CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL

MONOGRAFÍAS
del
CESEDEN

119

# SEGURIDAD NACIONAL Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS DE ESPAÑA Y PORTUGAL

MINISTERIO DE DEFENSA

CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL

# MONOGRAFÍAS del CESEDEN

119

# SEGURIDAD NACIONAL Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS DE ESPAÑA Y PORTUGAL

Marzo, 2011

**CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES**
**http://www.publicacionesoficiales.boe.es**

Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
DIRECCIÓN GENERAL DE RELACIONES INSTITUCIONALES

NIPO: 075-11-098-8 (edición en papel)
ISBN: 978-84-9781-648-9

NIPO: 075-11-099-3 (edición en línea)

Depósito Legal: M-18752-2011

Imprime: Imprenta Ministerio de Defensa

Tirada: 1.000 ejemplares
Fecha de edición: abril 2011

En esta edición se ha utilizado papel libre de cloro obtenido a partir de bosques gestionados de forma sostenible certificada.

# SEGURIDAD NACIONAL Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS DE ESPAÑA Y PORTUGAL

## SUMARIO

Página

PRÓLOGO ..... 9

*Por Víctor Daniel Rodrigues Viana y Rafael Sánchez-Barriga Fernández*

*Capítulo primero*

ESTUDO SEGURANÇA ENERGÉTICA. OS DESAFIOS ESTRATÉGICOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA EUROPEIA ..... 13

*Por Ruben Eiras*

*Capítulo segundo*

O PROBLEMA DO ABASTECIMENTO DE ESPANHA E PORTUGAL: A QUESTÃO DO MAGREBE ..... 43

*Por António Paulo David Duarte y Carla Isabel Patrício Fernandes*

*Capítulo tercero*

ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU PAPEL EN EL FUTURO ENERGÉTICO DE LA UNIÓN EUROPEA ..... 93

*Por Guillermo Velarde Pinacho*

*Capítulo cuarto*

CONSIDERACIONES QUE AFECTAN A LA SEGURIDAD NACIONAL 157

*Por Natividad Carpintero Santamaría*

Página

CONCLUSIONES..... 191

COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO..... 203

ÍNDICE..... 205

# PRÓLOGO

# PRÓLOGO

*La presente* Monografía *es el resultado del trabajo desarrollado durante el año 2010, en el ámbito de la fructífera colaboración que en los últimos años se realiza entre el Instituto de Defensa Nacional (IDN) de Portugal y el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN) de España*

*En las visitas realizadas el 5 de febrero de 2009 y el 14 de julio de ese mismo año, los directores de ambas instituciones decidimos que se realizase un trabajo de investigación conjunto sobre la cuestión energética y otros aspectos relacionados con la seguridad nacional. El resultado del mismo es la* Monografía *que presentamos a continuación «Seguridad nacional y estrategias energéticas de España y Portugal».*

*En su estudio, los autores han abordado una amplia gama temática que han dividido en cuatro capítulos principales:*

1. *Estudio sobre la seguridad energética. Los desafíos estratégicos de seguridad energética europea.*
2. *El problema del abastecimiento de España y Portugal: la cuestión del Magreb.*
3. *Energías alternativas y su papel en el futuro energético de la Unión Europea.*
4. *Consideraciones que afectan a la seguridad nacional.*

*Estos cuatro capítulos desarrollan un amplio análisis del escenario energético actual, abordando los importantes dominios de: la diversificación de las fuentes de energía; el futuro de los combustibles fósiles; el panorama energético del Magreb y su influencia en España y Portugal; las potencialidades y vulnerabilidades de nuestros dos países; y el análisis de las energías alternativas, entre otros relevantes puntos analizados. El texto se ve enriquecido con una relación actualizada de datos estadísticos sobre el tema.*

*Los autores han abordado también cuestiones que afectan a la seguridad nacional en lo que respecta al terrorismo de armas de destrucción masiva y las medidas contraterroristas que están siendo aplicadas por las dos Estados.*

*Esperamos, por tanto, que esta* Monografía*, publicado por el IDN y el CESEDEN, cumpla con su labor fundamental: aportar un análisis actualizado y vigente de las cuestiones energéticas y de seguridad nacional.*

*La* Monografía *evidencia el éxito de la iniciativa desarrollada por el IDN y el CESEDEN y la importancia de la colaboración y cooperación entre las dos instituciones en una era caracterizada por la incertidumbre y el cambio acelerado. La cooperación institucional en el área de la seguridad será, probablemente, uno de los mayores instrumentos de respuesta en un mundo de peligrosos riesgos y amenazas.*

*El primer proyecto común de investigación entre el IDN y el CESEDEN finaliza con pleno éxito con esta* Monografía: *seguro que es una señal para continuar la cooperación iniciada en el importante ámbito de la investigación.*

Víctor Daniel Rodrigues Viana
*General de división, director del IDN*

Rafael Sánchez-Barriga Fernández
*Almirante, director del CESEDEN*

# CAPÍTULO PRIMERO

# ESTUDO SEGURANÇA ENERGÉTICA. OS DESAFIOS ESTRATÉGICOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA EUROPEIA

# ESTUDO SEGURANÇA ENERGÉTICA. OS DESAFIOS ESTRATÉGICOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA EUROPEIA

Por Ruben Eiras*

## Sumário executivo

*Uma nova segurança energética sustentável para a Europa*

A Europa necessita de criar uma estratégia comum para a energia e concretizá-la de forma pragmática. Tendo em conta a complexa multidimensionalidade da segurança energética, esta exige uma abordagem multilateral pautada pelo realismo político, para que a União Europeia consiga competir no novo jogo de poder no mercado energético global, pautado pela competição voraz por recursos energéticos e instabilidade geopolítica nos países produtores. Este ajustamento político exige uma combinação de novas plataformas políticas e militares de diálogo internacionais no domínio energético conjugadas com uma estratégia de inovação económico-tecnológica pragmática. Para tal, a União Europeia deve, de forma determinada e unida, identificar os seus principais riscos de fornecimento, formular os seus principais interesses políticos e de

* Responsável pelas Relações com a Comunidade Científica da Galp Energia. Está a investigar a problemática da Segurança Energética nas relações de cooperação entre Portugal e Brasil, no âmbito do Doutoramento em História, Defesa e Relações Internacionais realizado em parceria pelo Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL) e a Academia Militar. Comentador no económico TV na área de energia. Colaborador nos blogues *http://geocospio.tv* e *http://raizpolitica.wordpress.com.* Pode ser contactado no endereço *reiras@gmail.com<reiras@gmail.com.*

segurança energética e corporizá-los num conceito estratégico pragmático, o qual consiste em três eixos principais:

### UM EIXO EURO-MED-ATLÂNTICO PARA A SEGURANÇA ENERGÉTICA

A primeira peça desse conceito estratégico é o estabelecimento de uma arquitectura euro-med-atlântica para a segurança energética. Para a Europa se autonomizar face ao cerco energético da Rússia e mitigar o risco geopolítico do Médio Oriente, é necessário uma política que situe África e América do Sul como parceiros estratégicos no fornecimento de petróleo e gás.

### LIDERAR A NOVA ORDEM GLOBAL DA ENERGIA

A segunda peça do novo conceito estratégico pragmático para a segurança energética da Europa é ser geopoliticamente pró-activa, fomentando a criação de uma Nova Ordem Global da Energia promovendo, por um lado, a entrada de novos membros na Agência Internacional de Energia (AIE), e por outro, liderar a construção de uma Organização do Tratado do Atlãntico Norte (OTAN) da energia.

### UMA ESTRATÉGIA DE SEGURANÇA ENERGÉTICA VISIONÁRIA E PRAGMÁTICA

A terceira peça deste novo conceito estratégico é a adopção por parte da Europa de uma política tecnológica na energia que seja visionária. Ou seja, tem de investir em tecnologias que diversifiquem ao máximo o seu mix energético, sendo a sua complexidade de implementação a menor possível, economicamente competitivas, que capacitem a produção endógena de energia e que constituam soluções sustentáveis com potencial de comercialização no mercado, actuando nos seguintes eixos:

– Eficiência energética.
– Internet europeia da energía.
– Biocombustíveis de origem celulósica
– Combustíveis fósseis eco-innovadores.
– Energia nuclear.
– Exploração e produção do gás não-convencional.

São estas as três peças de uma Estratégia de Segurança Energética Inovadora e Sustentável. Todavia, para concretizar este novo conceito estratégico pragmático conducente a uma segurança energética susten-

tável, a Europa necessita de uma liderança forte, unida e determinada, que não se concentre apenas em medidas paliativas, mas numa política de fundo, que afirme a Europa como um actor pró-activo e fundamental na nova geopolítica da energia.

## O conceito de segurança energética num paradigma energético em transição: da diversificação de fontes de abastecimento para a diversificação de fontes energéticas

A energia não é uma commodity como outra qualquer dado que é vital para a sobrevivência dos Estados e pode ser utilizada para prejudicar outros Estados, e por isso transcende claramente o sector económico.

A escassez induz ao nacionalismo de recursos. Isto confirma a inevitável dimensão política da segurança energética. A escassez de recursos conduzirá e intensificará os conflitos para o controlo de fontes energéticas, dos corredores de transporte e das infra-estruturas.

Os problemas energéticos requerem soluções cooperativas para a gestão dos recursos existentes, descoberta de novos recursos e desenvolvimento de formas alternativas de energia.

A disrupção da oferta de energia pode causar vulnerabilidades económicas, políticas e de segurança significativas. A independência energética é a única maneira de evitar estas vulnerabilidades.

A escassez de recursos é gerada pela falha de mercado. Os mercados de energia que funcionem correctamente fazem com que a interdependência seja gerível e assim atenuar o grau de escassez. Só que a independência energética é impossível. A interdependência é a condição subjacente do sector energético: produtor-produtor, consumidor-produtor e consumidor-consumidor.

## O que é segurança energética?

A «insegurança» energética pode ser definida como a perda de bem-estar que podem ocorrer como resultado de uma alteração do preço ou a disponibilidade de energia.

No que diz respeito à política de segurança energética, uma distinção pode ser feita entre as acções do governo para mitigar os riscos de cur-

to prazo de indisponibilidade física que ocorre em caso de ruptura de abastecimento e os esforços para melhorar a segurança energética no longo prazo.

No primeiro caso, as acções incluem o estabelecimento de reservas estratégicas, o diálogo com os produtores e determinar planos de contingência para reduzir o consumo em tempos de interrupção de fornecimentos críticos.

No segundo caso, as políticas tendem a se concentrar no ataque às causas da insegurança energética. Estas podem ser divididas em quatro grandes categorias:

– Interrupções do sistema de energia ligadas a condições climáticas extremas ou accidentes.
– Equilíbrio a curto prazo entre a oferta e a procura no mercado da electricidade.
– Falhas de regulamentação.
– Concentração dos recursos de combustíveis fósseis.

Através desta tipologia de política de segurança energética, é possível identificar claramente as áreas que se sobrepõem com as acções de mitigação das alterações climáticas. Políticas destinadas a responder a preocupações de segurança energética ligada à concentração de recursos têm potencialmente implicações mais significativas para a mitigação das alterações climáticas, e vice-versa. Em ambos os casos, as políticas são susceptíveis de afectar os combustíveis e as escolhas tecnológicas associadas.

## Diversificar de forma integrada

A diversificação é o princípio fundamental da segurança energética tanto para o petróleo como para o gás natural. Contudo, actualmente a segurança energética também requer o desenvolvimento de uma nova geração de energia nuclear, de tecnologias de carvão limpo e de uma variedade assinalável de energias renováveis, ao passo que estas se tornam mais competitivas. Além disso, também exige investimento em tecnologias que fomentem a produção e consumo mais eficientes de energia.

A diversificação também exige investimento em novas tecnologias, no curto prazo, como as de conversão de Gás Natural em Liquefeito (GNL), como nas de longo prazo, como a biotecnologia aplicada a fontes ener-

géticas. Este movimento de I&D em novas tecnologias energéticas não só contribuirá para assegurar a segurança energética, como também impactará de forma positiva a nível ambiental.

Contudo, como já referido, a segurança energética tem de funcionar num mundo de crescente interdependência. Por isso, a segurança energética vai depender muito de como os países gerem as suas relações uns com os outros, seja de forma bilateral ou em plataformas multilaterais.

Esta é uma das razões pelas quais a segurança energética é um dos grandes desafios da política europeia. Isto porque não basta criar soluções para os problemas imediatos, mas exige ver para além dos ciclos de subidas e descidas, e conseguir destrinçar a realidade de um sistema energético global cada vez mais complexo e integrado nas relações entre os países que nele participam.

## A ligação entre a segurança energética, as alterações climtáticas e a segurança nacional

As preocupações com a segurança energética evoluíram ao longo do tempo, devido a mudanças no sistema energético global e a novas percepções sobre os potenciais riscos e custos das disrupções de oferta. Nas décadas de os anos setenta e oitenta do século passado, as preocupações sobre segurança energética estavam focadas no petróleo e aos riscos associados a uma sobredependência das importações de petróleo. Hoje essas preocupações estendem-se ao gás natural e à fiabilidade do fornecimento de electricidade.

Até muito recentemente o foco da segurança energética reduzia-se às ameaças de curto prazo ao fornecimento. Mas hoje também existem preocupações sobre a adequação do investimento e do fornecimento no longo prazo. Além disso a segurança energética também está a ser debatida como um aspecto das alterações climáticas e da segurança nacional.

A mudança climática resulta de emissões antropogénicas de Gases com Efeito de Estufa (GEE). O sector da energia é de longe a principal fonte de emissões em todo o mundo. As opções políticas para reduzir as emissões associadas à energia consistem na melhoria da eficiência energética, na mudança para combustíveis fósseis menos intensivos em carbono, na adopção de fontes energéticas livres de emissões, e na captura e armazenamento de dióxido de carbono ($CO_2$).

Ao passo que o producto interior bruto das economias ocidentais cresceu, também aumentaram as suas necessidades energéticas. Esta procura de energia estrangula o abastecimento disponível: as fontes de energia utilizadas para um fim, como a geração de electricidade, não estão disponíveis para suprir outras necessidades. O gás natural usado para a electricidade não está disponível como matéria-prima para muitas indústrias que dependem dele, como a indústria química, a indústria de fertilizantes e a indústria de plásticos.

Nesta linha de pensamento, no relatório *National Security and the Threat of Climate Change*, da CNA Corporation, o almirante Bowman afirma que:

> «A segurança nacional está intrinsecamente ligada à nossa segurança energética do país. A energia e a segurança económica são componentes-chave da segurança nacional que devem ser concretizadas através da exploração de formas alternativas de energia endógenas e de parcerias energéticas com países cujos valores não estão em contradição com os das democracias ocidentais.»

Neste contexto, Bowman adverte que essa interdependência entre a política de energia e a segurança nacional deve ser encarada no longo prazo como as nações abordam as mudanças climáticas globais, tendo como base de partida a segurança energética.

O risco percepcionado de uma séria disrupção nas fontes de energia para um país ou em qualquer altura depende de uma enorme série de factores, alguns dos quais são muito difíceis de medir. Os indicadores mais importantes de segurança energética são a dimensão das importações (especialmente de regiões politicamente instáveis), a distância entre a produção e o consumo, a vulnerabilidade de disrupção das cadeias de fornecimento físico, o grau de substituição do combustível, a diversidade do *mix* de combustíveis e o grau de concentração do poder de mercado.

## Breve retrato geopolítico da energia no mundo

Os principais países consumidores de petróleo são os Emirados Árabes Unidos, a China e o Japão, mas com o crescimento mais rápido da procura que dirigem ao mercado mundial de petróleo e gás natural, encontram-se a China e a Índia, estimando-se que em 2020 –se não houver interrupções graves nos seus processos de crescimento– ven-

ham a importar quatro vezes mais do que actualmente 20 milhões de barris/dia (Mb/d), a comparar com os 5,4 Mb/actuais); Emirados Árabes Unidos, China e Índia detêm as maiores reservas mundiais de carvão.

Os países da Organização Productores e Exportadores de Petróleo (OPEP) e a Rússia controlam a maior «fatia» de reservas de petróleo e gás natural disponíveis para se transformar em exportações para o mercado mundial; e são as companhias nacionais da OPEP e do espaço antigua União de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) que controlam a maior parte dessas reservas.

Os países da OPEP e a Rússia não têm interesse num esgotamento rápido das suas reservas, em particular se dispõem de grandes populações e revelam fortes ambições militares. A Rússia pretende reforçar a integração da produção dos países da Ásia Central no seu próprio dispositivo como forma de melhor gerir a entrada na fase de maturidade das suas regiões energéticas tradicionais. O nacionalismo na gestão dos recursos energéticos por parte destes países traduz-se também em elevados níveis de ineficiência que limitam a sua capacidade de aumento de produção.

As companhias de petróleo estatais dos países produtores, quer os da OPEP, quer a Rússia National Oil Companies (NOC), investem sobretudo no interior destes países, necessitam da tecnologia disponível das companhias privadas ocidentais se quiserem melhorar significativamente eficiência das suas operações e descobrir mais reservas (nomeadamente no que se refere às tecnologias *off-shore* e às tecnologias de exploração avançada dos jazigos), com quem, no entanto, querem partilhar o menos possível da renda petrolífera.

As companhias estatais dos países da OPEP são instrumentos de políticas dos Estados, canalizando assim uma parte significativa dos seus lucros para o financiamento das políticas sociais, de infra-estruturas e de segurança dos respectivos Estados, e não para o reinvestimento prioritário na prospecção e exploração nos seus próprios territórios.

As companhias nacionais das economias emergentes –China e Índia– sendo também companhias estatais NOC, têm objectivos diferentes das companhias nacionais dos países OPEP já que pretendem antes de mais ampliar o mais possível a base de produção não OPEP, de preferência a que se localize no seu território (incluindo na plataforma continental), ou a que possa ser desenvolvida em países não OPEP que aceitem a presença de investimento directo estrangeiro no upstream e formas de

partilha de resultados mais favoráveis. No entanto, procuram também chegar a alianças de fornecimento e de investimento com as NOC dos países da OPEP ou da Rússia. Mas no longo prazo precisam das companhias privadas ocidentais para a prospecção e exploração dos seus *off-shore* e competem com elas no acesso a reservas em países não OPEP.

## O estado da segurança energética na Europa

Responder à procura de energia é o requisito básico da segurança energética. De acordo com a Segunda Análise Estratégica de Energia da Uniao Europea, duas tendências são evidentes:

Os recursos e as reservas endógenas da União Europeia estão em declínio.

Os recursos mundiais/reservas, ainda relativamente abundantes, estão a ficar concentradas nas mãos de um pequeno número de países.

É difícil especificar a quantidade de gás, petróleo, carvão e urânio ainda existe no manto da Terra e de quanto pode ser extraída no futuro.

Além disso, a segurança energética da Europa continuará a depender fortemente da disponibilidade de fontes de energia primária. No *mix* actual de energia da União Europeia, petróleo, gás, carvão e urânio são as principais fontes primárias de energia e representam uma parte significativa do futuro cabaz energético da União Europeia. *De facto,* a Europa sempre se baseou na oferta externa de fontes de energia para responder à sua procura e continuará a fazê-lo.

De acordo com a segunda análise estratégica da energia da Uniao Europeia, «a poupança de energia e melhorias de diversificação com as energias renováveis tornará a União Europeia menos vulnerável aos efeitos da evolução dos preços voláteis de importação. A segurança energética é um dos principais objectivos da União Europeia para garantir o seu desenvolvimento económico e do bem-estar dos seus cidadãos».

## A dependência das importações da União Europeia

Embora a dependência das importações globais de energia na União Europeia seja elevada e continua a aumentar, a situação varia considera-

velmente de país para país. A Dinamarca é o único país que é completamente independente energeticamente, enquanto que em alguns países, como a Polónia e o Reino Unido, as taxas de dependência das importações são bastante baixas (cerca de 20%).

No outro extremo, Irlanda, Itália, Portugal e Espanha têm relações de dependência de importação superior a 80%, enquanto pequenos países insulares, como Malta e Chipre (devido à sua situação geográfica), juntamente com o Luxemburgo, são totalmente dependentes das importações de energia.

A União Europeia produz menos de um quinto de seu consumo total de petróleo. O petróleo inclui a maior parte do total das importações de energia da União Europeia (60%), seguido por importações de gás (26%) e combustíveis sólidos (13%). A proporção entre energia importada e das energias renováveis é insignificante (menos de 1%).

Tendo em conta o crescimento previsto da procura mundial de energia, a competição por recursos ficará mais difícil e o poder de mercado dos poucos grandes exportadores de energia irá aumentar ainda mais.

No campo da segurança energética, a Europa tem de formular uma estratégia comum, mas ainda não conseguiu desenvolver uma abordagem integrada e coerente. Ao passo que a competição global por recursos evolui para o campo da geopolítica, o défice estratégico europeu resulta numa vulnerabilidade intolerável. Uma cooperação mais estreita entre a União Europeia e a OTAN contextualizada por uma revitalização da parceria transatlântica poderá contribuir de forma significativa para ultrapassar este défice estratégico.

## Principais tendências fragilizantes da segurança energética europeia

### *Exploração & Produção*

#### A DECADÊNCIA DA EXPLORAÇÃO DO MAR DO NORTE E A CRESCENTE DEPENDÊNCIA DA EUROPA DE FONTES PETROLÍFERAS

Embora existam algumas pequenas áreas de produção onshore e *offshore* em Itália, Roménia, Alemanha, Turquia e outros países europeus, estas são de menor significância quando comparadas com a produção de crude do Mar do Norte. A produção no mar do Norte atingiu o seu

pico de produção em 6,2 Mb/d em o ano 1999 e a partir daí declinou, para cerca de 4 Mb/d actualmente. Está prevista uma continuação da queda, com a produção a cair para 3,2 Mb/d em ano 2012. Muita da produção é de petróleo *light* e com baixo conteúdo sulfuroso, embora um número de novos campos são de petróleo *sweet*, mas pesado.

### O esgotamento das fontes de petróleo *light* e o crescimento das fontes betuminosas e deep *off-shore*

De acordo com a AIE, os ganhos de processamento na refinação de crude aumentará de 83,1 Mb/d em ano 2008 para 86,6 Mb/d em 2015 e 103 Mb/d em ano 2030. Muito do aumento projectado no output provém de membros da OPEP, os quais possuem a maioria das reservas de petróleo provadas e passíveis de serem recuperadas. O seu output colectivo de crude convencional, GNL e crude não-convencional (a maioria proveniente de gas-to-liquid, transformação de gás natural em combustíveis sintéticos líquidos) aumenta de 36,3 Mb/d em ano 2008 para pouco mais de 40 Mb/d em año 2015 e quase 54 Mb/d em ano 2030. O resultado é o aumento da fatia da OPEP na produção mundial de 44% para 52% em ano 2030. É provável que os recursos recuperáveis da OPEP são suficientemente grandes e os custos de desenvolvimento suficientemente baixos para crescer mais rápido do que o previsto. Todavia, a AIE assume que o crescimento será constrangido por vários factores, como por exemplo, políticas de exploração conservadoras.

Por sua vez, a produção de crude convencional não-OPEP está projectado para atingir o seu pico em ano 2010 e declinar lentamente. Este declínio contínuo no número e dimensão de novas descobertas deverá resultar no aumento dos custos marginais de desenvolvimento. Com efeito, a produção atingirá o pico em muitos dos países não-OPEP antes de 2030, isto apesar de um aumento estável nos preços do petróleo. Cazaquistão, Azerbeijão e o Brasil são os únicos países produtores não-OPEP que verão um aumento significativo no output. Quanto ao crude não-convencional (areias betuminosas, xistos betuminosos, deep *off-shore* exploração em águas profundas) não-OPEP é previsto que caia cerca de 330.000 b/d entre los anos 2008 e 2011. Todavia, a nível global, o output de petróleo não-convencional crescerá de 1,8 Mb/d em ano 2008 para cerca de 7,4 Mb/d em ano 2030.

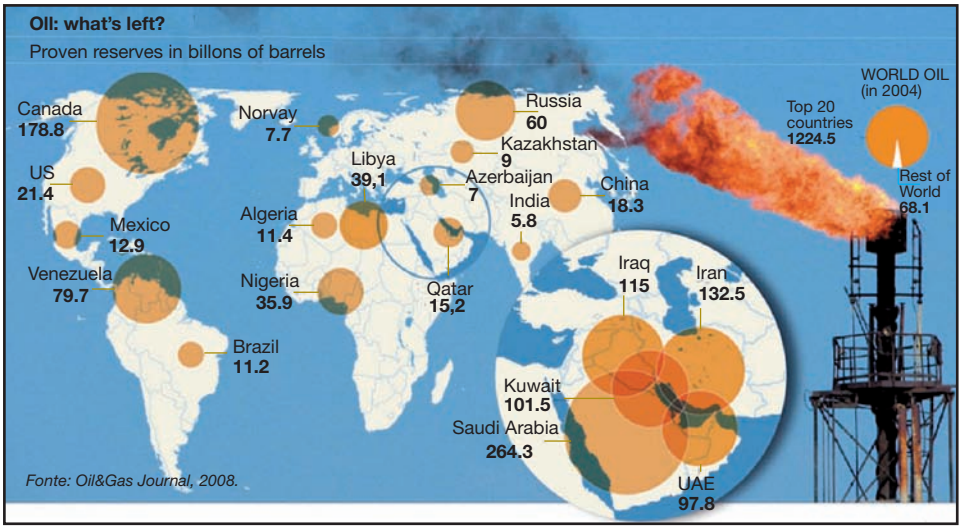



**Figura 1.—** *As reservas provadas de petróleo no mundo.*

Esta tendência significa que a era do petróleo barato e de fácil acesso está a chegar ao seu término. Explorar e produzir hidrocarbonetos será cada vez mais oneroso e tecnicamente exigente, bem como a sua refinação se tornará mais complexa e custosa, figura 1.

## Refinação

*O estrangulamento da capacidade de refinação mundial*

A análise da indústria refinadora realizada pela europia mostra que embora o número de refinarias tenha declinado entre ano 1993 e 2007, a capacidade média por refinaria aumentou perto de 30%. Este aumento deve-se em parte à racionalização das refinarias de maior capacidade e ao acrescento de novas e maiores refinarias. A capacidade de refinação aumentou nos países com maior procura de petróleo.

Por exemplo, a capacidade de refinação da Índia aumentou 100% no período referido e agora é o maior do mundo. Esta tendência não se verifica em todas as regiões do mundo, pelo contrário, na Rússia a capacidade geral e por unidade de refinação diminuiu.

É esperado que a racionalização do número de unidades refinadoras diminua ao passo que a competição e a crescente normalização das qualidades do produto obrigarem a uma maior economia de escala.

É expectável que as actuais refinarias se actualizem e expandam. A capacidade de destilação anunciada aumentará de um total de 4,7 Mb/d para pouco mais de 5,3 Mb/d em ano 2020.

## Transporte e distribuição

*Os bottlenecks do transporte marítimo:*
*petróleo e GNL prisioneiros dos estreitos*

Cerca de 42% da produção mundial diária de crude (37 milhões b/d de crude) é prisioneira dos estreitos marítimos: desta, cerca de 22,4 Mb/d circulam no Médio Oriente (estreitos de Ormuz, Bab el-Manded e canal do Suez) e 11 Mb/d no Sudeste Asiático (estreito de Malaca). Além da instabilidade política nas regiões do golfo Pérsico e do mar Vermelho, o transporte de crude e gás natural do Médio Oriente está sob ataque de pirataria na costa da Somália. Os ataques de pirataria verificam-se também em grande intensidade no estreito de Malaca e no delta do Níger.

Tendo em conta a actual concentração de reservas de crude e o potencial futuro na zona do golfo Pérsico, o aumento de dependência desta área resultará no agudizar do risco geopolítico de segurança energética

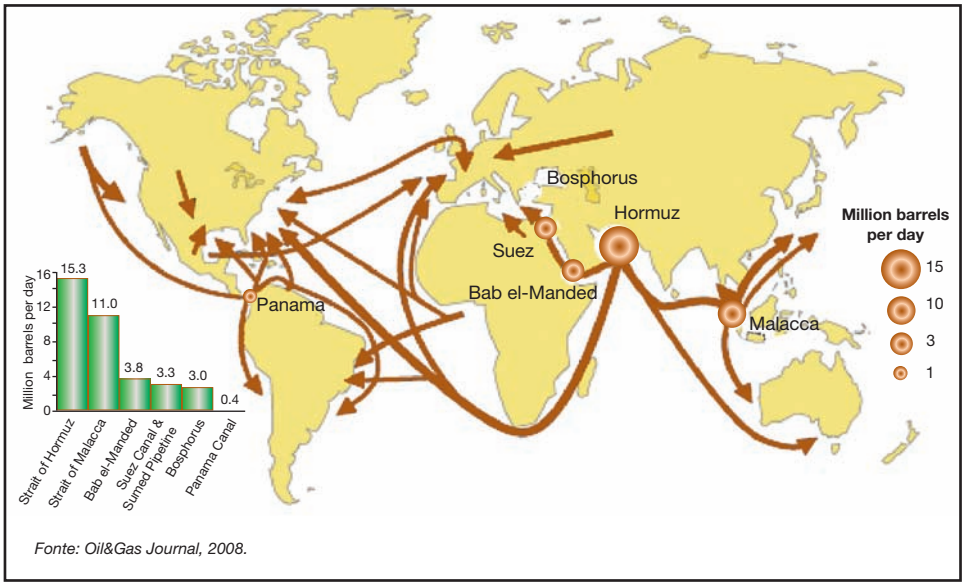



**Figura 2.—** *Os chokepoints do transporte de petróleo e gás.*

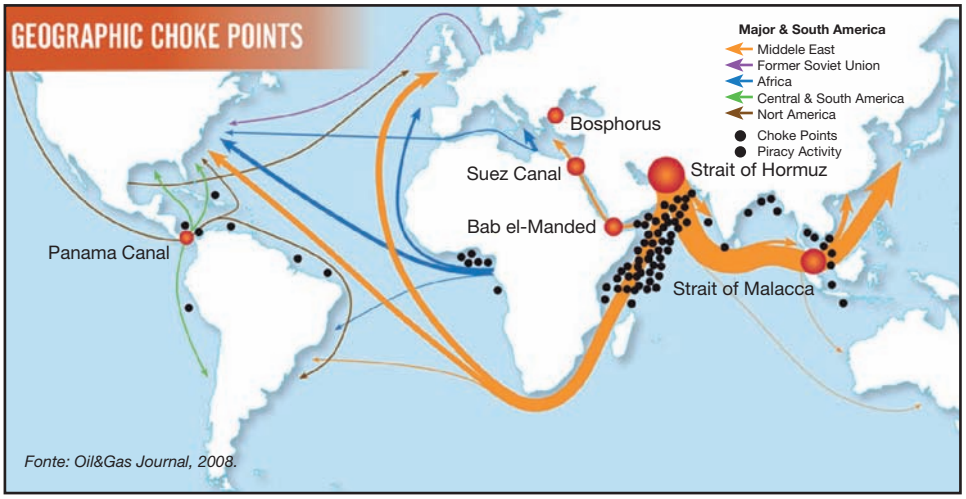



**Figura 3.—** *Ataques de pirataria ao transporte de petróleo e gás.*

da Europa. O fornecimento alternativo da Rússia, África e Ásia pode criar algum grau de diversificação, mas não possuem capacidade de compensar disrupções de fornecimento provindas do Golfo Pérsico. Além disso, o risco de uma disrupção significativa no fornecimento de petróleo e gás aumenta quando a cooperação internacional é difícil (como no caso da situação actual do Irão) e os principais países produtores são afectados por instabilidade política.

Face a este panorama, o principal consumidor de petróleo do mundo, os Emiratos Árabes Unidos, operaram um realinhamento das suas bases militares ultramarinas durante a era Bush. No início do século XXI, a maioria da presença militar norte-americana localizava-se na Europa Ocidental, no Japão e na Coreia do Sul. O então secretário da Defesa, Donald Rumsfeld, procedeu a relocalização de forças militares para regiões da Ásia Central (na zona de países da antigua URSS), do Sudeste Asiático, da Europa de Leste, da África Central e do Norte. Estas regiões não só contêm mais de 80% das reservas mundiais de petróleo e gás natural, mas também urânio, cobalto e outros recursos críticos para andustria, figura 2.

Quanto à pirataria, é de frisar a forte presença das forças marítimas combinadas da OTAN, Índia e China (que regressa ao mar 500 anos depois do seu abandono) nas zonas do golfo de Aden e da costa somalí, figura 3.

## Rigidez de abastecimento de gás natural

A transferência parcial do consumo do petróleo para o gás natural como hidrocarboneto mais procurado pelas economias desenvolvidas, por razões ambientais e de maior eficiência económica na produção de electricidade (com as tecnologias de centrais de ciclo combinado utilizando o gás natural) altera a geoeconomia da energia, ao colocar a Rússia, o Irão, o Qatar. a Arábia Saudita e os Emirados Árabes Unidos como principais detentores de reservas de gás natural (76% das reservas mundiais provadas). É muito provável a constituição de uma «OPEP do gás» no curto-médio prazo, para controlar o fluxo de gás e influenciar as forças de mercado.

No caso europeu, existe produção endógena na Holanda, Noruega e no Reino Unido, cujos campos de exploração estão perto de atingir o pico de produção. A maior parte do gás natural é importado via pipeline da Rússia e da Argélia. Por sua vez, a importação de GNL por via marítima representa apenas 11% do volume total de gás importado, o que é cerca de 7,6 vezes inferior ao volume que circula no sistema de pipelines europeu). Contudo, a Rússia visa dominar o transporte de gás natural para a Europa via gasoduto (só a Gazprom fornece 40% do consumo europeu) e não se inibe de o demonstrar através de acções hostis, como os recentes cortes de abastecimento de gás à Ucrânia, em pleno Inverno. Além disso, tem importado de forma crescente gás natural do norte de África e do Médio Oriente.

Estão previstos dois novos gasodutos para transporte do gás russo para o mercado europeu: o Nordstream e o Southstream. O pipeline Nordstream está praticamente completo, o qual irá abastecer grande parte do consumo da Europa do Norte e Central. Já o Southstream enfrenta resistência por parte da Comissão Europeia, que em alternativa está a promover o projecto indepedente Nabucco, que transporta gás natural da Ásia Central e não atravessa território russo. A Rússia tem constantemente movido acções para frustrar esta iniciativa, figura 4.

Mas as acções da Rússia não se ficam por monopolizar o transporte do gás natural produzido no seu território. No último quinquénio registaram-se diversas tentativas de domínio de fontes alternativas de gás para o mercado europeu: o anúncio da Gazprom da compra da totalidade do gás natural da Líbia, a construção de um gasoduto transaariano para transporte do gás desde a África Ocidental e a tentativa de entrar na

**Figura 4.—** *Traçado dos gasodutos Nordstream, Southstream e Nabucco.*

Península através da entrada em Espanha da Lukos Oil ou da Gazprom na Galp Energia, em Portugal. A Comissão Europeia tem declarado regularmente que é necessário diversificar o abastecimento de gás natural, mas pouco tem sido concretizado na prática.

## O aumento da procura mundial

Nos países asiáticos em desenvolvimento, a AIE prevê uma taxa anual de crescimento de 3% de utilização de energia, quando comparado com o crescimento de 1,7% da totalidade da economia global. O resultado é o crescimento de mais do dobro nas próximas duas décadas. De acordo com a AIE, a procura na região contará para 69% do total de aumento projectado para os países em vias de desenvolvimento e quase 40% do aumento do total do consumo energético mundial.

O forte crescimento das economias asiáticas, nomeadamente da China e da Índia, menos afectadas pela crise asiática de anos 1997/1978, explica a maior parte do crescimento da procura de petróleo e gás natural; conjugam-se Industrialização, Urbanização e Motorização para gerar esse forte ritmo de procura. De acordo com a AIE, só a China será responsável por 20% do consumo global de energia por volta de ano 2035.

As economias dos países exportadores de petróleo irão consumir uma parte cada vez maior da sua produção, o que constitui um desenvolvimento novo e da maior importância; para tentar controlar a redução potencial das exportações daí decorrente, apostarão no gás natural e no aproveitamento dos gases associados à exploração petrolífera para utilizações domésticas.

As economias emergentes terão um papel crucial nas taxas de crescimento da economia mundial e esse crescimento será intensivo em consumo de energia, e nomeadamente de petróleo (transportes, indústria); enquanto os governos mantiverem os preços artificialmente baixos da energia no mercado doméstico dificilmente se assistirá a ganhos de eficiência que permitam reduzir a intensidade da procura de petróleo.

## A «geofinanceirização» do petróleo

A governança dos preços do petróleo é outros dos factores que afecta a segurança energética. Desde o final dos anos noventa, a volatilidade de preços tem sido um problema significativo para consumidores e produtores. O «preço certo» do barril de crude voltou a estar na mesa, em muito devido à assimetria de interesses em níveis específicos de produção e de preços entre os actores da cadeia de valor do petróleo. As pressões económicas domésticas nos países produtores tornaram-se um factor determinante na formulação das políticas petrolíferas e potencialmente podem sabotar uma política cooperativa entre os países produtores.

A estabilidade do mercado petrolífero degradou-se ainda mais depois dos ataques do 11 de setembro. A relação especial entre os Emirados Árabes Unidos e a Arábia Saudita deteriorou-se. Com efeito, os americanos deixaram a sua base no Reino Saudita em 2003. Esta mudança nas relações entre os dois países faz com que o consenso nas políticas do mercado petrolífero sejam menos fortes do que há uns anos atrás, quando a segurança saudita era a moeda de troca pela estabilidade do mercado petrolífero.

Aproveitando a inevitável tensão no mercado de petróleo derivada desta mudança nas relações internacionais Emirados Árabes Unidos-Arábia Saudita, a volatilidade dos preços também é afectada pela variável da concentração de fundos de investimento especulativo na área energética. Quanto mais aguda for a crise financeira espoletada pela bolha do

subprime, maior será a corrida por parte dos fundos de alto risco aos mercados energéticos para «apagar» prejuízos derivados da crise do imobiliário. Em ano 2008, o preço do barril de crude atingiu o nível recorde de 147 dólares e ao fim de poucos meses caiu para os 34 dólares.

Com efeito, a agência americana responsável pelo controlo dos mercados de matérias-primas, a Commodity Futures Trading Comission, está a pôr a hipótese de limitar as quantidades de petróleo, gás natural, gasolina e gasóleo que as principais sociedades internacionais podem negociar. O objectivo é regular os mercados que negoceiam estas produtos energéticos sem restrições há 20 anos, uma grande parte destes por via electrónica, sem qualquer supervisão. Esta medida permitirá que o público fique a saber quais as empresas detentoras de autorizações especiais, que lhes permitem comprar e vender matérias-primas praticamente sem limitações, o que poderia evitar a concentração de poder excessiva nas mãos de meia dúzia de empresas.

## Os limites das energias renováveis na mitigação da dependência energética europeia

Apenas 7% do total da energia europeia é produzida com base em fontes renováveis. A maioria das energias renováveis permitem obter electricidade em soluções descentralizadas, embora mais capital intensivas do que por exemplo as que utilizam gás natural, ou terminar na produção de hidrogénio pela via da electrólise. Mesmo que sejam mais capital intensivas as energias renováveis –eólica *onshore* e *off-shore*, solar fotovoltaica e solar térmica de alta temperatura ou ainda ondas/marés– ao terem menores riscos face à volatilidade dos preços do gás natural, farão sempre parte de um *mix* desejável nos sistemas eléctricos cujas redes terão, no entanto, que se adaptar às características específicas deste tipo de energias.

As energias renováveis podem combinar-se com a produção de hidrogénio que constituiria uma das formas de armazenar este tipo de energias intermitentes, em paralelo com outras formas de armazenamento (combinação hídricas/eólicas, eólicas/hidrogénio wind hydrogen; e eólicas/baterias). A utilização da energia solar sob a forma de concentradores solares, permitindo alcançar temperaturas de muitas centenas de graus centígrados, poderá eventualmente abrir a possibilidade de produção de hidrogénio por termólise. Só que a viabilidade económica destes processos ainda está longe de ser atractiva.

Com efeito, as energias renováveis apresentam ainda muitas limitações tecnológicas, no que toca ao seu rendimento, eficiência, intermitência de produção e armazenamento da energia produzida. As recentes tendências de inovação apontam para a concretização de melhorias substanciais nestas lacunas, mas não se vislumbram «balas de prata» tecnológicas no curto prazo. Portanto, para já, as energias renováveis serão tecnologias complementares que permitirão diversificar ao máximo o mix energético.

Quanto aos biocombustíveis, a Comissão Europeia definiu como objectivo a introdução do mínimo de 10% de combustíveis de origem vegetal, não concorrentes com a cadeia alimentar em ano 2020. Na Europa, tendo em conta a dieselização do mercado, a maior procura será por biodiesel, existindo também espaço para a mistura de etanol na gasolina, aproveitando o potencial produtivo de etanol celulósico proveniente da indústria florestal. A mobilidade sustentável e compatível com uma maior segurança energética vai passar também por outro tipo de soluções:

– Utilização de combustíveis sintéticos derivados do carvão, do gás natural ou de petróleo não convencional.
– Utilização em larga escala de motorizações híbridas ou eléctricas, recorrendo a baterias ou a fuel cells.

Além disso, os projectos tipo desertec (instalação de mega-centrais solares no deserto do Saara) levantam questões geopolíticas de segurança energética, pois será preciso assegurar dispositivos contra potenciais ataques terroristas às centrais solares, por exemplo.

Por fim, é de frisar também que as energias renováveis também geram novas dependências, desta feita dos metais raros: metade das reservas de lítio estão localizadas na Bolívia e 97% dos metais raros (disprósio e térbio, por exemplo) –utilizados na iluminação LED e no fabrico componentes eólicos– são minerados na China.

## Uma nova segurança energética sustentável para a Europa

A Europa necessita de criar uma estratégia comum para a energia e concretizá-la de forma pragmática. Tendo em conta a complexa multidimensionalidade da segurança energética, esta exige uma abordagem multilateral pautada pelo realismo político, para que a União Europeia consiga competir no novo jogo de poder no mercado energético glo-

bal, pautado pela competição voraz por recursos energéticos e instabilidade geopolítica nos países produtores. Este ajustamento político exige uma combinação de novas plataformas políticas e militares de diálogo internacionais no domínio energético conjugadas com uma estratégia de inovação económico-tecnológica pragmática. Para tal, a União Europeia deve, de forma determinada e unida, identificar os seus principais riscos de fornecimento, formular os seus principais interesses políticos e de segurança energética e corporizá-los num conceito estratégico pragmático.

*Um eixo euro-med-atlântico para a segurança energética*

A primeira peça desse conceito estratégico é o estabelecimento de uma arquitectura euro-med-atlântica para a segurança energética. Para a Europa se autonomizar face ao cerco energético da Rússia e mitigar o risco geopolítico do Médio Oriente, é necessário uma política que situe África e América do Sul como parceiros estratégicos no fornecimento de petróleo e gás. A União Europeia não pode só olhar para Leste e para a Ásia Menor e Central, tem também de olhar para o Sul e dar mais importância ao Norte de África, à África Ocidental, à Bacia Atlântica em geral. É fundamental a criação de um eixo triangular euro-med-atlântico que potencie as interligações com a: Argélia, a Líbia, o Egipto, a Nigéria, a Guiné Equatorial, Angola, Brasil, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Neste contexto estratégico, no caso do gás natural, Portugal tem um papel importante a desempenhar pois a Europa pode vir a ter, a partir da primeira metade desta década, falta de gás. A Europa vai ter de importar 240.000 milhões de metros cúbicos de gás por ano e com as infra-estruturas actuais e os contratos existentes isso não vai ser possível.

A Europa poderá enfrentar um défice perto de 70.000 milhões de metros cúbicos anuais, uma grandeza similar ao consumo por ano de França. Por sua vez, 75% da produção da Rússia está dependente de três campos super-gigantes que já entraram em declínio, com uma taxa anual de decréscimo de produção da ordem dos 6% a 7%. E como a Rússia investe poucos recursos na exploração e produção e gás e concentra a sua política no controlo da distribuição (adquirindo posições de downstream em muitos países europeus), a situação é preocupante.

Uma das soluções para solucionar este problema é a construção de novos terminais de GNL. Portugal, com a sua posição geográfica, é um

candidato excelente a abrigar alguns desses terminais podendo oferecer à Europa uma rede atlântica que escoe a produção da: Nigéria, Guiné Equatorial, Angola, Trinidad e Tobago e a encaminhe para a Itália, França, Alemanha, Áustria, Hungria, Polónia e outros países que hoje dependem excessivamente do gás russo. Este é um projecto nacional e europeu que Portugal não pode perder: dele depende muita da Segurança Energética da Europa.

Por sua vez, o degelo do Árctico é uma oportunidade para a Europa nesta fase de transição energética. A União Europeia deverá firmar uma parceria estratégica com a Noruega para assegurar o acesso à exploração e produção de petróleo e gás, limitando a amplitude do cerco energético da Rússia. Com efeito, a Rússia não teve pudor de «plantar» uma sua bandeira na plataforma submarina do Árctico reivindicando soberania sobre aquele território e os seus recursos.

*Liderar a Nova Ordem Global da Energia*

A segunda peça do novo conceito estratégico pragmático para a segurança energética da Europa é ser geopoliticamente pró-activa, fomentando a criação de uma Nova Ordem Global da Energia promovendo, por um lado, a entrada de novos membros na AIE, e por outro, liderar a construção de uma OTAN da energia.

É essencial que a Europa reduza a sua dependência energética para diminuir a competição geopolítica por recursos com a China a Índia, os Emirados Árabes Unidos e a Rússia. Este objectivo não só terá benefícios económicos a nível da redução do défice externo, mas também criará mais empregos de forma sustentada, modernizando tecnologicamente a Europa, mitigando simultaneamente os efeitos nocivos das alterações climáticas e assegurando a sua segurança energética.

Por isso, a Europa deverá liderar o movimento de criação de uma Nova Ordem da Energia no mundo, promovendo a integração da China, da Índia (os novos dois grandes consumidores) e do Brasil (a potência energética do Atlântico Sul) na AIE, com o objectivo de fomentar a coordenação de políticas internacionais de produção e consumo energético, bem como de programas tecnológicos de energia verde de forma a viabilizar uma economia global para tecnologias limpas.

Contudo, face ao potencial de disrupções de fornecimento de energia advindas da Rússia e do impactos das alterações climáticas (recorde-se

o caso do Furação Katrina no corte da produção offshore no golfo do México), levanta-se a questão da criação de uma aliança no hemisfério ocidental virada para a segurança energética. Neste plano, uma OTAN da Energia deverá algo a ser discutido, tendo em conta que o transporte de energia depende dos bottlenecks de transporte marítimo, dos pipelines e futuramente das smart grids (redes inteligentes de energia) que poderão ser alvo de ciberataques. A combinação do *soft-power* da União Europeia com o *hard-power* da OTAN no domínio energético é um tema a ser considerado seriamente, até porque o meio militar é, por tradição histórica, um laboratório de inovação tecnológica disruptiva no domínio da energia.

*Uma estratégia de segurança energética visionária e pragmática*

A terceira peça deste novo conceito estratégico é a adopção por parte da Europa de uma política tecnológica na energia que seja visionária, mas simultaneamente pragmática, tendo como objectivo reduzir em 30% a sua dependência energética até 2025 (actualmente é de 53%), cumprindo as metas de redução de $CO_2$ e de GEE. Isto é, tem de investir em tecnologias que diversifiquem ao máximo o seu mix energético, sendo a sua complexidade de implementação a menor possível, economicamente competitivas, que capacitem a produção endógena de energia e que constituam soluções sustentáveis com potencial de comercialização no mercado. Com efeito, é este o espírito plasmado nas directrizes do (SET-Plan) Plano Tecnológico para a Energia da União Europeia.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O primeiro eixo desta estratégia de inovação pragmática é a eficiência energética. A redução da procura de energia e de emissão de $CO_2$ é a maior fonte de fornecimento energético e a forma mais fácil de capturar o carbono. Com efeito, as projecções da AIE indicam que para atingir o cenário de 450 ppm de carbono até 2030 a maior contribuição provirá da eficiência energética, seguida dos biocombustíveis e renováveis, energia nuclear e Captura e Sequestro de Carbono (CCS).

A Europa tem de apostar nos «megawatts», definindo objectivos de energia não consumida, como já está corporizado em parte nos objectivos 20-20-20 da União Europeia. Todavia, a Europa tem de ser mais agressiva nas políticas públicas de incentivos e de sanções promotoras

da adopção de tecnologias e comportamentos energeticamente mais eficientes. Existe oportunidade para três sectores se posicionarem como determinantes: o da construção civil, pela optimização energética no património novo e no já edificado, o industrial, pela melhoria da eficiência de recursos nos processos produtivos e diminuição da emissão de gases de efeito estufa, e o automóvel/mobilidade, com a massificação de veículos eléctricos (sobretudo para mobilidade urbana) e híbridos.

