60.101 € als 601.012 € (de 10 a 100 milions de pessetes). També li van perdonar tres multes més. Les centrals d'Almaraz, Ascó i Zorita han estat altres de les afortunades.

Entre les moltes instal·lacions radioactives sota el control del CSN hi ha tot tipus d'activitats, des de les industrials fins a les hospitalàries i de centres de salut. És increïble veure la inacabable llista d'hospitals i clíniques que haurien d'haver estat durament sancionats i que únicament han rebut una senzilla carta d'amonestació per part del CSN.

Els responsables polítics haurien d'exigir al CSN que faci complir la normativa de forma estricta i rigorosa per evitar que es puguin repetir accidents tan greus com el de l'accelerador de Zaragoza, que va causar la mort d'alguns malalts. Si no hagués produït víctimes, segurament per al CSN les deficiències de l'accelerador haurien estat lleus incompliments formals sense ni tan sols una sanció.

Potser els inspectors que visiten les instal·lacions i denuncien les infraccions no siguin els responsables que aquestes es converteixin només en comminacions. Són els seus superiors immediats i els directius, amb noms i cognoms, els que impedeixen que les males pràctiques es sancionin amb rigor. Així doncs, és necessari depurar responsabilitats dins el CSN per acabar amb una pràctica antijurídica que hauria de repugnar a aquest organisme regulador.

6. EL MIRATGE NUCLEAR. INVIABILITAT ECONÒMICA

Quan es parla d'alternatives a les actuals fonts d'energia s'ha de tenir present que, de tota l'energia primària que es consumeix avui, un 80% s'obté de combustibles fòssils (gas, petroli i carbó). Respecte al consum energètic, una part molt considerable correspon al transport, que funciona sobretot amb aquest tipus de combustible.

Hem de dir que l'energia nuclear tan sols proporciona electricitat, que és molt difícil d'aplicar en el transport privat. Però aquest inconvenient el comparteixen la major part de les energies renovables.

Si deixem de costat aquest petit inconvenient (19), i oblidem tots els problemes que té l'energia nuclear, suposem ara que totes les necessitats d'energia previstes per a l'any 2030 s'haguessin de satisfer exclusivament amb l'aportació nuclear.

Segons estimacions de l'International Energy Outlook 2005 DOE/IEA, la potència elèctrica per a l'any 2030 hauria d'arribar als 6.160 GWe (20), que, descomptant 1.201 Gwe que generen les fonts renovables, exigiria la construcció de 4.740 reactors. Això vol dir construir un reactor cada 2 dies, durant 25 anys. Suposant una estimació optimista de 5 anys per construir

(19) Com veurem al capítol 8, podríem esperar que part de l'excedent elèctric es destinés a obtenir hidrogen, amb el qual es pogués substituir els actuals combustibles que el transport necessita.

un reactor, es necessitarien 950 equips treballant simultàniament.

Pel que fa al seu cost, podem dir que el pressupost del nou reactor EPR que el consorci francoalemany AREVA vol construir a Cherbourg (Normandia, França) ja ha patit un augment de l'11,2% en relació al pressupost inicial, quan encara no s'havia començat a construir (estiu del 2006), amb la qual cosa el seu cost ja puja fins als 3.300 M.

Segons un document de la EIA (21) per al 2006, si comptabilitzem tots els costos d'instal·lació, subministrament i manteniment de les diferents plantes generadores d'energia dels Estats Units, i si considerem la seva vida útil a partir del 2015, el cost en \$/MW/h és **molt més car amb plantes nuclears que amb els altres tipus de plantes:** 53,1\$ carbó, 52,5\$ gas natural, 55,8\$ eòlica, 59.3\$ nuclear.

Ara suposem que fos possible construir els reactors. **Quant urani faria falta** per alimentar 4.959 reactors, és a dir, els 4.740 nous i els que ja existeixen? L'any 2004, amb una potència instal·lada de 365Gwe es varen produir 36 ktU (22) d'origen miner, als quals s'ha d'afegir urani reprocessat procedent de l'estoc militar. L'any 2015 es necessitaran 400 ktU i l'any 2030 en faran falta 700. S'ha de tenir en compte que el preu del urani s'ha triplicat en els darrers anys i que hi ha un període inevitable de 20 anys entre el moment en què el mercat llança un senyal de manca d'urani i el moment en què es produeix la resposta en forma de subministrament (23).

(20) Gwe = Gigawat elèctric = 1.000 Megawats. Un CN estàndard subministra 1GWE.

(21) EIA Energy Information Administration, annual energy Outlook DOE/EIA-0383 (2006) (Washington DC; February 2006).

[http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2006\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2006).pdf)

(22) ktU = kilotona d'urani = mil tones d'urani

Suposem també que és possible tenir aquest subministrament anual de combustible. Durant la seva vida útil, els 4.959 reactors necessitarien 45 milions de tones d'urani. I les reserves que se sap que hi ha es limiten a 3,2 milions de tones.

Encara que la quantitat total d'urani que hi ha al planeta és enorme, la major part està tan dispers que és inutilitzable. Avui la mineria explota jaciments amb unes menes (mineral metal·lífer tal com és extret del planter i abans de netejar-lo) que tenen una riquesa superior a les 1.000 ppm (parts per milió). Quan es vol explotar menes inferiors a 150 ppm, es generen unes quantitats de CO₂ iguals que les que emet una central de gas equivalent, com ja hem vist en parlar de la mineria. Voler aprofitar urani encara més dispers és una qüestió impensable.

Suposem ara un darrer miracle i que tot l'urani que es necessita surt per algun lloc. Durant els propers 25 anys, els 4.959 reactors ens deixarien més d'un **milió de tones de residus**, per als quals és impossible imaginar un tipus de magatzem, tant si és geològic com de superfície. El magatzem de Finlàndia, amb una capacitat de 4.000 tones, és ridícul. El de Yucca Mountain, després d'un estudi de 15 anys, encara no saben si estarà disponible l'any 2012 i, en un principi, està previst només per a 70.000 tones. S'hauria de construir un «*Yucca Mountain*» cada any.

Per acabar aquest capítol, hauríem de considerar que, amb una xarxa de quasi 5.000 reactors escampats pel planeta, fins i tot utilitzant els índex de risc que fa servir la indústria nuclear, la probabilitat de patir un accident nuclear greu augmentaria fins a cotes esfereïdores. Com diu Marcel Coderch, vicepresident de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones CMT i secretari d'Aeren :

(23) Dit per Tim Gitzel vicepresident d'AREVA, al simposi anual de la World Nuclear Association de 2004, en una ponència titulada Natural Uranium Availability to Fuel a Nuclear Renaissance: Challenging or Easy?

«Los que defienden la EN hablando del cambio climático y del petróleo, no hacen más que servirse de una cortina de humo para salvar una industria que agoniza. Debemos desenmascararlos pidiendo que hagan propuestas concretas».