### INTERNET EUROPEIA DA ENERGIA

O segundo eixo é o da Internet da energia à escala europeia. A União Europeia deverá fomentar a construção de redes inteligentes de energia, compostas pela instalação de medidores inteligentes de energia nas habitações, edifícios e fábricas e de uma rede de unidades geradoras de electricidade descentralizadas em grande número, podendo ser centrais de co-geração operadas a gás natural e biomassa, de micro-geração (pela instalação de equipamentos de captação fotovoltaica, térmica e geração eólica nos edifícios), e de geração oceânica sustentada nas ondas e nos ventos. Para tal, é necessário desbloquear com forte vontade política os bottlenecks de ligação entre os mercados de electricidade de França e Espanha.

### BIOCOMBUSTÍVEIS DE ORIGEM CELULÓSICA

O terceiro eixo são os biocombustíveis como alavanca de dinamização das economias regionais e base energética complementar para a mobilidade sustentável. A eficiência dos biocombustíveis tem vindo a aumentar, tornando-os este ano competitivos com o petróleo a 70 dólares o barril. Abre-se portanto a oportunidade de I&D e Inovação tanto na área dos microorganismos, como na agricultura energética, com plantas de elevado conteúdo oleaginoso que regenerem os solos e consumam pouca água, permitindo criar muito emprego sustentado e energia verde de produção endógena.

Neste capítulo, a Europa também tem de explorar a fundo as oportunidades de Biomass-To-Liquid (BTL) existentes com os subprodutos e derivados da indústria de papel e celulose, à semelhança do que estão a fazer os países escandinavos. A Suécia, por exemplo, tem como objectivo tornar a biomassa na principal fonte de energia primária em ano 2030. É verdade que podem fazer isso porque possuem uma das maiores manchas florestais da Europa, mas existem muitos sub-produtos da

indústria papeleira (licores negros, aparas, estilha) com imenso potencial de no curto prazo serem transformados em etanol celulósico e biocombustíveis sintéticos a custos competitivos, adequados para abastecer frotas de veículos pesados, como por exemplo, transportes colectivos.

### COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS ECO-INOVADORES

O quarto eixo de inovação pragmática são os combustíveis fósseis eco-inovadores. Segundo a AIE, o consumo de combustíveis fósseis subsistirá durante os próximos 40 anos, pelo que deve assegurar-se, desde já, o respectivo abastecimento, antecipando destarte a maior escassez e maior disputa de recursos que se perspectivam, fomentando-se ao mesmo tempo a melhoria do desempenho ambiental desses combustíveis, por exemplo, com a mistura de aditivos de origem biológica.

### ENERGIA NUCLEAR

O quinto eixo é a energia nuclear, com a continuação do investimento em I&D em fusão nuclear e na promoção da Geração III de reactores com tecnologia de água ligeira, orientados para a monoprodução de electricidade com base em turbinas a vapor (e não em turbinas a gás, mais eficientes). No seio desta Geração III encontram-se:

- Novas gerações (Gerações III e III+) da tecnologia de reactores que hoje dominam o mercado –os Reactores de Água Leve, nas suas versões PWR (pressurized water reactor) ou BWR *(Boiling Water Reactor)*– ou novas gerações de tipos de reactores que actualmente ocupam margens do mercado, como o CANDU; gerações essas que introduzem modificações incrementais dirigidas para a melhoria da segurança, (por exemplo, com incorporação de medidas de segurança passivas que não exigem intervenção humana para impedir acidentes, em caso de mau funcionamento, e maior eficiência na utilização do combustível nuclear), maior normalização para simplificar a certificação e reduzir o custo de instalação e de capital.
- Reactores com a mesma base tecnológica mas modulares e mais compactos, com as turbinas a vapor e o sistema primário de arrefecimento incorporados no próprio corpo principal do reactor), permitindo dimensão de um terço dos desenhos mais comuns atrás referidos (mais adaptados aos mercados dos países em desenvolvimento) como é o caso do projecto internacional liderado pela Westinghouse, o IRIS.

O sexto eixo é a exploração e produção de combustíveis fósseis não convencionais, como o gás de xisto (no curto prazo) e os hidratos de metano (no longo prazo).

Os recentes desenvolvimentos na exploração e produção de gás xistoso mudaram o mercado do gás natural a nível mundial, abrindo inclusive perspectivas totalmente novas para o reforço da segurança energética europeia. Apesar de há muito ser conhecido o seu potencial, a viabilidade económica deste gás natural só se tornou uma realidade graças a um conjunto de tecnologias inovadoras (fracturação hidráulica das rochas através de perfuração horizontal), facto que já fez soar as sirenes junto de alguns dos principais produtores mundiais.

O gás xistoso (ou gás de xisto), em inglês *shale gas*, é um tipo de gás natural não convencional que se encontra «preso» nas camadas rochosas de xisto. As estimativas apontam para a existência de mais de 28.300 biliões de metros cúbicos de reservas recuperáveis só na América do Norte-um volume suficiente para satisfazer as necessidades dos Emirados Árabes Unidos nos próximos 45 anos.

Com efeito, os Emirados Árabes Unidos acabaram de ultrapassar em 2010 a Rússia como maior produtor de gás natural. Os preços do gás natural desceram significativamente, bem como a importação de GNL dos Emirados Árabes Unidos. Em declarações à Reuters em abril de 2010, o ministro dos Recursos Naturais do Governo Russo já reconheceu que o advento do gás de xisto é «um problema para a Gazprom».

Por exemplo, na Europa, os números apontam para 200 biliões de metros cúbicos de gás natural de xisto. Segundo as pesquisas da empresa de engenharia petrolífera Schlumberger, na Europa o gás de xisto poderá ser encontrado na: Polónia, Alemanha, Suécia, França, Espanha, Reino Unido, Holanda, Espanha e até em Portugal.

Numa primeira análise, o gás de xisto parece destinado a desempenhar um papel importante no *mix* energético da União Europeia. O gás natural é o combustível fóssil mais ambientalmente amigável (emite menos 50% de $CO_2$ face ao petróleo) e, além disso, enquadra-se na agenda da União Europeia para a energia renovável. Isto porque, a funcionar em complementaridade com as fontes eólica e solar, injecta flexibilidade no sistema

de centrais eléctricas, pois ajuda a acomodar melhor as flutuações da procura de electricidade e de fornecimento, que possam surgir devido à intermitência das energias renováveis. Com efeito, na sequência de duas crises do gás e da crescente sensibilidade em torno da segurança energética o gás de xisto pode afirmar-se como uma barreira contra o efeito perturbador da Rússia.

Mas existem muitos obstáculos ao desenvolvimento desta fonte não-convencional de gás natural a serem ultrapassados na Europa. Em comparação com os Estados Unidos, a União Europeia enfrenta uma escassez de equipamentos, custos mais elevados de produção e carece de uma força de trabalho de perfuração com experiência em contextos não convencionais. A Europa também é densamente mais povoada, o que poderá levar à oposição local de perfuração, em particular quando o impacto ambiental do gás de xisto no abastecimento de água permanece uma questão em aberto.

Todavia, as vantagens que se poderão obter desta fonte energética em termos de segurança energética sustentável para a Europa tornam óbvio que a superação destas barreiras é uma prioridade estratégica para a política energética europeia nesta década.

Outra fonte não convencional a ser explorada, numa perspectiva de médio-prazo são os hidratos de metano. Os hidratos de metano são sólidos que, à vista, parecem um gelo sujo mas que têm a estranha particularidade de incendiar-se quando entram em contacto com o ar na proximidade de uma chama. Esses hidratos são formados a partir de água gelada que se aprisiona nos vazios da sua estrutura cristalina de moléculas de gás, essencialmente de metano. Os cristais de gelo podem armazenar uma grande quantidade de gás.

Os hidratos de metano constituem uma potencial fonte interessante de energia cujas reservas oceânicas recenseadas em ano 2001 foram estimadas em duas vezes as reservas conhecidas de gás natural, petróleo e carvão reunidas. Encontram-se nos sedimentos marinhos das margens continentais do planeta (inclusive no continente europeu e na plataforma continental portuguesa), e a fraca profundidade, no *permafrost*. Com efeito, o Serviço Geológico dos Estados Unidos USGS *(US. Geological Survey)* estima que a quantidade de metano hidratado existente somente nas águas norte-americanas chegam a 600 triliões de metros cúbicos de gás.

Mas já existem movimentos no terreno de início de exploração deste novo activo energético. Depois de uma experiência bem sucedida no Canadá, o país do «Sol Nascente» irá desvelar uma nova fronteira energética no seu mar. Em ano 2011, o Japão vai iniciar a perfuração em alto mar com vista à exploração de hidratos de metano. A Europa deve começar a olhar com seriedade e começar a desenhar uma estratégia para a exploração deste recurso energético não convencional, com vista ao reforço da sua segurança energética sustentável, à semelhança do que os Emirados Árabes Unidos realizaram no gás de xisto há duas décadas atrás e do que o Japão já está a realizar.

## A necessidade de uma liderança forte

São estas as três peças de uma Estratégia de Segurança Energética Inovadora e Sustentável. Todavia, para concretizar este novo conceito estratégico pragmático conducente a uma segurança energética sustentável, a Europa necessita de uma liderança forte, unida e determinada, que não se concentre apenas em medidas paliativas, mas numa política de fundo, que afirme a Europa como um actor pró-activo e fundamental na nova geopolítica da energia.

### Bibliografia


Blyth, William e Lefevre, Nicolas: *Energy Security and Climate Change Policy Interactions,* An Assessment Framework, IEA, 2004

Bohi, Douglas R. e Toman, Michael A.: *The Economics of Energy Security,* Massachusetts: Kluer Academic Publishers, 1996

CNA Corporation: *National Security and the Threat of Climate Change,* 2007

*Energy Statistics Database,* Eurostat, 2009

*Energy Security and Climate Policy,* Assessing Interactions, IEA, 2007

*Energy Security,* An Agenda for Research, Michael A. Levi, Council on Foreign Relations, june de 2010

*Europe not ready for unconventional gas, yet,* European Energy Review, 2010, in: *http://www.europeanenergyreview.eu/index.php?id=740&id_referer=2095&id_artikel=2095*

*Global Strategic Trends,* Out to 2040, Development, Concepts and Doctrine Centre, Minisytry of Defence, 2010

*Global Trends 2025: A Transformed World,* National Intelligence Council, 2010.

Nosko, Andrej: *Primary Energy Import Dependence: Case Study of Japan. Central European University,* International Relations and European Studies, 2005

*Oil&Gas Journal,* Transportation, 2010, in: *http://www.ogj.com/index/transportation.html*

*Panorama of Energy,* Energy Statistics to Support EU Policies and Solutions, Eurostat, 2009

«Pipedreams», *The Economist, 2008*, in: *http://www.economist.com/node/10566657*

*Portugal e a política europeia de Segurança Energética,* António Costa Silva, Instituto Português de Relações Internacionais e Segurança, 2008

*Security of Energy Supplies in a Global Market,* Didier Houssin, Director Office of Oil Markets and Emergency Preparedness, IEA, 2007

*Second Strategic Energy Review, an EU Energy Security and Solidarity Action Plan,* Commission Staff Working Document, 2008

*Statistical Review of World Energy*, BP, Junho de 2009.

*Statistics Database,* IEA, 2009

*World Resources Institute,* Climate Change and Energy Security: Impacts and Tradeoffs in 2025, 2009

# CAPÍTULO SEGUNDO

# O PROBLEMA DO ABASTECIMENTO DE ESPANHA E PORTUGAL: A QUESTÃO DO MAGREBE

# O PROBLEMA DO ABASTECIMENTO DE ESPANHA E PORTUGAL: A QUESTÃO DO MAGREBE

Por António Paulo Duarte*
y Carla Isabel Patrício Fernandes**

## O panorama energético da península Ibérica

*A situação energética de Portugal e da Espanha*

A primeira parte deste texto procurará sistematizar os perfis energéticos de Portugal e da Espanha, na actualidade, e no futuro mais próximo.

---

* Doutor em História Institucional e Política Contemporânea pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa (2005). Investigador e Assessor de Quadro do Instituto de Defesa Nacional (IDN). É igualmente investigador do Instituto de História Contemporânea (IHC) da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova. Membro do Observatório Político da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Professor Contratado do Departamento de Estudos Políticos da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa onde lecciona as cadeiras de Teoria das Relações Internacionais e História da Ideia de Europa. Publicou cinco livros nas áreas da História, Estratégia e Relações Internacionais e uma trintena de artigos em revistas académicas.

** Mestre em Estudos Chineses pela Universidade de Aveiro (2002) e Doutoranda em Relações Internacionais na Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, especialização em Política Internacional. É bolseira de investigação da FCT, com o tema «China Hoje-Relações Internacionais e Necessidades Energéticas: as Relações com a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa», desde 2008. É Conferencista do Departamento de Estudos Políticos da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, onde lecciona o Seminário Relações Euro-Asiáticas, inserido no Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais, desde 2007. Publicou artigos e capítulos de livros com temas ligados à segurança energética e à República Popular da China.

As capacidades, em termos de produção e consumo de energia, são relativamente estáveis, dado o pesado investimento exigido ao desenvolvimento industrial, no que se refere ao sector energético, assim como à lentidão na consecução das infra-estruturas fundamentais. Os processos de remoldagem e de modificação da produção e do consumo de energia são, por isso, essencialmente, projectos de médio e longo, quando não, muito longo prazo. As mudanças que possam estar a acontecer agora, só a médio prazo, se evidenciarão, e todos os projectos em carteira, mas ainda não iniciados, só a longo prazo, poderão exibir os seus efeitos, contanto que sejam desenvolvidos. Na realidade, o sector energético é condicionado, no seu desenvolvimento, pelo peso que nele têm as pesadas infra-estruturas de que depende para produzir os bens em causa e fornecer os consumidores.

O texto começará por descrever, de forma separada, a situação actual e no mais próximo porvir de cada um dos países em causa. Seguidamente, far-se-á uma leitura de conjunto, notando as diferenças e as semelhanças, no que se refere à situação energética de Portugal e de Espanha. Por último, salientar-se-á as vulnerabilidades (os riscos) e as ameaças que pesam sobre a segurança energética de Portugal e da Espanha.

Em termos globais, a base da produção de energia de Portugal contínua a ser as denominadas fontes fósseis e carbónicas, com cerca de 80% da produção oriunda de matérias-primas fósseis (1). Ao mesmo tempo, o país tem uma fraca capacidade de se abastecer em fontes endógenas de energia. Os dados apontam que mais de 80% da energia total consumida em Portugal advém das importações (2).

---

(1) *Cfr.* Duarte Santos, Filipe: «A Energia no Quadro das Insustentabilidades», in Telo, António José; Martins Cruz, António e Victorino, António: *Pilares da Estratégia Nacional,* Lisboa*,* p. 35, IDN/Edições Prefácio.

(2) Em 2007, as importações corresponderam a 82,7% da energia total consumida. Durante a década de noventa a situação era similar, com o país a importar mais de 80% da energia consumida. *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *A Sustentabilidade das Relações Energéticas Luso-Nigerianas,* p. 45, IDN, Lisboa, julho de 2009. Em recente conferência, Jorge Cruz Morais salientou que Portugal depende em 88% da energia carbónica, petróleo, gás e carvão, para a qual não dispõe de recursos endógenos. *Cfr.* Cruz Morais, António: «Energia e Segurança Nacional», *I Congresso de Segurança e Defesa,* Lisboa, conferência pronunciada a 24 de junho de 2010. Veja-se também *Cfr.* Pereira Coutinho Barbosa, António: *Uma Reflexão em Torno da Política de Energia Nacional,* p. 44, (s/d), Edição do Autor, (s/l.).

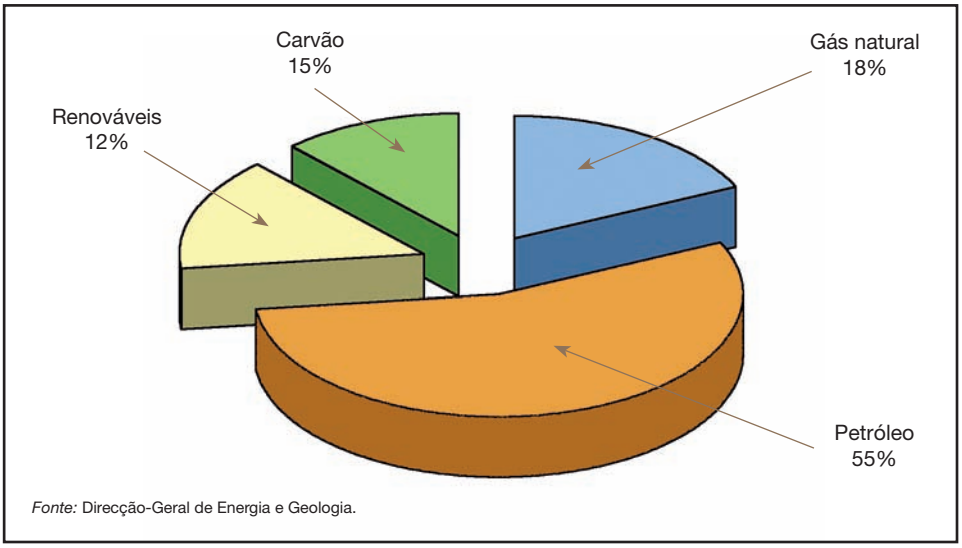



**Figura 1.—** *Energia Primária consumida em Portugal, ano 2007.*

As três principais fontes de energia fóssil, petróleo, carvão e gás, são utilizadas no país. Em termos gerais, Portugal depende dos combustíveis fósseis para cerca de 82% da energia consumida, de acordo com os dados de 2007, figura 1. O petróleo representava nesse mesmo ano, cerca de 55% da energia primária total consumida (3). Enquanto o gás representava, apenas 15%, ou seja, um sexto da energia consumida (4). O carvão contribuiu para 12% energia consumida total, fundamentalmente com vista a produção de electricidade, através das Centrais de Sines e do Pego.

Na sequência do incipiente, mas apesar disso, expansivo processo de industrialização e urbanização português do século XIX, o carvão passou a ser utilizado como elemento de produção de energia. Todavia, nos anos setenta, na altura dos choques petrolíferos de anos 1973 e 1979, Portugal dependia basicamente do petróleo para assegurar o grosso das suas necessidades energéticas. Em 1985 entrou em funcionamento a Central de Sines de queima de carvão (1.192 megawatts de potência), seguida em ano 1993 pela sua congénere do Pego (584 megawatts de potência) (5).

(3) *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *opus citada,* p. 46. De acordo com esta autora, contra 61,6% em el ano 2000. Representaria 70% da energia primária consumida nos anos noventa. *Cfr.* Pereira Coutinho Barbosa, António: *opus citada,* p. 39.

(4) *Idem,* p. 46

(5) *Cfr.* Pereira Coutinho Barbosa, António: *opus citada,* p. 42.

A característica mais notável das últimas década tem sido a redução do peso do petróleo, graças ao aumento do consumo do gás. O gás natural foi introduzido em Portugal pela primeira vez em ano 1997, e o seu consumo foi rapidíssimo, com um crescimento exponencial do mercado (6). A origem desta fonte de energia seria a Argélia e resultaria da ligação do país ao gasoduto que trazia gás da Argélia para Espanha via Marrocos e estreito de Gibraltar (7). Em ano 2003 entraria em funcionamento o Terminal de Sines, que transforma o Gás Natural Liquefeito (GNL) em gás regaseificado (8).

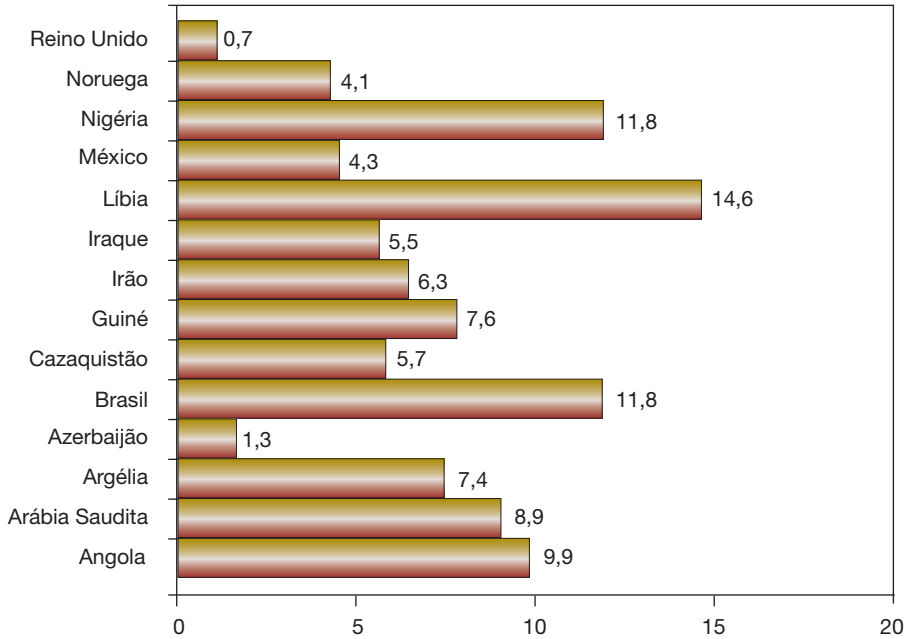
Portugal dispõe de alguns recursos endógenos para a produção de energia. Até há bem poucos anos, a produção endógena de energia concentrava-se na hídrica, que advinha das grandes albufeiras. De acordo com António Pereira Coutinho Barbosa, em ano 2004, a energia hídrica representou cerca de 14% da energia consumida em Portugal, e em 2005 ficou tão só pelos 12% (9). A sua produção está submetida a grande variabilidade, pois depende da pluviosidade, que em Portugal sofre grandes flutuações de ano para ano (10).

Para atingir as metas propostas pela União Europeia, relativas à redução das emissões de gases com efeitos de estufa, Portugal retomou a aposta na edificação de barragens, ao mesmo tempo que estimulou o desenvolvimento da energia eólica. Devido à sua situação geográfica e geomorfológica, só nas montanhas que bordejam a costa, a velocidade e a regularidade do vento permite o seu aproveitamento para produzir energia (11). A eólica representaria cerca de 4% do consumo total de energia, no final da primeira década do século XX (12). Há contudo discussões sobre os reais custos da eólica (13).

Além da energia eólica e da renovada aposta na hidroeléctrica, o Governo português tem apostado também no desenvolvimento de uma fileira

---

(6) «Energy Profile…», p. 2.
(7) *Idem,* pp. 62-63.
(8) «Energy Profile of the Iberian Peninsula», consultado em 7 de junho de 2010, p. 3, em*: www.eoearth.org*
(9) *Cfr*. o autor, *opus citada.,* p. 42.
(10) *Idem,* p. 43. Esta variabilidade levou o governo português a apostar em fontes de energia mais seguras como as centrais térmicas. *Cfr.* «Energy Profile…», p. 5.
(11) «Energia Eólica», consultado em 8 de junho de 2010, em: *www.dgge.pt.*
(12) *Idem.*
(13) *Cfr.* Mira Amaral, Luís: «O Emprego nas Renováveis», *Expresso,* 3 de abril de 2010, consultado em 7 de abril de 2010, em: *http://aeiou.expresso.pt/o-emprego-nas-renovaveis=f574105*.




*Fonte:* Direcção-Geral de Energia e Geologia.

**Figura 2.—** *Importações de petróleo de Portugal, por área geográfica, ano 2007.*

solar e na biomassa. Não obstante, estas fontes de energia são hoje ainda, negligenciáveis, no conjunto da factura energética de Portugal e servem uma pequeníssima mão-cheia de consumidores. Na realidade, Portugal continua extraordinariamente dependente das energias fósseis para sustentar o seu consumo de energia.

Uma característica, que parece ter-se acentuado desde os anos 80, foi o da diversificação das áreas e dos países, de onde se importa crude. De acordo com os dados estatísticos, em 1977, 1979 e 1981, Portugal importava crude apenas da Arábia Saudita, do Iraque, do Irão e da antigua União Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) (14). Em ano 2007, catorze países exportaram o seu petróleo para Portugal: Angola, Arábia Saudita, Argélia, Azerbaijão, Brasil, Cazaquistão, Guiné Equatorial, Irão,

(14) *Cfr.* Garcia Pulido, João e Fonseca, Pedro: «O Petróleo e Portugal. O Mundo do Petróleo e o seu impacto nos nossos dias», *Tribuna da História,* p. 292, Lisboa, 2004.

Iraque, Líbia, México, Nigéria, Noruega e Reino Unido (15), figura 2. Cerca de metade dos países referidos, na visão de Ana Catarina Mendes Leal, é politicamente instável (16).

O gás consumido em Portugal depende das exportações de dois países, a Argélia, através de gasoduto que atravessa a Espanha, e a Nigéria, pelo terminal GNL de Sines. A Argélia forneceu em ano 2008 cerca de 46% do gás consumido, e a Nigéria, cerca de 54% do gás, por via de 34 navios (17).

Portugal dispõe de duas refinarias complementares, uma em Sines, outra em Matosinhos, ambas propriedade da GALP, que detém o monopólio da refinação. A refinaria de Sines dedica-se à produção de gasolinas e gasóleos, a de Matosinhos está orientada para a fabricação de solventes, ceras à base de petróleo, produtos para a indústria petroquímica e lubrificantes (18). Com a entrada em funcionamento do terminal de GNL de Sines, Portugal diminui a sua dependência na importação de gás, até então dependente de um único gasoduto que atravessava a Espanha: o MEG (acrónimo de Magrebe-Europe Gas Pipeline) ou Pedro Duran Farrell (desde 2000) (*Cfr. Supra*).

As tendências detectadas nos últimos anos, e que os dados apresentados parecem demonstrar, revelam, por um lado, um pequeno aumento da capacidade endógena de produção de energia, com o desenvolvimento da energia eólica e a aposta, ainda negligenciável em termos de produção energética, na solar e na biomassa, entre outras, e por outro lado, expressam a diminuição da importação de petróleo, a ser compensada pelo aumento das importações de gás.

Em termos gerais, o consumo de energia, em Portugal, cresceu quase cerca de 50% nas últimas duas décadas (19). No entanto, as áreas industriais e extractivas viram reduzir a sua percentagem em termos de consumo de energia, por comparação com os serviços (estes duplicaram o seu consumo, passando de 6% em ano 1990 a 10% em ano 2000) e os transportes (20).

---

(15) *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *opus citada,* p. 48.
(16) *Idem,* p. 50.
(17) *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *opus citada,* pp. 47-48.
(18) *Cfr.* Garcia Pulido, João e Fonseca, Pedro: *opus citada,* pp. 317-318.
(19) *Cfr.* Pereira Coutinho Barbosa, António: *opus citada,* pp. 37-38. Cerca de 50% entre los anos 1990 e 1998 e 12% entre 2000 e 2005. Segue a tendência global.
(20) *Idem*, p. 38.

Em suma, Portugal tem uma forte dependência energética, importando mais de 80% da energia que consome. Esta dependência é um pouco mitigada, por um lado, pela diversidade dos produtos importados, petróleo, gás, carvão, quer pela variedade de fornecedores, principalmente quanto às importações de crude. Similarmente, a despeito do número limitado de fornecedores de gás, há duas formas de o país receber as importações deste produto, por gasoduto ou por navio GNL. Durante as duas últimas década observou-se uma ténue evolução para o aumento das capacidades endógenas de produção de energia com o desenvolvimento, ainda bastante incipiente, das renováveis, das quais se salienta a eólica. Esta está, todavia, envolta na polémica dos seus reais custos.

A demanda de energia em Espanha terá crescido 100% desde os anos setenta (21). Cerca de 81% da energia consumida tem origem em fontes fósseis e carbónicas. Em ano 2008, o petróleo contribuía com 47,6%, o gás com 24,3% e o carvão com 9,7% da energia consumida em Espanha (22).

O grosso da procura energética espanhola é sustentado pelas importações de fontes de energia fóssil e carbónica: petróleo, gás, e carvão. Tal como Portugal, o país está muito dependente das importações para sustentar o seu consumo de energia, com cerca de 80% da sua energia consumida proveniente da importação (23).

Não obstante, a Espanha dispõe de reservas de carvão, que não assegurando de todo a procura doméstica, dão-lhe uma maior capacidade energética endógena e contribuem para a sua segurança neste campo (24). A Espanha disporia de reservas carboníferas avaliadas em 584 milhões de toneladas (25). Em geral, metade do consumo de carvão do país é de fonte endógena. Em ano 2003, a Espanha consumiu 45,6 milhões de toneladas de carvão, dos quais 22,7 milhões de toneladas foram de produção interna. O carvão corresponderia a 14,2% da energia produzida pela Espanha em 2008 (26).

---

(21) «Energy Profile…», p. 1.

(22) Secretaria de Estado da Energia: *La Energia en España*, p. 38, Centro de publicaciones do Ministerio de la Industria, Turismo y Comercio, (s/d), quadro, Madrid.

(23) *Cfr.* Colino Martínez, Antonio e Cairo, Rafael: «Situación energética de España», *Monografías* do CESEDEN*,* número 114, p. 71, Madrid, 2010.

(24) *Idem,* pp. 2-3.

(25) «Energy Profile…», p. 3.

(26) *Idem,* p. 40.

A Espanha produz igualmente petróleo e gás natural, embora sejam produções residuais. O grosso do gás natural de origem endógena vinha de um poço *off-shore*, Poseidon (27). O gás de origem *onshore* endógena vem de três pequenos poços El Romeral (o mais produtivo), El ruedo e Las Barreras (Andaluzia) (28). O contributo do gás natural para o consumo de energia em Espanha, em ano 2008, estava nos 0,0%, ou seja, nem chega à casa decimal (29). Trata-se de uma produção virtualmente residual. Quanto ao petróleo endógeno, correspondeu a 0,5% de toda a produção de energia de Espanha em ano 2007 e 0,4% em 2008 (30).

Na realidade, o grau de autoabastecimento em energias fósseis tem vindo a declinar em Espanha desde os anos oitenta. Em ano 1980, 77,1% do consumo de carvão era assegurado pela produção interna. Em 2008, esta produção interna só assegurava 37,8% do consumo. Similarmente, sucedeu com o petróleo, 3,2% do consumo advinha da produção interna em 1980, por comparação com a situação de ano 2008, em que o fornecimento interno assegura tão só 0,2% das necessidades. A situação do gás também variou. Houve um aumento da produção interna e do peso do fornecimento interno até 1994, quando 11,6% do fornecimento de gás era assegurado endogenamente (31). O declínio foi acentuado, em ano 2008, como vimos anteriormente, a produção interna foi residual.

Contudo, houve alguma variação nas importações de energia fóssil. A mais relevante, tal como aconteceu em Portugal, foi o salto do gás. Ao mesmo tempo, as importações de petróleo declinaram, em percentagem mas duplicaram em substância. Em ano 1973, o petróleo correspondia a 72,9% de toda a energia consumida em Espanha. Em ano 2008, fornece menos de 50% das necessidades, um declínio inexorável e permanente, desde 1973. Não obstante, em termos de substância, as importações de petróleo passaram de 39.455 Kteb em 1973 para 68.110 Kteb em 2008, um salto para o dobro (32). Em compensação, o consumo de gás não parou de crescer. Abastecia 1,5% das necessidades em ano 1973, 24,3% em ano 2008 (33).

---

(27) «Energy Profile…», p. 2.
(28) *La Energia en España,* p. 136.
(29) *La Energia en España,* quadro, p. 40.
(30) *La Energia en España,* quadro, p. 40.
(31) *La Energia en España,* quadro, p. 323.
(32) *La Energia en España,* quadro, p. 313.
(33) *La Energia en España*, quadros, p. 38 e p. 313. O quadro desta última página, ao não considerar as energias renováveis, desfoca as percentagens reais de consumo total para os anos mais recentes.

O fornecimento de gás importado está disseminado por variados fornecedores, sendo que 28% das necessidades são fornecidas por gasoduto e 72% por GNL. O fornecimento de GNL vem de várias origens, de acordo com uma política de diversificação das importações: Noruega, Nigéria, Guiné Equatorial, Trinidad y Tobago, Egipto, Argélia e Qatar.

Por gasoduto, o gás vem, ou da Argélia, ou da Noruega (34). Há dois grandes gasodutos a abastecer a Espanha de gás: o MEG, que parte da Argélia, atravessa Marrocos e o estreito de Gibraltar, e entra em Espanha; o trans-pirenaico, que liga a Espanha à França, e permite que aquela se abasteça de gás norueguês (35). Um terceiro gasoduto que ligará a Argélia a Espanha (Almería) por via marítima, o MEDGAZ, deverá estar operacional em 2010 (36).

O petróleo vem também de várias fontes externas, e de vários continentes: em África, da Nigéria e da Líbia, representando cerca de 35,2% das importações, do Médio-Oriente, cerca de 26,4% das importações, da Arábia Saudita, Iraque e Irão, 14% vem da América, da Venezuela e do México, e 22,7% vem da Europa, da Rússia, essencialmente (37).

O consumo de energia da Espanha é assegurado igualmente pelas energias renováveis, que representaram em ano 2008, cerca de 7,6% de toda a energia primária espanhola. Nestes 7,6%, 1,4% cabe à hidroeléctrica e 6,2% às outras energias renováveis (biomassa, 3,6%; eólica, 1,9%; biocarburantes, 0,4%; solar, 0,2% e geotérmica, 0,0%) (38).

A despeito de as energias renováveis contribuírem com uma pequena fatia para o consumo total de energia de Espanha, representam cerca de 30% da energia produzida pelo país em ano 2008 (35,3% em 2008, se reunirmos às renováveis à hidroeléctrica) (39). Tal como acontece em Portugal, a hidroeléctrica, dependendo da pluviosidade, não garante um rendimento uniforme e assegurado. A Espanha é o segundo produtor mundial de energia eólica, depois da Alemanha (40). Observe-se, não

---

(34) *La Energia en España,* pp. 134-135.
(35) «Energy Profile…», p. 2.
(36) Sobre o MEDGAZ, seguimos as informações em *Cfr*. «MEDGAZ», *Wikipédia,* consultada em 7 de juhno de 2010.
(37) *La Energia en España,* p. 162.
(38) *La Energia en España,* quadros, pp. 38-39.
(39) *La Energia en España*, quadro, p. 40.
(40) *Cfr.* «Energia en España», *Wikipédia,* p. 6, consultado em 9 de juhno de 2010. Veja-se também «Energy Profile…», p. 4.

obstante, que o elevado consumo de energia em Espanha fez com que, por exemplo, a hidroeléctrica, que garantia 92% da energia eléctrica do país em ano 1940, só assegure hoje, cerca de 18,5% (41).

Às energias renováveis, ajunta-se, no que se refere à produção endógena de energia, as centrais nucleares. Em ano 2008, a energia nuclear correspondeu a 10,7% da energia primária espanhola e a 50% de toda a produção interna de energia (42). O fornecimento de energia nuclear é assegurado por oito centrais em seis sítios (43).

Quer as renováveis, com a excepção da hidroeléctrica, quer a energia nuclear, viram aumentada a sua produção e o seu contributo para a produção de energia em Espanha nos últimos anos (44). Em ano 1973, a energia nuclear contribuía com 3,1% do consumo primário de energia em Espanha. Em 2008 contribuiu para 10,7% (45).

Este acréscimo deveu-se, à entrada em produção, das diversas centrais nucleares espanholas. A primeira entrou em produção em ano 1971 (Garõna), a última, em 1988 (Trillo) (46). Por sector de actividade, o consumo é maior nos transportes (37,9%) seguido da indústria (34,5%) e do comércio, serviços e consumo doméstico (27,6%) (47).

Tal como acontece em Portugal, também em Espanha, se denota uma tendência para a diminuição da dependência das energias fósseis em detrimento das energias renováveis e da energia nuclear. É uma tendência de lentíssima evolução, visto que a Espanha ainda depende, de forma maciça, das importações de hidrocarbonetos. Ainda assim, desde os anos noventa que vêm a acontecer uma gradual diminuição do peso do petróleo nas importações de energia, mormente, em detrimento do gás.

A cota das energias renováveis, assim como da energia nuclear, cresceram igualmente durante as últimas décadas, com a excepção da energia hidroeléctrica, que viu o seu peso no consumo total e na produção nacional de energia mitigar-se. Contudo, a produção endógena de energia em Espanha é ainda muito baixa, rondando os 20%.

---

(41) *Cfr.* «Energia en España», *Wikipédia*, p. 6.
(42) *La Energia en España,* quadros, pp. 38 e 40.
(43) «Energy Profile…», p. 4. *La Energia en España,* quadro, p. 89.
(44) *La Energia en España,* quadro, p. 39 e p. 313.
(45) *La Energia en España,* quadros, p. 40 e p. 313.
(46) *La Energia en España,* quadro, p. 89.
(47) *La Energia en España,* quagrama, p. 42.

Ao contrário de Portugal, a Espanha dispõe, ainda, de recursos fósseis, com os quais se auto-abastecer (carvão, no essencial). Para assegurar o abastecimento e cumprir as metas europeias de mitigação e redução das emissões de efeito estufa, a Espanha terá de assegurar, pelo menos, a manutenção do actual parque de produção energética nuclear (48). Ademais, terá de continuar a apostar no desenvolvimento das energias renováveis (49). A dependência de fontes de energia do exterior (principalmente petróleo e gás) é, de algum modo, mitigada, pela política de diversificar a origem das importações. Não obstante, na sua maioria, origina-se em regiões e em Estados reputados de instáveis e pouco seguros para a segurança e a estabilidade internacional (50).

Em suma, o consumo de energia em Espanha depende ainda fortemente do exterior. A produção interna é pequena para o consumo e para o crescimento exponencial do consumo. O grosso da produção endógena de Espanha advém das centrais nucleares. O contributo das renováveis é pequeno para o consumo de Espanha. Não obstante, as renováveis tiveram um crescimento exponencial em Espanha nos últimos anos, denotando-se uma tendência para apostar no seu desenvolvimento ainda bastante incipiente.

## Potencialidades e vulnerabilidades de Portugal e da Espanha

Uma análise das vulnerabilidades e das potencialidades de Portugal e da Espanha em termos de segurança energética teria a vantagem de começar por um levantamento daquilo a que denominamos por vulnerabilidades e por potencialidades. Para esse efeito, começaremos por levantar aquilo, que em estudos de segurança energética, se consideram ser as vulnerabilidades. Em seguida, relacionaremos a teoria e a prática, ou seja, correlacionaremos a situação energética de Portugal e da Espanha com a visão conceptual de vulnerabilidade energética. Subsequentemente, analisaremos as potencialidades de uma forma conceptual, para as correlacionarmos com a situação energética actual de cada país

(48) *Cfr*. Colino Martínez, António e Caro, Rafael: *opus citada,* p. 75.

(49) «Energy Profile…», *opus citada*, p. 4.

(50) Aproveitámos as indicações insertas em *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *opus citada,* p. 49. De acordo com a tabela inserida, vê-se que a Nigéria, o Iraque, o Irão, a Guiné Equatorial estão reputados como países de risco intensivo, a Arábia Saudita e a Argélia, de risco tendencialmente pequeno e a Líbia de risco médio.

e as suas possibilidades futuras. Por fim, procuraremos antevisualizar possíveis virtualidades decorrentes das tendências que parecem surgir do desenvolvimento de novos recursos energéticos, caso das energias renováveis.

Uma breve análise à vasta literatura sobre segurança energética pode indicar ao leitor que há dois grandes tipos de perigos que afectam a situação energética dos países. Um dos perigos decorre de vulnerabilidades, que engendram riscos acrescidos à segurança energética. Outro perigo, deriva de ameaças que podem ser produzidas por actores estratégicos, sejam estatais ou não. Desta realidade, decorre que há dois tipos de perigos, que derivam de uma amplitude de situações. O primeiro dos perigos deriva das vulnerabilidades que podem induzir riscos de maior ou menor gravidade. Estes derivam dos seguintes factores:

1. Da maior ou menor solidez do sistema de infra-estruturas.
2. Do nível de dependência das importações.
3. Da diversificação da origem das fontes de energía.
4. Da distância a percorrer entre a produção e o consumo.
5. Da fungibilidade dos transportes.
6. Da dimensão ambiental.
7. Dos riscos inerentes à evolução da situação política.

A estes tipos de perigos acresce-se o derivado das ameaças. A ameaça resulta sempre de uma intenção hostil e da vontade de coagir alguém a submeter-se à vontade do coagidor. A ameaça é uma acção que deriva de uma vontade deliberada (pelo contrário, no caso do risco, há acções que podendo produzir efeitos negativos, resultam de actos que não pretendiam ter esse efeito). Como ameaças podem-se elencar:

1. A acção armada,
   *a*) Por meios armados clássicos.
   *b*) Por acções terroristas.
   *c*) Por pirataria.
2. O «nacionalismo de recursos».
3. O bloqueio económico (51).

---

(51) Sustentamos a nossa perspectiva teórica, fundamentalmente, em *Cfr.* Baumann, Florian: «Energy Security as multidimensional concept», *C.A.P. Policy Analisys,* número 1, pp. 3-13, 2008. Chloé Le Coq, Elena Paltseva: «Measuring the Security of External Energy Supply in the European Union», *Energy Policy,* número 37, pp. 4.474-4.481, 2009.

Trata-se agora de dissecar, tendo em considerando o levantamento feito sobre a concepção de riscos e de ameaças em segurança energética, a situação de Portugal e da Espanha.

Quer Portugal, quer a Espanha, dependem, como já se observou, por excesso, de importar boa parte da energia que consomem. Em geral, ambos os países importam 80% da energia de que necessitam. A média europeia está nos 50%, ou seja, em geral, a Europa importa apenas metade da energia de que necessita (52). Não obstante, como já se observou, o consumo de energia cresceu exponencialmente em Espanha e em Portugal no último meio século, um salto de cerca de 100%, ou seja, duplicou. A demanda crescente de energia e que se prevê, continuará a aumentar, talvez de forma menos acelerada, exige medidas que assegurem no longo prazo o abastecimento energético de cada um dos países.

A dependência energética de Portugal e da Espanha não é um problema actual. Na realidade, desde os primórdios da Revolução Industrial que Portugal e a Espanha deparam-se com a falta de matérias-primas e de recursos energéticos para alimentar as maquinofacturas. A situação espanhola era, ainda assim, menos gravosa que a de Portugal. A Espanha dispunha de recursos carboníferos, que não sendo da melhor qualidade, permitiam contudo alimentar a incipiente indústria espanhola. Pelo contrário, em Portugal, não havia praticamente recursos energéticos próprios. O parco carvão existente era, para mais, de má qualidade. Assim, Portugal dependia quase inteiramente de importações para alimentar uma industrialização, mesmo que incipiente, e de processo de maturação lento. Desde o início que a praga da falta de recursos energéticos endógenos afectou o desenvolvimento de Portugal e da Espanha (53).

De um ponto de vista de uma análise das vulnerabilidades de Portugal e da Espanha, no que se refere à segurança energética, sem dúvida que, na primeira linha, esteve, está e estará a dependência em recursos energéticos e a necessidade de os importar do exterior. Esta situação de dependência é, de algum modo, mitigada pela diversificação das origens das importações. Quer Portugal, quer a Espanha, têm procurado

---

(52) *Cfr.* Colino Martínez, António e Caro, Rafael: *opus citada,* p. 71.

(53) Não se pode reduzir o problema da lenta industrialização da península Ibérica, da Espanha e de Portugal, à questão da falta de matérias-primas e de recursos energéticos endógenos, mas a história económica destes dois países, não deixando de considerar outras situações, não deixa de relevar esta fragilidade como uns dos vectores para o atraso industrial de ambos os países.

obter os hidrocarbonetos de que necessitam em vários exportadores. A situação de maior vulnerabilidade parece ser a de Portugal, que em ano 2007 importava gás de apenas dois fornecedores, a Argélia, por gasoduto e a Nigéria para o fornecimento de GNL.

No entanto, mesmo no caso específico do gás, nenhum dos países ibéricos limitou as suas importações a um sistema de gasodutos, e adaptou como estratégia de segurança energética, pelo abastecimento, quer por este meio, quer por importações de gás liquefeito, que depois é regaseificado em terminais próprios. Notou-se além disso, e como estratégia para assegurar uma maior fungibilidade dos gasodutos, que a Espanha dispõe de duas linhas de importações, uma oriunda do Magrebe e da Argélia, e outra, através da França e da Europa que a liga ao gás norueguês.

Todavia, Antonio Colino Martínez e Rafael Caro consideram que a malha que fornece energia à Espanha está pouco conectada com a Europa (54). A fungibilidade do sistema está, de algum modo assegurada, dadas as várias formas pelas quais chega à Península o abastecimento energético. Este advém, quer por via marítima, até aos portos de Portugal e de Espanha, quer por transporte em gasoduto. Note-se, que parte das importações dependem de longas linhas de comunicação marítima aumentando a sua vulnerabilidade estratégica. Mesmo os gasodutos oriundos do Norte de África estendem-se por centenas ou milhares de quilómetros: o MEG, por 1.620 quilómetros e o MEDGAZ por 757 quilómetros (55).

A diminuição da dependência em relação ao petróleo e a aposta no gás, feita desde os anos noventa, quer por Portugal, quer por Espanha, reflecte uma preocupação ambiental acrescida. O gás é, de todos os

---

(54) *Cfr.* Colino Martínez, António e Caro, Rafael: *opus citada,* p. 71. Iranzo Martín, Juan E. e Colinas González, Manuel: falam de um grau de dependência energética de 85,1% em ano 2007. *Cfr.* Os autores, «La Energía en España: um Reto Estratégico», *Economia de la Energía, ICE,* número 842, p. 144, maio-junho de 2008. Os autores relevam que a dependência energética da Espanha cresceu continuamente desde 2001, quando estava pelos 81%. Os recursos endógenos não conseguiram satisfazer as necessidades do exponencial crescimento económico espanhol. *Idem,* p. 144. Na realidade, o grau de auto abastecimento vem declinando acentuadamente desde meados do século XX.

(55) *Cfr.* «Maghreb-Europe Gaz Pipeline», *Wikipédia*, consultada em 7 de juhno de 2010 e, «MEDGAZ», *Wikipédia*, consultada em 7 de juhno de 2010.

hidrocarbonetos, o menos carbónico (56). Ademais, nos últimos anos, ambos os países ibéricos parecem ter investido nas energias renováveis. Portugal tem apostado mais na fileira eólica. A Espanha parece tão activa na fileira eólica como na solar: na realidade, em ano 2007, a Espanha era o terceiro país do mundo em geração de energia pela potência eólica (57). Todavia, há sinais de que as energias renováveis são tecnologias ainda demasiado incipientes, e para mais, dispendiosas, para puderem a curto ou mesmo médio prazo, garantir o necessário abastecimento energético dos países ibéricos. Por longo tempo, ainda, Portugal e a Espanha precisaram de importar, de forma maciça, hidrocarbonetos.

Surge aqui a maior questão relacionada com os riscos políticos da energia. Por detrás desta está a maior fragilidade, em termos de segurança energética, das economias dos países ibéricos: a dependência externa excessiva das importações de energia. O risco político maior, o que nos parece mais perigoso e de maior impacto político, económico e potencialmente, conflitual, e que a dependência reforça acentuadamente, é a competição global pela energia.

A pressão sobre os recursos é hoje um factor estratégico altamente sensível. O crescimento da China é a ponta de um icebergue, pois mete em evidência o salto económico por que parece perpassar grande parte da Ásia do Sul, do Médio Oriente, da Índia, e da América do Sul. O crescimento, mesmo que moderado, dos países desenvolvidos, em concomitância, induz uma enorme pressão sobre os recursos energéticos e pressiona uma densa concorrência, o que estimula a elevação espiral dos preços (58). A situação é mais grave, pois, apesar de não se considerar como plausível as visões catastrofistas do «fim do petróleo», não há dúvida de que se terá de recolher este a custos cada vez maiores e em zonas de cada vez menos acessíveis, como o fundo do mar, o que escala os preços do crude (59).

---

(56) *Cfr*. Stevens, Paul: *Transit Troubles,* p. 9, Chatham House-Royal Institute of International Affairs, Londres, 2009,

(57) *Cfr.* Iranzo Martín, Juan E. e Colinas González, Manuel: *opus citada,* p. 148.

(58) *Cfr.* Schwartz, Henrique: «Energia, Geopolítica e Política da Biosfera», *Nação e Defesa,* terceira série, número 116, pp. 15-16, primavera de 2007.

(59) *Cfr.* Rubin, Jeff: «Acidente da BP é o «Three Mile Island» da exploração petrolífera *offshore*», entrevista de Lurdes Ferreira a Jeff Rubin, *Público,* p. 54, de junho de 2010. O autor fala de preços com três dígitos.

A competição pela energia representa no porvir mais próximo a maior risco e a mais potencial ameaça para o abastecimento energético dos países ibéricos, altamente dependentes, pelas próximas décadas, das importações de recursos energéticos. E não só produto da escalada espiral de preços dos recursos energéticos, mas também como potencial gérmen de conflitos violentos que poderão ser trazidos pela competição pela energia.

As ameaças actuais à segurança energética dos países ibéricos, ou seja, acções por via de actos terroristas ou de pirataria, parecem-nos residuais. O «nacionalismo dos recursos», dada a diversificação dos fornecedores, julga-se não poder ter o impacto decisivo ou marcante que um actor que instrumentalizasse a posse de recursos energéticos desejasse que tivesse.

## O panorama energético do Magrebe

O panorama energético do Magrebe (60) é caracterizado por diversos factores dinâmicos que sugerem, de certa forma, um potencial para a instabilidade e uma grande oportunidade para a cooperação com Espanha e Portugal.

Os cinco países magrebinos diferem uns dos outros no que respeita à energia, particularmente, no tipo de energia usada, no consumo de energia e na disponibilidade dos recursos oriundos dos hidrocarbonos.

As reservas de hidrocarbonetos do Magrebe equivalem a 7.000 milhões de toneladas de petróleo e cerca de 6.000 milhões de metros cúbicos de gás natural. Em ano 2006, os países do Magrebe produziam 175.000 milhões de toneladas de petróleo e 102.000 milhões metros cúbicos de gás natural, quadro 1. O Magrebe possui cerca de 40 anos de reservas petrolíferas e 58 anos de gás natural (61).

---

(60) O nome «Maghreb» deriva de «Al-maghrib» que significa o Poente, nome dado pelos árabes à extremidade setentrional da África, abrangendo a Argélia, Marrocos e a Tunísia.

(61) Faid, Mustafha: «The Maghreb energy sector: situation and perspectives», in Clyde Hufbauer, Gary e Brunel, Claire (eds.): p. 106, The Peterson Institute for International Economics, 2008.

**Quadro 1.–** *Produção, reservas de gás natural e de petróleo do Magrebe, ano 2006.*

| Países | Petróleo | | | | Gás | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reservas | | Produção | | Reservas | | Produção | |
| | Milhões de toneladas | Porcentagem | Produção | Reservas/Produção (anos) | $Gm^3$ | Porcentagem | Produção | Reservas/Produção (anos) |
| Argélia | 1,545 | 19 | 86 | 18 | 4,504 | 54 | 85 | 53 |
| Líbia | 5,399 | 67 | 68 | 63 | 1,316 | 16 | 15 | 89 |
| Tunísia | 90,000 | 1 | 3 | 27 | 70,000 | 1 | 3 | 28 |
| *Total Magrebe* | *7,034* | *87* | *175* | *40* | *5,890* | *71* | *102* | *58* |

*Fonte:* Adaptado de Faid, p. 107, 2008.

Muitos dos recursos naturais desta região estão concentrados na Argélia e na Líbia, dois importantes exportadores de hidrocarbonetos para a península Ibérica.

A região inclui também dois países de menor magnitude no âmbito energético, Tunísia e Mauritânia e um terceiro país, Marrocos, deficitário em matérias-primas energéticas, mas importante como rota de trânsito de hidrocarbonetos para a Espanha.

De todos os países do Magrebe, a Argélia é o mais importante do ponto vista energético, seguido pela Líbia. Para além dos recursos oriundos dos hidrocarbonetos, o Magrebe apresenta uma grande potencialidade a nível das energias renováveis, que pode vir a ser aproveitada pelos seus vizinhos europeus, interligando-se com a rede já existente e projectada energética.

Em ano 2003, a Argélia, Marrocos e a Tunísia assinaram um protocolo para a integração gradual dos mercados de energia com o objectivo, de a longo prazo, ser criado um mercado de electricidade comum com a União Europeia.

Os três países estão interligados energeticamente e também com a rede europeia de electricidade através de uma interligação submarina entre Marrocos e Espanha. Por sua vez, Portugal e Espanha tem um projecto comum de criação de um mercado Ibérico de Electricidade (Mibel) que poderá apoiar a integração do mercado eléctrico dos países do Magrebe com o Mercado Interno de Electricidade da União Europeia.

*Argélia*

A Argélia é um produtor importante de gás e de petróleo, um membro influente da Organização de Produtores e Exportadores de Petróleo (OPEP), um centro de refinação de nível mundial e um grande fornecedor de gás natural liquefeito para a Europa ocidental e outros mercados de mundo. O sector dos hidrocarbonetos é o pilar da economia da Argélia, representando 30% do Producto Interior Bruto (PIB), 60% do total receitas fiscais e mais de 37% do total das receitas de exportação de ano 2008.

Desde os anos setenta que o motor da economia argelina tem sido o sector energético, sobretudo os hidrocarbonetos. O petróleo e seus derivados têm estimulado o desenvolvimento económico do país. Contudo, o gás poderá vir a incrementar a sua quota-parte aquando da conclusão dos novos gasodutos previstos com o destino à Europa. A construção do gasoduto Trans-sariano e sua articulação com os países europeus, também contribuirá, sem dúvida, para colocar a Argélia como importante fornecedor deste tipo de energia e uma alternativa muito viável ao gás proveniente da Rússia.

As suas reservas de hidrocarbonetos situam-se em quatro regiões localizadas na parte oriental (petróleo e gás), no centro (principalmente gás), e no Saara Ocidental (indícios de gás) assim como nas regiões do norte do país (petróleo e pequenas jazidas de gás). Actualmente possui 200 campos de petróleo e de gás principalmente na região do Saara Oriental e central.

Em ano 1961, começou a comercialização do gás natural e as reservas, assim como a produção e a exportação, têm variado ao longo dos tempos. Segundo as estimativas da Agência Internacional de Energia (AIE), em janeiro de 2010, as reservas provadas de gás natural da Argélia eram de 159 triliões de pés cúbicos (Tcf), as segundas maiores reservas de África e décimas maiores a nível mundial.

O maior campo de gás da Argélia é o Hassi R'Mel, descoberto em ano 1956. Situado a 500 quilometros a Sul de Argel, as suas reservas prováveis e possíveis são de 85 Tcf, cerca de um quarto do total da produção do gás seco do país (62). Hassi R'Mel transformou-se na principal

(62) *Cfr.* EIA: «Country Analysis Briefs- Algeria natural gas», june de 2010, acedido em 22 de novembro de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Algeria/NaturalGas.html.*

estação de recolha, processamento e armazenamento de gás na Argélia, é, também, o principal centro da expedição de gás para todo o consumo doméstico, assim como, para as exportações de GNL. As restantes reservas de gás de Argélia encontram-se na região de Salah no sudeste do país. As reservas provadas na região de Rhourde Nouss são de 13 Tcf, nos campos de Rhourde Nouss, de Rhourde Nouss Sul-Sudeste, de Rhourde Adra, de Rhourde Chouff, e de Rhourde Hamra. Existem reservas menores de gás na região de Salah (5-10 Tcf), Tin Fouye Tabankort (5,1 Tcf), Alrar (4,7 Tcf), Ouan Dimeta (1,8 Tcf), e de Oued Noumer (63).

Em ano 2008, a Argélia foi o sexto maior produtor de gás a nível mundial e o segundo entre os países membros da OPEP, depois do Irão, com total de produção de 3.06 Tcf de gás natural seco. Cerca de 0,93 Tcf destinaram-se a consumo interno e o restante foi exportado essencialmente para a Europa e para os Estados Unidos (64). O Governo argelino pretende aumentar as exportações de gás natural para 5,8 biliões de pés cúbicos por dia (Bcf/d) em ano 2020, o que posicionará com a mesma quota que a Holanda e a Noruega no comércio internacional de gás na União Europeia. Prevê-se que nessa altura, tanto a França como a Itália mantenham-se como os maiores consumidores de gás argelino, representando respectivamente 47% e 20% das exportações (65).

Em 2008, o total de gás natural argelino exportado foi de 2,12 Tcf, uma pequena diminuição em relação aos 2,17 Tcf de 2006 (66). Cerca de dois terços do total de gás natural são exportados para a Europa (pela Sonatrach) através dos Gasodutos Trans-Mediterrâneo e Magrebe-Europa. De acordo com dados da Cedigaz, a Argélia exportou para 2.3 Bcf/d para Itália, 876 milhões de pés cúbicos por dia (Mcf/d) para Espanha e 186 Mcf/d para Portugal (67).

---

(63) *Cfr.* Pereira da Costa Mangueira, José: «Políticas de Formação e Endogeneização de Capital Humano em Países em Desenvolvimento. O caso da indústria petrolífera em Angola», pp. 15-16. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão de Tecnologia, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, julho de 2004.

(64) *Cfr.* EIA: *opus citada,* 2010.

(65) *Cfr.* Mangueira, José: *opus citada,* p. 16

(66) *Cfr*. EIA: *opus citada,* 2010

(67) *Cfr.* Lecarpentier, Armelle: «European gas demand prospects: how to meet long term needs?», 24th World Gas Conference Buenos Aires 2009, em: *http://www.igu.org/html/wgc2009/papers/docs/wgcFinal00636.pdf*

O Gasoduto Trans-Mediterrâneo ou Enrico Mattei foi o primeiro sistema de exportação de gás da Argélia para a Europa. O gasoduto vai de Hassi R'Mel da Argélia, passa pela Tunísia e Sicília e termina na Itália. Uma extensão deste gasoduto leva gás da Argélia também para a Eslovénia. O gasoduto foi proposto em 1960, mas só foi construído na década seguinte por duas fases: uma primeira entre 1978-1983 e uma segunda entre anos 1991-1994 (68). Em fevereiro de 2010, ficou operacional a terceira secção de 549 quilómetros o que permitiu aumentar a capacidade de transporte do gasoduto para 677 Mcf/d (69).

O MEG, também conhecido por Pedro Duran Farell, de 1.620 quilómetros, pertence ao consórcio dirigido pelas companhias Enagas, a SNPP e a Sonatrach. Proposto em ano 1963, só foi completado em 1996, e é actualmente composto por várias secções: a secção da Argélia entre Hassi R'Mel e El Aricha; a secção de Marrocos de El Aricha ao estreito de Gibraltar; do estreito de Gibraltar à secção espanhola, e por último, uma última secção até Córdova na Andaluzia, onde depois liga a rede espanhola com a rede de gás portuguesa. A capacidade inicial do gasoduto de 8,6 biliões centimetros cúbicos (Bcm) de gás natural por ano foi aumentada para 12 Bcm, estimando-se que poderá futuramente ser novamente ampliada para 18 Bcm (70).

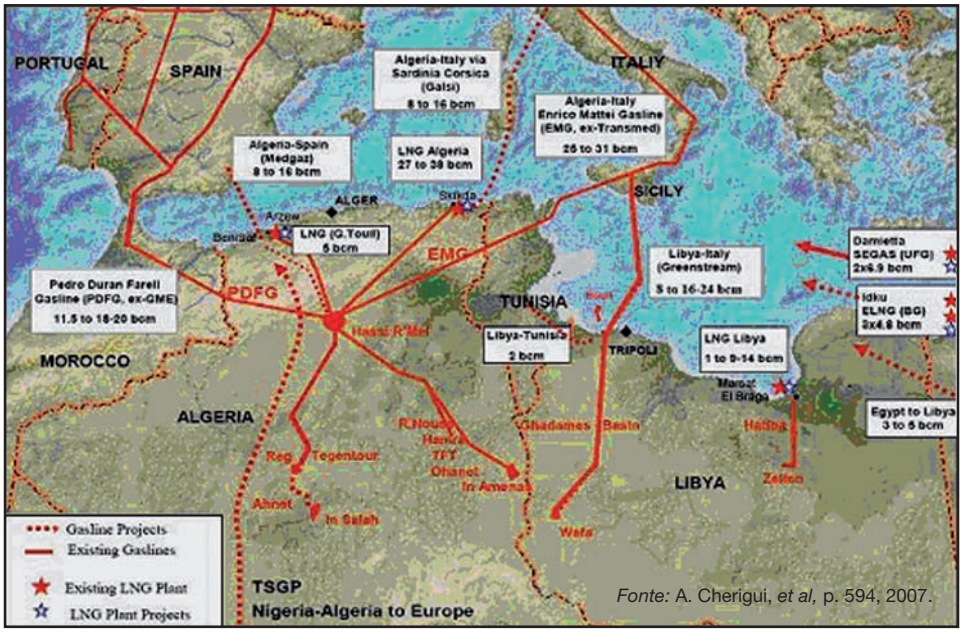
Para além deste dois gasodutos, existem três novos em construção ou planeados, o MEDGAZ, o Galsi e o Trans-saariano, figura 3. O MEDGAZ, que liga Beni Saf da Argélia à Almeria na Espanha, com um alargamento eventual para a França, poderá iniciar a comercialização do gás em o ano 2010, tendo possibilidades de implicar um acréscimo de 15% nas

---

(68) Sobre o gasoduto Trans-Mediterrâneo. *Cfr.* Hayes, Mark H.: «Algerian gas to Europe: the Transmed pipeline and early Spanish gas import projects», James A. Baker III Institute for Public Policy of Rice University, *Working Paper,* número 27, may de 2004, acedido em 7 de junho de 2010, em: *http://iis-db.stanford.edu/pubs/20602/Transmed_FINAL.pdf.*

(69) *Cfr.* APS Review Oil Market Trends, «Algeria Inaugurates 3rd Trans-Med Pipeline Section», *Monday,* 22 de março de 2010, acedido em 16 de junho de 2010, em*: http://www.allbusiness.com/energy-utilities/oil-gas-industry-oil-processing/14259822-1.html.*

(70) *Cfr.* Moraleda, Pedro: «How the Major Barriers to Cross-Border Gas Trade were Overcome in the Case of the Maghreb Pipeline», *Cross Border Gas Trade Issues Workshop*, IEA, 26 de march de 2002, acedido em 6 de junho de 2010, em: *http://www.iea.org/textbase/work/2002/cross_border/MORALED.PDF*




*Fonte:* A. Cherigui, *et al,* p. 594, 2007.

**Figura 3.—** *Gasodutos existentes e projectados.*

exportações de gás natural da Argélia (71). O gasoduto Galsi vai de Gassi R'Mel até El Kal na Argélia para Cagliari na Sardenha até Piombino na Itália, onde se ligará com a rede nacional Italiana. Actualmente em construção, está previsto ser finalizado em ano 2012.

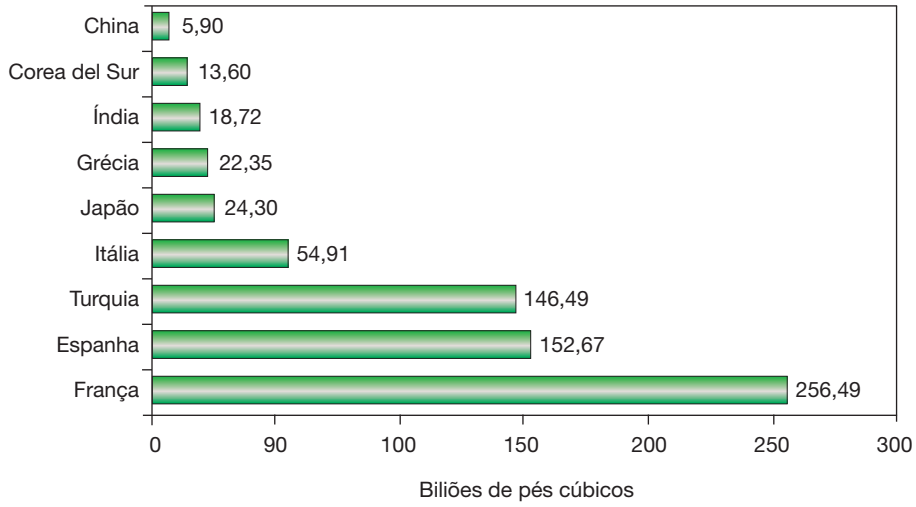
O gasoduto Trans-saariano, também conhecido por NIGAL ou gasoduto Trans-africano, foi proposto pela Sonatrach e a Nigerian National Petroleum Corporation. Em ano 2009, os ministros do Petróleo e Energia, Rilwanu Lukman da Nigéria, Chalib Khalil da Argélia e Abdukkahi Mohammed, de Níger, assinaram um acordo intergovernamental para a construção do Gasoduto, uma obra que permitirá levar o gás da Nigéria para a Europa em ano 2015.

O restante un tercio do total da produção de gás natural argelino é exportado em forma de GNL. A Argélia é o sexto maior exportador de GNL

(71) O MEDGAZ é um gasoduto submarino de 210 quilómetros de comprimento. Foi aprovado em ano 2003 pela Comissão Europeia como projecto de interesse comum para as redes transeuropeias de energia. A sua construção começou a siete março da ano 2008 em Almeria e os trabalhos de instalações de canalização em águas profundas arrancaram em novembro de 2008.

a nível mundial, depois do Qatar, da Malásia, da Indonésia, da Austrália e da Nigéria. Em 2008, cerca de 90% do total das suas exportações de GNL foram para a Europa, principalmente para França (256,49 Bcf), Espanha (152,67 Bcf) e Itália (59,91 Bcf), figura 4 (72). As exportações do GNL são feitas essencialmente pelo complexo Arzew-Bethioua que produz dois terços do GNL. O restante é exportado pela estação de Skikda, a primeira estação comercial criada a nível mundial em 1964, e pela estação de Camel de Arzew.

Segundo a AEI, em janeiro de 2010, a Argélia detinha em reservas provadas de petróleo o equivalente a 12,2 mil milhões de barris (MMb) de petróleo, as terceiras maiores reservas provadas de petróleo de África, depois da Líbia e da Nigéria, e as décimas sextas a nível mundial (73). Grande parte das reservas provadas de petróleo está concentrada na parte oriental do território, perto da fronteira com a Líbia, e incluem as




*Fonte:* EIA, 2010.

**Figura 4.—** *Principais importadores do GNL da Argélia.*

(72) *Cfr.* EIA: *opus citada,* 2010.

(73) *Cfr.* Central Intelligence Agency: «Country Comparison-oil proven reservas Algeria», 8 de fevereiro de 2010, acedido a 12 de junho de 2010, em: *https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2178rank.html?countryName=Algeria&countryCode=ag&regionCode=af&rank=16#ag.*

bacias Hassi Messaoud e a Bekine. A Bacia de Hassi Messaoud possui 70% do total das reservas provadas de petróleo do país.

Devido às quotas de produção impostas pela OPEP, a produção de petróleo argelino de 2009 sofreu uma ligeira quebra em relação ao ano transacto, passando de 1,42 para 1,33 milhões de barris/dia (Mb/d) (74).

De acordo com Francisco Hernández, face aos primeiros sintomas de esgotamento dos poços de petróleo mais antigos, o governo argelino permitiu a entrada de investimentos e de empresas estrangeiras, de forma a estimular novas prospecções e a desenvolver o funcionamento de novos campos. Investiu igualmente no transporte do petróleo de forma a aumentar a produção de petróleo (75). Nos últimos anos tem sido descobertas novas jazidas de hidrocarbonetos na Argélia quer pela companhia nacional de hidrocarbonetos Sonatrach, quer por companhias estrangeiras como a italiana ENI, a russa Rosneft-Stroytransgaz Limited e a canadiana First Calgary. Em Dezembro de 2009, a Sonatrach anunciou que já tinham sido descobertos 16 novos poços de petróleo nas bacias de Berkine, Illizi e Messaoud.

A Argélia é um importante exportador de petróleo. A AEI estima que, em ano 2009, 25% dos 1,8 Mb/d petróleo exportados foram para países europeus, nomeadamente para Itália, França, Espanha e Portugal (76). O país usa sete terminais costeiros, localizados em Arzew, Skikda, Annaba, Oran, Bejaia e La Skhirra na Tunísia, para exportar o petróleo, produtos refinados, Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) e GNL. Arzew domina com 40% do total das exportações dos hidrocarbonetos, incluindo GNL e GPL.

A rede de oleodutos da Argélia facilita a transferência de petróleo dos campos de produção interior para os terminais de exportação. Os oleodutos mais importantes transportam o petróleo desde o campo Hassi Messaoud aos terminais de exportação.

A promoção de energias renováveis é um dos grandes pilares da política ambiental e energética da Argélia. O governo lançou um programa nacional de promoção das fontes de energia renováveis, cuja primeira meta a

(74) C*fr*. EIA: «Country Analysis Briefs- Algeria oil», june de 2010, acedido em 23 de novembro de 2003, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Algeria/Oil.html*.

(75) *Cfr.* Hernández, Francisco: *opus citada,* 2009, p. 143.

(76) Cfr. EIA: *opus citada,* 2010.

alcançar é aumentar a produção de electricidade de energias renováveis para 5% no total da produção de energia no país em ano 2010 (77).

Estudos efectuados pelo Centre de Developpement des Energies Renouvelables (CDER), nos últimos anos, demonstram que as condições climatéricas da Argélia são favoráveis à utilização da energia eólica. Cerca de 50% do território apresenta uma boa velocidade de vento para a instalação da potência eólica. As melhores zonas para o desenvolvimento deste tipo de energia encontram-se no sul do território, especialmente no sudoeste (78). A Sonelgaz tem vindo desenvolver os recursos eólicos da Argélia, e presentemente existem seis projectos de telecomunicações e de electricidade que usam o vento como fonte de energia: Adrar, Tindouf, Bordj Badji Mokhtar, Be'char, Tamanrassat e Djanet.

Para além do vento, o sol é outro recurso natural abundante que a Argélia procura explorar como alternativa aos recursos fósseis. A sua capacidade solar é uma das maiores do mundo, com mais de 2.000.000 quilómetros quadrados a receberem anualmente a exposição solar equivalente a 2.500 quilowatts. A duração do sol em todo o território ultrapassa as 3000 horas anuais e atinge as 3900 horas nas grandes planícies e no Saara (79). O Governo argelino pretende que até 2050, um terço da energia eléctrica produzida na Argélia seja produzida por energia solar.

A Sonatrach e a Sonelgaz formaram uma joint-venture, denominada NEAL *(New Energy Argélia)* cujo objectivo era o desenvolvimento da produção e exportação de energias renováveis. Um dos primeiros projectos desenvolvidos pela companhia, foi a estação Hassi R'Mel, uma estação integrada de energia solar em ciclo combinado. Em ano 2009, a Sonatrach iniciou a construção de uma fábrica de painéis solares, que entrará em operação em ano 2012. A cada ano a fábrica irá produzir um volume de painéis capazes de gerar 50 megawatts de energia eléctrica.

---

(77) Hassi, R'Mel: «Solarthermal Power Generation. Potential in Algeria», p. 11, Solar Energy 2008-Weltmesse für Erneuerbare Energien, Berlin, 2008.

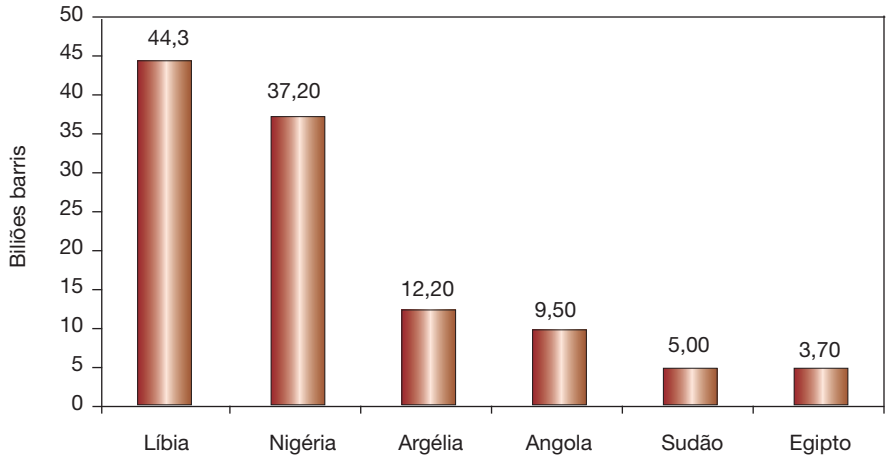
(78) *Cfr.* Himri, Y. *et al:* «Review of wind energy use in Algeria», *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* número 13, p. 912, 2009.

(79) *Cfr.* Ainouche, Abdelkrim *et al:* «Promotion of renewable energies in Algeria for a sustainable development and better future for next generations», s/d, acedido em 10 de junho de 2010, em: *www.worldenergy.org/documents/p000983.doc*.

*Líbia*

Membro destacado da OPEP, a Líbia é um tradicional exportador de petróleo e de gás. Os seus recursos de hidrocarbonetos representam 95% das exportações nacionais e mais de 70% do seu PIB (80). A sua produção principal é o petróleo, de qualidade excelente, possuindo as maiores reservas provadas de África (seguido da Nigéria e da Argélia), mais de 40% do total de reservas do continente. De acordo com a AIE, as reservas provadas de petróleo, eram de 44 mil milhões de barris petróleo em janeiro de 2010, figura 5 (81).

A exploração de petróleo começou em ano 1955, com a Lei Nacional do Petróleo número 25, decretada em abril desse ano (82). Os primeiros poços de petróleo foram descobertos em 1959, em Amal and Zelten,



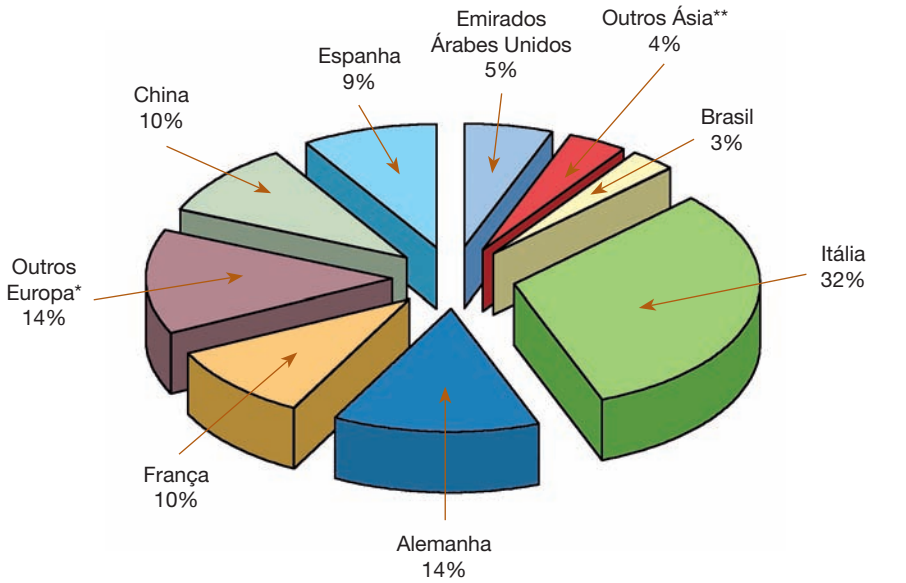

*Fonte:* EIA, stembro de 2010.

**Figura 5.—** *As cinco maiores reservas de petróleo em África, ano 2010.*

(80) *Cfr.* Hernández, Francisco: «Geopolítica de la Energia», in García Gonzalez, José António (dir.): «La nueva Geopolitica de la Energia», *Monografías* del CESEDEN, p. 136, Ministerio de Defensa, Madrid, febrero de 2010.

(81) *Cfr*. EIA: «Libya Energy Data-Oil», setembro de 2010, acedido em 22 de novembro de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Libya/Oil.html.*

(82) A legislação no governo de Khadafi quando chegou ao poder em ano 1969, contra actuação das empresas internacionais no país, provocou uma diminuição da produção petrolífera. Em cinco anos a produção de 3.3 Mb/d (1970) diminui para 1,5 Mb/d. Na actualidade esta legislação está a ser revista para impulsionar a participação de companhias internacionais e intensificar a produção.




* Outros da Ásia: Indonésia, Índia, Singapura e Malásia.
** Outros da Europa: Sérvia, Inglaterra, Holanda, Áustria, Portugal, Irlanda, Grécia, Suécia e República Checa.

*Fonte: Global Trade Atlas,* EIA, 2010.

**Figura 6.—** *Destino das exportações de petróleo da Líbia, ano 2009.*

conhecida nos nossos dias como Nasser, tendo sido iniciados as exportações de petróleo em ano 1961. Presentemente a bacia de Sirte possui 80% das reservas provadas de petróleo.

O relatório oficial de comércio da *Global Trade Atlas,* de 2008, apresenta a Europa como o principal destino das exportações de petróleo da Líbia, destacando-se a Itália que recebeu 425.000 barris/dia (b/d), a Alemanha com 178.000 b/d, a França com 133.000 b/d e a Espanha com 115.000 b/d. Em termos percentuais, e para o mesmo ano, 32% das exportações de petróleo da Líbia foram para a Itália, 14% para a Alemanha, 10%, para a França e 9% para a Espanha, figura 6.

Desde que as sanções dos Estados Unidos e das Nações Unidas foram levantadas entre os anos 2003 e 2004, e desde que os Estados Unidos rescindiram da designação de Estado que patrocina o terrorismo em ano 2006, houve um aumento de investimentos de empresas internacionais, nomeadamente norte-americanas, na procura e na exploração de novas

áreas de hidrocarbonetos na Líbia. O Governo pretende aumentar as reservas e a capacidade de produção do petróleo, à medida que o país recupera do isolamento imposto. O levantamento das sanções foi acompanhado pelo aumento das exportações de petróleo para os Estados Unidos, que passaram de 6,724 em ano 2004 para 24,791 milhares de barris ano em 2008 (83).

Houve igualmente um maior investimento no desenvolvimento do sector de gás natural. Em Janeiro de ano 2010, as reservas provadas de gás da Líbia eram de 54,4 (Tcf) (84). Os maiores campos incluem Attahadi, Defa-Waha, Hatiba, Zelten, Sahl, and Assumud. O Governo da Líbia tem como grande prioridade o desenvolvimento do sector de gás natural, para aumentar a sua produção. Pretende incentivar o uso do gás natural a nível doméstico, e libertar o petróleo para exportação. Não desconsidera igualmente o aumento das exportações do gás natural, particularmente para a Europa.

A produção de gás natural da Líbia tem crescido substancialmente nos últimos anos. Em ano 2008, o total da produção de gás foi 1.070 Bcf, no qual cerca de 562 Bcf foram de gás seco natural. Com a inauguração do gasoduto submarino *Greenstream, em outubro de 2004,* as exportações de gás também aumentaram. Até à data, a Enagaz espanhola era a única empresa cliente do gás natural da Líbia. O novo gasoduto de 540 quilómetros permitiu que a Líbia passasse a exportar gás para a Europa, a partir de Melitah, na costa da Líbia, para a Sicília. Daí é transportado para a Itália e para outros países europeus. Em ano 2008, a Líbia exportou para a Europa 368 Bcf de gás natural, em que 348,5 Bcf foram exportados por gasodutos e o restante 19,5 Bcf sob a forma de GNL (85).

*Em ano 1971, a Líbia passou a ser* o segundo país do mundo a exportar gás natural liquefeito, depois da Argélia. Porém, as exportações mantiveram-se reduzidas devido às limitações técnicas que não permitiam extrair GPL do gás natural. A estação de gás natural liquefeito de Marsa El Brega foi inaugurada também no início dessa década, dispondo de uma capacidade de produção de 125 Bcf por ano. No entanto, o Governo da Líbia não conseguiu obter o equipamento necessário para separar o

(83) *Cfr.* EIA: «U.S. Imports by Country of Origin-Libya», 29 de junho de 2009, acedido em 12 de junho de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/dnav/pet/PET_MOVE_IMPCUS_A1_NLY_EPC0_IM0_MBBL_A.htm.*

(84) *Cfr.* EIA: «Libya energy Data-Natural Gas», setembro de 2010, acedido em 23 de novembro de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Libya/NaturalGas.html.*

(85) *Idem.*

GPL do gás natural devido às sanções impostas pelos Emirados Árabes Unidos, o que limitou a sua capacidade de produção final. Em ano 2009, as exportações de GNL que se destinam a único fornecedor europeu, a Espanha, aumentaram ligeiramente em relação ao ano anterior, passando respectivamente de 19,5 para 24,4 Bcf (86).

*Tunísia*

A Tunísia encontra-se situada entre grandes os gigantes energéticos da região, todavia não compartilha com eles a riqueza do subsolo. De acordo AIE, a Tunísia tinha 0,4.000 Mb de reservas provadas de petróleo em finais de ano 2009 (87). A maioria das suas reservas está localizada no golfo de Gabes e na bacia de Ghadames, no sul do território.

A sua produção petrolífera é escassa, com 91,32 mil barris/dia (mb/d) de crude em ano 2009, o que lhe permitiu apenas cobrir parte suas necessidades internas (88). Grande parte dessa produção provém de seis concessões, que incluem Adam, Ashtart, Didon, El Borma, Miskar and Oued Zar. O restante dissemina-se por 26 pequenas concessões. Em ano 2005, o campo de Adam, localizado na bacia de Ghadames passou a ter a maior produção do país.

As reservas provadas de gás natural na Tunísia são igualmente pequenas. Dois terços das reservas estão situados perto do mar. Em ano 2009 dispunha de dos tcf de gás natural. A sua produção, ainda referente ao mesmo ano, foi de 127 mil milhões de pés cúbicos (MMcf), mas com um consumo interno superior à produção, de 171 Mcf (89).

Até a empresa britânica *(British Gas)* ter investido no campo de Miskar, em meados da década de os anos noventa, a produção de gás estava limitada a pequenas quantidades oriundas do campo de El Borma. O campo de Miskar, situado no golfo de Gabes, em *off-shore*, foi descoberto em 1975. Actualmente é dirigido pela BG e produz 80% do gás da Tunísia. Existem outros quatro campos de gás, nomeadamente El Franning, El Borma, Baguele e Zinnia, que asseguram a restante produção doméstica de gás natural.

---

(86) *Idem*.

(87) *Cfr.* EIA: «Tunisia Energy Profile», junho de 2010, acedido em 24 de novembro de 2010, em: *http://tonto.eia.doe.gov/country/country_energy_data.cfm?fips=TS.*

(88) *Idem*.

(89) *Idem*.

A empresa estatal de electricidade e de gás natural Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz (STEG) promove desde o ano 2005, um sistema de incentivos com o objectivo de aumentar consumo de gás natural. Os resultados deste aumento são visíveis: em ano 2003 representava apenas 14% do total de energia consumida, em o ano 2005, 44% do total de energia consumida na Tunísia (90).

As *royalties* do gasoduto Trans-mediterrâneo, que transporta o gás da Argélia até Itália, atravessando a Tunísia, têm permitido complementar a pequena produção de gás. Dos 125.000 milhões de metros cúbicos de gás importados em ano 2008, 1.000.000 milhões de metros cúbicos são provenientes dessas *royalties* (91).

O Governo argelino pretende desenvolver o sector das energias renováveis no país, nomeadamente da energia solar. Em ano 2009, o Governo tunisino lançou o «Plano Solar Tunisino» que nos diversos projectos a desenvolver em energias renováveis, prevê a implementação de 40 projectos de energia solar no país, entre os anos 2010 e 2016.

Não sendo um grande produtor de hidrocarbonetos, o interesse exterior por este país, reside na sua posição como país de trânsito do gás argelino para a Europa e na possibilidade futura de servir de enclave na futura interconexão entre o sistema energético do Magrebe e o europeu, juntamente com a Argélia e Marrocos.

*Marrocos*

Tal como a Tunísia, a importância de Marrocos não deriva dos recursos oriundos dos hidrocarbonos, visto que a produção interna é residual, mas da sua localização geográfica. Como é o único país do Magrebe que faz fronteira com a Espanha, é um país de trânsito importante para o gás argelino que atravessa o estreito de Gibraltar em direcção à península Ibérica. Para além disso, Marrocos apresenta um grande potencial para o desenvolvimento das energias renováveis, nomeadamente energia solar.

Marrocos é um país deficitário a nível energético, visto que importa mais de 90% das suas necessidades energéticas, principalmente petróleo. Mais de 70% de energia consumida internamente provêm do petróleo,

(90) *Cfr.* EIA: «Arab Maghreb Union», april de 2006, acedido em 16 de junho de 2010, em: *http://www.fayzeh.com/Arab%20Maghreb%20Union.htm.*

(91) *Cfr.* Mendes Leal, Ana Catarina: *opus citada,* p. 15

20% do carvão, e o restante da produção hidroeléctrica e das importações de electricidade (92). A Arábia Saudita é o principal fornecedor de petróleo ao país, seguido do Iraque, da Rússia e do Irão.

Para mitigar a grande dependência energética, Marrocos optou pela liberalização paulatina do sector energético permitindo a intervenção directa de empresas estrangeiras em todos os campos do panorama energético, desde finais dos anos noveinta. Para além disso, o governo tem vindo a incentivar o aumento do consumo de gás no país. Inserido neste objectivo foram criadas novas centrais de ciclo combinado, para que o consumo de gás em Marrocos aumente para 5.000 milhões de metros cúbicos em o ano 2020 (93).

A produção de petróleo e de gás marroquina é insignificante para o nível de consumo interno. Segundo dados da EIA, o país consumiu aproximadamente 204 mb/d, de petróleo mas produziu apenas 3,94.000 barris em ano 2009. Em relação ao gás, e segundo a mesma fonte, produziu dos MMcf e consumiu 20 MMcf (94).

Marrocos produz pequenas quantidades de petróleo e de gás na Bacia de Essaouira e uma pequena quantidade de gás natural da Bacia de Gharb. Depois das recentes descobertas na Mauritânia, o Moroccan Office of Hydrocarbons and Mining (ONHYM) ficou optimista em encontrar reservas adicionais de hidrocarbonetos, nomeadamente as correspondentes às das bacias sedimentárias que ainda não foram exploradas. Embora as reservas possam ser insignificantes e economicamente inviáveis, a potencialidade do país a nível *off-shore* atraiu a atenção de várias companhias internacionais (95).

---

(92) *Cfr.* Calatrava García, Adolfo: «La Geopolítica del Petróleo», *Revista de Economía-Marruecos*, número 819, pp. 162-163, Informacion Comercial Espanola, dezembro de 2004.

(93) *Cfr*. Garcia, Adolfo: *opus citada,* p. 169.

(94) *Cfr.* EIA: «Morocco Energy Profile», junho de 2010, acedido em 24 de novembro de 2010, em: *http://tonto.eia.doe.gov/country/country_energy_data.cfm?fips=MO.*

(95) Segundo Adolfo Garcia (2004: p. 165) desde 2000, mais de vinte companhias assinaram contratos com o país de exploração desse potencial, entre eles:

- Em ano 2003, a Repsol assinou um acordo de oito anos para explorar a costa do país, desde Tanger até Larache.
- Petronas possui uma licença de reconhecimento da zona circundante a Rabat, desde abril de 2002.
- CNOOC , conseguiu direitos de exploração em Agadir. Nesta região também operam a Shell e norueguesa Norsk Hydro.
- Na zona sul do país, a Maerk Oil, conseguiu uma ampla concessão de exploração.

Estima-se que o Saara Ocidental possua 14 Mb de petróleo e 2.150 de metros cúbicos de gás natural nas águas (96). Apesar do conflito do Saara Ocidental persistir, tanto o Governo de Marrocos como a Frente Polisario têm outorgado licenças de exploração a empresas estrangeiras na região. O problema dos contratos é que para serem verdadeiramente efectivos deviam ter aprovação das Nações Unidas, visto que o território se encontra sobre sua tutela. Daí que a sua legalidade seja questionável e esteja dependente da resolução do problema político do território (97). Será impossível explorar os recursos existentes enquanto não terminar o conflito e existir uma estabilização definitiva da situação política e estratégica perante a comunidade internacional.

Devido à produção insignificante de petróleo e de gás, Marrocos está interessado em diversificar a sua produção de energia, tanto pela construção de centrais nucleares como pelo desenvolvimento das energias renováveis. O Governo marroquino encontra-se em negociações com a Agência Internacional de Energia Atómica para a selecção e possível qualificação de locais para instalar as centrais nucleares, programadas para 2017. A energia nuclear será utilizada para a produção de electricidade e para a dessalinização da água. Para Francisco Hernández, Marrocos poder-se-á converter numa referência importante no âmbito da energia nuclear, visto que é o maior produtor de fosfato a nível mundial, além de que as suas reservas disponíveis permitir-lhe-ão obter até seis milhões de toneladas por ano, o dobro das reservas mundiais actuais (98). O que poderá permitir que num futuro próximo Marrocos se eleve a um fornecedor importante de electricidade a Espanha.

No final de ano 2009, o Governo apresentou o *Plan National EE & ER* (Politique Nationale d'Efficacité Energétique et de mise en oeuvre des Energies), cuja principal meta é a contribuição da energia renovável (eólica, hídrica e solar) para assegurar 42% do total da energia a produzir em o ano 2020 e a poupança, em termos de energia de fontes fósseis,

---

(96) *Cfr.* Hernández, Francisco: *opus citada,* p. 142

(97) A zona do Saara Ocidental também é factor de tensão entre Marrocos e a Argélia. Marrocos entende que o Saara Ocidental está na sua dependência enquanto a Argélia gostaria de o território como nação independente. Têm havido esforços para se chegar a um entendimento, incluindo a intermediação por parte das Nações Unidas, mas sem resultado visível.

(98) *Cfr.* Hernández, Francisco: *opus citada,* p. 141.

até 12% em 2012 e 15% em 2020 (99). Marrocos quer aproveitar as suas condições climatéricas favoráveis para desenvolver a energia solar. As grandes áreas da região do Saara e do planalto a leste das Montanhas Atlas de Marrocos (uma área de 400.000 quilómetros cuadrados) possuem uma *exposição solar que é dobro* da *média europeia.* Para beneficiar desse grande potencial em termos de energia solar (100), o governo marroquino lançou um vasto programa de construção de cinco centrais solares, Ouarzazate, Tarfaya (sul de Agadir), Ain Beni Mathar (a leste de Fez) e Laayoune e Boujdour (Saara) (101). O projecto avaliado em 7.000 milhões de euros irá gerar dos megawatts de energia para 32 milhões pessoas, o que representa mais de 40% da energia consumida por Marrocos (102).

*Mauritânia*

A Mauritânia é um recente e pequeno actor energético no Magrebe. A sua produção de petróleo apenas começou com a descoberta do campo de petróleo Chinguetti, localizado a nível *off-shore* a sudoeste de Nouakchott, em ano 2001. Posteriormente foram encontrados mais poços de petróleo e de gás de exploração mas proximidades de Chinguetti, que incluem a estrutura de gás Banda, estimada em tres Tcf de gás natural.

Apesar da actual diminuta produção petrolífera, 16,51 mb/d em ano 2009 (103), o governo espera conseguir aumentá-la para 200 mb/d nos próximos anos, depois de ter sido descoberto em terra firme e no mar reservas provadas de 100 Mb (104). Essas descobertas cativaram atenção de companhias internacionais, designadamente australianas, britânicas, chinesas, brasileiras e espanholas, que já obtiveram do Governo contra-

---

(99) AICEP: «Marrocos Oportunidades e Dificuldades do Mercado», março de 2010, acedido em 12 de junho de 2010, em: *http://www.nersant.pt/intpme/conteudos/File/Mercados/Marrocos/Marrocos%20Oportunidades%20Dificuldades%20Mercado.pdf.*

(100) Radiação de cinco quilowatts por metro quadrado por dia e 3000 horas de sol por ano.

(101) Ouarzazate será a primeira unidade a estar operacional em ano 2015.

(102) Abdennebi, Zakia: «Morocco unveils $9 bln solar power scheme», *Reuteurs Africa*, 3 de novembro de 2009, acedido em 14 de junho de 2010, em: *http://af.reuters.com/article/investingNews/idAFJOE5A202D20091103.*

(103) EIA: «Mauritania Energy Profile», junho de 2010, acedido em 23 de novembro de 2010, em: *http://tonto.eia. doe.gov/country/country_energy_data.cfm?fips=MR.*

(104) *Cfr.* Hernández, Francisco: *opus citada*, 139.

tos de exploração da área. Como por exemplo a Repsol, a China National Petroleum Co. e a Woodside Petroleum.

A produção de gás no país também é muito recente e está mais atrasada do que a do petróleo. Actualmente, as reservas provadas de gás natural são de 1 Tcf (105). As estimativas da AIE apontam para existência de 3-5 Tcf de gás natural no campo Banda, localizado a este de Nouakchott, e 1 a 1,5 Tcf no campo de Pelican (106).

Não obstante as descobertas, só será possível uma ligação da Mauritânia aos oleodutos e gasodutos da Argélia e de Marrocos, alcançando posteriormente a Europa, quando o país atingir a plena estabilidade política.

## O Magrebe e o problema do abastecimento de Espanha e Portugal

Este texto lida com duas grandes regiões distintas e com problemas de segurança energéticos diferentes. De um lado, os países ibéricos, que dependem, quanto ao abastecimento de energia, do exterior, para prover as suas necessidades.

Do outro lado, uma região, onde há grandes produtores que tem por fito assegurar a exportação, a bons preços, da energia de que dispõem em abundância (Argélia e Líbia), se encontram outros países: Tunísia, Marrocos, Mauritânia, tão ou mais famintos de recursos energéticos, que os da Ibéria.

A necessidade de energia da parte norte do Mediterrâneo e a vontade de garantir consumidores por parte de alguns países da zona sul do mar interior, potencia uma activa relação de cooperação e de complementaridade entre as duas regiões, tanto mais, quanto a proximidade entre o Magrebe e a península Ibérica pode facilitar, por sua vez, um maior contacto dos primeiros Estados com outros consumidores da Europa Central ou das nações ibéricas com outros abastecedores africanos.

A península Ibérica, assim como o Magrebe, poderiam ser, simultaneamente, consumidores e abastecedores, além de regiões potenciais de espaços de trânsito.

---

(105) *Cfr.* EIA: *opus citada,* 2010.

(106) EIA: «Arab Maghreb Union», april 2006, acedido em 16 de junho de 2010, em: *http://www.fayzeh.com/Arab%20Maghreb%20Union.htm.*

Jonathan Stern observa, a propósito dos negócios do gás entre a Alemanha Federal e a URSS os anos setenta e oitenta e a respeito da edificação do primeiro gasoduto entre a Argélia e a Espanha, nos anos noventa, que passava por Marrocos e tinha ainda um terminal ligado a Portugal (rio Maior), que uma visão cooperativa do processo é imprescindível ao seu desenvolvimento. Sem essa visão cooperativa, o grau de desenvolvimento alcançado e as mútuas vantagens adquiridas pelos parceiros serão impensáveis (107).

De acordo com Jonathan Stern, os processos de cooperação mútua (e não de mero negócio entre importadores e exportadores), exigidos pela edificação de gasodutos, não só desbloquearam entraves à expansão do negócio do gás entre a Espanha e a Argélia, Portugal e a Argélia, Argélia e Marrocos, como contribuíram, e de que forma, para a sua expansão.

Até aos anos noventa, as tentativas, quer de Portugal, quer de Espanha, para desenvolver o abastecimento por GNL, não frutificaram (108), ou só levaram a uma expansão incipiente da rede de gás. No caso particular de Espanha, as disputas em redor dos preços e os custos de importação inibiram o desenvolvimento da rede de distribuição interna de gás, delimitada ao norte de Espanha (109).

A entrada de Portugal e da Espanha na União Europeia, a maior disponibilidade de fundos para investimento, por um lado, e por outro lado, a melhoria das relações entre a Argélia e o Marrocos, e entre a Argélia e a Europa, facilitou um processo de cooperação, que contribui para a expansão do negócio do gás, tanto mais quando estimulou a alargamento da rede peninsular de distribuição de gás e lhe assegurou, por isso, uma muito maior economia de escala (110). Na óptica de Jonathan Stern, a chave do sucesso para o desenvolvimento de uma economia de gás entre os diversos parceiros nela envolvidos, Espanha, Argélia, Portugal e Marrocos, foi o desenvolvimento de uma maior integração de todos no processo, e o potenciamento de sinergias estimuladas pela lógica

---

(107) *Cfr.* Stern, Jonathan: «Gas pipeline co-operation between political adversaries: examples from Europe», p. 11, Report Submission to Korea Fundation, Chatham House, Janeiro de 2005.

(108) O projecto de construção de um terminal de GNL em Setúbal, Portugal, fracassou, face aos custos que eram exigidos para o seu desenvolvimento e à reduzida escala do mercado que era suposto abastecer. *Cfr.* Stern, Jonathan: *opus citada,* p. 7.

(109) *Idem,* pp. 7-8.

(110) *Idem,* pp. 9-10.

cooperativa, por meio de uma efectiva política de cooperação e de conjugação de interesses comuns.

A cooperação implica, por um lado, que haja interesses comuns em jogo, e que foram traduzidos na construção do gasoduto MEG a que se segue o MEDGAZ, e a possibilidade de a Espanha ser, como já o é, a respeito de Portugal, território de trânsito, e pretende ser a respeito da França e da Europa. Isto significa que a Espanha se torna uma porta de entrada para o gás argelino alcançar a Europa. A edificação do MEDGAZ evidencia o sucesso do MEG. Por outro lado, este desenvolvimento permitiu um salto quantitativo e uma muito melhor economia de escala para o abastecimento de gás em Espanha. Hoje em dia, o abastecimento de gás está disseminado por todo o território de Espanha (111). A mera compra e venda de um bem, um estrito processo comercial, tal como sucedia antes dos anos noventa, inibiu o desenvolvimento do abastecimento de gás à península Ibérica, emperrado em disputa pelos preços e em constrangimentos financeiros dado os custos dos investimentos.