7. ENERGIA DE FUSIÓ. PROJECTE ITER

La fusió nuclear s'anuncia com a l'energia del futur, una font inexhaurible d'energia que no deixarà residus (cosa molt dubtosa). Contràriament a la fissió (trencar el nucli), la fusió consisteix a fondre dos nuclis lleugers per fer-ne un de nou. Aquesta és l'energia que es produeix dins dels estels i aquest és el problema que planteja. Per produir la fusió es necessita dotar el plasma (24) d'una **temperatura superior als 10 milions de graus** i no es coneix cap material que sigui capaç de resistir aquesta temperatura.

Fins i tot utilitzant els nuclis més lleugers, els isòtops del hidrogen, deuteri i triti, la reacció només ha estat possible confinant una petita quantitat de plasma mitjançant camps magnètics, en un dispositiu anomenat Tokamak. El resultat és que s'ha de subministrar molta més energia de la que a continuació retorna la fusió.

La situació actual ens mostra que el fenomen de la fusió s'ha pogut reproduir en el laboratori, però en unes condicions que no són aplicables a la indústria. Hi ha qui parla d'un període de 40 anys per disposar de la fusió comercial, encara que aquest termini, en el camp científic, vol dir reconèixer que s'està perdut. Sigui com sigui, el fet és que es té l'evidència que el «peak oil» (escas-

(24) El plasma és un gas d'àtoms a temperatures tan altes que estan completament ionitzats. La fusió s'ha de produir entre els nuclis d'aquests àtoms

setat de petroli) es produirà abans. I això vol dir que **la fusió no pot ser considerada una alternativa al petroli**.

Hi ha el projecte **ITER** (International Thermonuclear Experimental Reactor), un consorci internacional creat l'any 1986, per demostrar la viabilitat científica i tecnològica de la fusió nuclear. Fins al 24 de maig de 2006, els set socis que el formen són la Unió Europea, Japó, Estats Units, Corea del Sud, Índia, Rússia i Xina. El reactor es construirà a **Cadarache**, al sud-est de França.

No parlaré d'aquest projecte monstruós, que promet empassar-se pressupostos astronòmics que, si s'utilitzessin per desenvolupar energies renovables podrien donar uns fruits molt valuosos a curt termini.

Sí que clouré aquest punt fent referència a un molt interessant article publicat a "El País", el 10 de desembre de 2003, "La fusión nuclear y el proyecto ITER". El seu autor és José Canosa, doctor en Física Aplicada per la Universitat de Harvard, exinvestigador al Laboratori de Física de Plasma de Princeton. Canosa repassa els fracassos d'EEUU i d'Anglaterra en el camp de la investigació de la fusió. Anglaterra no participa a l'ITER, i EEUU ho fa només en un 10% davant França amb un 50%. També repassa els pressupostos que s'han esvaït, el cost del combustible triti i altres dificultats, que el porten a reflexionar que:

«... llevamos ya 50 años de investigación y desarrollo sobre energía de fusión. Cincuenta años después de haber empezado, tenemos que dar otros cincuenta años (y fondos ilimitados) para demostrar que funciona. A eso lo llamo la constante física de la fusión: es de 50 años, siempre 50 años. Modificando una broma brasileña podemos decir que la fusión es la energía del futuro, y siempre lo será.»

8. ENERGIES ALTERNATIVES. INFORME GREENPEACE “RENOVABLES 2050”

Les energies renovables o alternatives són les que s'obtenen de l'aprofitament dels recursos energètics que proporcionen els cicles anuals del planeta (Sol, vent, mar, rius, vegetació), l'activitat biològica dels éssers vius (residus orgànics) o la calor interna del planeta (geotèrmia). Totes provenen del Sol, la font primària d'energia del nostre sistema (25). També es poden fer aprofitaments mixtos, com energia elèctrica fotovoltaica o bé obtenir hidrogen mitjançant electròlisi de l'aigua.

Hem de dir que aquestes energies també tenen un impacte ambiental, no a causa del seu ús sinó al cicle de vida dels materials que emprem per aprofitar-les. Però és un impacte molt inferior al que provoquen els combustibles fòssils, l'energia nuclear o, fins i tot, les grans infraestructures hidràuliques. Hem de citar també els impactes visuals i paisatgístics que esgrimeixen algunes

(25) El Sol envia al nostre planeta una densitat de potència de 1.353 W/m^2 que denominem «constant solar». Significa que sobre la secció il·luminada del planeta hi incideixen constantment uns 172 milions de GW, és a dir, la potència de 172 milions de CN. Aquest xifra disminueix pels efectes de latitud, radiació que es reflecteix a l'espai i filtrat atmosfèric. Sigui com sigui, el Sol ens regala contínuament una quantitat d'energia astronòmicament superior a tota la que podem generar amb els nostres mitjans.

plataformes locals per oposar-se a la instal·lació de parcs eòlics al seu territori. Tothom accepta que aquestes instal·lacions, igual que passa amb altres equipaments conflictius, són necessàries, però provoquen un refús en molts ciutadans quan es projecten prop del lloc on viuen. Aquest «fenomen es coneix com NIMBY» (Not In My Back Yard) que traduït vol dir «No, a casa meua». És molt sorprenent que a Tarragona els parcs eòlics hagin provocat un refús més gran que el que provoquen els tres reactors nuclears que hi ha a la mateixa província.

Com passa amb l'agricultura ecològica, que està sotmesa a impostos addicionals que no té l'agricultura intensiva, les energies alternatives són sotmeses per part de l'Administració a obstacles que semblen pretendre fer difícil el seu desenvolupament. Al Pirineu català tenen grans zones excloses de possibles aprofitaments eòlics per evitar l'impacte visual dels molins. En canvi, aquesta gran protecció es fa miques si es tracta de petroli. El diari «La Vanguardia» del 25 d'agost de 2006 va publicar que l'empresa CEPSA té permís per fer prospeccions petrolieres en una gran i preciosa zona de 177.000 ha, que va de Bagà fins a Figueres i que afecta les comarques del Berguedà, el Ripollès, la Garrotxa i l'Alt Empordà.

Un altre cas que il·lustra aquests obstacles que castiguen les energies renovables és el Projecte de decret de la Generalitat (estiu 2006) que regula la situació de sistemes de captació d'energia solar fotovoltaica instal·lats directament sobre el terreny amb connexió a la xarxa elèctrica. El Decret vol regular la ubicació de les instal·lacions de captació solar per preservar el territori i el paisatge d'un hipotètic impacte visual, sense fer una anàlisi global i comparativa de l'impacte que tenen les diferents formes de generar electricitat.

El Decret exclou per a l'aprofitament solar terrenys improductius o de cultius inviubles, afavorint la despoblació i la degra-

dació del camp. I per rematar aquesta brillant iniciativa, el Decret estableix una **fiança per fer front al cost de desmantellament** d'aquestes instal·lacions i de la restauració dels terrenys un cop acabi la seva explotació. Que hauria passat si s'hagués posat aquesta condició a les CN, a les centrals tèrmiques o als grans embassaments? Haurien estat creats?