Os processos cooperativos impõem a existência de mecanismos de conexão que integrem os parceiros e sejam potenciadores de sinergias. Na verdade, são igualmente, estrategicamente imprescindíveis. O ingente investimento exigido à produção e à distribuição de energia, mesmo na área dos hidrocarbonetos, impõe às empresas a cooperação e a consorciação com vista à expansão dos seus empreendimentos (112). Os diversos projectos em carteira, alguns quase completados, evidenciam que os processos de cooperação entre a Ibéria e o Magrebe atingiram grande sucesso e induziram a um reforço dos laços na área da energia e da segurança energética. Para a Argélia, como para a Líbia, no que respeita à sua relação com a Itália, abriu-se e explorou uma potencial vasta área de exportação para os seus recursos energéticos.

Para a Ibéria, não só se assegurou uma área próxima de onde importar recursos energéticos, como se desenvolveu uma fileira da indústria energética, até há bem pouco tempo, inexistente, em Portugal, ou incipiente

(111) *Ibidem,* p. 10.

(112) *Cfr.* Ferreira de Oliveira, Manuel: «Estratégias da GALP no espaço da CPLP», conferência realizada pelo Grupo de Estudos da Commidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), IDN, 22 de junho de 2010.

em Espanha, com um potencial igualmente exportador, no caso deste último país, enquanto território de trânsito, para Portugal e para a Europa a Norte (113).

A cooperação é por isso um elemento essencial para o reforço da segurança energética dos países ibéricos. A cooperação, na área de energia, reforçou as conexões entre o Magrebe e a Ibéria. A questão da cooperação permite lançar aquilo, que julgamos ser, o elemento axial da política energética e da política de segurança energética.

A segurança energética é, antes de mais, uma questão de política, pois, sendo a segurança e a defesa resultado da estratégia e de uma estratégia, e derivando a estratégia a desenvolver, de uma racionalidade e de uma vontade política, a segurança energética é um produto da acção política (114) . Isto sobreleva o elemento essencial da questão da segurança energética, penetrando nos meandros da diplomacia e do poderio bélico, a vontade e a racionalidade da acção política. A segurança energética, sendo, nas suas componentes, um problema de economia, estritamente, de compra e venda, de aquisição de determinados bens, pelo impacto que pode ter nas sociedades, pelo seu efeito *upstream*, torna-se um claro problema da estratégia e da política, pois passa a ser concernente à sociedade, à organização e ao desenvolvimento da sociedade, e portanto, igualmente a ser um problema político, um «grave» problema político.

A relação energética entre o Magrebe e a Ibéria deriva antes de mais de assegurar uma frutuosa cooperação, emparceirando os diversos actores em jogo, reforçando os laços e as conexões que os ligam, gerando sinergias que estimulam o aprofundamento das suas ligações. Esta passa, por um reforço dos laços económicos e pelas garantias políticas e de segurança que cada um pode fornecer aos outros parceiros.

---

(113) Portugal, através do Porto de Sines, poderia ser uma potencial base de transbordo do gás para a Europa. Aqui atracariam os navios de gás liquefeito ou os petroleiros transoceânicos, distribuindo-se os produtos que trarão por navios mais pequenos, numa lógica de cabotagem, com vista a servir o abastecimento da Europa. *Cfr.* Ferreira de Oliveira, Manuel: *opus citada.*

(114) Seguimos aqui, obviamente, os tratadistas da estratégia, escusando-nos de desenvolver toda a fundamentação teórica que subjaz a esta afirmação. Esta visão é clássica na generalidade das culturas estratégicas europeias. Para o caso francês, por exemplo, veja-se, *Cfr.* Coutau-Bégarie, Hervé: *Traité de Stratégie,* Paris, económica, 1999; para o caso britânico, veja-se, por exemplo, *Cfr.* Colin, Gray, *Modern Strategy,* Oxford University Press, Oxford, 1999.

Na realidade, o sucesso das relações entre o Magrebe e a Ibéria nos últimos decénios derivou de um aprofundamento das relações de todos os tipos que estimularam a cooperação no campo da energia, mas também, por ela, foram estimuladas. Desde o início dos anos ocheinta que, quer Portugal, quer a Espanha, procuraram um relacionamento mais íntimo com os países do Magrebe. Desde cedo que a Espanha procurou tomar a liderança, no contexto europeu, desse processo.

Esta vontade de aproximação foi, não só recepcionada, como correspondida pelos países do Magrebe criando-se numerosos laços de interligação, não isentos de fricções e de emperramentos. Desde os anos oitenta, com a chegada ao poder do Partido Socialista Obrero Español que se desenvolveu aquilo a que se denominou «política global», o que correspondia a uma estratégia global para o Magrebe. Esta consistia em quatro pilares:

1. Estabelecimento de boas relações com todos os países da União do Magrebe Árabe, UMA *(Union Magrebh Arab)*.
2. Desenvolvimento de um «colchão de interesses comuns», reforçando a integração, aumentando a cooperação e criando uma rede de «interdependência complexa» (conceito de Joseph Nye) que mitigasse ou inibisse estímulos para uma ruptura, pelos custos que tal representaria para o actor ou actores que a catalisassem.
3. Reforçar a integração regional.
4. Estimular uma maior participação da União Europeia, alavancando em simultâneo o papel da Espanha.

A «política global» reforçou os laços políticos e económicos da Espanha com o Magrebe, não deixando, não obstante, de ser constrangida por um conjunto de relevantes factores:

1. A rivalidade entre o Marrocos e a Argélia, em parte motivada pela questão do Saara Ocidental.
2. Os reduzidos recursos de que a Espanha dispõe para investir política e economicamente na área, principalmente quando comparados com os da sua principal concorrente, a França.
3. Os contraditórios interesses da Espanha, nomeadamente no que se refere às políticas agrícolas e de imigração, que conflituam com os interesses dos países do Magrebe.
4. O peso da cultura francesa no Magrebe.
5. O desinteresse da Europa, virada bem mais para Leste e Norte.
6. A memória histórica do Magrebe, a questão da Reconquista e do Al-Andaluz.

7. A questão dos enclaves espanhóis em Marrocos e o peso do Marrocos na política exterior de Espanha por comparação com outros Estados do Magrebe.
8. A lógica bilateral da política espanhola para com o Magrebe, a despeito da noção de «política global.

Seja como for, entre fricções e emperramentos, não há dúvida de que a «política global aumentou o nível de interacções entre a Espanha e o Magrebe e estimulou o desenvolvimento de uma política de interesses comuns no que se refere à energia» (115).

Portugal optou, desde os primórdios do regime democrático por uma política similar, pese o facto de não ter uma expressão analítica unificadora. O Magrebe ter-se-ia tornado o cuarto pilar da política externa portuguesa, a seguir à Europa, à Organização do Tratado Atlantico Norte (OTAN) e aos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP)/Brasil, mais tarde a CPL. As boas relações com o Magrebe permitiriam um melhor controlo do triângulo que controla as relações entre o norte e o sul do Atlântico e o Mediterrâneo, ao mesmo tempo que facilitariam a variedade da economia portuguesa e um reforço no abastecimento e na diversificação das importações de energia. Este processo, não sem engulhos, levaria à assinatura de tratados de «Boa Vizinhança, Amizade e Cooperação» com o Marrocos em ano 1994, a Tunísia em 2003 e a Argélia em 2004. As relações com a Argélia foram durante muito tempo perturbadas pela boa vizinhança com Marrocos, fruto da rivalidade entre os dois países, tal como ocorreu e ocorre com a Espanha. Em ano 2007 abriu-se a embaixada de Portugal na Líbia. A questão energética tem sido um catalisador da política externa para com o Magrebe (116).

Todavia, e seguindo um texto do início da década, mas que ainda é válido para hoje, há todo um potencial de relacionamento entre os países ibéricos e o Magrebe. A estrutura das trocas ainda assenta, em geral, em produtos de reduzido valor acrescentado e em matérias-primas, com destaque, no que toca às importações, sublinhe-se, para os recursos energéticos vindos da Argélia e da Líbia. Há, por isso, toda uma vasta

(115) *Cfr.* Vaquer, Jordi: «What is Left of Spain's Global Approach to Magrebh», consultado em 18 de junho de 2010, em: *www.idec.gr./vaquer/rethimon.pdf.*

(116) *Cfr.* Pinto, Maria do Céu: «The Magrebh, an Arising Priority for the Portuguese Foreign Policy», in Special Edition of Limes Portugal, Meeting CPG/Limes, 18 de junho de 2010, Universidade Autónoma de Lisboa.

área de cooperação económica a ser explorada, tanto mais quanto a proximidade a podia favorecer (117). Eis um bom ponto de partida conceptual para uma visão do que deveria ser o porvir das relações entre os países ibéricos e o Magrebe no que toca às relações de cooperação e às relações de cooperação na área da energia e da segurança energética, que deveriam decorrer das primeiras e por elas verem as suas dinâmicas sinergicamente reforçadas.

Pode-se dizer que a maior integração energética entre o Magrebe e os países ibéricos foi catalisada por uma «aproximação global», por uma política para o Magrebe, coerente e jogando com diversos vectores distintos mas integrados numa perspectiva de conjunto. Observe-se, não obstante, uma identidade de leitura similar sobre a região, que Portugal e a Espanha desenvolvem políticas separadas para o Magrebe e para cada país do Magrebe, o que é natural, dada a rivalidade que existe entre os mais importantes países dessa região, Marrocos e Argélia.

De igual modo, a pertença de ambos os países ibéricos à União Europeia e à OTAN não induziu a uma política comum para o Magrebe, à excepção de uma leitura muito similar a propósito do tabuleiro geopolítico da região. Antes de mais, e essencial, foi a combinação das visões política e económica. A procura de uma distensão política foi visualizada e integrada num projecto mais global de cooperação e integração económica. Inversamente, a postura cooperativa e integrativa foi perspectivada como uma componente da política externa e de segurança, quer em Portugal, quer em Espanha. Esta situação não inibiu, a que surgissem fricções e emperramentos, mas reforçou as dinâmicas de integração e complementaridade das economias e dos interesses.

O salto no desenvolvimento da cooperação na área da energia prova-o. É por isso de relevar a dinâmica política que suporta as relações de Portugal e da Espanha com os países do Magrebe. O salto qualitativo das últimas décadas deriva de uma postura que afirma as virtualidades da cooperação e opta por um reforço da integração e da mútua interdependência como vector de segurança e de desenvolvimento mútuo.

A despeito das fricções engendrada por interesses, em determinados casos, divergentes, é plausível de inferir, que quer para Espanha e a sua «política global» como para Portugal, uma visão de conjunto e coopera-

(117) *Cfr.* Guerraoui, Dress: «Magrebh-Spain Relations: a View from the Magrebh», consultado em 21 de junho de 2006, em: *www.iemed.org./annuari/2004.*

tiva seja ainda a melhor política que se pode seguir para com o Magrebe e a que, nesta óptica, melhor assegura a segurança do abastecimento energético que deles emana. Ademais, a proximidade geográfica e a possibilidade de engendrar vias rápidas de ligação com a Europa estimulem o interesse da Argélia, mas também da Líbia, em utilizar a Espanha como espaço de trânsito de gás para a Europa.

A crescente dependência europeia das importações de energia (118), a vantagem em mitigar a dependência do gás russo e o desenvolvimento de novas fontes de energia, como a solar e a eólica, fazem dos países do Magrebe, excelentes parceiros para o futuro, que convém acarinhar e em que há todo o interesse em reforçar as mútuas dependências, garantia acrescida para uma maior segurança de todo o espaço do Oeste Mediterrânico e dos seus *approaches* atlânticos.

Os projectos em carteira parecem indicar ser esse o trilho que se percorre hoje em dia e que se antevê para o porvir. Neste campo, talvez seja de seguir a perspectiva de Driss Guerraoui, de que, mais do que iniciativas de carácter unilateral, haveria todo o interesse em apostar em empreendimentos cooperativos e comuns de lato alcance regional, combinando as vantagens competitivas de todos os parceiros do tabuleiro geoestratégico e geoeconómico, numa aposta clara numa parceria para o desenvolvimento sustentado comum (119). Enquadrar a questão da segurança energética num contexto mais lato de cooperação e parceria que servisse os interesses particulares, mas também conjuntos de todos os parceiros, seria, talvez, a melhor garantia para um substancial reforço do Magrebe para a segurança energética da Ibéria e de Portugal e da Espanha.

Seguidamente, apresentaremos os projectos futuros em carteira, quer os que estão em fase de edificação ou já protocolados, quer os que se antevêem vir a ser projectados. Por fim, analisaremos, considerando o que já existe e o que pode vir a acontecer, em termos de cooperação e de aprofundamento da complementaridade, os riscos que podem trazer para Portugal e para a Espanha.

A península Ibérica depende, como vimos anteriormente, das exportações argelinas, mas o inverso também é verdade, havendo desta for-

---

(118) Sobre a geopolítica da energia, e a geopolítica da energia europeia, veja-se a primeira parte.

(119) *Cfr.* Guerraoui, Driss: *opus citada,* pp. 52-53.

ma uma interdependência mútua. Essa interdependência não passa só a nível dos países consumidores e exportadores, mas apresenta um terceiro actor: as empresas. *De facto*, nos últimos anos devido à progressiva entrada de investimentos estrangeiros e à liberalização do sector dos hidrocarbonetos argelino, podemos dizer que a extracção do gás e do petróleo é feito em associação. Ou seja, as empresas da península Ibérica consorciadas com as empresas nacionais dos Estados do Magrebe como a Sonatrech argelina, trabalham para o mesmo objectivo: a produção de energia.

Por outro lado, a própria rede de transporte e de comercialização é feita em instalações conjuntas. Os novos projectos de transporte de gás para a Europa são aliados a novos projectos de infra-estruturas e de regaseificação do gás na península Ibérica. Estas alianças mostram que há uma complementaridade entre as actividades das companhias nacionais e as empresas de energia do Magrebe. Complementaridade essa, que aumenta com a integração cada vez maior do sistema de transportes e de comercialização do gás natural. É nesse sentido que os países da península Ibérica deixariam de ser unicamente consumidores para passarem também a ser países de trânsito.

Na procura de segurança energética, não é só necessário garantir a diversificação dos fornecedores, mas também das rotas, criando-se alternativas que permitam a circulação de hidrocarbonetos em situações de conflitos, catástrofes naturais ou ataques terroristas, variando as linhas de comunicação estratégicas. Os novos projectos decorrentes e planeados irão permitir a diversificação não só de fornecedores mas também a circulação de hidrocarbonetos por múltiplas vías, figura 3, p. 65.

A construção do novo gasoduto MEDGAZ, entre Beni Saf na Argélia e Almeria, vai permitir à Espanha uma alternativa de importação do gás da Argélia, para além da já existente através do Trans-Mediterrâneo (MEG) e sob a forma de GNL.

O mesmo se pode dizer com o projecto de gasoduto *Trans-saariano*, que possibilita a importação de gás oriundo da Nigéria para a Europa, diminuindo a dependência do gás da Argélia e da Líbia. O gasoduto Trans-saariano, poderá estender-se desde a região de Warri, na Nigéria para Hassi R'Mel na Argélia, via Níger. Em Hassi R'Mel, o gasoduto liga-se aos gasodutos Trans-mediterrâneo, Magrebe-Europa, MEDGAZ e Galsi. Ao contrário do MEDGAZ que está em edificação, o Trans-saariano, é,

ainda, um mero projecto. Numerosos escolhos emperram a sua consecução, a começar pelos custos astronómicos, passando pelo problema da segurança física, visto atravessar uma região infestada de grupos de guerrilha e de terroristas, até à questão da (des)confiança política entre os diversos parceiros.

No entanto, a Argélia continuará o segundo maior fornecedor para a Europa a seguir à Rússia, e o mais importante para a península Ibérica. Segundo Gaspar Ortiz, a península Ibérica está numa situação de dependência face à Argélia semelhante à dos países da Europa Central e de Leste da Federação Russa (120). *De facto*, actualmente, não é possível para Portugal e para a Espanha substituir a importação do gás argelino, e uma eventual interrupção de fornecimento é um risco para a segurança energética dos países. Acresce, que quando o gasoduto MEDGAZ atingir a sua capacidade máxima, o volume de exportação do gás argelino para Espanha irá aumentar, projectando-se um salto para 9.000 milhões de metros cúbicos em o ano 2010 e perto de 30.000 milhões de metros cúbicos em 2020 (121).

Todavia, existem riscos associados tanto aos países exportadores como importadores, que detém ou podem deter várias vulnerabilidades intrínsecas, tais como o infra-estrutura de produção e a malha de transporte e sua fraca fungibilidade, assim como a reduzida diversidade de nós que a apoiam.

Tome-se como exemplo o sistema de transporte do gás argelino para a Europa. Se percorremos todas as ligações iremos verificar que o gás natural que vai pelo gasoduto marroquino, como aquele que segue gasoduto submarino até Almería, como as estações de gás natural liquefeito, transitam todas pelo campo de gás natural de Hassi R'Mel. O que representa um único nó de distribuição de quase toda a produção de gás da Argélia. Esta situação configura um elevado potencial de risco, visto que dá uma acrescida vulnerabilidade ao sistema, ao fazer depender de um único nó de inter-ligação toda a distribuição de gás, face a qualquer situação de conflito, ataque terrorista ou catástrofe natural, o que poderá ter repercussões graves para a segurança energética da península Ibérica.

---

(120) *Cfr.* Ariño Ortiz, Gaspar: *Gas para Europa Aspectos Estratégicos,* p. 22, separata del número 24 de *Cuadernos de Energía,* Club Español de la Energía, Madrid, 2008.

(121) Perlwitz, D. Most, H.: «Prospects of gas supply until 2020 in Europe and its relevance for the power sector in the context of emission trading», *Energy,* número 34, p. 1517, 2009.

O gasoduto Trans-saariano *está em igual circunstância*, pois tal como os gasodutos anteriormente referidos, irá passar pelo campo Hassi R'Mel, na Argélia. Ademais, o gasoduto Trans-saariano irá percorrer um vasto território em que se evidenciam um conjunto de riscos associados à existência de grupos terroristas, que operam no vasto território do deserto do Saara, assim como, actuam os opositores armados ao regime no Níger, perturbando a viabilidade futura deste vasto projecto (122).

Todavia, o gasoduto MEDGAZ irá permitir a importação de gás directamente da Argélia, sem passar por países de trânsito, o que permitirá aumentar a segurança do transporte tanto para a Península, como para a Argélia.

Para além dos países do Magrebe ricos em hidrocarbonetos, a Tunísia aparece como um interesse potencial, do ponto vista energético, devido à sua posição geográfica, quer para os seus vizinhos, quer para os países europeus do Mediterrâneo Ocidental. Esse interesse potencial deriva da segurança que oferece à ligação entre rede Líbia e Argelina, evitando as zonas de conflitualidade e os cenários de acções terroristas. A Tunísia permite uma ligação mais fácil entre a Argélia e Itália, daí ser atravessada pelo gasoduto Enrico Mattei (Trans-mediterrânico), aproveitando o estreitamento do Mediterrâneo entre os dois países.

Os países do Magrebe têm 2.600 quilowatios hora por metro cuadrado de radiação solar e 3.500 horas de Sol por ano (123). Isso representa uma grande reserva de energia limpa que poderia ser fornecida à Europa. Esse reservatório de energia solar está localizado a sul da Europa, onde há numerosas infra-estruturas transporte e distribuição de energia. A possibilidade de cooperação dos países do Magrebe com a península Ibérica passa também pelas energias renováveis, uma grande oportunidade para os governos e para as empresas da península Ibérica em

---

(122) Os grupos que existem, segundo as agências de informação internacionais, são: o Movimento para a Emancipação do Delta do Níger (MEND, na sigla em inglês), o Movimento de Níger para a Justiça e a Al-Qaeda no Magrebe Islâmico. Para mais informações sobre os riscos do gasoduto Trans-saariano, *Cfr*. Fabiani, Riccardo: «Is the Trans-Sahara Gas Pipeline a Viable Project? The Impact of Terrorism Risk», *Terrorism Monitor,* volume 7, número 25, 13 august, 2009; Augé, Benjamim: «Le Trans Saharan Gas Pipeline. Mirage ou réelle opportunité», *Note de l'Ifri,* Programme. Afrique subsaharienne, mars de 2010.

(123) *Cfr.* Cherigui, A. *et al:* «Solar hydrogen energy: the European/Maghre connection a new way of excellence for a sustainable energy development», *Revue des Energies Renouvelables,* volume 10, número 4, p. 590, 2007.

desenvolver nos novos projectos. A interligação de uma futura rede eléctrica entre o Magrebe e a península Ibérica, aliado à existente a nível dos hidrocarbonetos, iria contribuir para a criação de mercado energético e para o aumento da interdependência entre as ambas as regiões.

A evolução das últimas décadas acentuou intimamente a dependência energética entre os países do Magrebe e da península Ibérica. Não obstante, a dependência, pode vir a tornar-se em interdependência. A brutal expansão da rede de transporte e distribuição de gás em Espanha e Portugal potencia a criação de um *hub* (em inglês, parte central, roda, com o sentido de eixo, conexão, interligação, rotunda, eixo, que rodando, interrelaciona e faz mover todas as partes) (124) energético, de um ponto de referência, de um canal, de um eixo de interligação entre o Magrebe e a Europa que passa por Espanha e quiçá, por Portugal. Desde o início da década de 2001, que tem vindo a público afirmações referindo a possibilidade da criação de um ano *hub*, de um eixo de interligação e conexão energética em Espanha e em Portugal (aqui, alicerçado no Porto de Sines, como grande distribuidor de GNL para a Europa) enredando os fornecedores exteriores de energia e a Europa consumidora. Para além de tornar a Espanha, e Portugal, países de trânsito e reforçar, por isso, a interdependência entre consumidores e abastecedores, poderia igualmente converter a Ibéria numa referência para os preços do gás no Mundo.

Este potencial de *hub* assentaria, não só, nos gasodutos com a Argélia, mas igualmente nos terminais de GNL, que receberiam gás da América Latina e da África, assim como na malha maciça de distribuição interna e externa de gás (125). Fundamental para o desenvolvimento do *hub* energético, seriam uma boa rede de conexão com a Europa. Ora, como refere um texto recente, a Espanha, e Portugal, ainda formam uma quase ilha energética na Europa, com uma reduzida malha de conexão com a França e a Europa (126). A União Europeia parece interessada nesta possibilidade, dada a potencialidade do Magrebe como complemento e

---

(124) Segue-se, *Cfr. Longman Dictionnary of Contemporary English*, terceira edición (s/l), Longman, 1995.

(125) *Cfr.* Diaz Casado, Ramón: «Puede convertirse España en un hub gasista?», *Anales de Mecânica y Electricidade,* pp. 30-32, novembro-dezembro de 2004. Igualmente, «Ibéria»: alternativa ao gás russo», *Jornal de Negócios Online*, consultado em 21 de juhno de 2010, em: *www.jornaldenegocios.pt/index.php?template.*

(126) *Cfr.* Colino Martínez, António e Caro, Rafael: *opus citada,* p. 71.

diversificação do gás russo e do declinante gás da Noruega. A Europa estaria interessada na criação de um vasto anel energético que a ligasse ao Sul do Mediterrâneo e lhe desse maiores garantias de segurança no abastecimento energético. Este projecto faria parte de um vasto plano para a segunda década do séc. XXI, de reforço da segurança do abastecimento energético à Europa (127).

Há inequivocamente riscos a acautelar na relação do Magrebe com os países ibéricos, nomeadamente, obviando a um excesso de dependência, no que se refere à energia que se consome internamente, oriunda, quer da Argélia, quer da Líbia. Paul Stevens indica, por seu turno, que há numerosos casos de problemas com o trânsito por oleoduto ou gasoduto, entre o produtor e o transitário, que inibem ou liquidam as vantagens económicas e políticas que derivam dessa relação. Estas passam por questões ligadas à soberania ou ao monopólio do produtor ou do transitário, assim como, e derivadas dessas, pela questão dos preços razoáveis a despender com a relação.

Um, entre outros factores, que favorecem uma razoabilidade na relação entre o produtor e o transitário é a diversificação das fontes que abastecem o transitário (128). Neste particular caso, quer Portugal, quer a Espanha souberam acautelar a sua relação com o gás magrebino ao complementarem a sua importação por gasoduto, com a importação por GNL e pela edificação de numerosos terminais de regaseificação para o efeito.

Em suma, o Magrebe é hoje um interessante parceiro, cheio de potencialidades, no que respeita ao abastecimento de energia, como à segurança energética da Ibéria, conquanto seja de acautelar sempre o grau de dependência e de interdependência a que se está de algum parceiro.

O princípio básico de gestão económica de jamais depender de um cliente ou de um fornecedor é central na capacidade negocial de cada um dos países ibéricos para com os seus fornecedores de energia. O Magrebe é um interessante parceiro em termos potenciais, quer no que se refere aos hidrocarbonetos, quer às novas áreas das energias renováveis, solar e eólica, mas é de bom sentido estratégico assegurar sempre a mais lata liberdade de acção possível.

---

(127) *Cfr.* Truscott, Peter: «European Energy Security. Facing a Future of Increasing Dependency?», *Whitehall Paper,* número 73, pp. 57-58, (s/l), RUSI, 2009.

(128) *Cfr.* Stevens, Paul: *opus citada, passim*.

## Bibliografia


AMARAL, Luís Mira: «O emprego nas renováveis», *Expresso,* 3 de abril de 2010, em: *http://aeiou.expresso.pt/o-emprego-nas-renovaveis=f574105.*

ABDENNEBI, Zakia: «Morocco unveils $9 bln solar power scheme», *Reuteurs Africa,* 3 de novembro de 2009, em: *http://af.reuters.com/article/investingNews/idAFJOE5A202D20091103.*

AICEP: «Marrocos Oportunidades e Dificuldades do Mercado», março de 2010, em: *http://www.nersant.pt/intpme/conteudos/File/Mercados/Marrocos/Marrocos%20Oportunidades%20Dificuldades%20Mercado.pdf.*

APS REVIEW OIL MARKET TRENDS: «Algeria Inaugurates 3rd Trans-Med Pipeline Section», Monday, 22 de march de 2010, em: *http://www.allbusiness.com/energy-utilities/oil-gas-industry-oil-processing/14259822-1.html.*

AUGÉ, Benjamim: «Le Trans Saharan Gas Pipeline. Mirage ou réelle opportunité», *Note de l'Ifri,* Programme. Afrique Subsaharienne, mars de 2010.

BARBOSA, António Pereira Coutinho: *Uma Reflexão em Torno da Política da Energia Nacional,* (s/l), (s/d).

BAUMANN, Florian: «Energy Security as a Muldimensional Concept», *C.A.P. Policy Analysis,* número 1, pp. 4-14, março de 2008.

CHERIGUI, A. *et al:* «Solar hydrogen energy: the European/Maghreb connection a new way of excellence for a sustainable energy development», *Revue des Energies Renouvelables,* volume 10, número 4, pp. 589-596, 2007.

COLIDO MARTÍNEZ, Antonio e CARO, Rafael: «Situácion Energética de España», in «La Nueva Geopolítica de la Energia», *Monografias* do CESEDEN, número 114, pp. 69-75, Madrid.

COUTAU-BÉGARIE, Hérve: *Traité de Stratégie,* segunda edição, Economica, Paris, de 1999.

DIAZ CASADO, Ramón: «Puede convertirse España en un *hub* gasista», *Anales de Mecánica y Electricidad,* pp. 30-32, novembro-dezembro de 2004.

EIA *(Energy Information Administration)*: «Arab Maghreb Union», april de 2006, em: *http://www.fayzeh.com/Arab%20Maghreb%20Union.htm*

— «Country Analysis Briefs-Algeria», junho de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Algeria/pdf.pdf.*

— «Libya energy Data-Natural Gas», setembro de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Libya/NaturalGas.html.*

— «Libya Energy Data-Oil», setembro de 2010, em: *http://www.eia.doe.gov/cabs/Libya/Oil.html.*

— «Morocco Energy Profile», junho de 2010, em: *http://tonto.eia.doe.gov/country/country_energy_data.cfm?fips=MO.*

— «U.S. Imports by Country of Origin-Libya», 29 de june de 2009, em: *http://www.eia.doe.gov/dnav/pet/PET_MOVE_IMPCUS_A1_NLY_EPC0_IM0_MBBL_A.htm.*

— «Mauritania Energy Profile», junho de 2010, em: *http://tonto.eia.doe.gov/country/country_energy_data.cfm?fips=MR.*

«Energy Profile of the Iberian Peninsula», em: *www.eoearth.org./article/energy.*

Fabiani, Riccardo, «Is the Trans-Sahara Gas Pipeline a Viable Project? The Impact of Terrorism Risk», *Terrorism Monitor,* volume 7, número 25, 13 de august de 2009.

Faid, Mustapha: «The Maghreb energy Sector: situation and perspectives», in Clyde Hufbauer, Gary and Brunel, Claire (ed.): *Maghreb Regional and Global Integration: A Dream to Be Fulfilled,* pp. 101-124, The Peterson Institute for International Economics, 2008.

García Calatrava, Adolfo: «La Geopolítica del Petróleo», *Revista de Economía-Marruecos,* número 819, pp. 157-170, Informacion Comercial Espanola, dezembro de 2004.

Gray, Colin: *Modern Strategy,* Oxford University Press, Oxford, de 1999.

Guerraoui, Driss: «Magrebh-Spain Relations: a View from the Magrebh», em: *www.iemed.org./annuari/2004.*

Hayes, Mark H.: «Algerian gas to Europe: the Transmed pipeline and early Spanish gas import projects», James A. Baker III Institute for Public Policy of Rice University, *Working Paper,* número 27, may de 2004, em: *http://iisdb.stanford.edu/pubs/20602/Transmed_FINAL.pdf.*

Hernández, Francisco: «Geopolítica de la Energia», in García Gonzalez, José António (dir.): «La nueva Geopolitica de la Energia», *Monografias* del CESEDEN, , pp. 121-160, Ministerio de Defensa, Madrid, febrero de 2010.

Himri, Y. *et al:* «Review of wind energy use in Algeria», *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* número 13, pp. 910-914, 2009.

Leal Mendes, Ana Catarina: «Magrebe: Um Exportador de Energia e de Pessoas», Grupo de Estudos Euro-Med-Atlântico (GEEMA), outubro de 2009, em: *http://www.geema.org/documentos/1272291889X4pOU9sp0On98EO6.pdf.*

— *A Sustentabilidade das Relações Energéticas Luso-Nigerianas,* IDN, Lisboa, julho de 2009.

Lecarpentier, Armelle: «European gas demand prospects: how to meet long term needs?», 24th World Gas Conference Buenos Aires 2009, em: *http://www.igu.org/html/wgc2009/papers/docs/wgcFinal00636.pdf.*

Le Coq, Chloé e Paltseva, Elena: «Measuring the security of external energy supply in the European Union», *Energy Policy,* número 37, pp. 4.474-4.481, 2009.

Mangueira Pereira da Costa, José: «Políticas de Formação e Endogeneização de Capital Humano em Países em Desenvolvimento. O caso da indústria petrolífera em Angola», Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão de Tecnologia, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, julho de 2004.

Martín Iranzo, Juan E. e González Colinas, Manuel: «La Energía en España: un Reto Estratégico», *Economia de la Energía, ICE,* número 842, pp. 141-154, maio-junho de 2008.

Moraleda, Pedro: «How the Major Barriers to Cross-Border Gas Trade were Overcome in the Case of the Maghreb Pipeline», *Cross Border Gas Trade Issues Workshop,* IEA, 26 de feveirero de 2002, em: *http://www.iea.org/textbase/work/2002/cross_border/MORALED.PDF*

Perlwitz, D. Moost, H.: «Prospects of gas supply until 2020 in Europe and its relevance for the power sector in the context of emission trading», *Energy,* número 34, pp. 1.510-1.522, 2009.

Pinto, Maria do Céu: «The Magrebh, an Arising Priority for the Portuguese Foreign Policy», in Special Edition of Limes Portugal, *Conferência realizada no Meeting CPG/Limes,* 18 de junho de 2010, Universidade Autónoma de Lisboa.

Pulido Garcia, João e Fonseca, Pedro: *O Petróleo em Portugal. O Mundo e seu Impacto no Nosso País,* Tribuna da História, Lisboa, 2004.

Oliveira Ferreira, Manuel de: «Estratégias da GALP no espaço do CPLP», *Conferência realizada pelo Grupo de Estudos da CPLP, IDN,* 22 de junho de 2010.

Ortiz Ariño, Gaspar: *Gas para Europa Aspectos Estratégicos,* separata del número 24, *Cuadernos de Energía,* Club Español de la Energía, Madrid, 2008.

Rubin, Jeff: «Acidente da BP é o «Three Mile Island da exploração petrolífera Off-Shore», entrevista de Lurdes Ferreira a Jeff Rubin, *Público,* 4 de junho de 2010.

Santos Duarte, Filipe: «A Energia no Quadro das Sustentabilidades», in Telo, António José; Martins Cruz, António e Vitorino, António: *Pilares da Estratégia Nacional,* pp. 33-50, Edições Prefácio/IDN, Lisboa, 2009.

Schwartz, Henrique: «Energia, Geopolítica e Política da Biosfera», *Nação e Defesa,* terceira série, número 116, pp. 7-30, primavera de 2007.

Secretaria de Estado de la Energía: *La energia en España,* Centro de Publicaciones do Ministerio de la Industria, Turismo y Comercio, Madrid, 2008.

Silva Costa, António: «A Segurança Energética da Europa», *Nação e Defesa,* terceira série, número 116, pp. 31-72, primavera de 2007.

Stevens, Paul: *Transit Troubles, Pipelines as a Source of Conflict,* Chatham House-Royal Institute of Foreign Affairs, Londres, 2009.

Stern, Jonathan: «Gas pipeline co-operation between political adversaries: examples from Europe», *Chatham House, Report Submitted to the Korean Foundation,* Londres, 2005.

Truscott, Peter: «European Energy Security. Facing a Future of Increasing Dependency?», *Whitehall Paper,* número 73, RUSI, Londres, 2009.

Vaquer i Fanés, Jordi: «What is Left of Spain's Global approach to the Magrebh?», em: *www.idec.gr.../Vaquer.../Rethimon.pdf*.

# CAPÍTULO TERCERO

# ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU PAPEL EN EL FUTURO ENERGÉTICO DE LA UNIÓN EUROPEA

# ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU PAPEL EN EL FUTURO ENERGÉTICO DE LA UNIÓN EUROPEA

Por Guillermo Velarde Pinacho*

## Introducción

Actualmente, la dependencia exterior (consumo menos producción nacional) de las energías fósiles (petróleo, gas y carbón) es del 80% en España y Portugal del 55% en la Unión Europea y de un 25% en Estados Unidos. Esta gran dependencia exterior de los combustibles fósiles en España y Portugal, además de tener una gran inseguridad en su suministro y a la oscilación de sus precios al alza, tienen el inconveniente de emitir grandes cantidades de dióxido de carbono ($CO_2$), según se indica en el cuadro 1, p. 96.

* General de division del Ejército del Aire; catedrático de Física Nuclear; fundador y presidente del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid y académico de la *European Academy of Sciences.* Del año 1957 a 1963 estudió Ingeniería y Ciencia Nuclear (Pennsylvania State University y Argonne National Laboratory), trabajando posteriormente en *Atomics International* (Estados Unidos). Fue director de la División de Tecnología de la Junta de Energía Nuclear (JEN), hoy Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Es autor de siete libros, entre ellos, *Mecánica Cuántica*, editorial MacGraw Hill, 2002, co-editado seis y publicado 354 trabajos de investigación. En el año 1997 se le concedió el premio *Edward Teller International Award* a la investigación sobre fusión por confinamiento inercial y en el año 1998 el *Archie A. Harms Prize* por el desarrollo de sistemas emergentes de energía nuclear. Desde el año 1998 a 2007 ha sido presidente del Comité de Coordinación de la Unión Europea para la energía de fusión inercial.

**Cuadro 1.–** *Emisiones de $CO_2$ durante la operación y en el resto del ciclo.*

| Fuente energética | Generado en operación | Generado en resto ciclo | Total gramo kilovatios hora |
|---|---|---|---|
| Carbón 600 megavatios | 892 | 111 | 1.003 |
| Fue-oil | 839 | 149 | 988 |
| Turbina gas | 844 | 68 | 912 |
| Diesel | 726 | 169 | 895 |
| Bombeo hidráulico | 17 | 5 | 132 |
| Fotovoltaica | 0 | 97 | 97 |
| Hidroeléctrico | 0 | 5 | 5 |
| Energía nuclear | 0 | 5 | 5 |
| Generador eólico | 0 | 3 | 3 |

Referencia EDF (cálculo según normas ISO 14040, A. de la Torre, revisión SNE, octubre de 2006.

Dentro del Convenio-Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se ha firmado el Protocolo de Kioto en el que se establecen unas limitaciones a las emisiones de gases de efecto invernadero.

El Protocolo de Kioto, firmado en el año 2002 por la Unión Europea y ratificado por España el 8 de febrero de 2005 establece que los países pertenecientes al anexo primero, «Países industrializados y economías en transición», reduzcan sus emisiones por debajo del volumen del año 1990 en un 5,1%.

La Unión Europea establece una reducción de un 8% para el periodo 2008-2012, con respecto a las emisiones del año 1990.

Debido a la firma de este Protocolo de Kioto y a la dependencia exterior de las energías fósiles en un 80%, España se encuentra en una difícil situación, agravada por el hecho de haber establecido la moratoria nuclear sin la cual nos habría permitido seguir un camino paralelo al de Francia, con un 80% de producción de energía nuclear y al haber apostado, en esta década, por las energías renovables en detrimento de la energía nuclear.

Estas energías renovables tienen un coste del kilovatio hora, que según datos del Ministerio de Industria, para el eólico es el doble que el nuclear y para el solar fotovoltaico es 10 veces el nuclear. Estos elevados costes se han ido compensando a través de elevadas primas, que para el año 2009 fue de cerca de los 6.000 millones de euros.

Las energías alternativas a las de los combustibles fósiles, carbón, gas y derivados del petróleo, son las llamadas energías renovables y la energía nuclear.

Las energías renovables engloban a la energía geotérmica y a una serie de fuentes energéticas que tienen su origen en la radiación solar, bien directamente como la energía solar o indirectamente como la energía eólica, la de las olas y mareas y la de la biomasa. La energía nuclear está constituida por la de fisión nuclear, empleada en las actuales centrales nucleares y la de futura energía de fusión nuclear.

La clasificación anterior es la empleada habitualmente en los medios de comunicación social pero, como es corriente en estos casos, carece de base científica, ya que una clase de energía de fusión nuclear es la de confinamiento gravitacional, en la que los reactores nucleares son las estrellas y en particular el Sol, por lo que las energías renovables, excepto la geotérmica, son casos particulares de la de fusión nuclear por confinamiento gravitacional, según se indicará en el apartado de energía de fusión nuclear de este capítulo.

Todas estas energías alternativas, no emiten gases de efecto invernadero durante su operación, pero generan $CO_2$ durante el resto del ciclo de fabricación. En el cuadro 1, se especifica las emisiones de $CO_2$ de las diferentes fuentes de energía, observándose que las energías hidráulica, nuclear y eólica prácticamente no emiten $CO_2$ durante el ciclo completo; mientras que la fotovoltaica, aunque no emite $CO_2$ durante la operación, durante el resto del ciclo emite $CO_2$ en cantidad análoga a la de gas.

## Planes de Energía Nacional (PEN) y Plan de Energías Renovables (PER)

Las energías renovables son energías de «generación distribuidas», de pequeña potencia y cuya generación puede estar próxima al centro de consumo. En algunos casos, el consumidor de energía es a la vez el productor de electricidad. La energía nuclear es de «generación masiva», empleando centrales de centenares de megavatios y óptimamente de unos 1.500 megavatios, que requieren costosas líneas de transporte de energía hasta los centros de consumo, con las consiguientes pérdidas de energía durante el transporte.

La Unión Europea, en su intento de controlar el cambio climático, ha propuesto el llamado plan 20-20-20, que consiste en:

– Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%, de ahora al año 2020, y en un 60%-80% de ahora al año 2050.
– Que las energías renovables representen el 20% del consumo energético del año 2020.

Dentro de la libertad limitada que la Unión Europea concede a los Estados miembros, «las renovables deberían ser sustituidas por energías alternativas» incluyendo, por tanto, a la energía nuclear.

Con objeto de que Europa tenga una economía próspera y sostenible que la sitúe a la cabeza de las técnicas energéticas limpias, eficientes, seguras y con baja emisión de $CO_2$ en el ciclo completo, ha establecido el Plan Estratégico Europeo de Tecnologías Energéticas (SET-PLAN), que pretende para el año 2020 (E. Soria, *Monografía* del CESEDEN, número 26):

– Lograr que los biocombustibles de Generación II representen alternativas competitivas a los combustibles fósiles, manteniendo al mismo tiempo la sostenibilidad de su producción.
– Permitir la utilización comercial de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento del $CO_2$, mediante la demostración a escala industrial.
– Duplicar la capacidad de generación de electricidad de las mayores centrales eólicas y el desarrollo de la energía eólica marina.
– Demostrar la disponibilidad comercial a gran escala de la energía solar fotovoltaica y de la energía solar concentrada.
– Permitir una red eléctrica europea única capaz de incorporar la integración masiva de fuentes de energía renovables y descentralizadas.
– Introducir masivamente en el mercado dispositivos y sistemas eficientes de conversión de la energía para la utilización en los edificios, en los transportes y en la industria.
– Mantener la competitividad de las tecnologías de la fisión nuclear, así como solucionar la gestión de los residuos radiactivos a largo plazo.

Para cumplir los objetivos en el año 2050 se establecen los siguientes retos tecnológicos:

– Que las energías renovables sean económicamente competitivas.
– Que las tecnologías de almacenamiento de energía sean rentables.
– Desarrollar las tecnologías para comercializar vehículos con motor de hidrógeno o pilas de combustible.
– Desarrollar los reactores de fisión nucleares de Generación IV basados en los reactores de alta temperatura y reactores rápidos que pretenden

reducir costes, la proliferación nuclear y la protección física frente a ataques terroristas.

– Desarrollar la fusión nuclear.
– Desarrollar redes energéticas transeuropeas y otros sistemas necesarios para disponer en el futuro de una economía con baja emisión de $CO_2$.

**Cuadro 2.–** *PER (2005-2010).*

| Indicadores | Situación de objetivo en el año 2010 | | |
|---|---|---|---|
| | Potencia (megavatios) | Producción (gigavatios hora) | Producción en términos de energía primaria (miles de toneladas equivalentes de petróleo) |
| *Generación de electricidad* | | | |
| Hidráulica (>50 megavatios) | 13.512 | 25.014 | 1.979 |
| Hidráulica (entre 10 y 50 megavatios) | 3.257 | 6.480 | 557 |
| Hidráulica (<10 megavatios) | 2.199 | 6.692 | 575 |
| Biomasas: | | | |
| – Centrales de biomasas | 1.317 | 8.980 | 3.586 |
| – Cocombustión | 722 | 5.036 | 1.552 |
| RSU | 189 | 1.223 | 395 |
| Eólica | 20.155 | 45.511 | 3.914 |
| Solar fotovoltaica | 400 | 609 | 52 |
| Biogás | 235 | 1.417 | 455 |
| Solar termoeléctrica | 500 | 1.298 | 509 |
| TOTAL ÁREAS ELECTRICAS | 42.495 | 102.259 | 13.574 |
| *Usos térmicos* | | | |
| Biomasas | | | 4.070 |
| Solar térmica de baja temperatura | | ($m^2$ solar t. Baja T.º 4.900.805 | 376 |
| TOTAL ÁREAS TÉRMICAS | | | 4.445 |
| TOTAL BIOCARBURANTES (TRANSPORTE) | | | 2.200 |
| *TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES* | | | *20.129* |

*Fuente:* E. Soria (*Monografía* del CESEDEN, número 26).

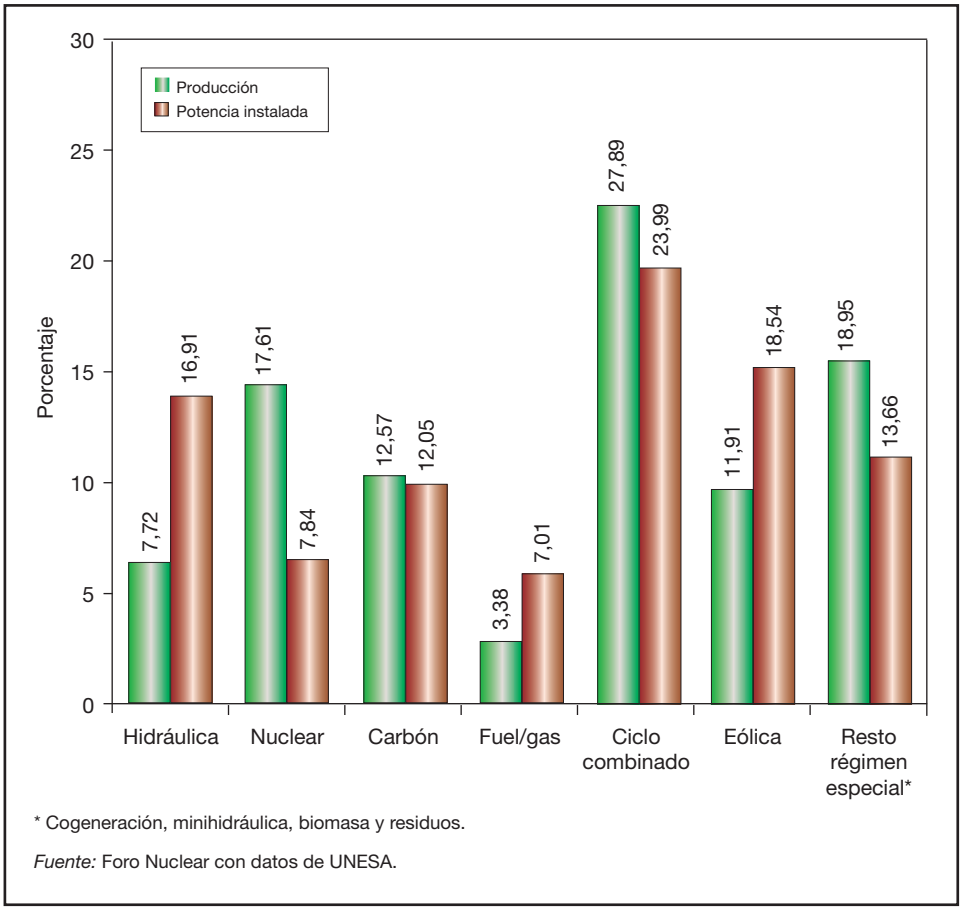



**Figura 1.—** *Avance estadístico de la industria eléctrica año 2009 y REE: el Sistema Eléctrico Español, Avance del informe año 2009.*

En España, se han establecido dos planes energéticos:

– El PEN, de 2002-2011.
– El PER, de 2005-2010.

El PER de 2005-2010 fue establecido en el año 2005 como revisión del anterior Plan de Fomento de las Energías Renovables de 2000-2010. En el cuadro 2, se especifica el PER para el año 2010, último de este PER.

Si se comparan los objetivos del PER en el año 2010 con los del año 2004, dados en del cuadro 3, se observa que las energías hidráulicas y las de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) apenas han variado, mientras que la energía eólica se ha multiplicado por 2,3 y la fotovoltaica por 10,8.

En la figura 1, se indican los porcentajes de la potencia eléctrica instalada y de la energía eléctrica obtenida, en las diferentes clases de energía en el año 2009.

El PER de 2005-2010 se ha extrapolado al año 2016 considerando que la potencia instalada eólica alcanzaría los 29.000 megavatios y la solar los 4.500 megavatios. En los cuadros 4 y 5, pp. 102-103, se han indicado la

**Cuadro 3.–** *Energías renovables año 2004.*

| Energías | Potencia (megavatios) | Producción (gigavatios hora) | Producción en términos de energía primaria (miles de toneladas equivalentes de petróleo) |
|---|---|---|---|
| *Generación de electricidad* | | | |
| Hidráulica (>50 megavatios) | 13.512 | 25.014 | 1.979 |
| Hidráulica (entre 10 y 50 megavatios) | 2.897 | 5.794 | 498 |
| Hidráulica (<10 megavatios) | 1.749 | 5.421 | 466 |
| Biomasas: | | | |
| – Centrales de biomasas | 344 | 2.193 | 680 |
| – Cocombustión | 344 | 2.193 | 680 |
| RSU | 189 | 1.223 | 395 |
| Eólica | 8.155 | 19.571 | 1.683 |
| Solar fotovoltaica | 37 | 56 | 5 |
| Biogás | 141 | 825 | 267 |
| Solar termoeléctrica | – | – | – |
| TOTAL ÁREAS ELECTRICAS | 27.032 | 60.96 | 5.973 |
| *Usos térmicos* | | | |
| Biomasas | (m² solar t. Baja T.º 700.805 | | 3.487 |
| Solar térmica de baja temperatura | | | 51 |
| TOTAL ÁREAS TÉRMICAS | | | 3.538 |
| TOTAL BIOCARBURANTES (TRANSPORTE) | | | 228 |
| *TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES* | | | *9.739* |

*Fuente:* E. Soria (*Monografía* del CESEDEN, número 26).

potencia eléctrica y la energía eléctrica previstas hasta el año 2016 en el Sistema Peninsular.