El Plan de Fomento de las Energías Renovables (**PFER**, (Ministeri d'Indústria i Energia, 1999) planteja l'objectiu que les fonts renovables cobreixin almenys el 12% de les necessitats totals d'energia a Espanya el 2010. I fixa uns punts de desenvolupament de les diferents tecnologies que té en consideració. Per exemple, en l'èolica aquests punts seran netament superats pel desenvolupament comercial de la tecnologia. Però n'hi ha d'altres que potser no s'assoliran al ritme actual de creixement. D'altres tecnologies, com la geotèrmica i la de les onades, són excloses del PFER.

Per fer callar els qui insisteixen que les fonts renovables no poden satisfer la demanda energètica, Greenpeace va encarregar a un equipo de treball molt especial, un informe titulat «**Renovables 2050**» que analitza la capacitat de l'Espanya peninsular per satisfer la demanda d'energia prevista per al 2050, només amb fonts renovables.

L'equip de treball molt especial contractat per Greenpeace per fer l'informe és el Instituto de Investigación Tecnológica (**IIT**) de la Universidad Pontificia de Comillas, de Madrid. El que és peculiar del cas és que l' IIT és un assessor habitual de les grans empreses d'electricitat, una dada que els deixa fora de tota sospita.

La sorpresa de les seves conclusions és que la capacitat total de l'Espanya peninsular per generar electricitat mitjançant fonts renovables, sumant tots els sostres de producció de les diferents modalitats (26) **seria equivalent a 56 vegades la demanda elèc-**

trica peninsular i més de 10 vegades la demanda d'energia total, ambdues projectades a l'any 2050. L'informe es pot veure a Internet, en format pdf, i hi ha un resum o bé l'informe complet a:

<http://energia.greenpeace.es/info.shtml>

El silenci i l'arraconament que s'ha fet de l'informe em fa pensar que tenen raó els qui consideren el subministrament energètic com una eina de control polític. I llavors, com més centralitzat, més fàcil de manejar. I aquest seria el gran defecte de les energies renovables. Distribuïdes per tot el territori són més difícils de controlar, per tant, més democràtiques que les hidràuliques, les fòssils o les nuclears.

Veurem ara cada modalitat amb una descripció del seu funcionament i els sostres de potència que l'informe de Greenpeace els atorga.

8.1 ENERGIA EÓLICA

Consisteix a aprofitar la força del vent per moure un generador d'electricitat o accionar una bomba hidràulica. Entre l'1 i el 2% de l'energia del Sol es converteix en vent, a causa del moviment de l'aire que provoca el desigual escalfament de la superfície terrestre. Això suposa un potencial d'energia eòlica cinc vegades més gran que el consum elèctric en el món. Per tant, l'eòlica permetria cobrir sobradament les necessitats energètiques del món.

Com la major part d'energies renovables, l'eòlica permet un

(26) L'informe assigna **sostres de potència** per a cada modalitat d'energia (eòlica terrestre, eòlica marina, solar termoelectrica, fotovoltaica, biomassa, geotèrmica i energia de les onades). Com a **sostre de potència** s'entén la potència màxima instantània, mesurada en GW. Si tenim en compte que cap font no pot oferir la seva màxima potència sense interrupció, l'informe ofereix també els **sostres de generació** (en TWh anuals), que és l'energia total que cada font pot subministrar durant un any

aprofitament a petita escala, a escala local i, fins i tot, domèstica. Però nosaltres només ens fixarem en el seu aprofitament industrial amb grans aerogeneradors que poden proporcionar fins a 4 MW.

A més de l'irrefutable impacte visual de la presència dels molins, s'acusa de forma injusta l'energia eòlica d'altres tipus d'impacte. Un és el soroll que genera el gir de les pales. Val a dir que quan giren és que hi ha vent i que aquest produeix un soroll natural que amaga el que puguin generar les pales. I que com més gran és el molí, més a poc a poc giren les pales i més silencioses són.

L'altre és que provoquen la mort d'espècies d'aus protegides, una acusació que fa pena i que es desmenteix només visitant un parc eòlic, on es pot comprovar que no hi ha restes de sang a les pales, ni cossos d'aus suposadament matxucades per les pales que giren a la soporífera velocitat de 22 rpm. És curiosa aquesta preocupació que tenen uns ciutadans que no s'immuten davant la destrucció massiva dels aiguamolls de la costa, autèntic refugi de multitud d'aus migratòries.

Malgrat les poques ajudes que rep, l'energia eòlica és una tecnologia que progressa continuadament. Els avenços tecnològics en aerodinàmica, dinàmica estructural i micrometeorologia han aconseguit un augment del 5% anual en el camp energètic per metre quadrat d'àrea de rotor (registrat a Dinamarca entre 1980 i 2001).

La introducció de noves tecnologies en els nous aerogeneradors és contínua. En cinc anys, el pes dels aerogeneradors danesos s'ha reduït a la meitat; el nivell de soroll ha disminuït fins a la meitat en tres anys, i la producció anual d'energia ha augmentat 100 vegades en quinze anys. Quin seria el progrés tecnològic si invertíssim aquí una part dels forassenyats pressupostos que la indústria nuclear devora? (Recordem el projecte ITER, el magat-

zem de residus o bé les avaries que turmenten el nostre desconjuntat parc nuclear).

Mapa eòlic

És un mapa on figuren les dades eòliques de cada zona, com la velocitat mitjana i les direccions predominants del vent, els valors extrems i la seva regularitat durant l'any. És una eina que ha de permetre planificar racionalment el desenvolupament de l'energia eòlica.

A Catalunya, el mapa s'ha realitzat amb simulacions de models meteorològics i no amb les dades registrades. El mapa de recursos eòlics que s'obté proporciona dades amb una resolució de 200 m, és a dir, que tenim dades per cada 200 m de territori. Es tracta d'una xarxa a dues alçades, 60 m i 80 m, que incorpora informació sobre l'orografia del territori i els usos del sòl (rugositat). Les dades han de confirmar-se per mesuraments in situ on es projecti una instal·lació.

Un desavantatge real de l'energia eòlica és la seva variabilitat segons si hi ha o no hi ha vent, però es pot reduir si augmenten el nombre de parcs eòlics connectats a la xarxa. Com més aerogeneradors hi hagi a la xarxa, més es cancel·laran mútuament les fluctuacions degudes a la presència o a la falta de vent.

Algunes zones han d'excloure's del mapa eòlic, fins i tot tenint valors de vent aprofitables. Són les que s'associen a espais naturals protegits i a la Xarxa Natura 2.000 (Zones d'Espacial Protecció d'Aus – ZEPA, i Llocs d'Interès per a la Conservació – LIC). També s'han d'excloure altres zones segons quins siguin els usos del sòl (urbans, industrials, de transport, arrossars, boscos, camins d'aigua...).

Mapa eòlic de Catalunya:

http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/sostenibilitat/mapa_eolic/

Considerant totes les exclusions, l'informe «*Renovables 2050*», de Greenpeace, atorga un **sostre de potència** de 915 GW per a l'energia eòlica terrestre a la península, equivalent a 915 CN. S'hi ha d'afegir 164 GW d'eòlica marina.

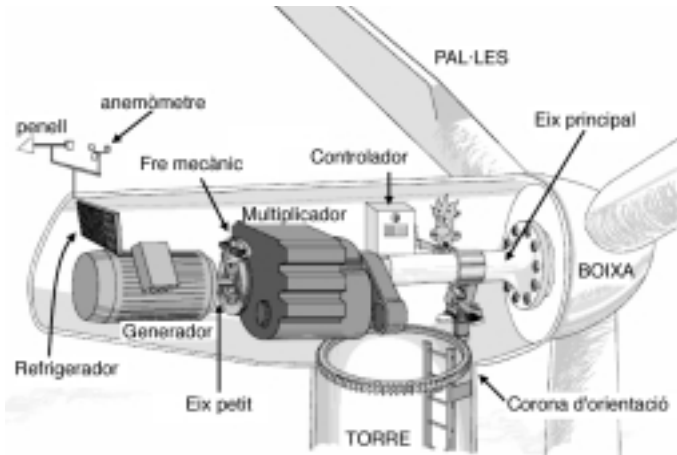
Aerogeneradors

Els aerogeneradors o molins de vent poden ser de dos tipus, segons quin sigui l'eix de gir. Els d'eix vertical (com els ventiladors de sostre), encara que no s'han d'orientar de cara al vent ni desconnectar-se quan la velocitat del vent és alta, no s'utilitzen per la poca eficiència que tenen per generar electricitat.

Els que s'han consolidat són els d'eix horitzontal (eix de rotació paral·lel al sòl) amb tres pales, que són els que estudiarem. El principal avantatge és que, com que són a 40 o 60 m de terra, aprofiten millor els corrents d'aire. Són molt eficaços i els mecanismes que converteixen l'energia cinètica del vent en electricitat estan instal·lats a la torre i a la góndola. El seus desavantatges són el transport, a causa de les seves grans dimensions (torres de 60 m i pales de 40 m), la força que han de resistir les pales i que quan el vent bufa a més de 100 km/h s'han de parar per evitar que se'n faci malbé l'estructura.

El més gran és l' E-112, fabricat per l'alemanya Enercon, amb una potència nominal de 6MW; una góndola de 12 m de diàmetre, dissenyada per Norman Foster, i una alçada de 180 m fins a l'extrem de la pala quan aquesta està en posició vertical.

Parts d'un aerogenerador



www.windpower.org/es/kids/index.htm?d=1

Torre

Aguanta la góndola i el rotor. En general, és bo que la torre sigui alta ja que la velocitat del vent augmenta a mesura que ens allunyem del nivell del sòl. Una turbina moderna tindrà una torre d'uns 60 m, amb una escala interna que permet arribar a dalt de la turbina. A la part inferior hi ha la **corona d'orientació**, que permet girar la góndola per orientar-la al vent.

Góndola

És tan gran que podem dir que és l'autèntica sala de màquines de l'aerogenerador, on els operadors de manteniment poden estar-hi drets i on es puja per dins de la torre. Amaga els components clau de l'aerogenerador, incloent-hi el multiplicador i el generador elèctric.

Rotor

Conjunt giratori format per les pales, boixa i eix principal o de baixa velocitat.

Pal·les

Atrapien el vent i en transmeten la potència fins a la boixa. Cada pala té un disseny molt semblant a l'ala d'un avió i una llargària de 40 m és habitual.

Boixa

La boixa del rotor és on s'ajunten les tres pales amb l'eix de baixa velocitat de l'aerogenerador.

Eix principal o de baixa velocitat

Connecta la boixa del rotor al multiplicador. Ha d'ésser molt gruixut perquè aguanta esforços molt grans. En els aerogeneradors moderns el rotor gira a poc a poc, a unes 22 rpm. L'eix conté uns conductes del sistema hidràulic que és el que fa funcionar els frens aerodinàmics.

Eix petit o d'alta velocitat

Connecta el generador amb el multiplicador. Gira a 1.500 rpm, però no ha de transmetre tanta força de gir com l'eix principal i per això és molt més petit.

Multiplicador

Conjunt d'engranatges que fan que l'eix petit o d'alta velocitat giri més ràpid que l'eix principal, passant de 22 a 1.500 rpm. Això permet que el generador elèctric produeixi corrent altern de 50 Hz. Va equipat amb un fre de disc mecànic d'emergència, que s'utilitza si el fre aerodinàmic falla o bé quan es fa el manteniment de la turbina.

Fre mecànic

Està col·locat en l'eix petit, entre el multiplicador i el generador. Només s'utilitza com a fre d'emergència per si el fre de punta de pala falla. També s'utilitza quan l'aerogenerador s'ha

de reparar, per eliminar el risc que, de cop i volta, la turbina es posi en marxa.

Generador elèctric

Sol ser un generador asíncron o d'inducció. Els aerogeneradors moderns tenen una potència màxima de 500 Kw a 4 Mw.

Controlador electrònic

És un ordinador que monitoritza constantment les condicions de l'aerogenerador i que controla el mecanisme d'orientació. Si es produeix una disfunció, para automàticament l'aerogenerador i connecta amb l'ordinador de l'operari encarregat de la turbina amb un enllaç telefònic amb mòdem.

Unitat de refrigeració

Inclou un ventilador elèctric per refredar el generador, una unitat refrigeradora d'oli per refredar l'oli del multiplicador. Algunes turbines tenen generadors refrigerats per aigua.

Anemòmetre i penell

El primer mesura la velocitat del vent i la comunica al controlador electrònic. El penell mesura la direcció del vent

Principi de funcionament d'un aerogenerador

La captació de l'energia eòlica es fa mitjançant l'acció del vent sobre les pales. El principi d'aerodinàmica que fa girar les pales és el mateix que fa volar els avions. L'aire que flueix per les cares superior i inferior del perfil aerodinàmic de les pales genera una diferència de pressions entre ambdues i fa néixer una força de **sustentació** amb direcció perpendicular al vent. El conjunt de les sustentacions que experimenten les tres pales fa girar el conjunt del rotor.

El conjunt del rotor i la góndola han d'estar orientats al vent, cosa que s'aconsegueix fent girar el conjunt sobre l'extrem de la torre gràcies a la corona d'orientació. Per raons òbvies, l'extrem de les pales ha de mantenir sempre una distància de seguretat amb el sòl.

Per posar en marxa un aerogenerador es necessita un valor mínim de vent, conegut com a **velocitat de connexió**, entre 3 i 5 m/s (per sota la velocitat de connexió l'aerogenerador no es connecta). Quan assoleix aquest punt pot donar energia a la Xarxa, i arriba a la seva **potència nominal** per velocitats superiors als 15 m/s. A mesura que augmenta la velocitat del vent es posen en marxa mecanismes actius o passius de regulació (modificació de l'angle d'atac de les pales) i la potència que dona segueix sent nominal fins a arribar a la **velocitat de tall**, en què, per qüestions de seguretat, el rotor s'ha de parar (aquesta velocitat es considera a partir de 25 m/s).