En el cuadro 6, p. 104, se observa, que respecto a la energía primaria, la dependencia exterior de energías fósiles fue, en el año 2007, del 78% en España, del 53% en la Unión Europea y el 25% en Estados Unidos. Esto indica la gran dependencia exterior (consumo menos producción

**Cuadro 4.–** *Potencia eléctrica del Sistema Peninsular, punta extrema de invierno.*

| Potencia instalada a final del año (megavatios) | Años | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2006 | 2008 | 2011 | 2016 |
| Hidráulica convencional más bombeo mixto | 13.930 | 13.930 | 13.930 | 13.930 |
| Bombeo puro | 2.727 | 2.727 | 3.700 | 5.700 |
| Nuclear (1) | 7.716 | 7.726 | 7.783 | 7.783 |
| Carbón | 11.424 | 10.728 | 9.299 | 8.240 |
| Fuel/gas | 6.647 | 1.831 | 670 | 320 |
| Ciclos combinados | 15.500 | 20.620 | 25.400 | 30.000 |
| Equipo de punta (turbina de gas, etc.) | – | 300 | 600 | 3.000 |
| Eólica | 11.230 | 14.980 | 22.000 | 29.000 |
| Solar | 106 | 530 | 1.700 | 4.500 |
| Minihidráulica | 1.811 | 2.000 | 2.240 | 2.450 |
| Biomasa | 554 | 1.560 | 2.360 | 2.770 |
| Residuos | 444 | 560 | 710 | 960 |
| Cogeneración (2) | 6.785 | 7.000 | 7.370 | 7.990 |
| *Total potencia instalada* | *78.877* | *78.196* | *97.762* | *116.643* |
| Punta de invierno | (4) 41.890 | 46.200 | 50.800 | 58.700 |
| Margen | (4) 6.540 | 5.370 | 5.239 | 6.029 |
| *Total potencia disponible* (3) | *48.430* | *51.570* | *56.039* | *64.729* |
| Índice de cobertura | (4) 1,16 | 1,12 | 1,10 | 1,10 |

(1) Se ha supuesto el mantenimiento del número de grupos nucleares. En caso de que se produjera el cierre de algún grupo, el sistema sería capaz de asumirlo, bien a costa de disminuir ligeramente el índice de cobertura, bien con generación de otro tipo de tecnología.
(2) El Plan de Acción 2008-2009 de la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética, propone un objetivo de 8.400 megavatios en el año 2012.
(3) Potencia disponible determinada de antes de cálculo probabilístico.
(4) Las cifras de año 2006 corresponden al valor real de la punta de demanda de diciembre de 2006. La punta máxima anual del año 2006 tuvo lugar en enero de 2006 y ascendió a 42.253 megavatios, con un valor real de potencia disponible de 46.172 megavatios, que representa un índice de cobertura real de 1,09.

*Fuente:* E. Soria (*Monografía* del CESEDEN, número 26).

**Cuadro 5.–** *Energía eléctrica del Sistema Peninsular.*

| Balance de energía (gigavatios hora) | Años | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2006 | 2008 | 2011 | 2016 |
| Hidráulica convencional más bombeo mixto | 22.652 | 27.250 | 27.070 | 26.000 |
| Bombeo puro | 2.678 | 3.750 | 4.250 | 6.750 |
| Nuclear* | 60.126 | 59.000 | 59.000 | 57.000 |
| Carbón | 66.006 | 60.500 | 52.000 | 50.000 |
| Fuel/gas | 5.905 | 2.000 | 880 | 220 |
| Ciclos combinados | 63.506 | 72.226 | 80.462 | 101.430 |
| Equipo de punta (turbina de gas, etc.) | – | 540 | 1.080 | 3.000 |
| Eólica | 22.631 | 28.500 | 47.000 | 62.000 |
| Resto régiman especial | 27.607 | 34.600 | 45.500 | 62.500 |
| *Total producción* | *271.111* | *288.366* | *317.242* | *368.900* |
| Consumos en generación | –8.907 | –9.000 | –10.000 | –11.000 |
| Consumos en bombeo | –5.261 | –6.000 | –8.000 | –10.000 |
| Saldo de intercambios internacionales | –3.280 | – | – | |
| *Total demanda* | *253.663* | *273.366* | *299.242* | *347.900* |

* Se ha supuesto el mantenimiento del número de grupos nucleares. En caso de que se produjera el cierre de algún grupo, el sistema sería capaz de asumirlo, bien a costa de disminuir ligeramente el índice de cobertura, bien con generación de otro tipo de tecnología.

*Fuente:* E. Soria (*Monografía* del CESEDEN, número 26).

nacional) de España de los combustibles fósiles. El carbón se importa de países estables, mientras que el petróleo y el gas se importan de países conflictivos o potencialmente inestables que pueden afectar gravemente a la economía española.

En el cuadro 7, p. 105 se indica la dependencia exterior en la generación de energía eléctrica, en el año 2007, observándose que la dependencia fue del 55% en España, del 24% en Unión Europea y del 2% en Estados Unidos.

Esta gran dependencia exterior de España, podría haberse solucionado si no se hubiese establecido en el año 1984 la moratoria nuclear que impidió la instalación de 33 centrales nucleares que hubiesen producido el 80% de la energía eléctrica española, análogamente a lo sucedido en Francia, tal como se indica en el apartado de «Energía fisión nuclear

en España», p. 123. En el cuadro 8, p. 106, se dan los porcentajes de energía eléctrica prevista en el año 2016 en España y en el año 2015 en la Unión Europea y en Estados Unidos, observándose que la energía eólica prevista en España es 2,1 veces la de la Unión Europea-25, 6,3 veces la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) de América del Norte, y 19 veces la de la OCDE del Pacífico, mientras que la energía debida al carbón es en España la mitad de la de la Unión Europea-25 y la tercera parte de la de la OCDE.

La causa de este gran aumento de la energía eólica en España y de las otras energías renovables, es debido principalmente a las primas que se aplican estas energías renovables.

**Cuadro 6.–** *Dependencia exterior de la energía primaria de España, Unión Europea y Estados Unidos.*

| Conceptos | España año 2007 | | | Unión Europea año 2007 | | | Estados Unidos año 2007 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Consumo | | Producción | Consumo | | Producción | Consumo | | Producción |
| | Millones de toneladas equivalentes de petróleo | Porcentaje | Millones de toneladas equivalentes de petróleo | Millones de toneladas equivalentes de petróleo | Porcentaje | Millones de toneladas equivalentes de petróleo | Millones de toneladas equivalentes de petróleo | Porcentaje | Millones de toneladas equivalentes de petróleo |
| Petróleo | 79 | 49 | – | 722 | 38 | 115 | 937 | 39 | 310 |
| Gas natural | 32 | 20 | – | 441 | 23 | 184 | 559 | 24 | 499 |
| Carbón | 20 | 13 | 6 | 319 | 17 | 183 | 551 | 23 | 595 |
| SUBTOTAL | 131 | 82 | 6 | 1.482 | 78 | 482 | 3.047 | 88 | 1.404 |
| Nuclear | 14 | 9 | 14 | 225 | 12 | 225 | 213 | 9 | 213 |
| Renovables | 15 | 9 | 15 | 184 | 10 | 184 | 117 | 5 | 117 |
| *TOTAL* | *160* | *100* | *35* | *1.891* | *100* | 891 | *2.377* | *100* | *1.734* |
| Depósito exterior | | 78 | | | 53 | | | 25 | |

*Fuente:* J. L. Díaz Fernández (comunicación privada).

**Cuadro 7.–** *Dependencia exterior en la generación de energía eléctrica de España, Unión Europea y Estados Unidos.*

| Conceptos | España año 2007 | | | Unión Europea año 2007 | | | Estados Unidos año 2007 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Generación | Recursos propios | | Generación | Recursos propios | | Generación | Recursos propios | |
| | Teravatios hora | Porcentaje | Teravatios hora | Teravatios hora | Porcentaje | Teravatios hora | Teravatios hora | Porcentaje | Teravatios hora |
| Hidrocarburos | 116 | 37 | – | 813 | 24 | 307 | 920 | 22 | 848 |
| Carbón | 73 | 24 | 19 | 1.021 | 31 | 561 | 2.128 | 50 | 2.128 |
| SUBTOTAL | 189 | 61 | 19 | 1.834 | 55 | 888 | 3.048 | 72 | 2.976 |
| Nuclear | 55 | 18 | 55 | 990 | 30 | 990 | 816 | 19 | 816 |
| Eólica | 27 | 9 | 27 | 93 | 3 | 93 | 27 | 1 | 27 |
| Otras renovables | 40 | 13 | 40 | 399 | 12 | 399 | 382 | 9 | 382 |
| *TOTAL* | *311* | *100* | *141* | *3.316* | *100* | *2.370* | *4.273* | *100* | *4.201* |
| Depósito exterior | | 55 | | | 29 | | | 2 | |

*Fuente:* J. L. Díaz Fernández (comunicación privada).

## Ventajas e inconvenientes de las energías solar y eólica

Las principales ventajas e inconvenientes de las energías solar y eólica se han ido indicando en los párrafos anteriores.

Las ventajas más importantes son: durante su operación no emiten gases de efecto invernadero; son energías de generación distribuida y carácter modular que permite su uso descentralizado; el Sol y el viento son agentes locales inagotables y gratuitos, no viniendo afectados por las incertidumbres, la escasez o las condiciones geopolíticas.

Sin embargo, sus inconvenientes principales son difíciles de resolver: son energías aleatorias de limitada utilización anual y producen una energía mucho mas cara que la nuclear, que aunque tampoco emite $CO_2$ du-

**Cuadro 8.–** *Porcentajes de la energía eléctrica prevista en España, en la Unión Europea-25 y en la OCDE.*

| Conceptos | Porcentaje | | | | España |
|---|---|---|---|---|---|
| | España año 2016 | Unión Europea-25 año 2015 | OCDE de América del Norte año 2015 | OCDE del Pacífico año 2015 | |
| Hidrocarburos | 34 | 24 | 20 | 24 | Más hidrocarburos |
| Carbón | 14 | 28 | 44 | 37 | Menos carbón |
| FÓSILES | 48 | 52 | 64 | 61 | |
| Nuclear | 17 | 23 | 17 | 28 | |
| Hidroeléctrica | 8 | 10 | 12 | 7 | |
| Eólica | 19 | 9 | 3 | 1 | Más eólica |
| Resto | 8 | 5 | 3 | 2 | Más otras renovables |
| *TOTAL GENERAL* | *100* | *100* | *100* | *100* | |
| Régimen exterior | 36 | | | | |

*Fuente:* J. L. Díaz Fernández (comunicación privada).

rante su operación, tiene el problema de los residuos radiactivos en fase de Investigación y Desarrollo (I+D), tal como se expondrá en el párrafo de residuos radiactivos.

En España y Portugal las energías solar y eólica tienen una gran aceptación popular, mientras que la nuclear tiene el rechazo de importantes núcleos de población. Aparte de cuestiones políticas o de intereses económicos personales, esto es consecuencia de dos procesos subliminales: el Sol se asocia al descanso vacacional y el viento a los molinos de viento, que tan genialmente popularizó el Quijote, mientras que la energía nuclear ha sido asociada a las armas nucleares, a Hiroshima y Nagasaki.

Las armas nucleares son la aplicación perversa de la energía nuclear, de igual modo que las armas químicas y biológicas son la aplicación perversa de la química y biología y no por ello se demoniza a la química y a la biología. Una campaña neutral de información sobre las ventajas e inconvenientes de estas fuentes de energía cambiaría considerablemen-

te la aceptación popular, de igual modo a como sucedió en Francia hace medio siglo.

## Costes y primas de las energías renovables

Según el Ministerio de Industria en el año 2009, el coste en España de las energías alternativas, en céntimos de euro el kilovatio hora, es el siguiente: nuclear 3,5, eólica 8,0 y fotovoltaica 40,0.

Para compensar estas diferencias, se han establecido unas primas a las energías renovables de unos 2.000 millones de euros en el año 2007, cuadro 9, 5.800 millones de euros en el año 2009, y que pudiese alcanzar a los 19.200 millones de euros en el año 2020 (P. Mielgo, Red Eléctrica Española), cuadro 9.

La factura de la energía eléctrica pagada por un consumidor doméstico, se dedica, más de la mitad, a pagar impuestos y a cubrir gastos de la actual política energética:

– 18,7% impuestos (impuesto sobre el valor añadido e impuesto sobre la electricidad).
– 6,1% déficit de tarifa (en parte debido a las renovables).

**Cuadro 9.–** *Primas a las energías renovables, año 2007.*

| Conceptos | Prima en céntimos de euro por kilovatios hora | Energía producida en millones de kilovatios hora | Prima en millones de euros |
|---|---|---|---|
| Solar | 39,2 | 427 | 168 |
| Tratamiento residuos | 5,0 | 3.427 | 172 |
| Biomasas | 4,4 | 2.018 | 89 |
| Eólica | 3,7 | 26.314 | 971 |
| Hidráulica | 3,5 | 3.953 | 140 |
| Cogeneración | 3,1 | 16.331 | 504 |
| Residuos | 2,0 | 2.616 | 52 |
| *Total* | *60,9* | *55.086* | *2.096* |
| Bioetanol | 40,70 céntimos de euro/litro | | |
| Biodiesel | 31,09 céntimos de euro/litro | | |

*Fuente:* J. L. Díaz Fernández (comunicación privada).

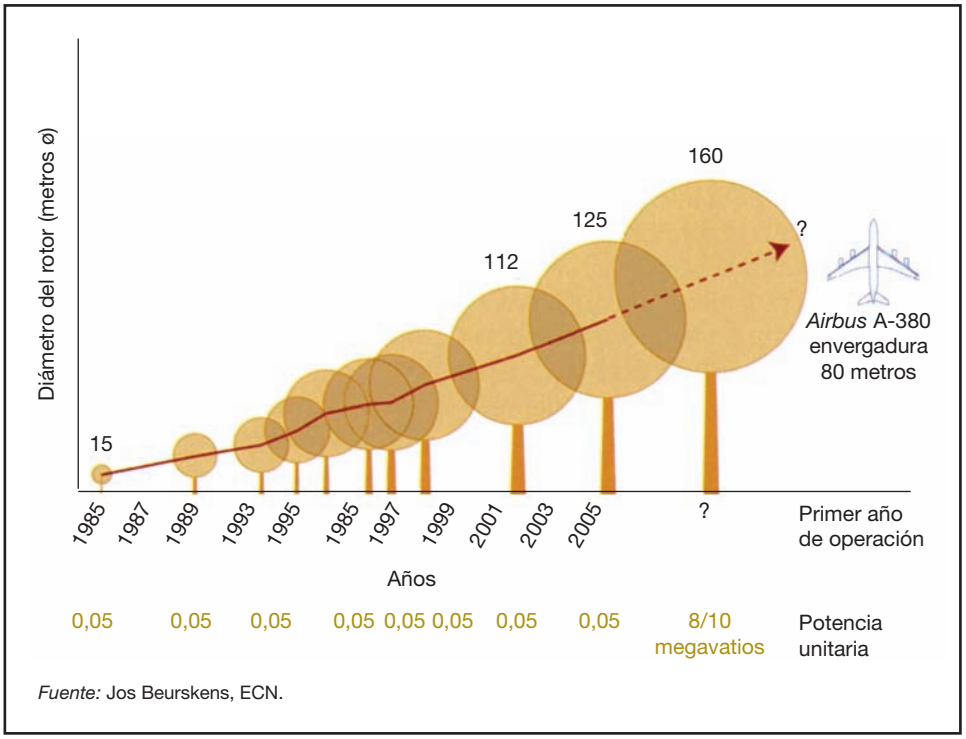



**Figura 2.–** *Evolución del tamaño de las turbinas eólicas durante su penetración en el mercado. En el año 1985 el diámetro típico del rotor era de 15 metros, en el año 2005 el aerogenerador más grande alcanzaba los 126 metros con una potencia unitaria de cinco megavatios.*

– 3,0% compensaciones extrapeninsulares (suministro a las islas).
– 4,1% otros impuestos (Comisión Nacional de Energía, moratoria nuclear, ahorro y eficiencia energética, etc.).
– 22,5% primas a las energías renovables.
– 54,4% total de los impuestos y gastos de la actual política energética.
– 4,6% transporte.
– 16,25 distribución.
– 24,8% generación.

---

– 45,6% total de la energía eléctrica consumida.

Debido a ello el Ministerio de Industria y Energía español está estudiando reducir estas primas a las energías renovables, especialmente a la solar fotovoltaica, proponiendo una reducción en el número de horas retribui-

das de 1.250 horas para los paneles fotovoltaicos fijos y de 1.644 horas para los móviles, lo que supone, algo menos de 1.000 euros/anuales, reducción manifiestamente insuficiente, teniendo en cuenta la crisis económica en que estamos inmersos.

## Energía eólica

Un 2% de la energía solar (energía producida en la fusión nuclear solar) se transforma también en energía cinética del aire (viento), cuya potencia es proporcional a la densidad del aire, al cubo de su velocidad y a la superficie barrida por las palas (proporcional al cuadrado de la longitud de las palas).

En las regiones de velocidad de viento reducida, si se quiere mantener la misma potencia eléctrica por aerogenerador, es necesario aumentar la longitud de sus palas (si se reduce a la mitad la velocidad del viento la longitud de las palas se debe triplicar).

Por este motivo, una vez prácticamente saturadas las zonas de mayor potencial eólico, se tiende a aumentar la longitud de las palas y, por tanto, la altura del poste del aerogenerador y a instalar parques eólicos en el mar, ya que tienen una velocidad del viento mayor y una turbulencia menor, pero su coste de instalación y mantenimiento es mayor que los terrestres.

**Cuadro 10.–** *Potencia eólica instalada, año 2009.*

| Países | Potencia eólica instalada |
|---|---|
| Estados Unidos | 32.919 |
| Alemania | 25.030 |
| China | 20.000 |
| España | 19.150 |
| India | 10.742 |
| Francia | 4.655 |
| Italia | 4.547 |
| Reino Unido | 4.015 |
| Dinamarca | 3.384 |
| Portugal | 3.301 |
| Resto | 14.095 |
| *Total* | *140.951* |

*Fuente:* R. Gavela (comunicación privada).

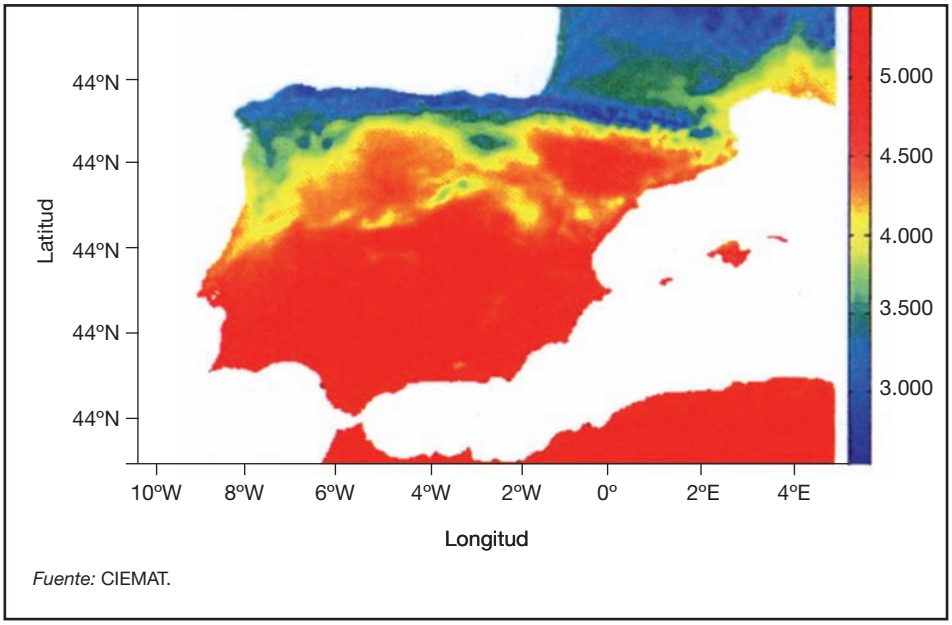



**Figura 3.–** *Radiación solar diaria global incidente sobre una superficie horizontal en vatios hora por metro cuadrado y día.*

En la figura 2 se representa la evolución de los aerogeneradores. En el año 1985 el mayor aerogenerador tenía una potencia de 50 kilovatios y una longitud de sus palas de 7,5 metros (15 metros el diámetro de la superficie barrida por las palas) y en el año 2005 de cinco megavatios con palas de 63 metros (126 metros de diámetro).

La envergadura del mayor avión comercial actual, el *Airbus* A-380, tiene sólo 80 metros de envergadura.

En el futuro se preven aerogeneradores de 8 a 10 megavatios con palas de 80 metros (160 metros de diámetro la superficie barrida).

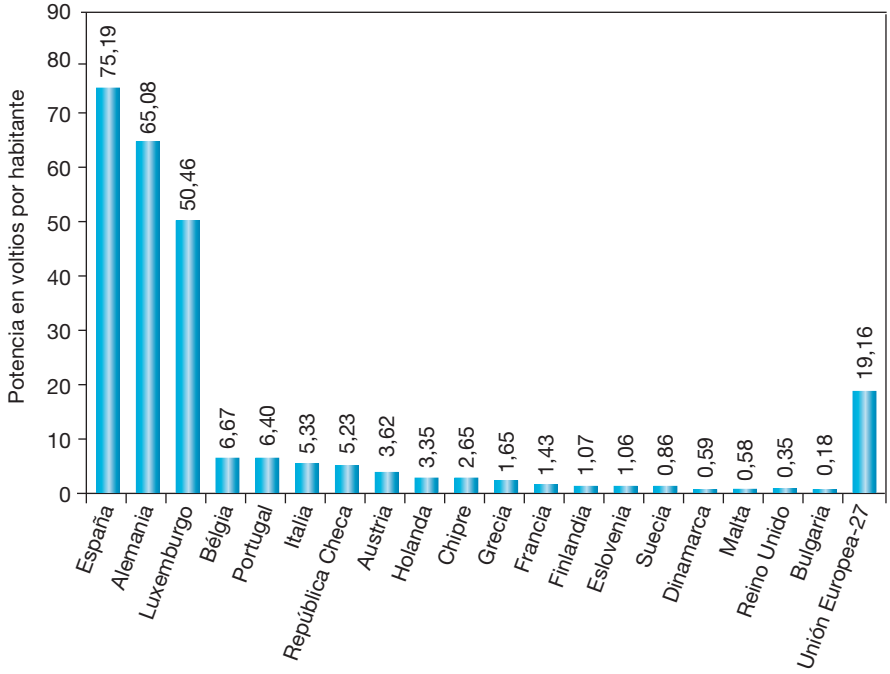
En España, la empresa Gamesa tiene previsto invertir unos 100 millones de euros en el desarrollo del aerogenerador terrestre de mayor potencia en España, el GX10, con potencia de 4,5 megavatios. Tendrá 120 metros de altura y un diámetro de palas de 128 metros.

Por otro lado, la instalación de parques eólicos marinos son apropiados en países con amplias plataformas continentales, pero España tiene una plataforma continental muy reducida por lo que la instalación de parques eólicos marinos (*off-shore*) es muy problemática.

Los casos extremos de funcionamiento de los parques eólicos en España fueron: el de mínima utilización correspondió al miércoles 30 de junio de 2004; a las 13 horas 28 minutos se alcanzó un máximo histórico de demanda de energía eléctrica (36.950 megavatios), mientras que todo el parque eólico nacional solamente produjo (130 megavatios) el 2% de la potencia eólica instalada; las temperaturas eran de unos 40 grados centígrados en casi toda España.

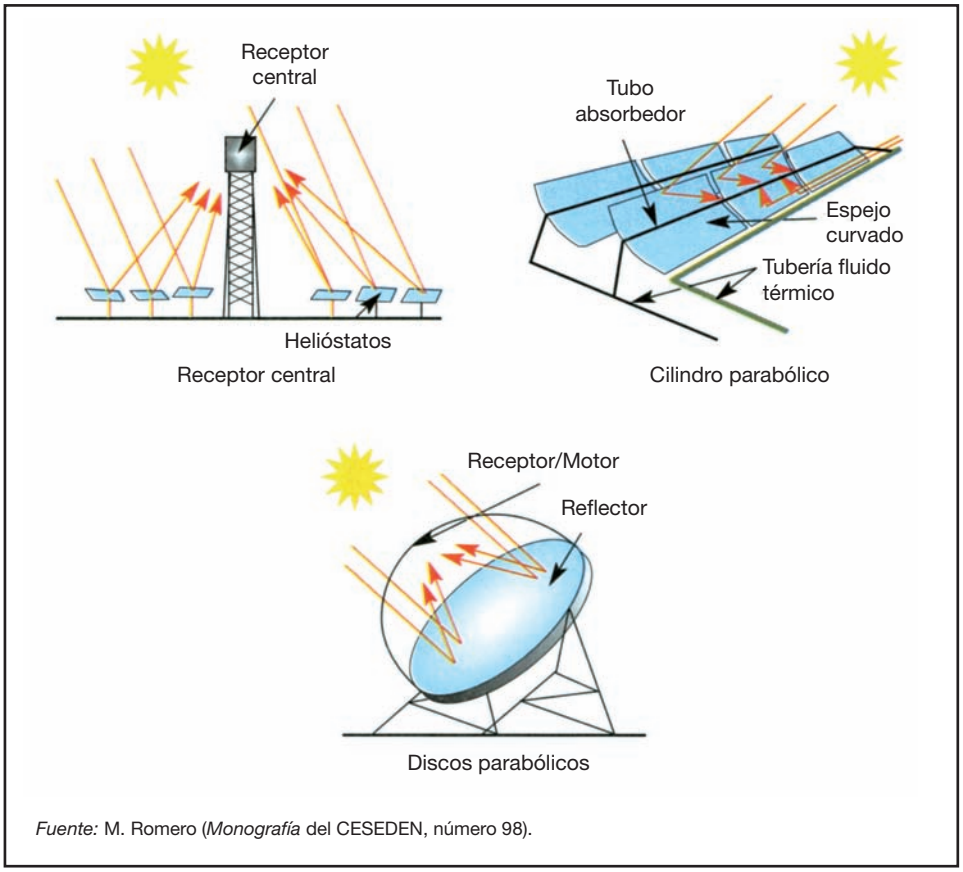
Un dato significativo es que las temperaturas máximas y mínimas en España se suelen alcanzar en situaciones anticiclónicas, con viento prácticamente nulo.

El caso de máxima utilización sucedió el 15 de febrero de 2010; entre las 14 y las 15 horas se obtuvieron 12.700 megavatios hora.




*Fuente:* R. Gavela (comunicación privada).

**Figura 4.–** *Potencia fotovoltaica por habitante en Europa.*




*Fuente:* M. Romero (*Monografía* del CESEDEN, número 98).

**Figura 5.–** *Concentradores de energía solar.*

En el cuadro 10 se representa la potencia eólica en el año 2009 en los países de mayor potencial eólico. Según la potencia instalada España es el cuarto país y Portugal el décimo, pero si se considera la potencia instalada por habitante, España ocupa el primer lugar con 0,43 kilovatios por habitante, seguida por Portugal con 0,31; Alemania con 0,30; Estados Unidos con 0,11 y China con 0,02.

Esto indica que mientras no se reduzca el coste de la energía eólica producida para que pueda ser competitiva con las fósiles o con la nuclear, la energía eólica seguirá siendo gravosa para España y Portugal.

En el futuro que el número de horas de funcionamiento medio al año (energía anual obtenida dividida por la potencia instalada) sea del año 2100

**Cuadro 11.–** *Características técnicas de la energía solar.*

| Conceptos | Cilindros parabólicos | Receptor central | Discos parabólicos |
|---|---|---|---|
| Potencia<br>Temperatura operacional<br>Factor de capacidad anual<br>Eficiencia pico<br>Eficiencia neta anual | 30-80 megavatios (1)<br>390 grados centígrados<br>23-50% (1)<br>20%<br>11-16% | 10-200 megavatios (1)<br>565 grados centígrados<br>20-77% (1)<br>23%<br>7-20% (1) | 5-25 kilovatios<br>750 grados centígrados<br>25%<br>29,4%<br>12-2% |
| Estado comercial<br>Riesgo tecnológico<br>Almacenamiento disponible<br>Diseños híbridos | Disponible comercialmente<br>Bajo<br>Limitado<br>Sí | Demostración<br>Medio<br>Sí<br>Sí | Potrotipos demostración<br>Alto<br>Baterias<br>Sí |
| Coste vatio instalado:<br>– Euros/vatios<br>– Euros/vatios potencia (2) | <br>3,49-2,34 (1)<br>3,49-1,13 (1) | <br>3,83-2,16 (1)<br>2,09-0,78 (1) | <br>11,00-1,14 (1)<br>11,00-0,96 (1) |
| | | | |

(1) El rango indicado se refiere al periodo del año 2005 al año 2030
(2) Euros/vatios potencia se refiere al coste por vatio (pico) instalado eliminando el efecto de almacenamiento de energía, tal y como se hace en la energía solar fotovoltaica

*Fuente:* M. Romero (*Monografía* del CESEDEN, número 98).

de las 8.760 horas que tiene un año, lo que representa un factor de operación de 23,9%.

Teniendo en cuenta que las centrales nucleares españolas tienen un factor de operación del 80%, cada central nuclear de 1.500 megavatios necesitaría unos 1.000 aerogeneradores de cinco megavatios para obtener la misma energía anual.

## Energía solar

La cantidad de energía solar depositada sobre la Tierra es tres órdenes de magnitud de la demanda mundial de electricidad. Sin embargo, existen determinados factores que reducen este potencial:

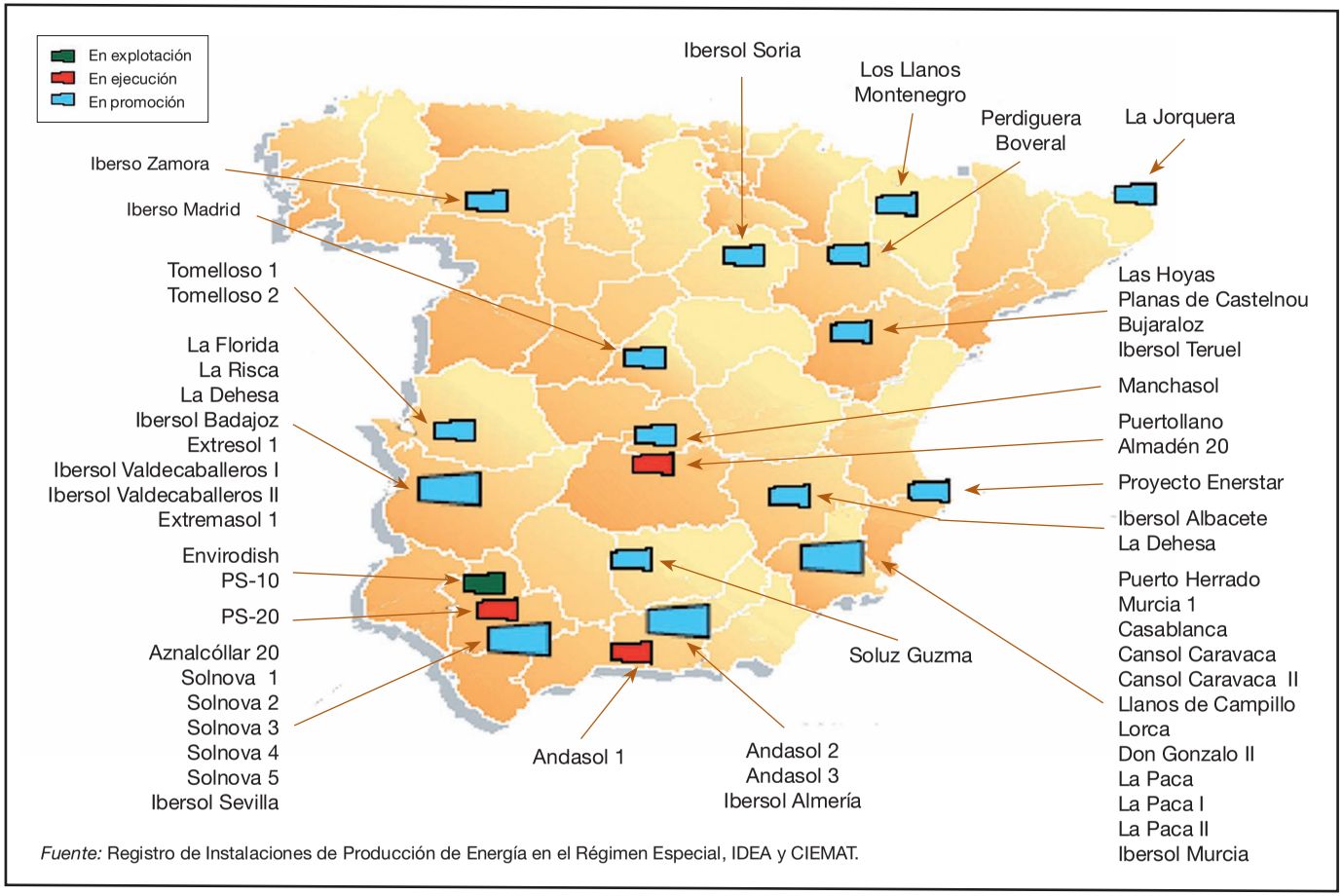
- *Variaciones diarias y estacionales.* Mientras que la densidad de potencia máxima es del orden de un kilovatio por metro cuadrado, el valor medio puede reducirse a un 20%.
- *Latitud.* Las regiones ecuatoriales reciben la mayor radiación solar.
- *Condiciones atmosféricas.* La claridad del aire puede variar entre el 90% en Jartum al 40% en Berlín.
- *Emplazamiento.* Aproximadamente el 1% de la superficie desértica de la Tierra sería suficiente para satisfacer la demanda mundial de electricidad.

En el caso de España y Portugal la mayor parte de su territorio supera anualmente los 1.800 kilovatios hora por metro cuadrado y año, tanto en radiación solar en superficie inclinada correspondiente a su latitud, como en radiación solar directa, figura 3.

Un caso notable y próximo es el de Argelia con un potencial técnico-económico de unos 170.000 millones de megavatios hora al año (la Unión Europea-25 consume 3.000).

Según los valores anteriores, se observa que la energía solar sobre la Tierra es una energía muy dispersa, por lo que para que pueda ser aprovechada se necesitan grandes superficies o concentrarla:

- *Energía solar térmica de baja temperatura.* Se aprovecha directamente en calentar parcialmente agua para usos domésticos y pequeñas instalaciones industriales.
- *Energía fotoeléctrica.* Se emplean células fotovoltaicas. Actualmente se usa para pequeñas demandas de energía eléctrica (en los satélites, balizas marinas, señales luminosas, carga de baterías, pequeñas edifi-




*Fuente:* Registro de Instalaciones de Producción de Energía en el Régimen Especial, IDEA y CIEMAT.

**Figura 6.–** *Proyectos de energía solar termoeléctrica en España.*

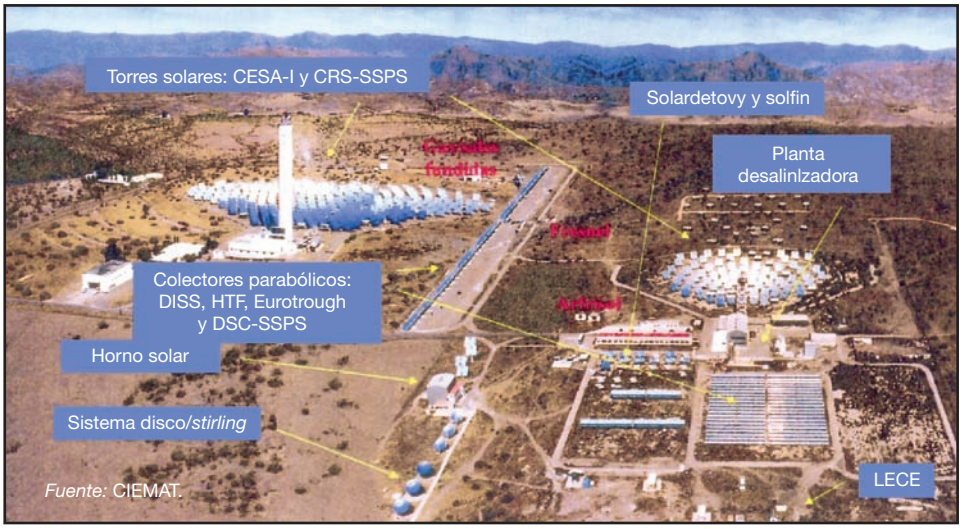



**Figura 7.–** *Instalaciones de ensayo en la PSA. La Plataforma Solar de Almería es la más completa instalación experimental en el mundo en energía solar de concentración.*

– *Energía solar térmica de alta temperatura (más de 300 grados centígrados).* En la figura, 5 se indican tambien los principales sistemas de concentración y en el cuadro 11, sus características técnicas.
– Concentradores cilíndrico-parabólicos. Son espejos cilindro-parabólicos que concentran los rayos solares en un tubo por donde circula un fluido.
– Concentradores parabólicos. Son espejos parabólicos que concentran los rayos solares en el foco en donde se encuentra, generalmente, un motor de ciclo *stirling*.
– Sistemas de torre o de receptor central. Constan de un campo de heliostatos que siguen la posición del Sol, reflejando los rayos solares hacia una pequeña superficie en contacto con un fluido, situada en la parte superior de una torre. El fluido circula hacia un generador de vapor (salvo que el fluido sea agua) que mueve un turboalternador.

En la figura 6, se indican los proyectos e instalaciones experimentales españolas, cuyo desarrollo ha sido espectacular, como indican las siguientes instalaciones:

– Planta Solar de Andalucía (PSA), figura 7, Es la más completa del mundo, ya que contiene sistemas de torre, colectores cilindro-parabólicos y parabólicos con motor *stirling*.

– Torre Solar de Sanlúcar la Mayor (Sevilla) PS-10, figura 8. Emplea espejos planos orientables, helióstatos, que enfocan la luz solar sobre una superficie en contacto con un fluido (agua), calentándolo a 500-1.000 grados centígrados. El vapor de agua mueve una turbina de vapor y ésta un alternador. Se construirá en el intervalo de los años 2004-2012 por la empresa Abengoa.
– Tiene 624 heliostatos de 121 metros cuadrados cada uno, la torre tiene 114 metros de altura y la central ocupa 60 hectáreas.
– Tiene una potencia de 11 megavatios eléctricos, produciendo 24 millones de kilovatios hora al año, con un coste total de 35 millones de euros. Esta central se complementará con otras siete (en proyecto), con un total de 302 megavatios eléctricos, produciendo 664 millones de kilovatios hora, con un coste total de 1.300 millones de euros. Torre solar en Fuentes de Andalucía, figura 9, p. 118.
– Concentración por sistemas cilindro-parabólicos en Puertollano, figura 10, p. 119.
– Concentración por sistemas parabólicos con ciclo *stirling* en Villarobledo, figura 11, p. 120.

**Figura 8.–** *Solúcar PS-10, PS-20 (Abengoa).*

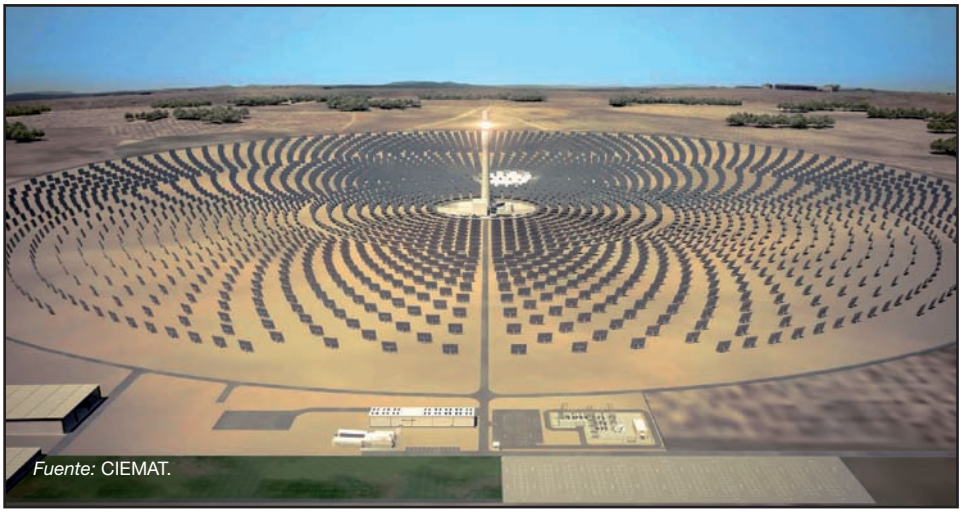



**Figura 9.–** *Gemasolar: 17 megavatios eléctricos, receptor central y sales fundidas (como fluido portador y de almacenamiento) en Fuentes de Andalucía año 2011. 304.750 metros cuadrados de helióstatos,15 horas de almacenamiento, promovida por Torresol Energy/SENER+MASDAR, receptor ensayado en la PSA.*

En Amareleja (concejo de Moura, región del Alentejo, Portugal se ha instalado en el año 2008 la mayor planta fotovoltaica de la Unión Europea, de 46 megavatios eléctricos pico, que producirá 93 gigavatios hora el año.

## Energía de la biomasa

La energía de la biomasa es la energía de los materiales orgánicos obtenidos en un proceso biológico. Puede emplearse para usos térmicos, para la generación de energía eléctrica y para la obtención de combustibles para el transporte.

En la figura 12, p. 121, se exponen los diversos procesos de transformación energética de la biomasa y en el cuadro 12, p. 122, el estado de desarrollo de las diversas tecnologías para el aprovechamiento también de la biomasa, observándose los elevados costes que tienen todos estos procesos.

En España, según se indica en el cuadro 9, los biocombustibles tienen una elevada prima de 40,70 céntimos de euro por litro el bioetanol y 31,09 el biodiesel. Para poder compensar los elevados costes de producción, la Unión Europea importa aceite de palma de Indonesia (no re-

comendable para el consumo humano y empleado en obtener biodiesel y en España, además, en alguna industria pastelera), lo que ha forzado la tala de selvas tropicales para plantar palmas aceiteras. Brasil obtiene bioetanol principalmente de la caña de azúcar iniciando una peligrosa deforestación de la cuenca amazónica.

Con objeto de evitar el empleo de algunos de los biocombustibles anteriores, Estados Unidos y la Unión Europea han estudiado como futuras fuentes de bioetanol algunas plantas leñosas, como el chopo y el sauce, y algunas herbáceas, como el sorjo dulce y para la producción de biodiesel el cardo y la brassica carinata.

Según M. Romero *(Monografía* del CESEDEN, número 98), se podrían instalar en España unos 20.000 megavatios de potencia eléctrica de la biomasa, produciendo 141 millones de megavatios hora al año de energía.

Esta potencia y energía pueden desglosarse del siguiente modo: monte bajo 2.300 megavatios y 17 millones de megavatios hora año; cultivos forestales de rotación rápida 5.000 y 38; cultivos energéticos 4.700 y 35; residual y biogás 7.300 y 51, respectivamente.

Los principales inconvenientes de la energía de la biomasa, son:

– Elevados costes de recogida, almacenamiento, manejo y transformación, indicados anteriormente.

**Figura 10.–** *Iberdrola, Puertollano, 50 megavatios eléctricos.*

**Figura 11.–** *Villarobledo (Solar Value más Epurion, ciclo stirling).*

– Bajo rendimiento en la transformación.
– Altos niveles de inversión para potencias pequeñas que serían las más utilizadas.
– Emisión de $CO_2$ en la combustión de la biomasa y biocombustibles, aunque de un modo muy forzado, puede considerarse que el balance neto de emisión de $CO_2$ es nulo, ya que previamente el $CO_2$ fue absorbido por las plantas en el proceso de la fotosíntesis, como parte del ciclo del carbono atmosférico, para después ser emitido en la combustión de biomasa y biocarburantes.

## Energía de fisión nuclear

El estado en el año 2009 de los reactores nucleares, es el siguiente:

– 437 reactores nucleares en operación en Estados Unidos 104; en Francia 58; en Japón 54; en España 8 y en la Unión Europea 145.
– 56 reactores nucleares en construcción en China: 21; en Eslovaquia 2; en Rusia 9; en Taiwan 2; en India 5; en Ucrania 2; en Corea del Sur 6; en Argentina 1; en Japón 1; en Francia 1; en Finlandia 1; en Estados Unidos 1; en Bulgaria 2; en Irán 1, en Pakistán 1.

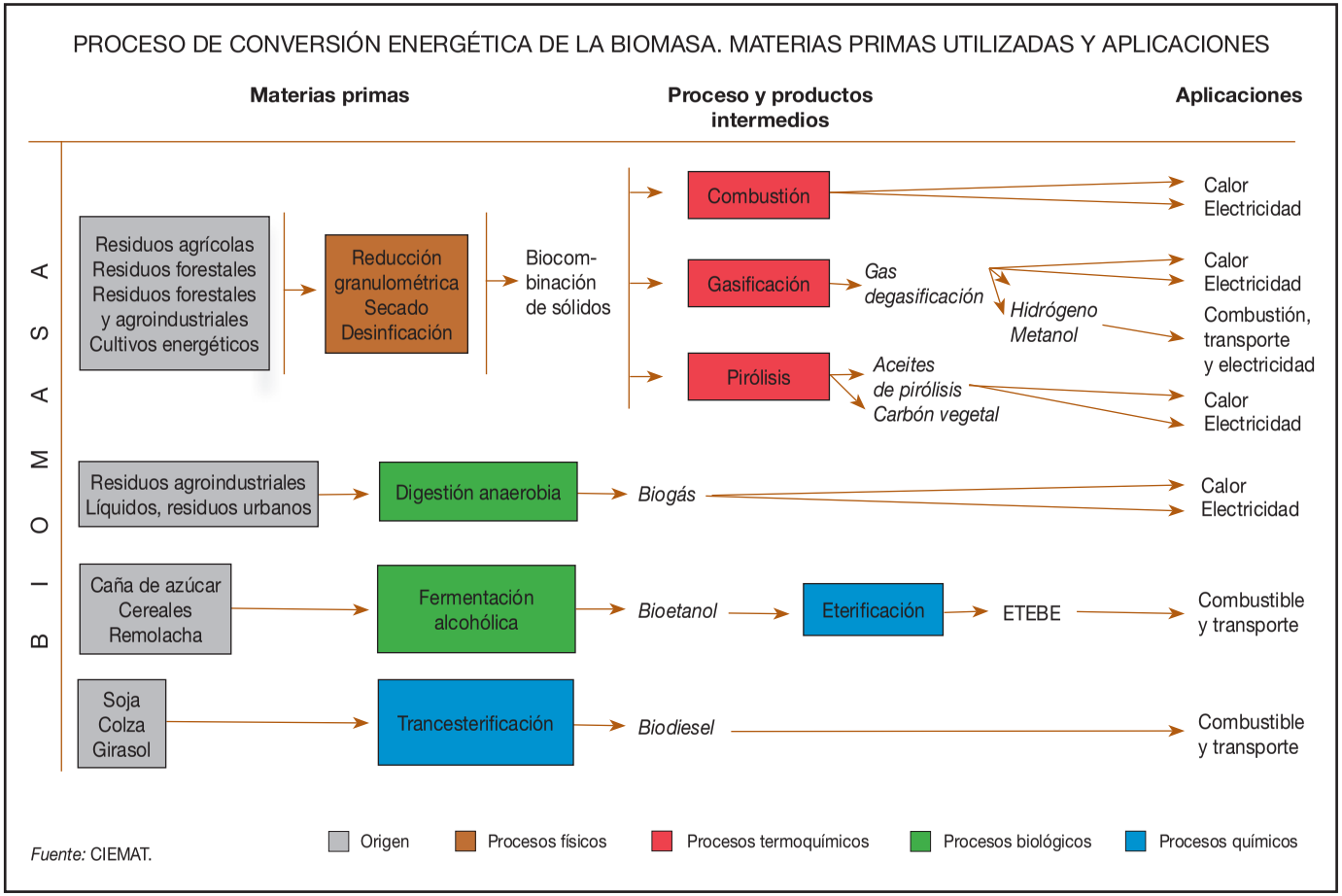



**Figura 12.–** *Cuadro resumen de procesos de aprovechamiento energético de la biomasa.*

**Cuadro 12.–** *Principales tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa.*

| Tecnología | Grado de desarrollo |
|---|---|
| Fermentación a biotenol | Desarrollo ya comercial, pero con coste muy elevado, baja eficacia y producción (~55 gigajulios/hectárea con celulosa y 75 gigajulios/hectárea con hemicelulosa).<br>Retos: reducción de costes, mejorarad productividad, uso de hemicelulosa y uso de lignina. Uso de variedades no convencionales como pataca, sorgo o paja de cereal. En España se ha puesto recientemente en funcionamiento Babilafuente (Salamanca) la primera planta comercial europea que utiliza biomasa lignocelulósica para producción de bioetanol. |
| Producción de biodiesel | Tecnología probada con alto coste y bajo rendimiento (~40 gigajulios/hectárea).<br>Retos: uso de especies oleaginosas de bajo coste, valorización de los subproductos y producción continua. |
| Digestión anaerobia | Estado comercial excepto los digestores. Alto coste, baja eficiencia y productividad.<br>Retos: escalado, reducción de costes y uso de residuos heterogéneos. |
| Combustión de biomasa | Comercia, problemas de emisiones y baja eficiencia a pequeña escala (~170 gigajulios/hectárea calor y ~50 gigajulios/hectáreas electricidad).<br>Retos: emisiones, garantías de suministro y calidad de la materia prima y estabilidad de la combustión. |
| Gasificación de biomasa | Tecnología todavía a escala de demostración, coste moderado y alta eficacia (~80 gigajulios/hectárea electricidad ~160 gigajulios/hectárea cogeneración.<br>Retos: calidad de gas, reducción coste, adaptación a pequeños tamaños para producción de hidrocarburos líquidos *(gas to liquid)* e hidrógeno. |
| | Tecnología en desarrollo, coste y efeciencia moderados. Produce biocombustibles que pueden almacenarse y transportarse, o utilizarse como producto químico.<br>Reto: calidad y estándares de los productos obtenidos, desarrollo de aplicaciones industriales. Integración en biorefinería. |

*Fuente:* M. Romero (*Monografía* del CESEDEN, número 98).