L'eix principal gira solidari amb el rotor, a unes 22 rpm. Però el generador ha de girar a 1.500 rpm per poder donar corrent altern de 50 Hz, motiu pel qual s'intercala el multiplicador entre l'eix principal i el petit.

A la molt interessant web www.windpower.org/es/tour/wres/index.htm es pot repassar de forma didàctica els detalls relacionats amb l'eòlica, des de l'origen dels vents o la història dels molins fins a elements tècnics dels moderns aerogeneradors. Hi ha també una visita guiada per a infants a www.windpower.org/es/kids/index.htm, titulada «*Moliner y el viento*», amb nombroses animacions interactives per a tots els temes sobre energia eòlica, com visitar un aerogenerador per dins amb explicacions de cada component.

8.2 ENERGIA SOLAR

S'aprofita de dues maneres, segons si es dedica a la generació d'electricitat (solar fotovoltaica) o si s'utilitza directament la calor (solar tèrmica).

El Código Técnico de la Edificación **CTE**, la normativa de la Ley de Ordenación de la Edificación LOE, exigeix incorporar l'ús d'energia solar tèrmica i fotovoltaica als edificis de nova construcció.

Solar tèrmica

L'ús directe de la calor solar ens permet tenir calefacció, refrigeració, aigua calenta sanitària per a ús domèstic i climatització de piscines. Tot això es coneix com a **energia termosolar de baixa temperatura**. A Catalunya hi ha **subvencions** per a projectes basats en aquest tipus d'energia, destinats a famílies, comunitats de propietaris, institucions sense ànim de lucre i fins i tot empreses privades. Les sol·licituds s'han de fer a l'Institut Català d'Energia de la Generalitat – ICAEN (www.icaen.net)

Deixant a part l'ús domèstic, l'energia solar tèrmica s'aprofita per fer electricitat. La calor captada es destina a escalfar un fluid que acciona una turbina generadora d'electricitat. Les diferents tecnologies es divideixen en dues categories: mitjana i alta temperatura. En aquestes darreres (centrals i generadors discoparabòlics) el fluid pot superar els 700 °C.

A Espanya hi ha la **Plataforma Solar de Almería (PSA)**, únic projecte termoelèctric d'alta temperatura, que disposa d'una central de torre de 7 Mw tèrmics i 1,2 Mw elèctrics. També hi ha un projecte, la Planta Solar PS10, a Sanlúcar la Mayor (Sevilla), on un camp de 624 heliòstats (reflectors amb seguiment solar dirigits a l'extrem de la torre) de 50 ha, enfocarà el receptor tèrmic situat dalt d'una torre de 90 m per tenir una potència nominal d'11 MWe.

Els de temperatura mitjana són les **centrals de col·lectors cilindreparabòlics**, on el fluid arriba als 400 °C. Són uns miralls cilindreparabòlics que reflecteixen la radiació sobre un tub situat en el seu eix focal. Pel tub, hi circula el fluid i el vapor sobreescalfat acciona una turbina que genera electricitat. Aquest tipus requereix sistemes de seguiment solar.

En aquests moments, aquesta és la tecnologia més desenvolupada i, juntament amb les centrals de torre, és la més apropiada per a projectes de gran envergadura connectats a la xarxa, de

30 a 200 MW. La Plataforma Solar de Almería disposa de diferents projectes amb col·lectors cilindreparabòlics. (font: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía **IDAE**, adscrit al Ministeri d'Indústria www.idae.es)

La Plataforma Solar d'Almería, dirigida pel **CIEMAT** (27) és el centre d'investigació, desenvolupament i assaig més gran d'Europa dedicat a la tecnologia solar. Té una extensió de 103 ha i hi treballen unes 90 persones, i 17 més a les oficines de Madrid. Si el comparem amb el centre nuclear de Tricastin, a França, amb 600 ha i 5.000 empleats, sobra qualsevol comentari. A la PSA es fan estudis múltiples sobre l'ús de la radiació solar concentrada i la generació d'energia elèctrica, i també per avançar en el seu desenvolupament i aconseguir que sigui assequible.

Xemeneia solar

Com que és molt peculiar, l'informe de Greenpeace la considera una energia amb entitat pròpia i li atorga un sostre de potència enorme, de 324 GW, amb els quals es podria satisfer tres vegades la demanda elèctrica peninsular del 2050. És un hivernacle enorme (uns 4 km²) i al bell mig hi ha la xemeneia que acciona la turbina que genera corrent. L'energia emmagatzemada pel sòl permetria un funcionament de 24 hores, si el sòl té un pendent que no superi el 2%, o bé fins el 7% si està orientat cap al sud, utilitzant acumuladors que tornen a la nit la calor acumulada durant el dia.

Solar fotovoltaica

Aprofita la radiació solar per generar electricitat de manera directa, mitjançant l'efecte fotovoltaic en cèl·lules de silici.

Els panells fotovoltaics (agrupaments de cèl·lules de silici) proporcionen corrent continu que es pot usar directament per

(27) Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, adscrit al Ministeri d'Educació i Ciència, es dedica a les energies renovables i a les fòssils o a les nuclears

carregar bateries, alimentar senyalitzacions i estacions de comunicació, i també es pot convertir en corrent altern i connectar-lo a la xarxa.

La seva situació a finals del 2004 a Espanya era una potència instal·lada de 38,7 MW, molt inferior a Alemanya que té 794 MW i els Països Baixos amb 75,2 MW, ambdós amb una insolació anual aclaparadorament inferior a la que té Espanya (font: IDAE).

Segons el Reial decret 436/2004 de 12 de març, la producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes amb energies renovables pot ésser venuda al distribuïdor cobrant una retribució en forma de tarifa regulada.

Hi ha un problema que ofega aquesta tan interessant font d'energia, i és la poca producció de silici. Les cèl·lules que formen els panells fotovoltaics es fabriquen amb el silici que utilitza la indústria microelectrònica. Els fabricants d'aquest silici (de grau semiconductor) donen a la indústria fotovoltaica un segon lloc en les seves prioritats. El 2005 es varen incomplir subministraments a alguns fabricants de cèl·lules i podem esperar que la situació s'agreugi els propers anys. També l'escassetat de silici no deixa que la indústria fotovoltaica adquireixi el desenvolupament que la demanda requereix i es converteixi en un client poderós capaç de fomentar un creixement de la producció de silici. És un cercle viciós que no es trencarà si l'Administració no s'hi implica. Ecologistes en Acció i els sindicats CCOO i UGT han proposat públicament que s'instal·li a Espanya una fàbrica capacitada per produir 5.000 tones de silici fotovoltaic cada any.

L'informe de Greenpeace desglossa la fotovoltaica en dues categories. Primer, les instal·lacions fixes integrades als edificis, a les quals s'adjudica un sostre de 494,5 GW. Segon, les instal·lacions amb seguiment (mecanismes que permeten seguir el moviment del Sol), a les quals s'adjudica un sostre de 708,4

GW. Totes dues juntes permetrien cobrir set vegades la demanda elèctrica peninsular del 2050.

8.3 ENERGIA MAREOMOTRIU

Consisteix en l'aprofitament del canvi del nivell del mar que provoquen les mareas per omplir un recinte que aprofitarà la força de sortida de l'aigua emmagatzemada per moure turbines i generar electricitat. El document de Greenpeace no considera aquesta font d'energia, suposo que pel fet que a la major part del nostre litoral no hi ha mareas.

8.4 ENERGIA DE LES ONADES

És l'aprofitament de la força de les onades per moure estructures en forma de batent que moguin turbines per generar electricitat. A Espanya no n'hi ha cap en fase comercial però és interessant considerar aquesta font d'energia per raó de l'extens litoral de la península.

L'informe de Greenpeace només considera aprofitable un 90% del potencial disponible d'una franja de 5 a 30 km de distància a la costa, en una línia paral·lela, que distribueixi els sistemes intercalats perquè no existeixi una barrera contínua. Aquesta infraestructura pot coexistir amb instal·lacions d'energia eòlica marina, al mateix lloc.

Donada l'escassetat de dades, Greenpeace fa una estimació aproximada del potencial d'aquesta font d'energia, amb un sostre de 84,4 GW, suficients per cobrir abastament tota la demanda elèctrica peninsular el 2050.

8.5 ENERGIA MINI HIDRÀULICA

Si hi ha desnivells en el curs d'un riu podrem utilitzar l'energia associada a la caiguda d'aigua per posar en moviment una turbina que generi electricitat. Si s'augmenta artificialment el nivell amb la construcció de rescloses podrem utilitzar turbines

amb més potència. Per aconseguir centrals hidroelèctriques més grans (algunes tenen més de 6.000 MW) necessitarem construir grans rescloses que elevin el desnivell d'aigua centenars de metres. Les rescloses tallen el curs del riu, inunden milers d'hectàrees i fins i tot s'han de desallotjar pobles. Aquest és el motiu que fa que em resisteixi a considerar l'energia hidroelèctrica de gran potència com a font renovable.

Però Greenpeace considera les centrals hidroelèctriques i les mini hidràuliques (amb potències inferiors a 10MW) i els atorga sostres de potència de 16,6 GW i de 2,2 GW, respectivament.

Les mini hidràuliques tenen un impacte ambiental molt petit i s'adapten molt millor a la morfologia del riu, prescindint en moltes ocasions de la construcció de rescloses. Si això no fos possible, l'alçada de la resclosa no ha de tenir més de 15 m si la central s'ha de considerar mini hidràulica. En aquest cas es pot construir un canal adjacent per desviar una part del cabal i poder mantenir el cabal ecològic del riu tot evitant el tall que suposa la resclosa.

Les instal·lacions mini hidràuliques són una contribució per diversificar les fonts, faciliten l'aproximació als usuaris i converteixen l'energia en un recurs gestionat a escala local. També donen servei a llocs aïllats, com les microcentrals, amb un impacte ambiental escàs i moltes possibilitat de localització. També són molt adients per subministrar energia a pobles o regions de muntanya allunyats de la xarxa.

Malgrat que queden clars els avantatges per al medi ambient d'aquest tipus d'instal·lacions, hi ha d'haver una decidida voluntat política per fomentar aquest tipus d'energia perquè, en les centrals més petites, l'esforç inversor no és proporcional a la rendibilitat que se n'obté. La iniciativa pública és fonamental en aquests casos, si veiem que moltes d'elles són propietat parcial o

total de l'Estat i el seu funcionament es deu a concessions administratives per concurs públic.

(www.construible.es)

8.6 ENERGIA GEOTÈRMICA

Consisteix a aprofitar l'escalfor interna del planeta per foradar pous que permetin escalfar aigua a temperatura alta, mitjana o baixa, per a aprofitament posterior.

A «Renovables 2050», Greenpeace proposa la tecnologia de roca seca calenta, que no requereix aqüífers. Es fa injectant un fluid a pressió fins a la profunditat que es vol assolir perquè rebí l'escalfor de les roques i la transporti a la superfície.

Assumint un nivell tèrmic de 180°C a les roques i un rendiment de l'11%, es calcula un sostre de potència de 2,48 GW amb els quals es podria procedir al subministrament del 7% de la demanda elèctrica peninsular del 2050.

Com que és una energia de la qual es pot disposar permanentment, pot servir per contrarestar les fluctuacions d'altres fons renovables sotmeses a la disponibilitat del Sol o del vent.

8.7 BIOMASSA

Alguns ecologistes posen en dubte el caràcter renovable d'aquesta font d'energia. El veritable us renovable de la biomassa, diuen, hauria de ser la fabricació de compost destinat a la restauració del sol i com a fertilitzant per l'agricultura ecològica. Altrament, una utilització intensiva de la biomassa com a recurs energètic, no seria neutra en l'emissió de CO₂ ni ajudaria al manteniment de la població rural, fins i tot podria esdevenir una nova forma d'explotació del tercer món, imposant nous monocultius destinats a satisfer el malbaratament energètic del primer món. Nogensmenys, farà una breu descripció d'aquest recurs.

És l'aprofitament d'una massa de matèria forestal o agrícola de renovació periòdica per generar energia de dues maneres: cre-

mant-la i aprofitant la calor per generar electricitat o escalfar aigua, o també metanitnant-la per digestió i aprofitant el gas que produeix (metà) per generar electricitat per calor o escalfar aigua.

Aquesta modalitat també inclou els coneguts com a **cultius energètics**, que són de plantes de creixement ràpid que es destinen només a obtenir energia o com a matèria primera per obtenir altres substàncies combustibles. N'hi ha de tres tipus:

Cultius productors de biomassa lignocel·lulòsica adequats per produir calor mitjançant la combustió directa a les calderes. A l'àrea mediterrània són els d'espècies llenyoses que es cultiven en torns rotatius curts, o cultius d'espècies herbàcies, entre elles el card.

Els que es poden obtenir en estat líquid poden ser emprats com a carburant de motors de combustió interna que s'adaptin a la tècnica actual, tant en els que s'encenen per compressió com per guspira. Són els olis vegetals a diferents graus de transformació i els alcohols obtinguts per destil·lació.

Cultius de llavors oleaginoses: són bàsicament cultius de colza, soja i girasol per obtenir olis vegetals que es poden utilitzar com a carburants per a l'automoció, normalment coneguts com a **biocarburants**.

El document de Greenpeace els dóna dos sostres de potència. La més restrictiva, que en limita l'aprofitament a zones amb pendents inferiors al 4% per a les garrigues, i inferiors al 3% per a cultius, els dóna un sostre de potència de 15,2 GW amb els quals es podria satisfer fins a un 39,2% de la demanda, l'any 2050. Aquesta font d'energia, per la seva capacitat d'emmagatzemar-la, podria ser molt útil per a la regulació del sistema elèctric.