– 59 centrales nucleares con permiso de operación de 60 años en Estados Unidos 54; en Holanda 1 y en Suiza 4.
– El porcentaje de energía eléctrica nuclear es del 75% en Francia, del 52% en Bélgica, del 54% en Eslovaquia; del 37% en Suecia; del 40% en Suiza; del 43% en Hungría y del 18% en España.

En el cuadro 13, p. 124, se resumen estos resultados. Actualmente hay 17 países islámicos (los que tienen propuestas más elaboradas son: Marruecos, Argelia, Túnez, Libia, Egipto, Jordania, Siria y Emiratos Árabes Unidos) que están considerando, por primera vez, la instalación de reactores nucleares de potencia para producir energía eléctrica o desalar el agua del mar.

Algunas de estas naciones reclaman el legítimo derecho a instalar reactores nucleares de potencia, incluyendo la petición sospechosa de disponer del ciclo completo del combustible nuclear y basándose en que habiendo firmado el Tratado de No-Proliferación Nuclear (TNP) no pueden desarrollar armamento nuclear.

Sin embargo, los hechos de las últimas décadas han demostrado también que la firma del TNP no garantiza que no se puedan fabricar bombas atómicas.

Entre todos ellos destacan también los programas nucleares de Irán y de los Emiratos Árabes Unidos que, consideran la posibilidad de instalar 14 reactores nucleares con una producción total de 20.000 megavatios eléctricos.

En los Emiratos Árabes Unidos entrarían en servicio en el año 2020 cuatro de estos reactores, que se instalarían entre las ciudades de Abu Dhabi y Ruwais y en Al Fujayrah, en la costa del océano Índico.

## Energía de fisión nuclear en España

En España hay actualmente ocho centrales nucleares en operación, cuadros 14 y 15, p. 125. Si se autorizase la explotación de estas centrales hasta 60 años, habría que esperar al año 2031 para que caducase la autorización de explotación de la central nuclear de Santa María de Garoña, tal como sucede con las 18 centrales nucleares de Estados Unidos que tienen un diseño y edad análoga a la de esta central.

**Cuadro 13.–** *Número de reactorea en operación y en construcción y contribución de la energía nuclear en el total de producción de electricidad en cada uno de los países, año 2009.*

| Países | Reactores en operación | Reactores en construcción | Producción (teravatios hora) | Electricidad de origen nuclear (porcentaje) |
|---|---|---|---|---|
| Alemania | 17 | – | 127, 64 | 26,12 |
| Argentina | 2 | 1 | 7,59 | 6,95 |
| Armenia | 1 | - | 2,30 | 44,95 |
| Bélgica | 7 | – | 44, 96 | 51,66 |
| Brasil | 2 | – | 12, 98 | 2,93 |
| Bulgaria | 2 | 2 | 15,26 | 35,90 |
| Canadá | 18 | – | 85,31 | 14,83 |
| China | 11 | 21 | 70,10 | 1,89 |
| Corea del Sur | 20 | 6 | 141,12 | 34,79 |
| Eslovaquia | 4 | 2 | 13,08 | 53,50 |
| Eslovenia | 1 | – | 5,46 | 37,83 |
| España | 8 | – | 52,89 | 17,60 |
| Estados Unidos | 104 | 1 | 796, 75 | 20,17 |
| Finlandia | 4 | 1 | 22,58 | 32,87 |
| Francia | 58 | 1 | 390,00 | 75,17 |
| Holanda | 1 | – | 3,99 | 3,70 |
| Hungría | 4 | – | 14,57 | 42,98 |
| India | 18 | 5 | 14,75 | 2,16 |
| Irán | – | 1 | – | – |
| Japón | 54 | 1 | 260,06 | 28,89 |
| Lituania | 1 | – | 10,03 | 76,23 |
| México | 2 | – | 10,11 | 4,80 |
| Pakistán | 2 | 1 | 2,64 | 2,74 |
| República Checa | 6 | – | 25,66 | 33,77 |
| Reino Unido | 19 | – | 62,36 | 17,45 |
| Rumania | 2 | – | 10,82 | 20,62 |
| Rusia | 31 | 9 | 152,98 | 17,82 |
| Suráfrica | 2 | – | 11,57 | 4,84 |
| Suecia | 10 | – | 50,04 | 37,43 |
| Suiza | 5 | – | 26,27 | 39,50 |
| Taiwan | 6 | 2 | 41,57 | 18,10 |
| Ucrania | 15 | 2 | 77,80 | 48,59 |
| *TOTAL* | *437* | *56* | *2.563,47* | |
| | | | | |

*Fuente:* Foro Nuclear.

**Cuadro 14.–** *Centrales nucleares españolas.*

| Nombres | Potencia (megavatios eléctricos) | Tipo | Origen tecnológico | Primera conexión (año) | Operación a 60 años |
|---|---|---|---|---|---|
| José Cabrera (Guadalajara) | 150,1 | PWR | Estados Unidos | 1968 | *2006 |
| Santa María de Garoña (Burgos) | 466,0 | BWR | Estados Unidos | 1971 | 2031 |
| Almaráz I (Cáceres) | 977,0 | PWR | Estados Unidos | 1981 | 2041 |
| Almaráz II (Cáceres) | 980,0 | PWR | Estados Unidos | 1983 | 2043 |
| Ascó I (Tarragona) | 1.032,5 | PWR | Estados Unidos | 1983 | 2043 |
| Ascó II (Tarragona) | 1.027,2 | PWR | Estados Unidos | 1985 | 2045 |
| Cofrentes (Valencia) | 1.092,0 | BWR | Estados Unidos | 1984 | 2044 |
| Vandellós I (Tarragona) | 150,0 | GGR | Francia | 1972 | *1989 |
| Vandellós II (Tarragona) | 1.087,1 | PWR | Estados Unidos | 1987 | 2047 |
| Trillo (Guadalajara) | 1.066,0 | PWR | Alemania | 1988 | 2048 |

* Actualmente clausuradas.

El coste de la energía eléctrica en España, en céntimos de euros por kilovatio hora es de: 3,5 la nuclear; 6,0 la de ciclo combinado; 8,0 la eólica y 40,0 la fotovoltaica.

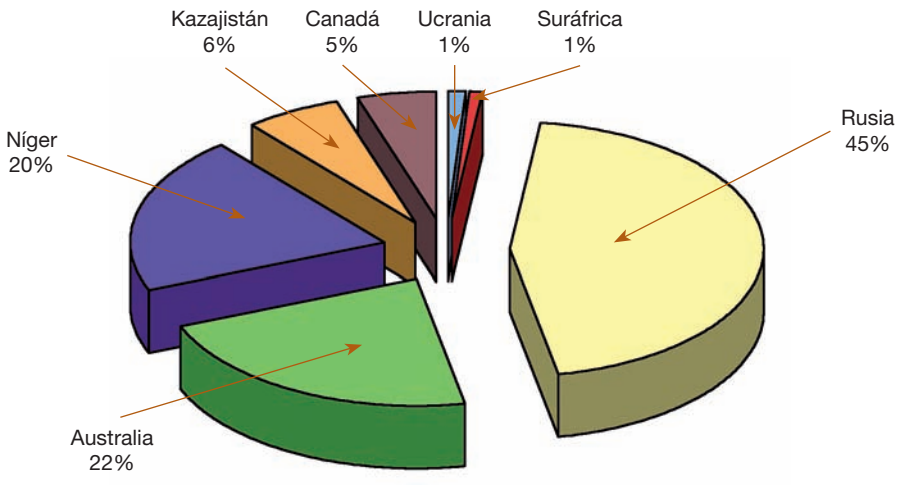
El porcentaje de la energía eléctrica en España es en el año 2010: 30% gas; 18% nuclear; 13% eólica; 12% carbón, 10% hidráulica.

**Cuadro 15.–** *Centrales nucleares y empresas propietarias.*

| Centrales | Empresas propietarias | Porcentaje |
|---|---|---|
| Santa María de Garoña | Nuclenor* | 100 |
| Almaráz I | Iberdrola, Endesa y Gas Natural | 53, 36 y 11 |
| Almaráz II | Iberdrola, Endesa y Gas Natural | 53, 36 y 11 |
| Ascó I | Endesa | 100 |
| Ascó II | Iberdrola y Endesa | 15 y 85 |
| Cofrentes | Iberdrola | 100 |
| Vandellós II | Iberdrola y Endesa | 28 y 72 |
| Trillo | Iberdrola, Gas Natural, HC Energía y Nuclenor* | 48, 34, 5, 15,5 y 2 |

* Participada por Iberdrola 50% y Endesa 50%.

*Fuente:* Foro Nuclear.




*Fuente:* Foro Nuclear.

**Figura 13.–** *Adquisiciones de concertados de uranio, año 2009.*

Debido a esta distribución energética anómala, a la infrautilización de las centrales de gas y al coste disparatado de algunas energías, hace que España se encuentre entre los ocho países de la Unión Europea con la energía eléctrica más cara.

Los concentrados de uranio para las centrales nucleares españolas se importan principalmente de: Rusia, Australia y Níger, según se indica en la figura 13.

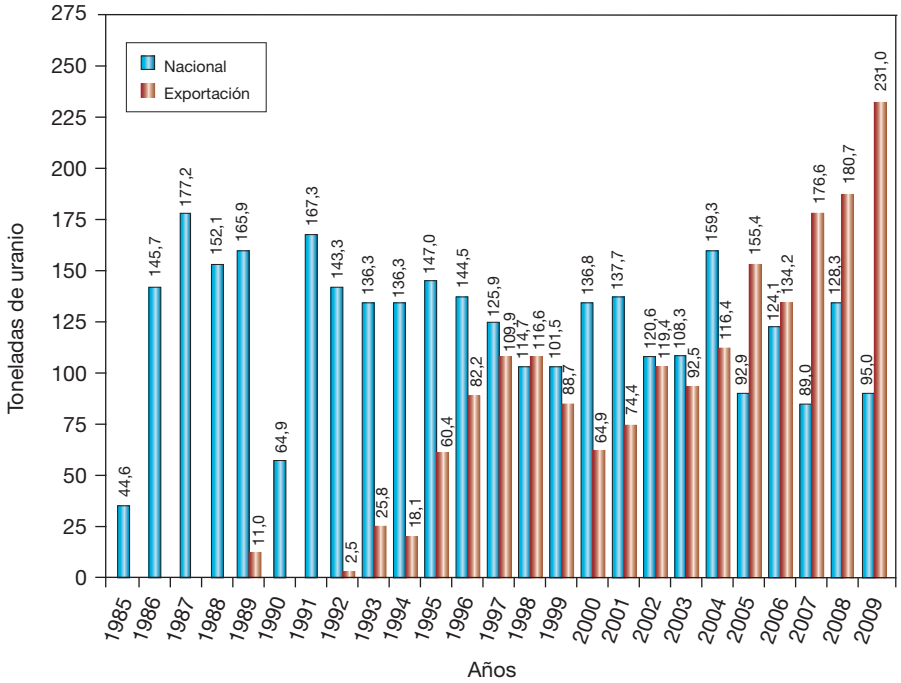
La Empresa Nacional del Uranio S. A. (ENUSA) de Juzbado, figura 14, fabricó en el año 2009 elementos combustibles para los Reactores de Agua a Presión (PWR) y en Ebullición (BWR) con un total de 326 toneladas de uranio, exportando el 71% de su producción figura 15, p. 130. En el cuadro 15, p. 13, se indican las empresas y también propietarias de todas estas centrales.

En la década de los años setenta, se estudiaron las necesidades futuras de energía eléctrica en España. Se llegó a la conclusión de que para que a finales del siglo XX la producción de energía eléctrica de origen nuclear fuese de un 80%, análogamente a la obtenida en Francia, y así reducir considerablemente la importación de combustibles fósiles, habría que insta-

lar 33 centrales nucleares, tal como indica en el cuadro 16, pp. 128-129. De todas estas centrales sólo entraron en operación 10, las ocho actualmente en operación y las de Vandellós I y José Cabrera, cuadro 2, p. 99. En la figura 16, p. 131, se muestra la central nuclear de Ascó I.

Cuando estaban en diferente fase de construcción las seis centrales nucleares de Lemoniz I y II, en el País Vasco, Valdecaballeros I y II, en Extremadura, Trillo II, en Castilla-La Mancha y Sayago, en Castilla y León, se produjeron una serie de atentados por parte de la banda terrorista ETA:

– El 17 de marzo de 1978 puso una bomba en la zona del reactor de Lemoniz, matando a los obreros Andrés Guerra y Alberto Negro.
– El 13 de junio de 1979, puso una bomba en la zona de las turbinas del reactor de Lemoniz, matando a Ángel Baños.
– El 29 de enero de 1981, secuestró al ingeniero jefe de Lemoniz José María Ryan, asesinándole el 6 de febrero.




*Fuente:* ENUSA.

**Figura 14.–** *Cantidades anuales en toneladas de uranio, años 1985-2009.*

**Cuadro 16.–** *Centrales proyectadas en España.*

| Centrales | Potencia eléctrica (megavatios eléctricos) | Tipo | Emplazamiento (provincia) | Propietarias explotadoras | Fecha real o prevista de explotación |
|---|---|---|---|---|---|
| José Cabrera | 160 | PWR | Guadalajara | Unión Eléctrica | 12-XII-1968 |
| Santa María de Garoña | 460 | BWR | Burgos | Nuclenor | 29-III-1971 |
| Vandellós I | 480 | GCR | Tarragona | Hifrensa | VIII-1972 |
| Almaráz I y II | 2 x 930 | PWR | Cáceres | Unión Eléctrica/Hidroeléctrica Española Sevillana de Electricidad | 1-V-1981 8-X-1983 |
| Lemóniz I y II | 2 x 930 | PWR | Vizcaya | Iberduero | 1976-1979 |
| Ascó I | 930 | PWR | Tarragona | FECSA | VIII-1983 |
| Ascó II | 930 | PWR | Tarragona | FECSA/ENHER/HECSA/HES | X-1985 |
| Cofrantes | 975 | BWR | Valencia | Hidroeléctrica Española | X-1984 |
| Santillana | 900 | LWR | Santander | Electra de Viesgo | 1980-1981 |
| Punta Endata I y II | 2 x 1.000 | LWR | Guipúzcoa | Iberduero | 1892-1983 |
| Trillo I y II | 2 x 1.000 | PWR | Guadalajara | Unión Eléctrica/Eléctricas Reunidas de Zarragoza/Eléctricas Aragonesas | V-1988 |
| Valdecaballeros | 2 x 1.000 | PWR | Badajoz | Sevilla de Electricidad Hidroeléctrica Española | 1981-1982 |
| Regodola | 900 | LWR | Lugo | Fenosa/Viesgo/Hidroeléctrica del Cantábrico | 1982 |
| Sayago | 1.000 | PWR | Zamora | Iberduero | 1981 |
| Vergara | 1.000 | | Navarra | Iberduero | 1985 |
| Oguella I y II | 2 x 1.000 | | Vizcaya | Iberduero | 1988-1989 |
| Central nuclear de Aragón | 2 x 1.000 | | Zaragoza | FECSA/Unión Eléctrica//E. I. A./ Eléctricas Reunidas de Zarragoza | 1982-1966 |
| Cabo Cope | 1.000 | LWR | Murcia | Hidroeléctrica Española | 1981 |

**Cuadro 16.–** *(Continuación).*

| Centrales | Potencia eléctrica (megava-tios eléctricos) | Tipo | Empla-zamiento (provincia) | Propietarias explotadoras | Fecha real o prevista de explotación |
|---|---|---|---|---|---|
| Tarifa | 2 x 1.000 | LWR | Cádiz | Sevillana de Electricidad | 1981-1983 |
| Asperillo | 2 x 1.000 | LWR | Huelva | Sevillana de Electricidad | 1980-1990 |
| Azután | 1.000 | | Toledo | Hidroeléctrica Española | |
| Orellana o Puerto Peña | 1.000 | | Badajoz | Hidroeléctrica Española/Hidroeléctrica Española/Sevillana | |
| Valdellós II | 1.000 | PWR | Tarragona | ENHER/HECSA/Hidroeléctrica del Segre/FECSA | 1988 |
| Valdellós III | 1.000 | PWR | Tarragona | FECSA | 1983 |

*Fuente:* J. M. Sánchez Ron, CIEMAT, 2001.

**Figura 15.–** *Fábrica española de Juzbado de ENUSA de combustibles nucleares.*

– El 5 de abril de 1982, asesinó al ingeniero director de la sociedad mixta para la construcción de Lemoniz, Ángel Pascual Múgica.

## Moratoria nuclear en España

En el año 1984 el Gobierno aprobó el PEN, técnicamente inaceptable, que establecía que el suministro de gas natural fuese de Argelia, con gaseoductos inicialmente a través de Marruecos, la paralización de las seis centrales nucleares en diferente estado de construcción, y no autorizar otras nuevas.

Las consecuencias de esta moratoria fueron las siguientes:

– Hubo que compensar a las empresas eléctricas implicadas en estas centrales nucleares con 600.000 millones de pesetas (del año 1984) con cargo a los recibos de luz de todos los abonados.
– Se produjo un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero de unos 36 millones de toneladas de $CO_2$ al año, ya que las nuevas centrales sustitutorias de las nucleares fueron también de carbón y de gas.

El 15 de octubre de 2002 el ministro de Economía firmó la orden del cierre de la central nuclear de José Cabrera (Zorita) para el 30 de abril

de 2006 (1968-2006), a pesar de que siendo una central norteamericana podría haberse ampliado su operación hasta 22 años más.

Se sustituirá por una o dos centrales de gas de ciclo combinado, que emiten cuatro millones de toneladas de $CO_2$ al año (por cada 1.000 megavatio eléctrico).

Las centrales nucleares, como cualquier otra instalación industrial, tienen una serie de ventajas e inconvenientes que es necesario analizar.

*Ventajas reales*

Las principales ventajas de los reactores de fisión nuclear son las siguientes:

- No produce gases de efecto invernadero.
- Tienen una larga vida: extendida hasta 60 años.
- Producen la energía más barata que existe actualmente: un 80% de la producida en las centrales de combustibles fósiles y menos de la mitad de la producida en las centrales eólicas.
- El coste del uranio es un 5% del coste de generación de la energía eléctrica mientras que los costes del carbón y del gas son un 50% y 70% de los costes de generación de la energía eléctrica.

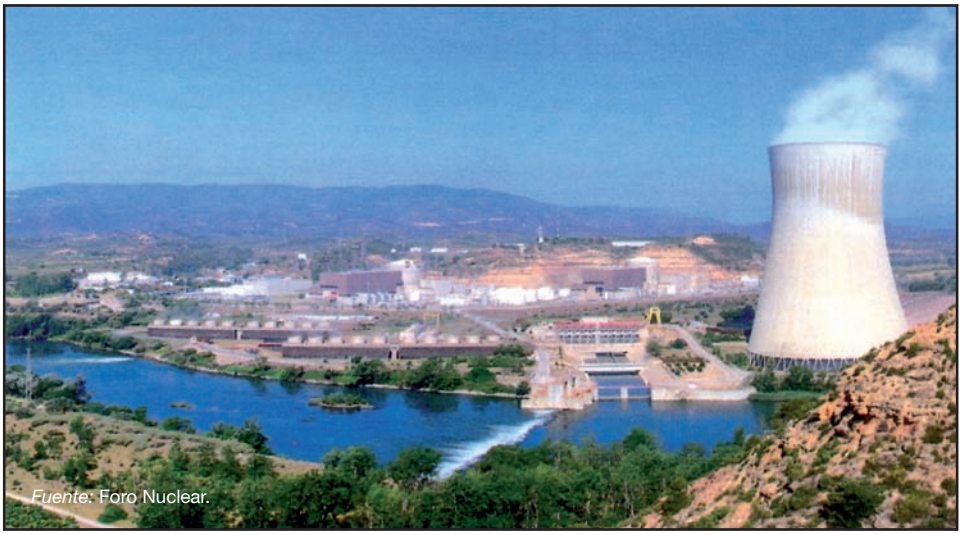



**Figura 16.–** *Central nuclear de Ascó I.*

– El uranio se encuentra muy repartido. El 50% en países democráticos o políticamente estables, a diferencia del petróleo que se encuentra concentrado en zonas de permanentes tensiones políticas o en países denominados por el Banco Mundial como LICUS *(Low Income Countries Under Stress)*, tal como se indica en el cuadro 17.

*Inconvenientes*

Los inconvenientes más importantes son:

– Contaminación radiactiva en el entorno de la central nuclear.
– Residuos radiactivos. Reactor Híbrido de Fusión-Fisión (LIFE).
– Accidentes nucleares. Chernóbil (reactor intrínsecamente inestable desarrollado inicialmente para producir plutonio para bombas nucleares disipando la energía a la atmósfera, pero no apto para producir energía eléctrica).
– Proliferación nuclear. En el enriquecimiento del combustible y en el combustible gastado.

**Cuadro 17.–** *Reservas de uranio a 130 dólares/kilogramo.*

| Países | Toneladas de uranio | Porcentaje |
|---|---|---|
| Australia | 1.243.000 | 23 |
| Kazajistán | 817.300 | 15 |
| Rusia | 545.600 | 10 |
| Canadá | 423.200 | 8 |
| Suráfrica | 435.100 | 8 |
| Estados Unidos | 339.000 | 6 |
| Brasil | 278.400 | 5 |
| Namibia | 275.000 | 5 |
| Níger | 274.000 | 5 |
| Ucrania | 199.500 | 4 |
| Jordania | 111.800 | 2 |
| Uzbekistán | 111.000 | 2 |
| India | 72.900 | 1 |
| China | 67.900 | 1 |
| Otros | 275.100 | 5 |
| *Total* | *5.468.800* | *100* |

*Fuente:* F. Tarin, *Nuclear España,* número 294, marzo de 2009.

**Cuadro 18.–** *Combustible gastado almacenado en las piscinas de cada central nuclear española y el año de saturación de estas piscinas.*

| Centrales | Combustible gastado almacenado (toneladas de uranio) | Volumen de ocupación (porcentaje) | Año previsto de saturación |
|---|---|---|---|
| Santa María de Garoña | 331,30 | 75,58 | 2019 |
| Almaráz I | 555,00 | 73,10 | 2021 |
| Almaráz II | 522,00 | 68,84 | 2022 |
| Ascó I | 471,93 | 87,03 | 2013 |
| Ascó II | 436,91 | 80,40 | 2015 |
| Cofrentes | 593,80 | 64,37 | 2021 |
| Vandellós II | 387,48 | 63,10 | 2020 |
| *Total* | *3.298,42* | | |

*Fuente:* Foro Nuclear.

## Contaminación radiactiva en el entorno de una central nuclear

No produce daños biológicos apreciables. El Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos efectuó un estudio en los entornos de 78 centrales nucleares que estaban en servicio en el año 1982: la tasa de cánceres producidos en su entorno es análoga a la media nacional. La tasa de enfermedades (coronarias, tumorales, etc.) de los trabajadores de las centrales era inferior a la nacional, también debido al chequeo médico periódico.

## Residuos radiactivos

Los elementos combustibles gastados de una central nuclear de potencia operando para producir energía eléctrica contienen un 95% de uranio, un 4% de plutonio y un 1% de residuos radiactivos. Estos elementos se almacenan primeramente en las piscinas de la misma central nuclear con objeto de refrigerarles.

En el cuadro 18 se indica el combustible gastado almacenado en las piscinas de cada central nuclear española y el año de saturación de estas piscinas.

Posteriormente pueden seguirse dos caminos:

1. *Ciclo abierto*. Los elementos combustibles gastados se encapsulan y se almacenan e un Almacén Geológico Profundo (AGP).
2. *Ciclo cerrado*. Los elementos combustibles gastados se someten al reproceso o reelaboración separando el uranio (el 95% del total), el plutonio (el 1%) y los residuos radiactivos (el 4%). Los residuos radiactivos de alta y media actividad se vitrifican y se almacenan en un AGP.

En España, según el Plan General de Residuos Radiactivos (aprobado en junio de 2006), se propone el ciclo abierto, pero almacenándolos en un Almacén Temporal Centralizado (ATC) durante 60 años, a la espera de decisiones futuras. Los residuos de baja actividad se almacenan en El Cabril, figura 17.

Actualmente se encuentran en fase de investigación y desarrollo dos procedimientos para reducir los residuos radiactivos:

**Figura 17.–** *Centro de almacenamiento de residuos de baja y media actividad de El Cabril de ENRESA.*

– *Transmutador.* Cada protón de un acelerador produce por espalación en un blanco de plomo unos 15 neutrones, que transmutan los residuos de alta actividad en residuos de baja actividad o en residuos estables. En el mundo hay unas 3.000 toneladas de residuos de larga vida (el 1% de los de alta actividad) y en España unas 60 toneladas. El transmutador tiene un rendimiento del 99%, por lo que transmutaría estos residuos en 30 y 0,6 toneladas. Comprimiéndolos a alta densidad 10 se reducirían en 3.000 litros en todo el mundo y 60 litros en España.
– *Reactor LIFE.* En un reactor de fusión nuclear por confinamiento inercial, la cápsula de combustible está situada dentro de un recipiente entre cuya doble pared circula el combustible gastado de un reactor de fisión nuclear productor de energía eléctrica. Los neutrones de fusión de muy alta energía (14 megaelectrones voltio) fisionan el U-238, el Pu-239 del combustible gastado y transmutan los residuos de alta actividad en residuos de baja actividad o residuos estables. Es una mezcla de un reactor de fusión nuclear por confinamiento inercial y de un transmutador, en donde los neutrones de alta energía se obtienen de la fusión nuclear del deuterio-tritio, en vez de obtenerlos por bombardeo de protones contra un blanco de plomo. En lugar de emplear el combustible gastado, puede emplearse el uranio empobrecido de las colas de una planta de enriquecimiento de uranio, o el plutonio del desmantelamiento de las armas nucleares.

*Accidentes en centrales nucleares civiles en países democráticos*

Los principales accidentes ocurridos en las centrales nucleares de potencia productoras de energía eléctrica han sido:
– Año 1969. Saint Laurent des Eaux (Francia). Se fundieron cinco elementos combustibles. No hubo escape de radiactividad.
– Año 1970. Dresden (Estados Unidos). Por error se paró la turbina, se produjo un aumento de presión y un escape del edificio de contención. No hubo víctimas.
– Año 1972. Surrey I (Reino Unido). Fuga de vapor de agua, se produjo un muerto por quemaduras.
– Año 1979. Three Mile Island (16 kilómetros Harrisburg) Estados Unidos. Durante una inspección se dejaron cerradas, por olvido, dos válvulas del sistema de refrigeración de emergencia. Debido a las resinas empleadas en el sistema de depuración del condensado, se obturó una

tubería. Al no funcionar correctamente el sistema de refrigeración de emergencia, se produjo un aumento de temperatura y una fuga radiactiva, dando lugar a una dosis radiactiva sobre la natural (2,4 mSv/año) inferior una mSv/año (dosis media recibida al año por una persona por radiografías médicas).

– Año 2007. Kashiwazaki Kariwa NPS. Se produjo un terremoto de fuerza 6,8 a 16 kilómetros de la central nuclear con siete reactores BWR y 8,2 gigavatios eléctricos. Los reactores se pararon sin percances. Se produjo un incendio en el transformador y una fuga del agua de la piscina en donde se enfriaban componentes radiactivos, produciendo una contaminación del orden de la millonésima del límite permitido.

*Accidentes en fábricas del ciclo del combustible nuclear*

En el año 1999. Tokaimura. Un operario de la empresa JCO que operaba esta fábrica, vertió 16 kilogramos de uranio enriquecido en un recipiente inapropiado, alcanzándose la supercriticidad, cuando el límite máximo autorizado era de 2,3 kilogramos.

Esto se hubiese evitado si en la zona de transvase de uranio no hubiesen existido recipientes con una capacidad igual o superior a la masa crítica; si hubiese existido una adecuada inspección del Consejo de Seguridad Nuclear de Japón y de la propia empresa y por último si los operarios de la fábrica hubiesen tenido la calificación y el entrenamiento adecuado.

A las 12 horas sonaron las alarmas, pero se avisó a las autoridades una hora más tarde y a la población cerca de dos horas después del accidente, 49 personas, entre trabajadores de la fábrica y de los pueblos cercanos, sufrieron los efectos de la radiactividad, muriendo dos de ellos. seis altos cargos de la empresa JCO fueron condenados a penas de entre dos y tres años de cárcel.

*Accidente de Chernóbil*

Desde el año 1943 se han ido estudiando, en Estados Unidos y otros países, distintos tipos de futuros reactores nucleares, los cuales deberían cumplir la condición necesaria, pero no suficiente, de ser intrínsecamente seguros, es decir, tener el coeficiente de reactividad por temperatura y huecos negativo, o sea, ser submoderados. Se desecharon, por peligrosos, por ser intrínsecamente inseguros los de grafito-agua ligera (tipo empleado en los reactores de Chernóbil),

debido a que tienen el coeficiente de reactividad por temperatura y huecos en el arranque, positivo (cuando aumenta la temperatura, aumenta el número de fisiones y, por tanto, la energía producida, originando un aumento mayor de temperatura, hasta la fusión del núcleo del reactor). Son reactores sobremoderados. Los restantes tipos de reactores desarrollados en los países democráticos son intrínsecamente seguros, submoderados.

Debido a esto, este tipo de reactores nunca debe emplearse para la producción de energía eléctrica. Ningún consejo de seguridad nuclear autorizaría su construcción. Sin embargo, tienen la ventaja de que son fáciles de construir, baratos y son los óptimos para producir plutonio militar para las bombas atómicas.

Sin embargo, durante la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos construyeron en Handford (estado de Washington) nueve reactores de grafito-agua ligera, cuya energía se disipaba en la atmósfera. Ante el peligro real de que tarde o temprano se produjese un grave accidente nuclear, una vez que obtuvieron el plutonio militar para la mayoría de las 33.000 cabezas nucleares que tenían en el año 1966, fueron todos desmantelados entre los años 1964 y 1987.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) construyó 15 reactores de grafito-agua ligera, con los que obtuvieron el plutonio militar para la mayoría de las 45.000 cabezas nucleares que tenían en el año 1986 siendo desmantelados entre los años 1987 y 1992. Sin embargo, a diferencia de Estados Unidos, y al no tener que someterse a ningún control de seguridad nacional decidieron construir 18 reactores de este tipo para la producción de energía eléctrica, y naturalmente de plutonio militar. Para reducir el riesgo muy probable de un accidente nuclear, emplearon un complejo sistema de seguridad. Construyeron:

– 4 en Chernóbil (Ucrania) (actualmente fuera de servicio).
– 2 en Lituania (pararon uno en el año 2004 y el otro lo harán en el año 2010).
– 12 en la Federación Rusa.

Actualmente la Federación Rusa está introduciendo una serie de mejoras en este tipo de reactores, principalmente reduciendo la submoderación de neutrones, con objeto de obtener un coeficiente de reactividad por temperatura y huecos, a ser posible, ligeramente negativo.

Con objeto de demostrar que era erróneo lo que predecían los físicos e ingenieros nucleares sobre lo peligroso que resultaban los reactores de grafito-agua ligera (tipo RBMK o de Chernóbil), el equipo de operación de la unidad cuatro de Chernóbil decidió efectuar el 26 de abril de1986 un experimento extraordinariamente arriesgado que nunca habría sido autorizado en un país democrático. Posiblemente subyacía obtener la más alta distinción de la URSS (Orden de Lenin), lo que suponía una serie de mejoras sociales: mayor sueldo, una vivienda mayor, acceso a economatos oficiales, etc. Cerraron la entrada de vapor en la turbina para demostrar que la inercia de la turbina en vacío, era suficiente para mover las bombas de refrigeración de emergencia. Para aumentar la potencia extrajeron 162 barras de control (de las 170 que tenían) dejando sólo ocho dentro del reactor, violando las normas de seguridad que exigían que hubiese, un mínimo, de 30 barras de control dentro del reactor.

Sucedió lo que estaba previsto en todos los textos de teoría de reactores. Subió la temperatura y, por tanto, creció el número de fisiones y en consecuencia aumentó la energía producida y de nuevo la temperatura. (Este tipo de reactores tiene el coeficiente de reactividad de temperatura y huecos positivo durante el arranque). El equipo de operación intentó parar el reactor introduciendo las 162 barras de control extraídas, pero debido al aumento de temperatura, se atascaron, no pudiendo parar el reactor. La temperatura subió hasta fundir todos los elementos combustibles. Al arder las 1.700 toneladas de grafito que tenía el reactor, se formó un gigantesco horno, expulsando a la atmósfera isótopos radiactivos que contenía el combustible. Como nos enseñó Eugenio D'Ors:

> «Los experimentos hay que hacerlos con gaseosa.»

El accidente de Chernóbil se produjo en el año 1986 y sólo cinco años más tarde la URSS iba a disolverse como Estado, lo cual explica la situación de inestabilidad que se estaba viviendo. Por otro lado, esta época coincidió con un periodo de guerra fría en el que la propaganda antisoviética se hallaba en pleno vigor. A la propaganda política se le unió la antinuclear, muy activa en la década de los años ochenta. Todo ello llevó a que la cifra de 200.000 muertos cuajase en los medios de comunicación como resultado del accidente. A partir del año 2002 diversas organizaciones internacionales han realizado una serie de investigaciones llevadas a cabo por equipos multidisciplinares en los que han participado

más de un centenar de biólogos, ingenieros, médicos, ecologistas, meteorólogos, economistas y científicos nucleares, con objeto de analizar los efectos producidos en Chernóbil. Entre otros, podríamos destacar los siguientes informes oficiales:

– Chernobil's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobil Forum 2003-05. Second revised edition: IAEA, WHO, UNDP, FAO, UNEP, UN-OCHNA, UNSCEAR, WORLD BANK GROUP. Belarus, The Russian Federation and Ukraine.
– The Human Consequences of the Chernobil Nuclear Accident. A Strategy for Recovery. A Report Commissioned by UNDP and UNICEF with the support of UN-OCHNA and WHO. Chernobil Report-Final-240102. 25 January 2002.
– Chernóbil Assessment of Radiological and health Impacts. 2002 Update of Chernóbil: Ten years on. Nuclear Energy Agency Organization for Economic Co-Operation and Development.
– World Health Organization. Chernobil: The true scale of the accident. 5 September 2005.

El 5 de septiembre de 2005 la Organización de Naciones Unidas (ONU) publicó un amplio y exhaustivo informe realizado por un centenar de médicos, biólogos e ingenieros de ocho organizaciones internacionales, la mayoría reacias a la energía nuclear:

– Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).
– Organización Mundial de la Salud (OMS).
– Programa para el Desarrollo de la ONU (UNDP).
– Programa de Medio Ambiente de la ONU (UNEP).
– Agencia de Asuntos Humanitarios de la ONU (UNOCHA).
– Comité sobre Efectos de la Radiación Atómica de la ONU (UNSCER).
– Organización de la Agricultura y Alimentación (FAO).
– Federación Rusa.
– República de Ucrania.

Aunque las cifras de muertos y de enfermos por la radiactividad no coinciden, puede establecerse el siguiente límite superior:

– Muertes: menos de 100 durante el accidente y desde los años 1986-2005. De los cuales unos 50 fueron bomberos y trabajadores que murieron por quemaduras durante los primeros días del accidente y unos 10, principalmente niños, de cáncer de tiroides (producido por el I-131).

– Enfermos por radiactividad: menos de 5.000, principalmente por cáncer de tiroides (producido por el I-131) que al ser tratados médicamente sobrevivieron estos 20 años. Como el I-131, es emisor beta, y tiene una semivida de ocho días, al cabo de unos meses después del accidente desapareció por desintegración, quedando sólo trazas. Todos los enfermos por cáncer de tiroides recibieron la radiación durante las primeras semanas. Los médicos estiman que un 1% de estos enfermos morirán debido a los efectos secundarios producidos por el tratamiento médico.
– Ligero aumento de casos leves de leucemia, entre bomberos y trabajadores de la central, que han sobrevivido debido al tratamiento médico. No se han observado abortos, ni malformaciones, ni disminución de la fertilidad.
– Se han observado trazas del Cs-137, emisor beta, con semivida de 30 años, en líquenes y hongos de los bosques de Finlandia y Suecia.

Como resumen de lo anterior, se obtiene que el número de muertos debidos al accidente de Chernóbil durante estos 20 años, más el 1% de los 5.000 enfermos por radiactividad, también puede estimarse en menos de 150.

Esta cifra no coincide con la cifra de 200.000 muertos repetidamente utilizada en la propaganda antinuclear y que es un caso típico en el que puede emplearse uno de los principios de Joseph Goebbels:

> «Una mentira repetida suficiente número de veces, vale tanto como la verdad. Cuanto mayor sea la mentira más gente se lo creerá.»

Como comparación con el accidente de Chernóbil, se relacionan dos de los accidentes no nucleares producidos en la misma época:

– El 3 de diciembre de 1984 se produjo el accidente en la fábrica de Bhopal (India) que, aunque a fecha de hoy sigue sin clarificarse el número de víctimas, según el gobierno de Madhya Pradesh se produjeron 3.787 en el momento del accidente. Otras fuentes apuntan a que el número de víctimas es superior.
– En Ortuella (Vizcaya), en el Colegio Público «Marcelino Ugalde», el 23 de octubre de 1980 se produjo una explosión debido a una fuga de propano que causó 52 muertos, de ellos 49 eran niños entre cinco a seis años, dos profesores y la cocinera del colegio.

## Proliferación nuclear producida por las centrales de fisión nuclear

La pregunta es: ¿Con el plutonio obtenido de un reactor nuclear operando para la producción eléctrica se puede construir una bomba atómica que al explosionar produzca unos cuantos kilotones?

En el año 1962 Estados Unidos explosionó un artefacto nuclear empleando el plutonio obtenido de los elementos gastados de un reactor nuclear de potencia eléctrica.

Los datos publicados no ofrecen ninguna fiabilidad, por lo que decidimos desarrollar una serie de códigos de cálculos para calcular la operación de un reactor productor de energía eléctrica y de uno plutonígeno. Los resultados indican que la probabilidad de obtener una bomba atómica que pudiera ser transportada del lugar de fabricación a un objetivo determinado y que la explosionar produjese una energía apreciable, es muy reducida.

La proliferación nuclear se pude producir, principalmente, durante la fase de enriquecimiento para obtener el combustible empleado en un reactor comercial de energía eléctrica.

## Reactores nucleares de las Generaciones III, III+ y IV

Los reactores nucleares de la Generación I fueron los de Shippingport, Dresden, Fermi I, Magnox de grafito-gas, construidos en la década de los años cincuenta y mediados de los años sesenta.

Los de la Generación II fueron los PWR de agua ligera a presión, BWR de agua ligera en ebullición, CANDU de agua pesada, construidos durante las décadas de los años setenta y ochenta. Los reactores nucleares construidos en España fueron del tipo PWR y BWR, excepto el de Vandellós I que fue del tipo Magnox.

Los de la Generación III, llamados también «evolutivos», emplean la tecnología probada de los de la Generación II pero introduciendo numerosos avances, como diseños estandarizados, sistemas de seguridad mejorados, reducción de la probabilidad de fusión del núcleo, mayor quemado del combustible, etc. Todas estas mejoras suponen un menor coste de capital, vida de 60 años, reducción de residuos radiactivos, etc.

**Cuadro 19.–** *Centrales nucleares de las Generación III y III+.*

| Países (diseñadores) | Tipo | Potencia (megavatios eléctricos) | Estado | Características |
|---|---|---|---|---|
| *Evolutivos (III)* | | | | |
| Estados Unidos y Japón (GE, Hitachi y Toshiba) | ABWR | 1.300 | Operación en Japón (1997)<br>Certificado NRC (1997) | Más eficiente<br>Menos residuos<br>Cuatro años en construcción |
| Estados Unidos y Corea (Westinghuse) | System 80+ | 1.300<br>1.400 | Certificado NRC (1997) | Mayor flexibilidad |
| Francia y Alemania (Framatome) | EPR | 1.550<br>1.750 | Diseño completado (1997)<br>Certificación (2005) | Seguridad mejorada<br>Bajo coste combustible |
| Suecia (Westinghuse) | BWR 90+ | 1.500 | En desarrollo | Corta construcción<br>Seguridad mejorada |
| Japón (Westinghuse y Mitsubishi) | APWR | 1.500 | En diseño básico | Seguridad híbrida |
| *Pasivos (III+)* | | | | |
| Estados Unidos (Westinghuse) | AP-600<br>AP-1000 | 600<br>1.100 | Certificado NRC (1997)<br>Certificado NRC (2006) | Tres años en construcción<br>Sesenta años de vida |
| Alemania (Framatome) | SWR-1000 | 1.200 | Diseño (1999) | Alta eficacia combinada<br>Diseño innavador |
| Estados Unidos (GE) | SBWR<br>ESBWR | 640<br>1.550 | | |

**Cuadro 19.–** *(Continuación).*

| Países (diseñadores) | Tipo | Potencia (megavatios eléctricos) | Estado | Características |
|---|---|---|---|---|
| *Inherentemente seguros* | | | | |
| Estados Unidos (Westinghuse y DOE) | IRIS | 330 módulo | Diseño preliminar<br>Precertificación NCR | Seguridad por diseño |
| Estados Unidos (Combustión+RR) | SIR | 320 | En desarrollo | Diseño integrado |
| Suráfrica (Eskom y BNFL) | PBMR | 165 módulo | Prototipo en el año 2014 | Bajo coste modular<br>Turbina de gas<br>Alta eficacia combinada |
| ABB Atom | PIUS | | | |
| Corea | SMART | 330 módulo | | Desalación |
| Rusia | KLT-40S | 40 | Usado en rompehielo | |
| Italia (Ansaldo) | ISIS | 320 | | |
| | | | | |

*Fuente:* C. Ahnert. «La tercera evolución energética», *Monografía* del CESEDEN (pendiente de publicación)

Los reactores nucleares de la Generación III+, se llaman «pasivos», ya que emplean las leyes naturales de la física como convección natural y gravedad, eliminando los motores eléctricos empleados en los sistemas de control de la reactividad y de refrigeración de emergencia.

Por último, los de Generación IV son reactores rápidos o de alta temperatura que pretenden reducir la proliferación nuclear y aumentar la protección física frente a ataques terroristas. Estos reactores probablemente entrarían en servicio hacia el año 2030.

En el cuadro 19, se relacionan los reactores nucleares de las Generaciones III y III+ desarrollados y en fase de desarrollo, llevados a cabo por diferentes empresas.

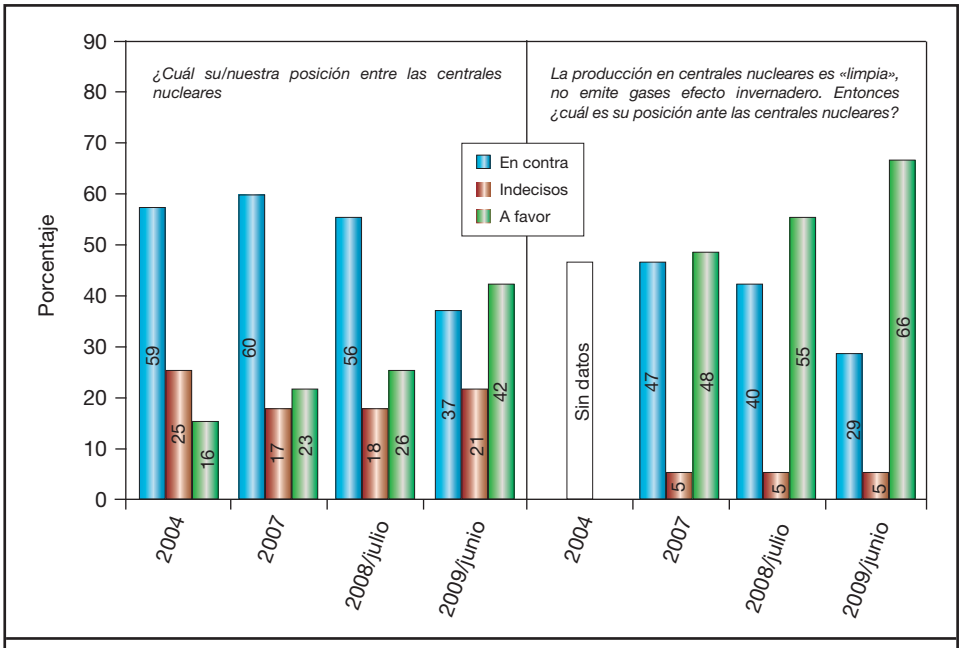
Con objeto de acortan el proceso de puesta en servicio de estas nuevas centrales nucleares, se procederá al Licenciamiento Conjunto de su Construcción y Operación, COL (*Construction and Operating Licence*).

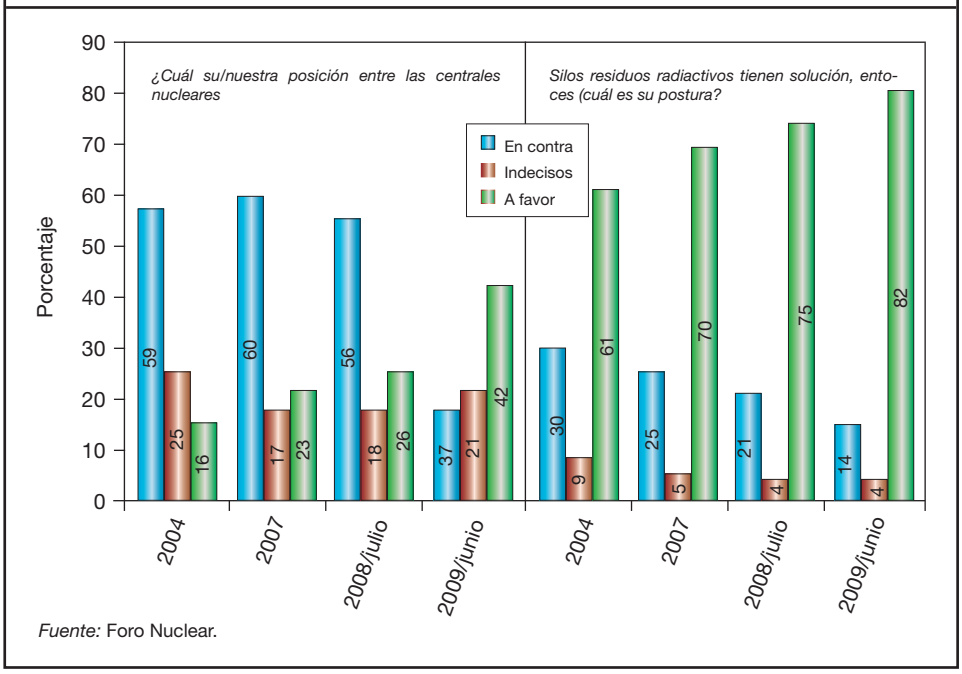
## Opinión pública sobre las centrales nucleares productoras de energía eléctrica

En España existía una corriente política contraria a la energía nuclear. De este modo cualquier accidente que se produjese en el turboalternador de una central de carbón o de gas se omitía por falta de interés, pero si este accidente por mínimo que sea, se produjese en una central nuclear, se informaba públicamente que ha habido un accidente en tal central, sin especificar que ha sido en la parte convencional. Todo ello ha ido creando un pozo de preocupación y a veces de rechazo social hacia este tipo de energía.

Sin embargo, al ir siendo paulatinamente informada la población española, sobre las ventajas e inconvenientes de la energía de fisión nuclear y, principalmente, ante la necesidad de obtener una energía barata, segura y de suministro fiable, la opinión pública española ha ido cambiando en los últimos años, según reflejan las encuestas resumidas en la figura 18.

La opinión pública española favorable a las centrales nucleares ha ido aumentando de un 16% en el año 2004 a un 42% en el año 2009. Pero cuando se dice que estas centrales no emiten, durante su operación, gases de efecto invernadero, la opinión favorable aumenta del 48% en 2004 al 66% en 2009, si además se explica que la eliminación de los residuos radiactivos pueden tener solución, la postura favorable aumenta del 61% en 2004 el 82% en el año 2009.