8.8 HIDROGEN

Del total d'energia primària que Espanya gasta, el 50% prové del petroli, i una bona part d'aquest consum és per al transport i

l'agricultura. Les fonts renovables produeixen sobretot electricitat i no són una alternativa immediata al petroli. Això és degut al fet que l'electricitat és molt difícil d'emmagatzemar i el transport necessita una font d'energia fàcil d'emmagatzemar i transportar per dotar d'autonomia els vehicles.

Un combustible completament net és l'hidrogen, perquè la seva combustió produeix com a únic residu aigua pura. Però per obtenir-ne cal una gran quantitat d'energia elèctrica. En aquest cas tindria un gran paper l'electricitat que es genera amb fonts renovables els excedents de la qual, si es destinessin a obtenir hidrogen, serien una autèntica alternativa al petroli.

Una manera d'utilitzar l'hidrogen que sembla que serà protagonista en el futur és la que es coneix com a **cèl·lules de combustible** (full cells). Ja cap als anys 60 els astronautes les han emprat per tenir energia a les naus. Són tan netes que avui els astronautes fins i tot beuen l'aigua que produeixen les cèl·lules de combustible del transbordador.

Aquest tipus de cèl·lules s'estan investigant a fons i és possible que molt aviat siguin habituals a la Terra per proporcionar energia per als vehicles, computadors portàtils i telèfons mòbils.

Però s'ha de dir que per tenir aigua pura com a únic residu les cèl·lules només poden utilitzar hidrogen com a combustible, perquè qualsevol altre hidrocarbur, per exemple el metanol, faria aparèixer CO_2 juntament amb l'aigua en el residu de la combustió. Si s'utilitzen d'aquesta manera, les cèl·lules ja no són útils per a la lluita contra l'efecte hivernacle.

ANNEX 1

PARCS NUCLEARS ESPANYOL I FRANCÈS

Després del tancament de Zorita, l'abril de 2.006, a Espanya hi ha 8 reactors en servei, repartits en 6 localitzacions:

C.N. Santa M^a de Garoña

Localització: Santa M^a de Garoña (Burgos)

Posada en marxa: 1971

Potència instal·lada: 466 MW

C.N. Almaraz 1 i 2

Localització: Navalmoral de la Mata (Càceres)

Posada en marxa: 1.972; 1.983

Potència instal·lada: 973 MW i 983 MW

C.N. Ascó 1 i 2

Localització: Ascó (Tarragona)

Posada en marxa: 1.983 i 1.985

Potència instal·lada: 979 MW i 976 MW

C.N. Cofrents

Localització: Cofrents (València)

Posada en marxa: 1.984

Potència instal·lada: 1.025 MW

C.N. Vandellòs-2

Localització: l'Hospitalet de l'Infant (Tarragona)

Posada en marxa: març 1.988

Potència Instal·lada: 1.057 MW

C.N. Trillo 1

Localització: Trillo (Guadalajara)

Posada en marxa: maig 1.988

Potència instal·lada: 1.066 MW

Els dos reactors següents estan fora de servei i han de passar moltes dècades abans que siguin desmantellats:

C.N. Vandellòs 1

Localització: l'Hospitalet de l'Infant (Tarragona)

Posada en marxa: juny 1.972

Parada: octubre 1.989

Potència instal·lada: 497 MW

Producció des de l'origen: 55.647 GW/h (17 anys de servei)

C-N. José Cabrera (Zorita)

Localització: Almonacid de Zorita (Guadalajara)

Posada en marxa: 1.968

Parada: abril 2.006

Potència instal·lada: 160 MW

Producció des de l'origen: 29.371.418 MW/h

El Cabril és avui l'únic cementiri nuclear espanyol preparat per a residus de baixa i mitjana activitat (RBMA), amb una vida màxima de 300 anys. Està situat al terme municipal d'Hornachuelos (Córdoba) i hi ha emmagatzemats 17.000 m³ de residus, el 30% de la seva capacitat. Cada dia hi arriba un camió provinent d'algun dels nou reactors nuclears espanyols i cada setmana dues camionetes carregades amb material contaminat d'uns 600 hospitals i centres d'investigació. Són 2.000 m³ cada any, i té capacitat per rebre residus fins a la segona dècada del segle actual.

Juzbado (Salamanca) conté la fàbrica d'elements combustibles gestionada per Enusa Industrias Avanzadas S.A.

Xarxa nuclear francesa

El 80% de la producció d'electricitat a França és d'origen nuclear. Té 34 unitats de 900 MW, 20 unitats de 1.300 MW i 4 reactors de 1.450 MW. El darrer va entrar en servei l'any 1.999, a Civaux. Són 58 reactors que funcionen (contra els 8 espanyols) situats als següents 20 llocs: Belleville, Blayais, Bugey, Cattenom, Chinon, Chooz, Civaux, Cruas-Meysse, Dampierre, Fessenheim, Flamanville, Golfech, Gravelines, Nogent, Paluel, Penly, Saint Alban, Saint Laurent y Tricastin. El de Creys-Malville està fora de servei.

Tricastin, el més proper a Espanya, és la instal·lació més important de França. Ocupa una superfície de 600 ha, té 5.000 treballadors i reuneix les unitats de producció (4 reactors de 900 MW), laboratoris de recerca i totes les operacions relacionades amb el cicle de combustible, exceptuant la mineria.

ANNEX 2

DOSI DE RADIACIÓ I EFECTES PER A LA SALUT

Radiacions ionitzants són les que tenen l'energia suficient per arrencar electrons de l'escorça atòmica. A aquesta categoria pertanyen totes les emissions radioactives (partícules α , β , neutrons i rajos gamma), i també els raigs X. Aquestes radiacions poden produir radicals lliures en els lípids del cos humà, que causen les mutacions en el DNA que provoquen el càncer.

S'ha de distingir entre intensitat de radiació, mesurada en Bequerels (Bq)

$$1\text{Bq} = 1 \text{ desintegració per segon (28)}$$

I **Dosi efectiva**, que és l'energia absorbida per cada kg de massa, ponderat pel tipus de teixit (el dany biològic varia segons quin sigui el teixit) i el tipus de partícula que hi incideix. Es mesura en Sievert (Sv) i és

$Sv = W \times \text{julio/kg}$ (W = factor de correcció per partícula i òrgan)
S'utilitza la mil·lèsima part d'aquesta unitat, el **milisievert (mSv)**

La dosi màxima recomanada ha disminuït amb el pas del temps, a mesura que es coneixien els efectes de la radiació. A partir de 1925 es comencen a detectar malalties en els operadors de raigs X i s'estableix una dosi permesa de 500 mSv per any. Aquesta dosi es va reduir a 300 mSv, l'any 1934, a 50 mSv, l'any 1956 i a 20 mSv, els anys 90.

El Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes del Ministeri de Treball (29) proposa una dosi

(28) Històricament es va utilitzar el curi (radiació emesa per un gram de radi), que no s'utilitza perquè és una unitat massa gran. $1 \text{ curi} = 3,7 \times 1.0^{10} \text{ Bq}$

(29) Aquest reglament es pot consultar a www.mtas.es/insht/Legislation/RD/radiaciones.htm

de 20 mSv per any per als treballadors exposats a radiacions, 6 mSv per a estudiants que manipulin fonts radioactives i 1 mSv per al públic en general.

La conclusió és que **no hi ha una dosi segura**, i s'accepta el principi que la única dosi innòcua és la **radiació natural**. Per molt baixes que siguin, les radiacions ionitzants poden produir modificacions fatals en els organismes vius. Prova d'això és l'ampliació d' El Cabril, que ha d'entrar en funcionament el 2007, destinat a rebre residus de **molt baixa activitat**, entre 100 i 1.000 vegades per sota els que avui emmagatzema aquesta instal·lació, que ja es consideren de baixa i mitjana activitat RBMA.

Els efectes sobre la salut es classifiquen en dos grans categories, segons quina sigui la quantitat de radiació rebuda.

Efectes determinístics. Quan la dosi és excepcional (>3.000 mSv), els efectes són immediats i evidents i poden produir la mort en pocs dies. Aquests casos estan relacionats amb incidents específics, accidents o explosions nuclears, sobre els quals no hi ha cap dubte.

Efectes estocàstics o aleatoris. Són els danys biològics, la probabilitat dels quals depèn de la dosi total rebuda, un temps després de l'incident, o per efecte acumulatiu durant exposicions seguides. Com hem vist, no es pot establir una dosi de seguretat.

ANEXO- 3

ENLLAÇOS D'INTERES

La major part de la informació continguda en aquest llibret la he obtingut de la Coordinadora **TANQUEM LES NUCLEARS** (www.100x100renovables.net) el objectiu de la qual es assolir un calendari de tancament de les CCNN instal·lades en territori espanyol.

Aquesta coordinadora, de la que Attac-Catalunya forma part, ha estat impulsada per **Greenpeace** (www.greenpeace.org/espana) y per **Ecologistes en Acció de Catalunya** (www.ecologiste-senaccio.cat) a la web dels quals s'hi troben una sèrie de documents i presentacions en powerpoint que han servit de base per tot el que he exposat.



Algunes informacions sobre averies recents, el almacén espanyol de residuos ATC o el desgavell nuclear francès durant la canícula estiuenca, han estat obtingudes de la premsa escrita.

Finalment, moltes dades puntuals las he obtingut o confirmat a Internet, en direccions que cito a peu de pàgina, o bé en algunes de las direccions següents:

GCTPFNN – Grup de Científics i Tècnics Per un Futur No Nuclear www.energiasostenible.org/

CRISISENERGETICA – Interessant pàgina sobre el tema de l'energia en general, des de un punt de vista crític y sostenible. Inclou Foros, notícies y entrevistes. www.crisisenergetica.org

SIEVERT - Aquesta curiosa web sobre la Dosis de radiació, permet calcular la radiació còsmica rebuda durant un vol en avió. www.sievert-system.org/WebMasters/sp/

WIKIPEDIA – La enciclopedia libre de Internet, de donde he extraído múltiples informaciones

<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>

ANAV – Asociación Nuclear Ascó-Vandellós www.anav.es

CSN – Consejo de Seguridad Nuclear www.csn.es

MINISTERIO de TRABAJO – Reglamento sobre protección sanitaria contra Radiaciones Ionizantes

www.mtas.es/insht/Legislation/RD/radiaciones.htm

Foro de la Industria Nuclear Española www.foronuclear.org

ENRESA – Empresa Nacional de Residuos www.enresa.es

ENUSA – Empresa Nacional del Uranio www.enusa.es

Dirección General de Protección Civil

www.proteccioncivil.org/nuclear.htm

ITER – proyecto de Reactor Internacional Termonuclear Experimental www.iter.org



attac

ATTAC, MOVIMENT INTERNACIONAL DE CIUTADANS PER AL CONTROL DEMOCRÀTIC DELS MERCATS FINANCERS I LES SEVES INSTITUCIONS

Attac, es un moviment d'educació popular orientat cap a l'acció, que proposa:

Gravar amb una taxa les transaccions financeres, com la Taxa Tobin.

Obligar que els mercats financers i les empreses transnacionals paguin impostos.

Suprimir els Paradisos Fiscals, defensar els Serveis Públics i el medi ambient.

Cancel·lar el Deute Extern dels països pobres, convertir el "lliure comerç" en Comerç Just.

Exigir una Europa dels ciutadans.

La reestructuració democràtica dels organismes internacionals: BM, FMI, OMC, ...

Avançar cap a l'implantació de la JUSTÍCIA GLOBAL.

Fomentar el debat i la reflexió entre els ciutadans, promoure la Pau i la Justícia entre els pobles, i rebutjar la violència com a mètode per a solucionar els conflictes.

***ES TRACTA DE REAPROPIAR-NOS TOTS UNITS DEL
FUTUR DEL NOSTRE MÓN, QUE RES DEL QUE ENS
AFECTI ES FACI SENSE LA NOSTRA PARTICIPACIÓ***

**ATTAC - Moviment internacional de ciutadans
per al control democràtic dels mercats i les seves institucions**

C/. Aragó, 174-176, 2^a, 3^a · 08011 Barcelona
attac-catalunya@pangea.org http://attac-catalunya.org

Butlleta d'inscripció

Desitjo rebre més informació Desitjo inscriurem a ATTAC
Marcar amb una X l'opció desitjada. En cas de desitjar únicament més informació, sols omplir nom i cognoms, domicili, telèfon i correu electrònic.

DADES PERSONALS

Nom i cognoms

DNI Data de naixement

Domicili

Població.....Codi Postal.....

Professió.....Estudis.....

Tel. particularTel. treball

FaxCorreu electrònic.....

Associacions a les que pertany o ha pertengut

Quota trimestral: (marcar X)

A 6 € C 18 €

B 12 € D..... € Data

Signatura:

DOMICILIACIÓ BANCÀRIA

Sr. Director.....

BANC O CAIXA D'ESTALVIS

Direcció

Població.....Codi Postal.....

C. C. C.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Li agrairia carregués en el meu compte/llibreta a dalt indicada i fins nou avis els rebuts que li siguin presentats per "ATTAC-Moviment internacional de ciutadans per al control democràtic dels mercats i les seves institucions", en concepte de quota.

Signatura:

Titular

D.N.I.

% attac
justícia econòmica global

**ASSOCIACIÓ per la TAXACIÓ de las TRANSACCIONS
financeres i l'ACCIÓ CIUTADANA**
Moviment internacional de ciutadans per al control
democràtic dels mercats financers i les seves institucions
c/ Aragó, 174-176, 2º, 3ª · 08011 Barcelona
attac-catalunya@pangea.org
www.attac-catalunya.org