*Fuente:* Foro Nuclear.

**Figura 18.–** *Posición de los españoles ante la producción de energía eléctrica en centrales nucleares.*

Como colofón a la opinión pública, cabe destacar las declaraciones del ministro de Asuntos Exteriores de Francia, B. Kouchner quien en 2008, dijo:

> «Francia apostó por la energía nuclear. Fue el precio pagado por su independencia, su prosperidad, su libertad… Hoy tenemos un grado de autonomía que beneficia a cada francés. El coste de nuestra electricidad es el más baja del mundo y nuestra economía es una de las más limpias, en términos de emisión de $CO_2$.»

Presidente de Estados Unidos, Barack Obama quien en 2010 dijo:

> «La construcción de nuevas centrales nucleares creará empleo estable, relanzará la fabricación de bienes de equipo, ayudará a reactivar la economía y permitirá el desarrollo tecnológico del país.»

En el cuadro 20, se expone la encuesta del año 2004 en España sobre la opinión de las diversas fuentes de energía. Se obtuvo que la mayoría creía que las energías eólicas y solar eran las más baratas y la que deberíamos usar en el futuro:

> «Nunca tantos se han equivocado tanto.»

**Cuadro 20.–** *Encuesta en España sobre las diferentes fuentes energéticas, en porcentaje.*

| Conceptos | Carbón | Petróleo | Gas | Hidráulica | Nuclear | Solar | Eólica | Biomasa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| La que más electricidad da | 6,1 | 18,3 | 11,2 | 34,4 | 15,5 | *41,9* | *25,5* | 3,7 |
| La más fácil de aprovechar | 8,1 | 12,5 | 9,1 | 31,3 | 6,1 | 48,6 | 36,1 | 3,9 |
| La que más riesgos tiene para la salud | 21,1 | 38,5 | 15,9 | 1,3 | 79,6 | 1,0 | 0,9 | 1,8 |
| La que más contamina | 33,3 | 61,2 | 13 | 1,0 | 54,7 | 0,1 | 0,3 | 2,1 |
| La que exige mayor tecnología | 3,7 | 11,3 | 5,1 | 11,4 | 60,6 | 24,1 | 12,9 | 4,2 |
| La más barata | 8,9 | 5,3 | 6,5 | 22,4 | *6,8* | *56,3* | *44,9* | 3,5 |
| La más adecuada para los países desarrollados | 4,1 | 19,1 | 9,6 | 18,9 | 23,7 | 33,3 | 23,1 | 2,5 |
| La energía que deberíamos usar en el futuro | 2,8 | 9,1 | 7,3 | 14,9 | 14 | *56,3* | *40,7* | 4,4 |

*Fuente:* Imagen de la Energía Nuclear en el año 2004, Pisos-Foro Nuclear, julio de 2005.

## Energía de fusión nuclear

La fusión nuclear es un proceso opuesto a la fisión nuclear. Ésta se produce al bombardear con neutrones los elementos más allá del hierro en el sistema periódico, preferentemente el uranio y el plutonio, produciendo más neutrones que pueden mantener la fisión autosostenida, pero produciendo, también, residuos radiactivos. La fusión nuclear es la energía originada en las estrellas y, en particular en el Sol, y que pretendemos desarrollar en la Tierra; se produce en los elementos del hidrógeno al hierro, preferentemente en los isótopos del hidrógeno: deuterio y tritio. El deuterio se encuentra en el agua y el tritio, aunque no existe en la Tierra, se obtiene en el mismo reactor de fusión nuclear al bombardear el Li-6, empleado como refrigerante, con los neutrones producidos en la fusión nuclear. Como en todo proceso tecnológico, la fusión nuclear tiene una serie de ventajas e inconvenientes que es necesario analizar.

*Ventajas*

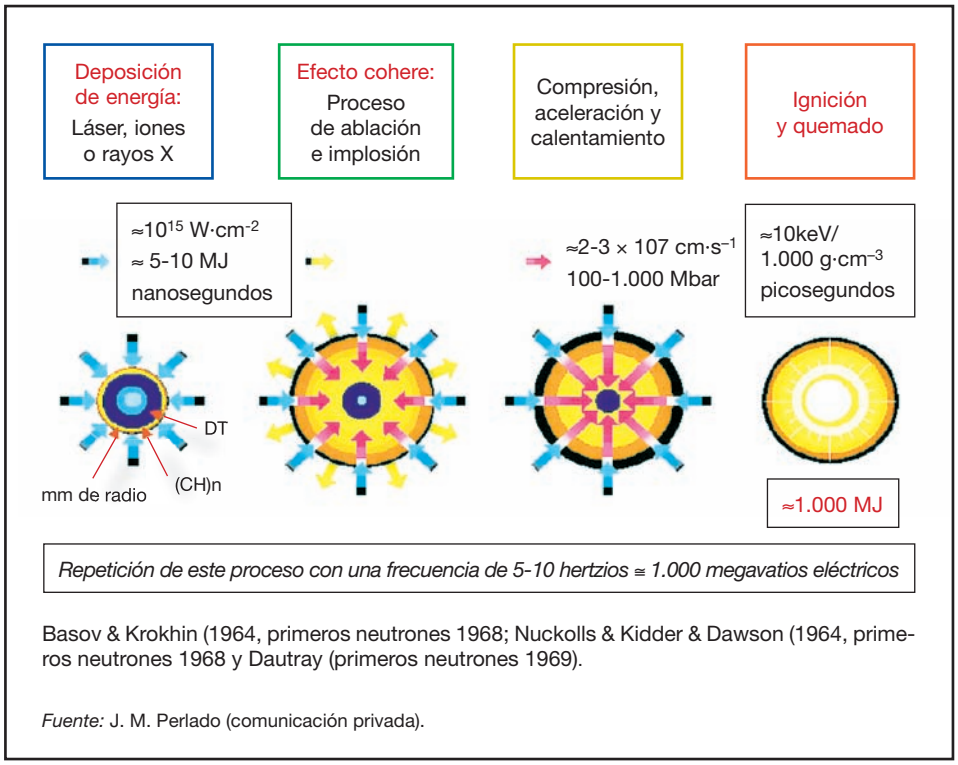
Las principales ventajas de la fusión nuclear, son:

- La energía producida en la fusión del deuterio, contenido en un litro de agua (34 miligramos de deuterio por litro de agua, es equivalente a la energía obtenida en la combustión de 340 litros de gasolina.
- El deuterio contenido en el agua es suficiente para abastecer a la humanidad durante un tiempo superior al transcurrido desde la formación de la Tierra hasta nuestros días, o bien, durante un tiempo superior a la vida esperada en la Tierra, unos 4.500 millones de años.
- El deuterio está al alcance de todos los países, evitando el chantaje energético a que estamos sometidos con los combustibles fósiles.

*Inconvenientes*

Los principales problemas que hay que resolver en la fusión nuclear, son:

- Para que la energía producida compense a la consumida, es necesario calentar el medio con deuterio y tritio a temperaturas superiores a los 50 millones de grados, típicamente unos 100 millones de grados. A estas temperaturas el medio no es sólido, ni líquido, ni gaseoso, es un plasma, en donde los electrones de los átomos están separados de los núcleos atómicos. Si en vez de los isótopos del hidrógeno se




Basov & Krokhin (1964, primeros neutrones 1968; Nuckolls & Kidder & Dawson (1964, primeros neutrones 1968 y Dautray (primeros neutrones 1969).

*Fuente:* J. M. Perlado (comunicación privada).

**Figura 19.–** *Fases de la fusión por confinamiento inercial.*

emplease el oxígeno habría que calentar el plasma a 5.000 millones de grados.

– Por término medio, en cada millón de colisiones del deuterio con el tritio se produce una sola fusión, luego el plasma debe estar confinado para que el deuterio y el tritio tengan opción de chocar más veces, producir fusiones y por tanto energia.

Este confinamiento puede llevarse a cabo por tres métodos distintos: por confinamiento gravitacional empleando la fuerza de la gravedad (caso de las estrellas), por confinamiento inercial empleando ondas de presión o magnético empleando campos magnéticos, figura 19.

*Confinamiento gravitacional*

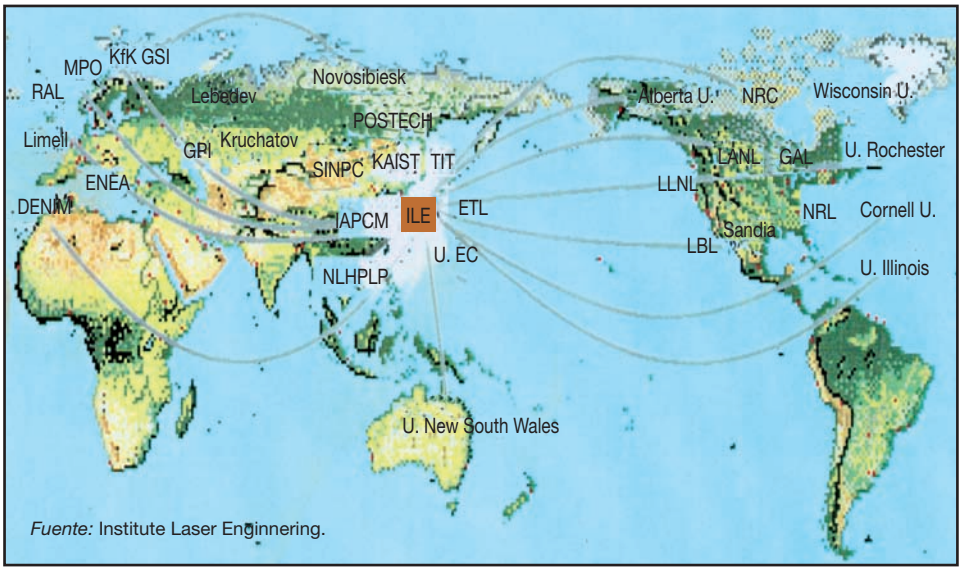
Las estrellas y, en particular, el Sol, están formadas inicialmente por una bola de hidrógeno que, por efecto de la fuerza de la gravedad, se

han comprimido y calentado hasta alcanzar la temperatura de fusión. La energía solar es la emitida por el reactor nuclear Sol y, por tanto, la energía solar es técnicamente la energía de fusión nuclear por confinamiento gravitacional, aunque habitualmente se la suele incluir dentro de las energías renovables.

*Confinamiento inercial*

Al incidir los fotones de un láser o haces de iones lo más uniformemente sobre la superficie de una microbola, de un miligramo de deuterio-tritio, se origina un proceso de ablación el cual genera una onda de presión de unos 1.000 millones de atmósferas que comprime la microbola calentándola a la temperatura de fusión, según se describe en la figura 19, Se producen temperaturas y presiones que no se dan en el Sistema Solar, son las que se producen en una supernova.

La energía requerida del láser es de unos 10 megajulios. Con objeto de reducir esta energía se emplean diversas configuraciones, entre ellas, el empleo del efecto *Ulam-Teller* aplicado a las bombas temonucleares. En la figura 20, se indican los principales centros de investigación en el mundo, de la fusión nuclear por confinamiento inercial. Entre ellos se encuentra el Instituto de Fusión Nuclear (DENIM).




*Fuente:* Institute Laser Enginnering.

**Figura 20.–** *Principales centros de investigación en el mundo.*

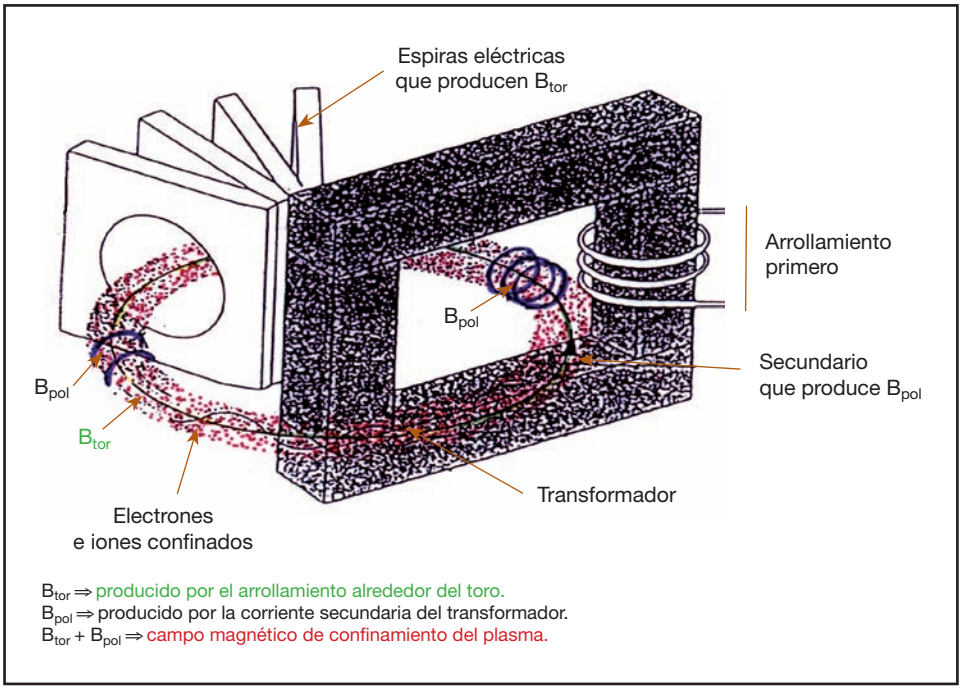



**Figura 21.–** *TOKAMK* (Torodalnaya Kamera Magnitnaya), *URSS finales de los años cincuenta.*

*Confinamiento magnético*

Se origina por la composición de dos campos magnéticos, figura 21, el toroidal, producido por el arrollamiento eléctrico alrededor de un toro, que a su vez constituye la única espira de un transformador, y el poloidal, producido por la corriente secundaria del trasformador. En España, el CIEMAT, antiguamente la JEN, es el Centro en donde se desarrollan estas investigaciones de fusión.

## Reactores experimentales de fusión nuclear

El 29 de mayo de 2009 se inauguró en el Laboratorio Nacional de Lawrence en Livermore (Estados Unidos) el reactor experimental de fusión nuclear por confinamiento inercial NIF *(National Ignition Facility)* en donde se instalará el LIFE para la transmutación de residuos radiactivos y, probablemente, dentro de dos a cuatro años se inaugurará el LMJ *(Laser Mega Joule),* cerca de Burdeos (Francia). Con estos reactores experi-

mentales se espera conseguir la fusión nuclear con ganancia apreciable de energía. En la figura 22 se observa la construcción del NIF, y en la figura 23, p. 152, la fotografía del NIF ya terminado.

Si los resultados obtenidos fuesen los proyectados, en la década de los años 30 se construiría un reactor demostrador de potencia y, si los resultados siguen siendo aceptables, para mediados de siglo se iniciaría la construcción de un reactor de fusión nuclear productor de energía eléctrica. Sin embargo, la experiencia nos dice que en los procesos de I+D no siempre sale todo bien, con lo que la construcción de este reactor podría retrasarse durante la segunda mitad de este siglo.

En el campo de la fusión nuclear por confinamiento magnético, un consorcio internacional, en el cual participa España, va a construir el reactor experimental ITER *(International Termonuclear Experimental Reactor)* en Cadarache (Francia) el cual entrará en operación a finales de esta década o principios de la próxima, con lo cual se espera también obtener la fusión nuclear con ganancia de energía. En la figura 24, p. 153, se representan una maqueta del ITER. Otros experimentos de fusión nuclear en los que participa el DENIM.

**Figura 22.–** *Láser de Nd cristal con energía de 1,8 megajulios en 3 vatios (= 0, 35 micras) con 192 haces y que dará una ganancia energética de 30 como máximo (E por fusión/E de iluminación del blanco por láser).*

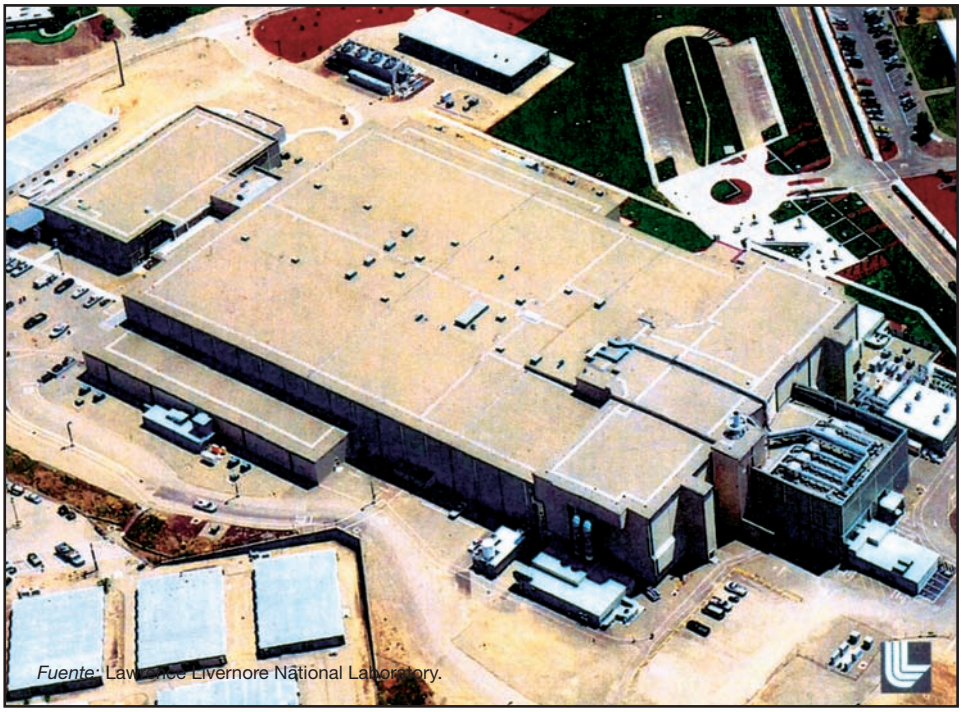



**Figura 23.–** *Fotografía del NIF ya terminado.*

*HIPER*

Es un proyecto europeo, dentro del Programa de Diseño de Grandes Infraestructuras (ESFRI), cuyo objetivo es el diseño de una instalación para la obtención de energía mediante la fusión inercial por láser usando la aproximación de ignición rápida.

*ELI*

Es un proyecto europeo, también dentro del ESFRI, para el diseño de una instalación con un láser de una potencia de unos exavatios (de muy alta intensidad) capaz de lograr estados de la materia hasta ahora no alcanzados.

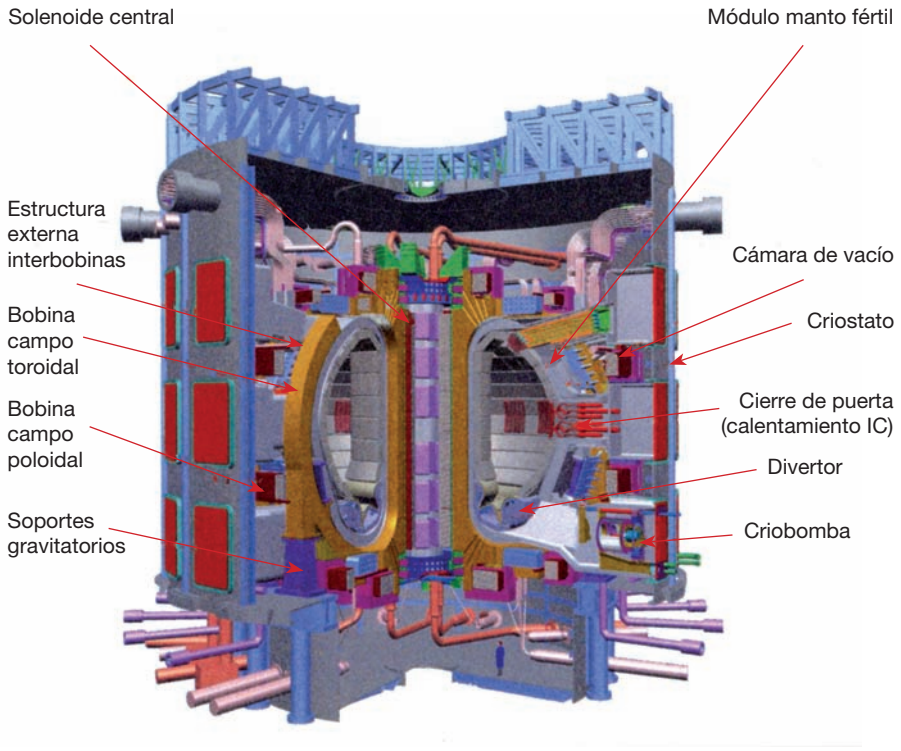
*TECHNOFUSION*

Es una instalación española realizada entre el Gobierno y la Comunidad de Madrid a través del CIEMAT y del DENIM de la Universidad Poli-

técnica de Madrid. Son instalaciones para la fabricación de materiales avanzados, el estudio de la irradiación, de los efectos plasma-pared, robótica, tecnología de metales líquidos, técnicas de caracterización de materiales sin y con irradiación a escala atomística, micro, meso y macroscópica.

*GETMAT*

Son proyectos europeos integrados en el área de materiales bajo irradiación y de transmutación de residuos radiactivos mediante el sistema de generación de reacciones de espalación con protones acelerados a un gigaelectrón voltio.




*Fuente:* J. M. Perlado (comunicación privada).

**Figura 24.–** *Esquema del dispositivo ITER.*

caciones, etc.). En la figura 4 se da la potencia por habitante de Europa, resaltando que España tiene la máxima potencia instalada por habitante análogamente a como sucede en el caso de la energía eólica.

*DENIM*

Es uno de los pocos Institutos de Investigación de la Comunidad de Madrid, fundado en el año 1981 y asociado a la Universidad Politécnica de Madrid. Está formado con personal de pleno derecho de tres Universidades: la Politécnica de Madrid, la Nacional de Educación a Distancia y la de Las Palmas de Gran Canaria.

Colaboran con el DENIM las Universidades Politécnica de Cataluña y la de Alicante, la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial y los centros internacionales de: Lawrence Livermore National Laboratory (Estados Unidos), Rutherford Appleton Laboratory (Reino Unido) Commissariat a l'Energie Atomique (Francia), Laboratoire pour l,Utilisation des Lasers Intenses (Francia), Ecole Polytechnique (Francia), Institute Laser Engineering, Osaka University (Japón), ITER Cadarache (Francia), Universities of Reno, Berkeley y Wisconsin (Estados Unidos), FZK Karlsruhe (Alemania), University of Thrace (Grecia), Lebedev Physical Institute (Rusia), etc.

**Experimentos realizados de fusión nuclear**

La viabilidad de la fusión nuclear se basa en los trabajos teóricos y experimentales y en los resultados obtenidos. Con el NIF y el ITER se obtendría la confirmación de la fusión nuclear.

El experimento que demostró la fusión nuclear por confinamiento inercial con ganancia de energía se realizó en el año 1987 es el experimento Centurión Halite, empleando la energía de un haz de rayos X de 100 megajulios y obteniendo una energía de fusión de 10.000 megajulios, con una ganancia de 100. Se efectuó una explosión nuclear subterránea de 100 kilotones para realizar diversos experimentos de física atómica, nuclear y de biología. En uno de estos experimentos se obtuvo un intenso haz de rayos X que al enfocarlo sobre una microbola de deuterio y tritio, se produjo la fusión nuclear, con lo que se demuestra que la fusión nuclear por confinamiento inercial es físicamente posible. El problema radica ahora en obtener un láser o un acelerador de partículas de energía suficiente, de pocos megajulios, capaz de conseguir una ganancia de más de 100.

Se espera que con el NIF, actualmente en operación, se pueda obtener una ganancia apreciable de energía que inicie el camino a un reactor –demostrador de potencia–, paso previo para construir un reactor comercial de fusión nuclear productor de energía eléctrica.

**Bibliografia**


Díaz Fernández, J. K.; Romero, A.; Caro, R.; Martín, M.; Velarde, J.; Ahnert, C.; Perlado, J. M.; Manso, R.; Mínguez, E.; Velarde, G. y Carpintero Santamaría, N.: «La energía y su relación con la Seguridad y la Defensa», *Monografía* del CESEDEN, número 98, Madrid, 2007.

*Energy Technology Perspectives 2008,* International Energy Agency, 2008.

Foro Nuclear: *La energía en el Mundo y en España,* 2009.

Velarde, G. y Carpintero Santamaría, N.: «Key Aspects on the Non-proliferation Measures», *Springe,* Countering Nuclear and Radiological Terrorism.

Velarde, G.: *Energía de fisión y fusión nuclear en cambios climáticos y retos energéticos,* Instituto de España, 2008.

Velarde, G.; Díaz González, J. L.; Carpintero Santamaría, N.; Cervera, J.; Ahnert, C.; Caro, R.; Mínguez, E. y Velarde, J.: «La crisis energética y su repercusión en la Economía, Seguridad y Defensa», *Documentos de Seguridad y Defensa,* número 18, del CESEDEN, Madrid, 2008.

# CAPÍTULO CUARTO

# CONSIDERACIONES QUE AFECTAN A LA SEGURIDAD NACIONAL

# CONSIDERACIONES QUE AFECTAN A LA SEGURIDAD NACIONAL

Por Natividad Carpintero Santamaría*

## Introducción

La estrategia para seguridad de la Unión Europea adoptada en el año 2003 identificaba como amenazas claves para la seguridad las siguientes:

– Terrorismo.
– Proliferacion de armas de destrucción masiva.
– Conflictos regionales.
– «Estados fallidos».
– Delincuencia organizada.

---

* Doctora *cum laude* con premio extraordinario por la Universidad Complutense de Madrid y en el año 1991 recibió el *Premio Alfonso XIII* de Investigación de Historia de la Ciencia Aplicada concedido por la Real Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Es profesora titular de la Universidad Complutense de Madrid; secretaria general del Instituto de Fusión Nuclear; diplomada en Altos Estudios de la Defensa (CESEDEN); colaboradora del Centro de Guerra Aérea y del CESEDEN y académica correspondiente de la *European Academy of Sciences.* Ha impartido conferencias en Iberoamérica, Estados Unidos, Oriente Medio y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviética (URSS). Es autora del libro: *La Bomba Atómica: El factor humano durante la Segunda Guerra Mundial* (Díaz de Santos, 2007) sobre los proyectos nucleares de Alemania, Estados Unidos el Reino Unido y la URSS y la cuestión acerca del índice de probabilidad que hubo de un conflicto nuclear durante la guerra fría.

Estas cinco amenazas pueden entenderse mejor desde una evolución de los acontecimientos derivados del final de la guerra fría que van a crear una nueva situación que afectará profundamente al contexto de la seguridad global.

El hecho más importante a destacar, sin embargo, es que todas ellas suponen un factor adicional o indirecto que afecta a la práctica del terrorismo.

Los «Estados fallidos» no son nuevos en el contexto histórico, pero su problemática y las cuestiones que se desprenden de la misma para la seguridad internacional sufrieron un profundo cambio a partir de la década de los años noventa. La guerra fría había establecido sobre estas naciones un *status quo* por el que los bloques intentaban no interferir en las políticas internas de aquellos países que se consideraban bajo la influencia de uno o de otro, de tal modo que podría hablarse de un estado de contención de conflictos que se mantuvo vigente hasta la disolución de la Unión Soviética. No obstante, el final de este periodo originó un deterioro generalizado que se fue acentuando gradualmente con el resurgimiento de problemas crónicos, entre los que se incluyen rivalidades étnicas y políticas de gran envergadura.

El Banco Mundial los denomina Países de Bajo Ingreso en Dificultades (LICUS) y son una de las causas de inestabilidad global más importantes. Dos de cada tres viven conflictos internos y según el presidente Zoellick:

> «Mil millones de personas viven en países donde el Estado se está rompiendo o está siendo superado por conflictos», representando «el desafío para el desarrollo más duro de nuestra era» (1).

Según el grupo de análisis *Foreign Policy*, dos tercios de estas naciones se encuentran en África y fuentes de la Institución Brookings y el Centro para el Desarrollo Global en Washington (Estados Unidos) estiman que son 52 los países que pueden considerarse bajo esta denominación, constituyendo aproximadamente el 17% de la población mundial (2).

Por otro lado y a pesar de ser un objetivo permanente de ayuda por parte de los principales organismos internacionales, la problemática interna de algunos Estados LICUS impide la materialización de un desarrollo sostenible que no termina de arrancar a pesar de los esfuerzos. Entre ellos, ca-

---

(1) *Fragile Status:* «Toughest Development Challenge of Our Era», en: *http://web.worldbank.org* (acceso 14 de septiembre de 2009).

(2) Ryan, M.: «States of failure», *Bulletin of Atomic Scientists*, pp. 51-57, May/June, 2007.

bría destacar el programa de los Fondos Pos-Conflicto (PCF), iniciado en el año 1997 y orientado a la potenciación de las economías en territorios que han sufrido un conflicto y se encuentran en vías de recuperación.

Más recientemente, en el año 2004, el Banco Mundial lanzó un Programa de Fondos Fiduciarios, LICUS *(Trust Fund)* con objetivos similares de contribuir a la estabilización de poblaciones afectadas por la guerra (3).

El denominador común de los «Estados fallidos» son una serie de rasgos tales como padecer conflictos internos, tener fronteras porosas y sistemas de seguridad insuficientes, una gran pobreza por parte de la población y, en algunos casos, niveles de corrupción que conducen directamente a la deslegitimación del Estado, haciéndole presa de organizaciones delictivas que, aprovechando la falta de controles rigurosos, utilizan alguno de ellos para tráficos ilícitos o el establecimiento de campos de entrenamiento para grupos terroristas. Según el enviado de Naciones Unidas, Said Djinnit, director de la Oficina de Naciones Unidas para África Occidental, grupos de delincuentes:

> «Están infiltrándose en las instituciones del Estado, alimentando la corrupción y desestabilizando el tejido social y político de las naciones» (4).

El problema de la corrupción ha venido siendo denunciado por los organismos responsables que han creado al respecto diversos observatorios internacionales y, tanto el Fondo Monetario Internacional como el Banco Mundial, han exigido para llevar a cabo sus ayudas que se den las condiciones necesarias que aseguren el buen fin de las mismas a partir de prácticas gubernamentales correctas, insistiendo especialmente en los países que configuran el Países Pobres Altamente Endeudados (HIPC) (5).

Según un informe del Departamento de Estado norteamericano que abarca los años 2003-2005, la mayoría de las organizaciones terroristas utilizan «Estados fallidos» como bases primarias de operaciones.

Al Qaeda construyó campos de entrenamiento, negocios, bases operacionales y de reclutamiento de miembros en Afganistán y Somalia. En

---

(3) *The World Bank.* Fragile and Conflict Affected Countries. Post-Conflict Fund and LICUS *Trust Fund,* en: *http//web.worldbank.org* (acceso 21 de septiembre de 2009).

(4) *Food crisis, corruption could reverse progress,* in West Africa, says UN envoy, UN News Service, en: *www.un.org/appsnews/printnews.asp?nid-29620*

(5) *Global Corruption. East Africa*, p. 245, Andrew Mwenda, 2002, en: *http://unpan1.un.org* (acceso 23 de septiembre de 2009).

Yemen y Kenia preparó los atentados contra las embajadas norteamericanas en Nairobi y en Dar es Salaam y contra el acorazado *Cole*. En el año 1998, Al Qaeda participaba, junto a otras organizaciones, en el contrabando de diamantes, oro y tanzanita que se realizaba en la República Democrática del Congo (6).

**Las armas de destrucción masiva**

En lo relativo a las armas de destrucción masiva, o más técnicamente, armas Nucleares, Biológicas y Químicas (NBQ) hay que decir que durante el periodo que abarcó la guerra fría, y especialmente desde principio de los años sesenta, han estado sometidas a una serie de acuerdos internacionales que, si bien no siempre han garantizado su cumplimiento, sí servían de catalizador de la defensa colectiva, cuadro 1.

En lo que respecta a las armas nucleares, la política de contención y de disuasión llevada a cabo por las potencias norteamericana y soviética, a las que se unía el factor represalia, conformó un periodo de paz internacional bajo la sombra de la política de Destrucción Mutua Asegurada (DMA). Esta DMA se puso especialmente de manifiesto durante la crisis de los misiles de Cuba en el año 1962. Aquellos complicados días que pudieron haber desembocado en una guerra nuclear, pusieron de manifiesto el alto poder de disuasión de las bombas atómicas. Hoy sabemos que, en el caso de haber estallado una guerra nuclear, el país que hubiese atacado primero habría sido masivamente destruido (7).

Esta conclusión se deriva del informe que en el año 1966, el capitán general don Agustín Muñoz Grandes, vicepresidente del Gobierno, encargó a los por entonces comandantes don Alfonso Armada y don Guillermo Velarde, con objeto de analizar la evaluación de un ataque nuclear a la base norteamericana de Torrejón de Ardoz en Madrid:

> «El informe estudio preliminar de los efectos producidos en la explosión de una bomba termonuclear de 20 megatones en Torrejón de Ardoz, fue completado en el año 1977 con el análisis titulado: *Evaluación de las probabilidades de una guerra nuclear entre Estados Unidos y la Unión Soviética. Consideraciones en el caso de España.*»

(6) Kochan, N.:*The Washing Machine*, Mason, OH: Thomson, 2005.

(7) Velarde, G.: *Evaluación de las probabilidades de una guerra nuclear entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. Consideraciones sobre el caso de España,* CESEDEN, Madrid.

**Cuadro 1.–** *Un cambio en el modelo de seguridad de las armas NBQ, tras el fin de la guerra fría*.*

| Armas NBQ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Periodo** | **Actores** | **Modelo de seguridad** | **Valoración del riesgo** | **Estatus de seguridad** |
| Guerra fría 1948-1991 | Estatales. | Control en Armas NBQ: Tratado de No-Proliferación de Armas Nucleares (1968). Convención Biológica de Armas (1972). Convención Química de Armas (1993). | Política de DMA: Contención-disuasión nuclear. Represalia. | Control estratégico global. |
| Posguerra fría 1991- | No estatales: Organizaciones delictivas. Grupos terroristas. Grupos de culto fanáticos. Otros. | Intentos incontrolados de adquisición: Contrabando. Robo. Mercado negro. | Dispersión de la amenaza. | Nuevo estatus en proliferación. |

* Adaptado de Guillermo Velarde Pinacho y Natividad Carpintero Santamaría, Cambridge Scholars Publishing, 2010.

*Fuente:* Velarde Pinacho, G. y Carpintero Santamaría, N.: «Global Terrorism: An Assessment of Biological, Chemical and Nuclear Threat», in Antonius, D.; Brown, A. D.; Walters, T. K.; Martín Ramírez, J. and Sinclair, S. J. (eds.): *Interdisciplinary Analyses of Terrorism and Political Aggression,* Cambridge Scholars Publishing.

Este análisis, basado en un riguroso estudio utilizando modelos físicos y matemáticos y los parámetros disponibles en aquel momento, llegaba a la conclusión de que la probabilidad de que hubiese estallado una guerra nuclear dependía de la resistencia de los silos; la localización en tiempo real de los transportadores de misiles con base móvil (submarinos, bombarderos y misiles crucero) y de las actuaciones y características de los misiles y de sus cabezas portadoras.

En la actualidad se están haciendo diversos esfuerzos para incrementar el régimen de no proliferación. La firma de un nuevo Tratado START el 8 de abril de 2010 entre Estados Unidos y la Federación Rusa es un paso muy importante de cara a la reducción gradual de sus cabezas nucleares y la posterior limitación de los ICBM *(Intercontinental Ballistic Missile)* y SLBM *(Satellite Launched Ballistic)*.

En la Cumbre de Washington de abril de 2010, la secretaria de Estado, Hillary Clinton y el ministro de Asuntos Exteriores de Rusia, Sergey Lavrov, firmaron el *Plutonium Disposition Protocol*. Ello implica el compromiso de ambos países para deshacerse de no menos de 34 toneladas métricas de plutonio militar. Asimismo y durante esta Cumbre, se tomaron otras iniciativas enfocadas a la reducción del riesgo de proliferación nuclear. Entre ellas, el compromiso de algunos países de devolver el uranio militar de que dispusiesen o renunciar a una potencial fabricación de armas nucleares (8).

Con respecto a las armas químicas, según los términos de la Organización para la Prohibición de Armas Químicas (OPCW), 71.315 toneladas de armas químicas deben ser destruidas para el año 2012. Según informa la OPCW, a fecha del año 2008 se habían destruido 43 instalaciones dedicadas a la producción de agentes químicos y 19 de ellas se habían reconvertido en centros para fines pacíficos (9).

Sin embargo, el periodo que se abrió al terminar la guerra fría supuso el surgimiento de poderosos actores no estatales entre los que habría que incluir organizaciones delictivas, grupos terroristas transnacionales, grupos de culto fanáticos, etc., que van a protagonizar diversos casos de intento de adquisición de agentes o materiales para armas no convencionales, NBQ, bien a través del contrabando, el robo o la fabricación propia.

No cabe la menor duda que, de entre las cinco amenazas a la seguridad establecidas por la Unión Europea y mencionadas anteriormente, el terrorismo es la más preocupante de todas. Esta preocupación viene dada fundamentalmente por la evolución y globalización que ha experimentado la práctica terrorista desde sus actuaciones en los peores momentos de los años setenta, ochenta y noventa, hasta el devastador ataque a las Torres Gemelas el 11 de septiembre de 2001 (11-S).

---

(8) *Signing of the Plutonium Disposition Protocol,* 2010.

(9) *Organization for the Prohibition of Chemical Weapons OPCW:* en: *www.opcw.org* (acceso 12 de abril de 2008).

**Cuadro 2.–** *Distintos parámetros a considerar en un ataque terrorista con armas NBQ*.*

| Categorizacion de la amenaza terrorista con armas de destruccion masiva | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de ataque** | **Daño cualitativo y cuantitativo de carácter estratégico** | **Prevención, detección y respuesta Mitigación de efectos** | **Seguridad** |
| Químico<br>Biológico<br>Agroterrorismo<br>Radiológico<br>Nuclear | Numerosos muertos y heridos.<br>Psicosocial: miedo y pánico masivo.<br>Efectos postraumáticos.<br>Económico: altos costes de descontaminación. | Interdisciplinaridad.<br>Multidisciplinaridad.<br>Investigación científica.<br>Nuevas tecnologías. | Acuerdos internacionales conjuntos.<br>Programas multidisciplinares e interdisciplinares. |
| **Objetivos** | | | |
| – Desestabilización social y política.<br>– Repercusión mediática. | | | |

* Adaptado de Guillermo Velarde Pinacho y Natividad Carpintero Santamaría, Cambridge Scholars Publishing, 2010.

## Terrorismo estratégico y armas de destrucción masiva

Los atentados del 11-S en Estados Unidos inauguraron un terrorismo de carácter estratégico muy diferente del terrorismo táctico de épocas anteriores. Este terrorismo estratégico, caracterizado por un terror gráfico sin precedentes, tiene distintos objetivos. El primero de ellos, la intención de causar un alto número de muertos y heridos. Otro objetivo sería el impacto psicosocial que vendría acompañado de miedo y pánico masivo y, por último, causar daños económicos de gran envergadura, cuadro 2.

En el año 2004, el presidente del Consejo de Consultas, Mando y Control de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), Marshall Billingslea dijo:

> «Los documentos de Al Qaeda capturados en Afganistán y diversas informaciones recogidas por varios países de la OTAN apuntan hacia una capacidad rudimentaria pero creciente por parte de los terroristas para el uso de armas de destrucción masiva en actuaciones futuras. Se han encontrado pruebas de un programa de

ensayos con compuestos de cianuro y del desarrollo de procedimientos básicos para la producción de gas mostaza, gas sarín y agente nervioso VX. En Europa se han conseguido desarticular varios ataques a pequeña escala con toxinas por parte de grupos vinculados a Al Qaeda, y se ha generado una cierta preocupación por el interés de los terroristas de llevar a cabo un ataque mediante la difusión de agentes radiológicos en Norteamérica» (10).

La posibilidad de que determinados grupos terroristas pudiesen utilizar en el futuro armas de destrucción masiva en un atentado es, desgraciadamente, un hecho que no puede descartarse y sería un error caer en las dos posturas extremas que pueden darse con respecto a esta percepción. La postura del alarmismo permanente y la postura de que este hecho es imposible.

Varios analistas coinciden en que romper el *status quo* de los atentados con armas convencionales y proceder a utilizar agentes considerados como de destrucción masiva, supondría para el grupo terrorista que así lo hiciese un rechazo irreversible por parte de aquellos grupos sociales que consideran sus acciones como legítimas, lo que situaría a ese grupo terrorista en un punto sin retorno dentro de sus actividades. No obstante, y teniendo en cuenta la existencia de esta amenaza, es conveniente que se analicen los tres tipos de terrorismo que podría producirse con agentes químicos, biológicos o materiales radiactivos.

## Terrorismo nuclear

Del mismo modo que el terrorismo químico y biológico puede ser considerado como una aplicación perversa de la química y de la biología, el terrorismo nuclear puede ser considerado como una aplicación perversa de la energía nuclear.

El concepto de terrorismo nuclear abarca tres tipos de ataques (11) cuadro 3:

---

(10) Billinslea, M.: «La tecnología en la lucha antiterrorista», *Revista de la OTAN*, otoño de 2004, en: *www.nato.org*

(11) Velarde, G.: «Nuclear Terrorism: An Overview», Prevention, Detection and Response to Nuclear and Radiological Threats, edited by Apikyan, S.; Diamond, D. and R. Way, Springer: *NATO Science for Peace and Security Series-B: Physics and Biophysics,* pp. 11-17, 2006.

**Cuadro 3.–** *Riesgo nuclear asociado a un ataque terrorista*.*

| Tipo de ataque | | Probabilidad de ataque | Daño biológico producido |
|---|---|---|---|
| Bombas sucias | | Alta | Pequeño |
| Dispositivos nucleares improvisados | Uranio | Baja | Elevado |
| | Plutonio | Muy baja | Elevado |

* Adaptado de Guillermo Velarde Pinacho y Natividad Carpintero Santamaría, Cambridge Scholars Publishing, 2010.

1. *Dispositivos nucleares improvisados*, comúnmente llamados «bombas atómicas rudimentarias». Son bombas de fisión nuclear que, debido a un proyecto deficiente y a un reducido control de sus componentes, producen al explosionar una energía del orden de la centésima a la décima de kilotón.

   Existen dos métodos para explosionar una bomba atómica: el de proyectil y el de implosión. El primero utiliza sólo uranio enriquecido, el segundo, puede utilizar uranio o plutonio. De estos dos métodos, el de proyectil sería el supuestamente preferido por grupos terroristas, dada la relativa accesibilidad que plantea para grupos que tengan alguna capacidad técnica, siempre que dispongan de más de 20 kilogramos de uranio enriquecido al 94% o más de 35 kilogramos de uranio enriquecido al 50%.

   Una vez que se obtuviese el uranio enriquecido, los restantes componentes de la bomba podrían ser introducidos en el país que fuese a través de puertos, aeropuertos, rutas terrestres o marítimas, utilizándose las rutas clandestinas del tráfico de drogas. El montaje de la bomba por este método de proyectil no resultaría difícil para grupos con la capacidad técnica mencionada. La dificultad para ellos radica, sin embargo, en la obtención del uranio enriquecido que sólo podría obtenerse de plantas de enriquecimiento por ultracentrifugación. Los efectos que podría producir la explosión de una bomba atómica rudimentaria dependen de una serie de variables.

   Aunque en otro orden de magnitud que no tiene que ver con la explosión de una bomba atómica rudimentaria, sirva de recuerdo que

las dos explosiones nucleares en Hiroshima y Nagasaki el día 6 y el 9 de agosto de 1945, respectivamente, provocaron un nivel destrucción bastante diferente. La ciudad Hiroshima, al encontrarse en un valle, sufrió una destrucción isótropa y en una cuantía superior a la esperada. La ciudad de Nagasaki sufrió una devastación unidireccional en la que quedaron destruidos el 30% de sus edifícios (12).

2. *Dispositivos de dispersión radiológica,* comúnmente llamados «bombas sucias o radiactivas». Son bombas de explosivo convencional que tienen adosadas un recipiente que contiene materiales radiactivos, obtenidos principalmente de los desechos de los servicios de medicina nuclear de hospitales, de determinadas industrias y más difícilmente de los residuos de las instalaciones nucleares

   Al explosionar el explosivo convencional, la onda de choque producida dispersa los materiales radiactivos contaminando una zona cuya extensión depende de la cantidad de explosivo convencional utilizado, de la clase de materiales radiactivos, si están en estado sólido o líquido, del viento local, de la disposición de las edificaciones o de la orografía del terreno, etc., por lo que el cálculo de los efectos depende de tal cantidad de variables que todavía no se ha desarrollado un código de cálculo fidedigno que simule estos efectos.

   Se han realizado algunos experimentos a escala reducida y a escala normal y todos ellos han dado como resultado, que los efectos letales producidos por la dispersión de los materiales radiactivos empleados (se tomó como base los residuos de los hospitales) son muy inferiores a los producidos por el explosivo convencional. Las bombas sucias las emplearían los grupos terroristas para producir una situación de pánico y caos entre la población no previamente advertida, de hecho se conocen en la terminología anglosajona como *Weapons of Mass Disruption* (armas de perturbación masiva).

   Por esta razón, es fundamental que, en el supuesto caso de que se diese un atentado con bombas sucias, las autoridades gubernamentales deberían inmediatamente prevenir a los medios de comunicación para que sólo transmitan sus instrucciones. Este punto es esencial, teniendo en cuenta que lo primero que haría el grupo terrorista es ponerse en contacto con medios de radio y televisión para decir que la

(12) Carpintero Santamaría, N.: *La Bomba Atómica: el factor humano en la Segunda Guerra Mundial*, Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 2007.

contaminación radiactiva se estaría extendiendo por toda la ciudad con objeto de traumatizar a los ciudadanos.

3. *Ataques a centrales térmicas de uranio* (centrales nucleares) efectuados con explosivos químicos o por el impacto de vehículos con explosivos, gasoil, gasolina, etc. El punto débil de una central nuclear no es el edificio de contencion del reactor, sino la piscina donde se almacena el combustible gastado.

**Terrorismo químico**

Tras la disolución de la URSS, en el año 1993 se aprobó en Ginebra (Suiza) el texto de la Convención para Armas Químicas porque en aquel momento se consideró el riesgo de que se produjese una proliferación de estas armas en países políticamente inestables o que pudiesen llegar a manos de grupos terroristas.

No obstante, aunque las armas químicas no pueden considerarse técnicamente como armas de destrucción masiva, cuando hablamos de un uso no militar, su aplicación en un atentado tendría un gran impacto psicológico entre la población.

El terrorismo químico incluye el ataque con agentes empleados en la guerra química como por ejemplo, sarin, tabún, soman, etc., la contaminación de depósitos de agua o del sistema alimentario o el sabotaje de plantas químicas de materiales que reaccionan con el aire, liberando de este modo gases tóxicos.

Con respecto a los atentados llevados a cabo hasta la fecha con agentes químicos, caben destacar los del grupo japonés *Aum Shirinkyo* (Verdad Suprema), un grupo de culto de carácter apocalíptico dirigidos por Shoko Asahara que contaba con miles de miembros, entre los que se encontraban científicos y profesionales entre un amplio espectro de adeptos pertenecientes a distintos estamentos sociales. Asimismo es relevante el hecho de que *Aum Shirinkyo* manejaba poderosos medios económicos. Asahara había imbuido en el grupo la idea de que el fin del mundo se aproximaba y que llegaría con un bombardeo nuclear de Estados Unidos sobre Japón.

El 20 de marzo de 1995, *Aum Shirinkyo* perpetró un ataque con gas sarín en la estación Kasumigaseki del metro de Tokio, atestada de gente a aquella primera hora de la mañana. Teniendo en cuenta sus caracterís-

ticas, esta agresión ha sido considerada como un paradigma de ataque terrorista no convencional. El resultado fue de 12 personas muertas; 17 más en estado crítico; 37 manifestaron los sintomas característicos de exposición al gas nervioso (dificultad en la respiración, visión borrosa, vómitos, diarrea, etc.); 984 experimentaron miosis (contracción de las pupilas) y unas 4.500 sufrieron ataques de ansiedad o fueron víctimas de síntomas psicogénicos (13).

El pánico y el impacto psicológico de la población son parte de los fines que persigue el terrorismo de armas no convencionales. En el caso del atentado de Japón, 278 hospitales y clínicas de la ciudad de Tokio se vieron desbordados ante los acontecimientos y los especialistas se encontraron con la dificultad de distinguir entre quiénes tenían un ataque de ansiedad o quiénes sufrían síntomas patológicos reales de exposición al gas.

En cuanto al número de fallecidos y víctimas, éste no fue mayor por distintas razones. Por un lado, el gas sarín utilizado y preparado por los químicos de la propia secta no tenía la pureza necesaria. Por otro lado, el gas estaba mezclado con otra substancia química que moderaba su expansión para permitir, de este modo, huir a los terroristas. Ello hizo que se produjera un olor que alertó a los pasajeros y tomaran conciencia de la situación. Por último, el rudimentario método de dispersión empleado por los terroristas, bolsas de plástico que pincharon con la punta de unos paraguas, impidió que el gas se extendiera con más rapidez.

El ataque con agentes químicos en el metro de Tokio, sin ningún tipo de precedente en el pasado, fue un impacto para las autoridades niponas que, como el resto de los países, nunca había considerado el uso de armas químicas fuera de un contexto bélico. Ello hizo que los procedimientos de respuesta y la capacidad de la misma se vieran sorprendidos ante la falta de un protocolo preciso con el que hacer frente a la dramática situación. Meses después del atentado siguieron dándose casos de personas con problemas psicológicos postraumáticos o con pánico a volver a desplazarse en metro (14).

---

(13) Pangi, R.: «Consequence Management in the 1995 Sarin Attacks on the Japanese Subway System», in Howard, R. D. and Forest, J. (eds.): *Weapons of Mass Destruction and Terrorism,* Chicago, IL: editorial McGraw Hill, 2002.

(14) Tucker, J. B.: «Chemical Terrorism: Assessing threats and responses», in Howard, R. D. and Forest, J.: (eds.): *Weapons of Mass Destruction and Terrorism,* Chicago, IL: editorial McGraw Hill, 2002.

El terrorismo de agentes químicos parece ser una opción no descartada por algunos grupos terroristas relacionados con Al Qaeda, según se puso de manifiesto al descubrise que se habían realizado prácticas con estos agentes en campos de entrenamiento operativo en Tarnak Farms de Afganistán.

## Terrorismo biológico

Durante los peores años de la práctica terrorista en el periodo que abarcó los años setenta, ochenta y noventa, no se dieron casos significativos de ataques con agentes biológicos contra personas, pero sí constan informes de ataques contra plantaciones agrícolas y el sistema alimentario.

Este factor es uno más a tener en cuenta al hablar de amenaza no convencional pues, si bien un ataque con agentes biológicos contra la población es una cuestión bastante compleja, lo que se conoce como agroterrorismo presentaría unas características más sencillas en cuanto a su práctica. Una serie de programas de guerra biológica que se llevaron a cabo desde los años veinte estaban dirigidos contra las cosechas y ello dio lugar a la producción de numerosos agentes fitopatógenos.

El Centro «James Martin» para los Estudios sobre No-Proliferación (CSN) publicó en el año 2006 una relación de 23 casos, basados en distintas alegaciones, amenazas y casos confirmados de uso deliberado de agentes biológicos y químicos «con la intención de causar muerte, enfermedades o daño económico». De estos 11 casos de ataque biológico se habían dado en países como la antigua Alemania del Este, Kenia, Cuba, Afganistán, Sri Lanka, Australia, Estados Unidos, etc. Otros 12 correspondían al uso de agentes químicos (15).

El ataque bioterrorista que más ha impactado internacionalmente se produjo en Estados Unidos, tan sólo unas semanas después de los atentados del 11-S, entre los meses de octubre y noviembre de 2001. En esos meses se enviaron 23 cartas conteniendo carbunco pulmonar y cutáneo a distintas personas de la costa este del país. El carbunco es el arma biológica por excelencia y, si bien se combate con penicilina, existen tres clases de infección: cutánea (ántrax), gastrointestinal y pulmonar. De las

(15) Agro-Terrorism. Chronology of CBW Incidents Targeting Agriculture and Food Systems 1015-2006, *James Martin for Nonproliferation Studies*, en: *http://cns.miis.edu/research/cbw/agchron.htm*

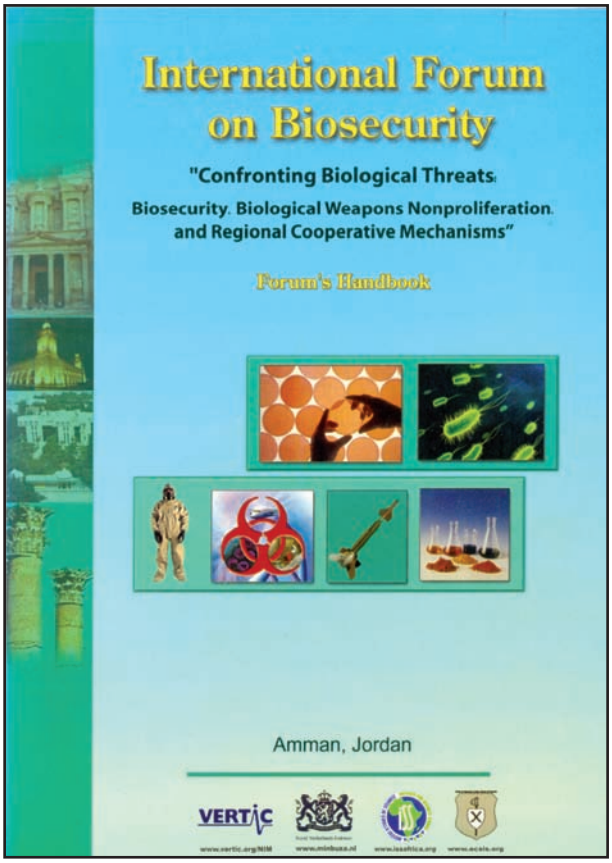



**Figura 1.–** *Fotografía del* Foro sobre las Amenazas Planteadas por las Armas Biológicas. *Amman (Jordania), octubre de 2008.*

tres, la pulmonar es la más grave. El resultado del ataque en Estados Unidos fue de cinco personas muertas y 17 gravemente enfermas.

Tras siete años de investigación, los fiscales federales estaban preparando la acusación oficial de estos atentados contra el científico Bruce E. Ivins, un microbiólogo de gran experiencia que llevaba trabajando 28 años para el Instituto de Investigación Médica de Enfermedades Infecciosas del Ejército de Estados Unidos (USAMRIID) en Fort Detrick. Según fuentes públicas, el doctor Ivins se suicidó el 29 de julio de 2008 superado por los acontecimientos.

El pasado 30 de diciembre de 2009, el presidente norteamericano Barack Obama firmó una orden ejecutiva por la cual el Servicio Postal de

Estados Unidos sería el responsable de suministrar los medicamentos necesarios en caso de que se produjese un nuevo ataque biológico, especialmente con carbunco (16).

Esta preocupación por la posibilidad de un atentado con agentes biológicos ha trascendido el área del mundo occidental, habiéndose convertido asimismo en una potencialidad a tener en cuenta en Oriente Medio. En la conferencia celebrada en Amman (Jordania) en octubre de 2008, figura 1, se puso de manifiesto la cuestión de cómo las amenazas de un atentado con agentes biológicos son un desafío que trasciende fronteras tanto nacionales como regionales y requieren un planteamiento de respuesta concertado y desde un punto de vista global y multilateral.

## Al Qaeda y las armas de destrucción masiva

En un informe elaborado por el mencionado Centro «James Martin» CSN se reflejan 77 casos en los que Al Qaeda estaría involucrada en actividades con armas de destrucción masiva. El informe pone de manifiesto que la fiabilidad de las fuentes utilizadas es variable y, entre ellas, se hallan tanto declaraciones de miembros gubernamentales, como informaciones de servicios secretos no identificados, declaraciones de terroristas detenidos, noticias publicadas en medios de comunicación, etc. (17).

Según fuentes especializadas, la red global de Al Qaeda está actualmente formada por una serie de células en estado de operatividad permanente o semipermanente. Estas células formadas por militantes que han recibido entrenamiento previo se extendería en más de 76 países (18), habiendo sido arrestados 4.300 miembros de esta organización desde el 11-S en 97 países diferentes (19).

---

(16) *The CBW Coventions Bulletin. Issue,* number 86, «Quarterly Journal of the Harvard Sussex Program on Chemical and Biological Weapons», p. 73, February, 2010.

(17) Chart: Al-Qa'ida's WMD Activities, CSN, 2005.

(18) Post, M. and Killing, J.: «Name of God: Usama bin Laden and Al-Qaeda», in *Know Thy Enemy:* Profiles *of Adversary Leaders and Their Strategic Cultures*, Scheneider, Barry R. and Post, Jerroid, M.: (eds.): *Maxwell Air Force Base: USAF Counterproliferation Center,* p. 33

(19) Russell D. H. Brigadier General: «Understanding Al Qaeda's Application of the New Terrorism-They Key to Victory», in The Current Campaing, Terrorism and Counterterrorism, Understanding the New Security Environment», Howard, Rusell, D. and Sawyer, Reid L. (eds.): *McGraw Contemporary Learning Series*, p. 95, 2006.

Desde que en el año 1998 Osama ben Laden declarase a la revista *Time* que tener todo tipo de armas era derecho de cualquier musulmán, aunque el cómo utilizarlas ya dependía de ellos, han circulado algunos relatos escritos sobre la posibilidad de que Al Qaeda hubiese podido obtener armas nucleares.

Uno de ellos, se publicó en el año 2002 de la mano de Paul L. Williams, antiguo asesor del FBI, que, entre otros libros relacionados con Al Qaeda, publicó: *Al Qaeda: la hermandad del terror,* en el cual decía que el interés de esta organización por las armas nucleares habría comenzado en el año 1988 cuando Ben Laden habría contratado a cinco científicos nucleares en Turkmenistán. Asimismo en este libro, Williams decía que Osama ben Laden habría adquirido en el año 1998, 20 bombas nucleares tácticas transportables en maletas de mano y por las que habría pagado 30 millones de dólares (20).

Otro de los relatos que mencionan el asunto corresponde al director de la CIA, George Tenet. Éste estuvo dirigiendo la Agencia desde el año 1996 hasta su dimisión en 2004, publicaba en su libro: *En el centro de la tormenta,* que:

> «La Agencia en 2001 había recibido "una corriente de información fiable" de que líderes de Al Qaeda en Arabia Saudï habian estado negociando la venta de tres dispositivos nucleares tácticos rusos» (21).

Es posible que el origen de lo anterior y la potencialidad de que Al Qaeda u otros grupos terroristas pudiesen llegar a poseer armas nucleares tácticas, surgiese en parte por las declaraciones que en su día realizara el general ruso, Alexander Lebed, secretario del Consejo de Seguridad Nacional del presidente Boris Yeltsin. El general Lebed había sido elegido gobernador de la región siberiana de Krasnoyarsk, pero en octubre de 1996, y tras sus negociaciones con los líderes chechenios, tras la guerra que estalló en esta región en el año 1995, fue depuesto por Yeltsin, creando su propio Partido Nacional Republicano.

En el año 1997, el general Lebed, fallecido en un accidente de helicóptero en Abakan (Siberia) en el año 2002, hizo unas declaraciones al periodista norteamericano Steve Kroft y le dijo que:

---

(20) Williams, P. L.: *The Brotherhood of Terror*, Alpha, 2002.

(21) Citado por Lee, R.: «Why Nuclear Smuggling Matters», *Foreign Policy Research Institute,* p. 272, Elsevier Limited 2008, George Tenet, At the Center of the Storm, Nueva York: Harpeer Collins 2007.

> «Más de 100 del supuesto número de 250 no están bajo el control de las Fuerzas Armadas rusas. No sé dónde están. No sé si han sido destruidas, si han sido almacenadas o si se han vendido o robado» (22).

El general Lebed se refería a una serie de bombas nucleares tácticas, parece ser que las RA-115-01 y RA-155, que la URSS fue fabricando durante años, transportables en maletas de reducido tamaño y de unos 30 kilogramos de peso. Estas bombas producirían un rendimiento de entre 0,5 y 2 kilotones y no tendrían incorporado el sistema electrónico de detonación. A la pregunta del periodista sobre dónde podrían hallarse estas armas, el general Lebed dijo:

> «¿En algún lugar en Georgia, o en Ucrania, o en los países Bálticos? ¿Quizá algunas de ellas se hallan fuera de estos países? Una sola persona sería capaz de detonar este arma nuclear, una sola» (23).

Según informan analistas rusos, nunca hubo datos sobre el número de cabezas nucleares tácticas en el momento de la disolución de la URSS (24), pero el peso de las declaraciones del general Lebed queda reflejado en el informe del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que en el año 2007 indicó:

> «Aunque hay poca información fiable, esta historia persiste como una amenaza potencial» (25).

El Ministerio de Defensa de la Federación Rusa, por su parte, ha declarado en repetidas ocasiones que su arsenal nuclear no sufrió ninguna alteración delictiva. Según el analista militar ruso Pavel Felgenhauer:

> «Si Ben Landen o sus partidarios obtuvieron un arma nuclear auténtica rusa del tamaño de una maleta (y no alguna falsa en el mercado negro) es virtualmente imposible que ellos pudieran hacerla explosionar. Personas ajenas no pueden directamente utilizar armas nucleares rusas y americanas modernas porque tienen códigos de seguridad que las desactivan completamente cuando hay un intento no autorizado de penetración o activación» (26).

---

(22) Allison, G.: *Nuclear Terrorism. The Ultimate Presentable Catastrophe,* pp. 44-45, Owl Books. Nueva York.

(23) Allison, G.: *Ibídem.*

(24) Orlov, V.; Timerbaev, R. and Khlopkov, A.: «Nuclear Proliferation», in *U.S. Russian Relations: Challenges and Opportunities,* Moscow, PIR: Library Series.

(25) IAEA *Nuclear Security Series*, number 6, p. 9, 2007.

(26) Dudney, R. S.: «Verbatim Special: War on Terror», *Air Force Magazine*, January, 2002.

De toda esta cuestión sobre Al Qaeda y su relación con bombas nucleares, parece bastante oportuno y realista indicar la opinión de la Comisión para Armas de Destrucción Masiva, presidida por el antiguo director geneal del OIEA, Hans Blix. En su extenso informe, los comisionados terminaban concluyendo lo siguiente:

> «Para aquellos terroristas que desean desarrollar o adquirir armas nucleares, la mayor dificultad es obtener el material fisible para las mismas. En cuanto a los informes que existen de que científicos paquistaníes se han reunido con miembros de Al Qaeda, se sabe hasta la fecha que los terroristas no han adquirido materiales nucleares de los arsenales actuales de bombas atómicas.
>
> Es improbable que grupos terroristas hoy pudiesen desarrollar y manejar la infraestructura adecuada que les permitiese obtener el uranio o el plutonio enriquecido para armas. Sin embargo, las armas nucleares y los materiales de estas armas podrían ser robados por los terroristas bien desde su almacenaje o durante el transporte.
>
> Objetivos terroristas podrían incluir el uso de una bomba sucia, un dispositivo diseñado para dispersar materiales radiactivos. Un grupo terrorista podría obtener tales materiales de los residuos nucleares o de substancias radiactivas de uso hospitalario e industrial. Aunque estas armas no se ven como armas de destrucción masiva porque no es probable que produzcan un gran número de bajas, son mucho más fáciles de hacer que las armas de fisión y pueden causar terror y perturbación masiva, especialmente si se detonan en el corazón de grandes ciudades.» (*Weapons of Mass Destruction Comisión*, final report, *Weapons of Terror: Freeing the World of Nuclear, Biological, and Chemical Arms*, *Stockholm*, Sweden, 1 june 2006, p. 40)» (27).

Con respecto a un ataque con agentes químicos o biológicos, si bien la producción y uso de agentes patógenos es accesible en términos económicos, la adquisición de gérmenes altamente letales no es una operación sencilla, como no lo es la adquisición de gases nerviosos que pudieran intentar utilizarse en un atentado a gran escala.

Por otro lado hay que considerar también que la introducción de estos agentes en medios de dispersión eficaces es asimismo una tarea com-

(27) *Weapons of Mass Destruction Comisión,* final report, «Weapons of Terror: Freeing the World of Nuclear, Biological, and Chemical Arms», Stockholm, Sweden, 1 June, 2006.

pleja que requeriría generadores aerosolizados para la dispersión de los agentes, bien en estado sólido o líquido. Por otro lado, la diseminación de gérmenes a gran escala requeriría una alta concentración de éstos para ser eficaz, aparte de otras variables.

### Tráfico ilícito de materiales nucleares y radiactivos

Todos los materiales nucleares son radiactivos. La distinción lingüística entre los términos «nuclear» y «radiactivo» se hizo con objeto de facilitar la comprensión de los casos de su tráfico ilícito y conocer desde el principio si los incidentes se refieren a material fisible empleado en la fabricación de bombas atómicas (uranio, plutonio y sus compuestos asociados) o a las fuentes radiológicas ionizantes o fuentes radiactivas.

El uso de las fuentes radiológicas inonizantes abarca diferentes áreas en los campos de la industria, la medicina, la biología, los recursos hídricos, la producción de energía y la agricultura, lo que supone el uso de una gran cantidad de estas fuentes de manera cotidiana y en un amplio radio geográfico internacional. En la actualidad, cerca de 10 millones de envíos de material radiactivo circulan anualmente. De ellos, el 95% son pequeñas cantidades destinadas mayoritariamente para diagnóstico y tratamiento médico, agricultura, industria e investigación avanzada (28).

A principio de la década de los años noventa comenzaron a producirse una serie de delitos de contrabando de fuentes radiológicas ionizantes o fuentes radiactivas que alcanzaron su máximo nivel entre los años 1994 y 1995. Ello condujo al OIEA a generar una base de datos que incluyese los incidentes que sobre uso o adquisición ilegal, robo, posesión no autorizada, transferencia, deshecho y tráfico de materiales radiactivos fuesen comunicados oficialmente por los países miembros. Entre otros, la base de datos tiene como objetivos orientar prioridades en cuestiones de seguridad y ser una fuente de información solvente sobre este tipo de actividades.

A fecha de diciembre de 2008, la base de datos había contabilizado 1.562 casos. De ellos: 336 se referían a posesión no autorizada y actividades delictivas; 421 estaban relacionados con robo o pérdida; 724 implicaban actividades y hechos no autorizados (29), cuadro 4.

---

(28) FAQs, *World Nuclear Transport Institute,* en: *www.wnti.co.uk* (acceso el 15 de abril de 2010).
(29) *ITDB* factsheet, 2009.

**Cuadro 4.–** *Número de casos de tráfico ilícito de materiales nucleares y radiactivos publicados por el OIEA.*

| Tráfico ílicito de materiales nucleares y radiactivos* | | |
|---|---|---|
| **Posesión no autorizada y actividades delictivas** | **Casos de robo o pérdida** | **Otros incidentes de actividades no autorizadas** |
| 336 casos | 421 casos | 724 casos |

* Desde el año 1995 hasta diciembre de 2008: 1.562 casos confirmados.

*Fuente: Factsheet,* 2009.

Una cantidad significativa de estos incidentes tuvieron lugar en territorios de la antigua URSS, aunque no todas las fuentes coinciden en su número concreto. En el año 2000, Victor Yeratsov, director del Departamento de Contabilidad y Control del Material Nuclear del MINATOM, declaró que en Rusia se habían dado 52 casos de tráfico ilícito de material nuclear procedente de la ex URSS:

> «Las autoridades rusas explican el aumento de casos de tráfico ilícito por disfunciones en el programa de privatización debido a la presión de las mafias locales» (30).

Sergei Ivanov, secretario del Consejo de Seguridad, habló de 10 investigaciones de contrabando de sustancias radiactivas y de equipo militar de doble uso, año 2000. Y Valentin Ivanov, viceministro de Energía Atómica, en septiembre de 2000 dijo que en los 10 años anteriores se habían producido 23 casos de intento de robo de materiales nucleares. Uno de ellos relacionado con tres kilogramos de Uranio Altamente Enriquecido (HEU) (31).

Posiblemente, hasta la fecha, los dos casos más destacados de contrabando de material nuclear se refieren a los 2,97 gramos de HEU robado en una instalación nuclear no confirmada y detectado en marzo de 1994 por la Policía en San Petersburgo. El otro caso se refiere a los 363,4 gramos de plutonio comercial, en forma de óxidos mixtos de uranio y plutonio, detectados en agosto de 1994 en la aduana del aeropuerto de

(30) Orlov, V.: *Addressing the Challenge of Illicit Nuclear Trafficking*, en: *www.pircenter.org.* (acceso 17 de febrero de 2010).
(31) Orlov, V.: 2002, *Ibídem.*

Munich. En cuanto a su origen, aunque se apuntó que pudiera haber sido una instalación rusa, no ha quedado esclarecido hasta la fecha.

Desde los años 1993 a 2004 se confirmaron 196 casos de tráfico ilegal de uranio y plutonio en cantidades muy inferiores para la fabricación de una bomba nuclear.

No obstante, no todos los casos que se producen relacionados con el tráfico ilegal de materiales radiactivos están incluidos en esta base de datos, debido, entre otras causas, al hecho de que sólo informan los países miembros de la OIEA, y del resto de los países no hay información. Otra razón es que no siempre los gobiernos informan de estas actividades en sus territorios por cuestiones de seguridad nacional o por no ver expuestas vulnerabilidades en sus sistemas de control.

El 24 de junio de 2002, la OIEA se hacía eco del control inadecuado de diversas fuentes radiactivas en el mundo, calificándolas como «fuentes huérfanas». En un informe publicado en junio de 2002, el Organismo de Viena indicaba que en más de 100 países, no se estaban aplicando medidas de control y regulación de estas fuentes que podrían ser utilizadas para la fabricación de bombas sucias. El director general, Mohamed El Baradei también dijo al respecto:

> «El peligro en la manipulación de poderosas fuentes radiactivas ya no puede ser considerado como un hecho disuasorio, cosa que cambia dramáticamente suposiciones hechas en el pasado» (32).

En el mismo informe se indicaba que la NRC *(Nuclear Regulatory Commission)* de Estados Unidos, había informado que desde el año 1996 hasta esa fecha se habían perdido unas 1.500 fuentes radiactivas, la mitad de las cuales no se volvieron a recuperar. Y que un estudio de la Unión Europea estimaba que, cerca de 70 fuentes, se pierden cada año dentro de su territorio. El informe de la Agencia de Viena hacia hincapié en que, dentro de las antiguas repúblicas soviéticas, Georgia era la que presentaba más dificultades por el número de fuentes huérfanas que tras el periodo soviético quedaron en su territorio. Efectivamente en territorio georgiano quedaron abandonados, tanto generadores termoeléctricos fabricados con St-90, como dispositivos de calibración del ejército cargados con Cs-137, abandonados en bases militares. Ambos isótopos son altamente radiactivos.

---

(32) *Inadequate Control of World's Radioactive Sources,* IAEA, 2002

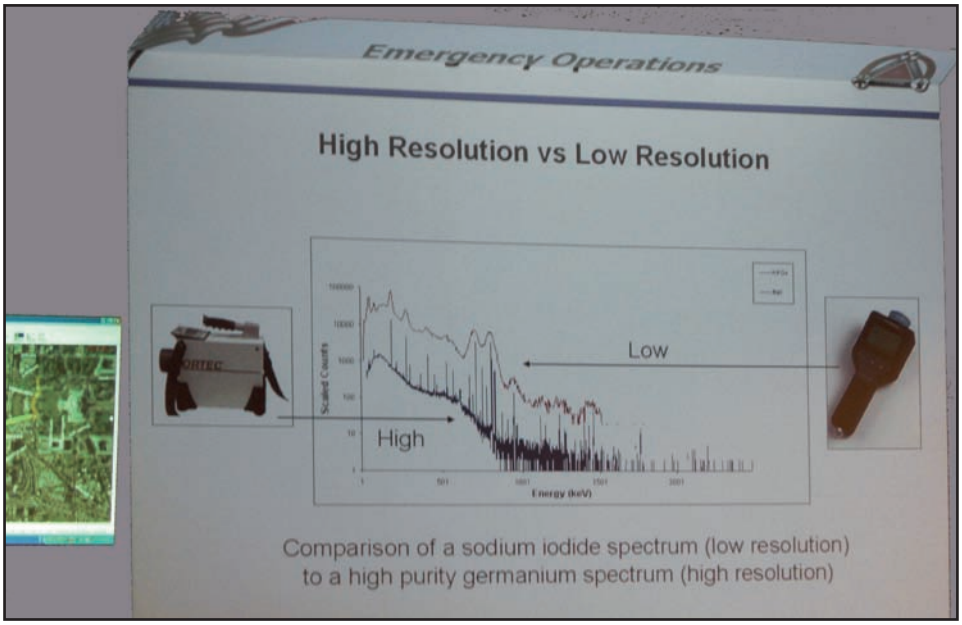



**Figura 2.–** *Fotografía de detectores de identificación de radionucleidos que facilitan un espectro de alta resolución.*

Una de las preocupaciones que planteaba el territorio georgiano es una zona dentro de sus fronteras llamada el desfiladero de Pankisi, punto vulnerable al hallarse fuera de control gubernamental, en una zona de difícil acceso y donde se han detectado actividades de entrenamiento de células de Al Qaeda.

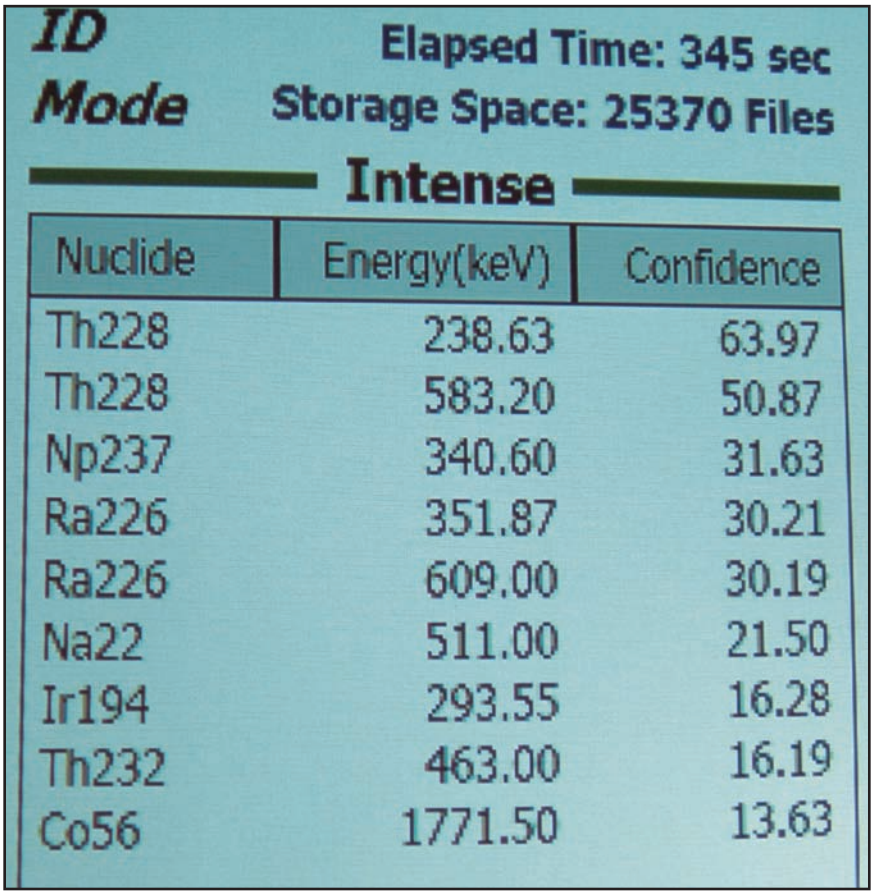
En el año 2002 se estableció el grupo tripartito *Securing and Managing Radioactive Sources* (DOE, MINATOM y OIEA) para coordinar una estrategia de localización, recuperación, seguridad y reciclado de fuentes huérfanas en el territorio de la antigua URSS. Y para el año 2009 el Gobierno georgiano había recuperado 287 fuentes huérfanas procedentes de instalaciones militares y empresas que habían adolecido de una ausencia temporal de control.

Asia Central es una de las áreas geográficas que plantean un interés especial en cuanto al seguimiento de incidentes de contrabando de material radiactivo, debido a la desestabilización que la guerra de Afganistán está suponiendo dentro del territorio. Sin embargo, hasta la fecha los incidentes reportados de este tipo de tráfico han puesto de manifiesto que

las cantidades encontradas no eran significativas, habiéndose detectado 25 casos entre los años 2003 a 2002 (33).

### Detección de material radiactivo ilegal

La detección de material radiactivo ilegal debe convertirse en una prioridad para la seguridad del Estado. Esta detección se lleva a cabo con aparatos de identificación de radionucleidos que son capaces de detectar en cuestión de segundos una larga serie de radioisótopos y ofrecer una fiabilidad de presencia de los mismos cada vez mayor, figuras 2, 3 y 4.




| Nuclide | Energy(keV) | Confidence |
|---|---|---|
| Th228 | 238.63 | 63.97 |
| Th228 | 583.20 | 50.87 |
| Np237 | 340.60 | 31.63 |
| Ra226 | 351.87 | 30.21 |
| Ra226 | 609.00 | 30.19 |
| Na22 | 511.00 | 21.50 |
| Ir194 | 293.55 | 16.28 |
| Th232 | 463.00 | 16.19 |
| Co56 | 1771.50 | 13.63 |

**Figura 3.–** *Fotografía del índice de la probabilidad de presencia de radionucleidos.*

(33) Sandstrom, B.: «Nuclear Risk Assessment: Central Asia after Independence», *Swedish Defence Research Agency* (acceso 4 de febrero de 2010).

**Figura 4.–** *Fotografía de detectores manuales de identificación de radionucleidos.*

La mejora en la detección cada vez más precisa de radioisótopos es fundamental, teniendo en cuenta la gran variedad de ellos que se transportan anualmente para fines médicos (I-131, Tc-99, Xe-133, etc.); industriales (Co-60, el Cs-137, etc.); y especialmente la problemática para discriminar la detección de los falsos positivos derivados de materiales que son implícitamente radiactivos entre los que se encuentran la chatarra, fertilizantes, cerámica, minerales, etc.

Actualmente se están desarrollando sistemas avanzados de detección tanto portátiles como fijos.

Los detectores portátiles incluyen analizadores espectroscópicos de rayos gamma, siendo los programas más avanzados los que llevan a cabo en los laboratorios nacionales de Estados Unidos.

Los detectores fijos se encuentran ubicados en puntos de control fronterizo (equipajes, gente, etc.).

Lo más importante es que algunos de ellos pueden detectar material fisible como el U-235 y el Pu-239 y Pu-241.

## Medidas contraterroristas y acuerdos internacionales

Hasta la fecha se han suscrito una serie de acuerdos internacionales directamente relacionados con incidentes de carácter radiológico. Entre otros, caben destacar: La Convención para la Rápida Notificación de un Accidente Nuclear (1986). La Convención para la Ayuda en el Caso de un Accidente Nuclear o una Emergencia Radiológica (1987). La Convención para la Protección Física de Material Nuclear (1987) y su enmienda (1999). La Convención Internacional para la Supresión de Actos de Terrorismo Nuclear. Los Acuerdos de Salvaguardias y Protocolos Adicionales. Las resoluciones de Consejo de Seguridad de Naciones Unidas 1373, 1540 y 1673.

En el año 2002, durante la cumbre del G-8 celebrada en Kananaskis (Canadá), se estableció el *Global Parnertship Against the Spread of Weapons and Materials of Mass Destruction*, cuyo objetivo principal es evitar que grupos terroristas adquieran o desarrollen este tipo de armas.

Este acuerdo global tiene en consideración las cuestiones de no proliferación, desarme, contraterrorismo y la seguridad nuclear, siendo los territorios de la antigua URSS los especialmente considerados por la vulnerabilidad que presentaban sus antiguas instalaciones de armas NBQ. Entre las actividades implícitas en el desarrollo de este programa se hallan la destrucción de vehículos para el lanzamiento de ataques; asegurar los agentes patógenos; o coordinar proyectos civiles para científicos que habían trabajado en proyectos militares.

Asimismo el Departamento de Defensa de Estados Unidos, y en el marco de este acuerdo, ha llevado a cabo mejoras en el marco de la seguridad en centros tan importantes como el Centro de Investigación Estatal de Virología y Biotecnología de Vector y el Centro de Investigación Estatal de Microbiología Aplicada en Obolensk (Federación Rusa) (34).

En lo que respecta a las medidas contraterroristas y control de agentes Nuclear, Radiologico, Biológico y Químico (NRBQ), se están desarrollando programas de prevención, detección y respuesta a gran escala por distintas naciones. Entre ellos, los más destacados se llevan a cabo en los laboratorios nacionales de Estados Unidos, Sandía (Los Alamos), Lawrence Livermore, Pacific Northwest y Argonne y diversas universida-

(34) *The G-8 Global Partnership Against the Spread of Weapons of Mass Destruction*, 2004, en: *www.state.gov*

des norteamericanas que trabajan en importantes Programas de Investigación y Desarrollo.

En relación con la amenaza NRBQ, también Interpol tiene establecidos dos programas. Uno de ellos es el Proyecto Geiger, creado en el año 2005 en colaboración con el Departamento de Energía de Estados Unidos y canalizado actualmente a través de la NNSP *(National Nuclear Security Agency)*. El Proyecto Geiger está dedicado a combatir el tráfico de materiales nucleares y radiactivos y su potencial adquisición por grupos terroristas.

Otro programa de contraterrorismo a destacar de forma significativa es el CTR *(Cooperative Threat Reduction Program)*, conocido como *Nunn-Lugar Cooperative Threat Reduction Program*, pues fueron los senadores Sam Nunn y Richard Lugar los iniciadores de esta iniciativa en el año 1991 con objeto de colaborar con el nuevo Gobierno del Kremlin en momentos en los que la vulnerabilidad de los centros de investigación y fabricación de armas de destrucción masiva de la desaparecida Unión Soviética era, cuando menos, alarmante.

Durante los meses de octubre y noviembre de 2009, el senador Richard Lugar anunció que, entre otras destacadas actividades, se había finalizado la construcción y equipamiento de una nueva instalación para la monitorización de agentes biológicos en Kazajistán, siendo a fecha de hoy 7.500 cabezas nucleares desmanteladas a partir de este Acuerdo.

En el año 1991 y hasta 2006, la Unión Europea estableció el Programa TACIS *(Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States)* para implementar ayuda técnica en antiguas repúblicas soviéticas. Esta colaboración tenía entre otros objetivos:

1. La transferencia de metodología reguladora del material nuclear.
2. Implementar las medidas de seguridad en áreas fronterizas con la instalación de sistemas de detección radiológica.
3. Transferir técnicas forenses de detección específica de radioisótopos.
4. Tratamiento de los residuos y su almacenamiento (35).

El proyecto TACIS fue sustituido por el INSC *(Instrument for Nuclear Safety Cooperation)* que se estableció en el año 2007 y que continúa con los mismos objetivos, pero habiendo ampliando su ámbito de actuación a otros países, además de los de la Comunidad de Estados Independientes.

(35) *TACIS Project Page,* en: *www.eea.europa.eu* (acceso 9 de septiembre de 2010).

La seguridad de los materiales nucleares y radiactivos en las repúblicas de Asia Central se convirtió en un motivo de preocupación debido a las dificultades existentes para controlar la amplia extensión de sus áreas fronterizas. Este asunto es especialmente relevante debido a que estos países se encuentran situados en una zona geopolítica altamente influenciada por el conflicto de Afganistán, la presencia de grupos islámicos radicales (36) y la proximidad de núcleos de Al Qaeda en las Áreas Tribales Federalmente Administradas que se encuentran entre las fronteras de Pakistán y Afganistán.

Para contrarrestar esta amenaza, el Departamento de Estado de Estados Unidos lanzaron la NSOI *(Nuclear Smuggling Outreach Initiative)*, coordinada por la Oficina de Terrorismo de Armas de Destrucción Masiva. El objetivo de la NSOI es combatir las actividades de contrabando nuclear en Asia Central a través de distintos programas sobre:

1. Implementación de equipos para la detección de materiales radiactivos en puestos fronterizos.
2. Técnicas forenses de identificación y también transporte de materiales radiactivos.
3. Formación en medidas anticorrupción.
4. Mejora en las comunicaciones.
5. Aumento en la seguridad de las instalaciones radiológicas, etc. (37).

Hasta ahora se han adherido los Gobiernos de: Ucrania, Kazajistán, Georgia, Kirguizistán, Armenia, Tayikistán, Afganistán y Azerbaiyán.

El 15 de julio de 2006 y tras la Cumbre del G-8, países más ricos, el presidente ruso Vladimir Putin y el presidente norteamericano George Bush anunciaron la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear.

Esta Iniciativa se verá reforzada por una serie de acuerdos tanto bilaterales, como multilaterales, entre ellos la Iniciativa de Megapuertos y la Iniciativa para la Seguridad de los Contenedores que tienen como objetivos, entre otros, la implementación de sistemas de seguridad para la detección de materiales radiactivos o nucleares en buques mercantes.

---

(36) Karagiannis, E.: *Political Islam in Central Asia: The Challenge of Hizb ut-Tahrir,* Routledge*,* Oxford, Taylor and Francis Group, 2009.

(37) *Nuclear Smuggling Outreach Initiative*, en: *www.nsoi.state.net* (acceso 11 de abril de 2010).

Los objetivos de la Iniciativa Global para Combatir el Terrorismo Nuclear son varios y, entre otros:

1. Incrementar la seguridad en las instalaciones nucleares.
2. Mejorar los sistemas de detección de materiales radiactivos con objeto de evitar su contrabando.
3. Desarrollar técnicas de detección de estos materiales que pudieran ser utilizados en un atentado terrorista.
4. Poner en marcha medidas que eviten la financiación de grupos terroristas que intenten adquirir o utilizar armas nucleares (38).

España y Portugal forman parte de esta Iniciativa de la que son observadores oficiales el OIEA, la Unión Europea, Interpol y la Oficina para Drogas y Delitos de Naciones Unidas.

El programa más importante para la detección de materiales radiactivos desde el punto de vista internacional es el desarrollado por el Departamento de Energía de Estados Unidos, llamado Programa de Segunda Línea de Defensa (SLD) que, a su vez, está estructurado en dos Programas: Core y la Iniciativa de Megapuertos.

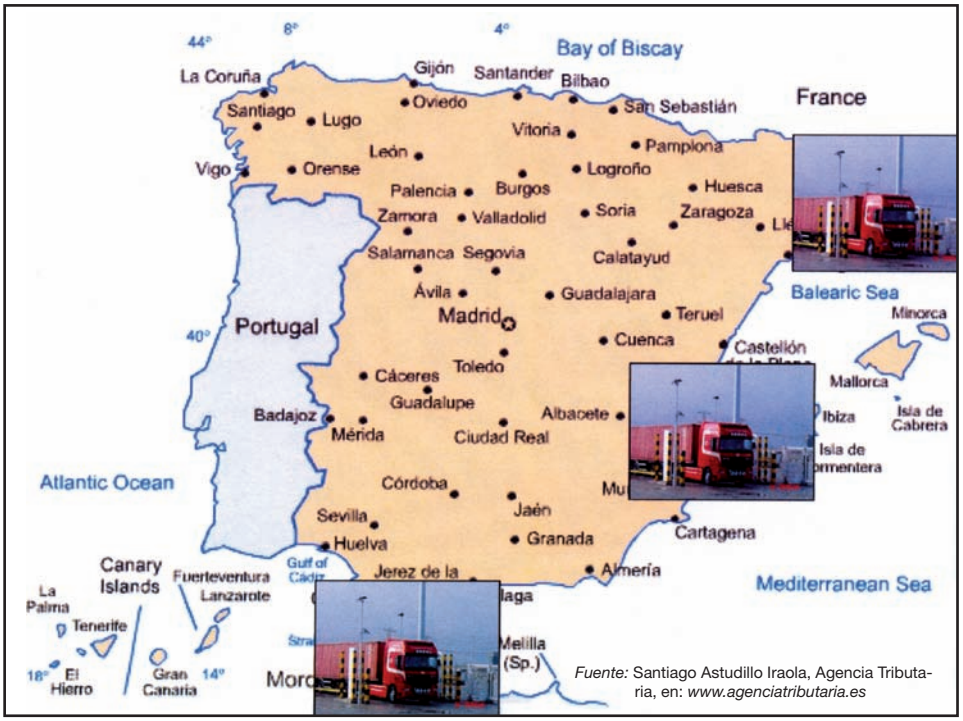
El SLD fue establecido en el año 2007 con objeto de disuadir, detectar y prohibir que los materiales nucleares y radiactivos caigan en manos de los grupos terroristas, especialmente aquellas substancias que pudiesen ser utilizadas para la fabricación de bombas sucias.

El Programa Core (CP) tiene como objetivos la instalación de equipos de detección de materiales radiactivos en 650 lugares ubicados en 32 países. Según informes de la NNSA, actualmente se han instalado equipos de detección radiológica en 221 lugares diferentes en áreas fronterizas de la Federación Rusa, cuyo coste económico está siendo subvencionado tanto por la NNSA, como por el Servicio Federal de Aduanas de Rusia. El CP estableció como objetivos la instalación de monitores de detección radiológica en numerosos países como: las repúblicas centroasiáticas, Israel, Ucrania, Georgia, Mongolia, etc. (39).

El otro programa dentro del SLD es La Iniciativa de Megapuertos y uno de sus principales objetivos es que para el año 2015 se hayan equipa-

(38) *The White House, Fact Sheet: The Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism, Office of the Press Secretary*, 15 July, 2007.

(39) *NNSA's Second Lineo of Defense Program*, Fact Sheet, 2 February, 2010, en: *www.nnsa.energy.gov* (acceso 29 de mayo de 2010).




*Fuente:* Santiago Astudillo Iraola, Agencia Tributaria, en: *www.agenciatributaria.es*

**Figura 5.–** *Control radiológico de contenedores.*

do convenientemente, con equipos de detección radiológica, unos 100 puertos marítimos con una capacidad de escaneo del 50% del tráfico internacional.

El tráfico ilícito de materiales radiactivos a través del mar es una de los grandes desafíos que existen en la actualidad, especialmente si tenemos en cuenta que cerca de 48 millones de contenedores navegan anualmente en todo el mundo. La misión del SLD se lleva a cabo a través del escaneo de contenedores en puertos de gran volumen de tránsito y el escaneo de contenedores en puertos de alto riesgo. La Iniciativa de Megapuertos ha completado las instalaciones de sistemas de detección radiactiva en diversos países, entre los que se encuentran España (Algeciras) y Portuga (Lisboa).

En el año 2003 España firmó una Declaración de Intenciones entre el Servicio de Aduanas de Estados Unidos y el Departamento de Aduanas de España, en el contexto de la Iniciativa de Contenedores Seguros. Y en el año 2004, el Gobierno español a través de la Agencia Estatal de

Administración Tributaria (AEAT), suscribió con el Departamento de Energía norteamericano el Memorando de Entendimiento sobre cooperación para la prevención del tráfico ilícito de material nuclear y radiactivo, que tenía como objetivo principal el escaneo de los contenedores con destino a Estados Unidos. En este acuerdo de cooperación, junto con la AEAT, colaboran la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, el Consejo de Seguridad Nuclear y la Guardia Civil (40).

En la actualidad el control radiológico de contenedores se lleva a cabo en los puertos de Algeciras, Valencia y Barcelona (41), figura 5.

En el año 2003 Europol estableció el CPP *(Europol Counter Proliferation Programme)* en el que trata el tráfico de substancias nucleares y radiactivas y el uso delictivo de armas NBQ.

El 12 de noviembre de 2009, la Unión Europea aprobó el Plan de Acción NBRQ y se espera que para finales del año 2011, se acabe un informe completo que contenga la información necesaria para implementar este Plan de Acción NBRQ a nivel nacional.

Uno de los aspectos más destacados de la politica de defensa contra la amenaza terrorista de armas NBQ es la reducción de los riesgos nucleares y radiológicos a través de la instalación y desarrollo de sistemas tecnológicos que lleven a la identificación de mecanismos de detección e identificación de materiales radiactivos y fisiles.

También se están realizando investigaciones en sistemas de detección de agentes químicos y biológicos que pudiesen ser potencialmente utilizados en un atentado terrorista.

En cuanto a la cuestión de bioseguridad, la Comunidad Europea estableció en el año 2005 el Euronet P-4 *(European Network of Biosafety-Level-4 laboratories)* con el objetivo de unir esfuerzos y estrechar la cooperación entre los laboratorios de este nivel ya existentes en Reino Unido, Alemania, Francia, Italia y Suecia y planificar la creación de otros. Uno de los objetivos de esta cooperación es desarrollar técnicas de respuesta y estrategia con las que hacer frente a un potencial ataque bioterrorista.

---

(40) *El puerto de Algeciras, pionero en seguridad radiactiva*, Servicios de Belt Iberica, S. A. en Seguridad Corporativa y Protección del Património, en: *www.belt.es* (acceso 23 de mayo de 2010).

(41) Astudillo Iraola, S.: *Control Radiológico de Contenedores*, en: *www.agenciatributaria.es*

En el Centro Conjunto de Investigación *(Joint Research Centre)* se investigan también los distintos escenarios en los que un atentado no convencional pudiera producirse, y una parte de sus proyectos de investigación están centrados específicamente en el desarrollo de soluciones técnicas y el análisis de aplicabilidad de sus capacidades.

# CONCLUSIONES

# CONCLUSIONES

## Estudo segurança energética:
## Os desafíos estratégicos da segurança energética europeia

*Uma nova segurança energética sustentável para a Europa*

A Europa necessita de criar uma estratégia comum para a energia e concretizá-la de forma pragmática. Tendo em conta a complexa multidimensionalidade da segurança energética, esta exige uma abordagem multilateral pautada pelo realismo político, para que a União Europeia consiga competir no novo jogo de poder no mercado energético global, pautado pela competição voraz por recursos energéticos e instabilidade geopolítica nos países produtores. Este ajustamento político exige uma combinação de novas plataformas políticas e militares de diálogo internacionais no domínio energético conjugadas com uma estratégia de inovação económico-tecnológica pragmática. Para tal, a Union Europeia deve, de forma determinada e unida, identificar os seus principais riscos de fornecimento, formular os seus principais interesses políticos e de segurança energética e corporizá-los num conceito estratégico pragmático, o qual consiste em três eixos principais:

### UM EIXO EURO-MED-ATLÂNTICO PARA A SEGURANÇA ENERGÉTICA

A primeira peça desse conceito estratégico é o estabelecimento de uma arquitectura euro-med-atlântica para a segurança energética. Para a Europa se autonomizar face ao cerco energético da Rússia e mitigar o risco geopolítico do Médio Oriente, é necessário uma política que situe África e América do Sul como parceiros estratégicos no fornecimento de petróleo e gás.

LIDERAR A NOVA ORDEM GLOBAL DA ENERGIA

A segunda peça do novo conceito estratégico pragmático para a segurança energética da Europa é ser geopoliticamente pró-activa, fomentando a criação de uma Nova Ordem Global da Energia promovendo, por um lado, a entrada de novos membros na Agencia Internacional de Energía, e por outro, liderar a construção de uma Organização do Tratado do Atlantico Norte da energia.

UMA ESTRATÉGIA DE SEGURANÇA ENERGÉTICA VISIONÁRIA E PRAGMÁTICA

A terceira peça deste novo conceito estratégico é a adopção por parte da Europa de uma política tecnológica na energia que seja visionária. Ou seja, tem de investir em tecnologias que diversifiquem ao máximo o seu mix energético, sendo a sua complexidade de implementação a menor possível, economicamente competitivas, que capacitem a produção endógena de energia e que constituam soluções sustentáveis com potencial de comercialização no mercado, actuando nos seguintes eixos:

– Eficiência energética.
– Internet europeia da energía.
– Biocombustíveis de origem celulósica.
– Combustíveis fósseis eco-innovadores.
– Energia nuclear.
– Exploração e produção do gás não-convencional.

São estas as três peças de uma Estratégia de Segurança Energética Inovadora e Sustentável. Todavia, para concretizar este novo conceito estratégico pragmático conducente a uma segurança energética sustentável, a Europa necessita de uma liderança forte, unida e determinada, que não se concentre apenas em medidas paliativas, mas numa política de fundo, que afirme a Europa como um actor pró-activo e fundamental na nova geopolítica da energia.

## O problema do abastecimiento de Espanha e Portugal: a questão do Magrebe

Este texto lida com duas grandes regiões distintas e com problemas de segurança energéticos diferentes. De um lado, os países ibéricos, que dependem, quanto ao abastecimento de energia, do exterior, para prover as suas necessidades. Do outro lado, uma região com países ricos em

recursos energéticos, que têm por fito assegurar a exportação, a bons preços, da energia de que dispõe em abundância, e países tão ou mais famintos de recursos energéticos, que os da Ibéria.

Tanto Portugal como a Espanha estão muito dependentes das importações para sustentar o seu consumo energético que assenta essencialmente nos recursos fósseis.

Portugal tem uma forte dependência energética, importando mais de 80% da energia que consome. Esta dependência é um pouco mitigada, por um lado, pela variedade dos produtos importados, petróleo, gás, carvão, quer pela diversidade de fornecedores, principalmente quanto às importações de crude. Durante as duas últimas década observou-se uma ténue evolução para o aumento das capacidades endógenas de produção de energia com o desenvolvimento, ainda bastante incipiente, das renováveis, das quais se salienta a eólica.

O consumo de energia em Espanha depende, ainda, e cada vez mais intensamente do exterior. A produção interna é pequena para o consumo actual e para o crescimento exponencial do consumo. O grosso da produção endógena de Espanha advém das centrais nucleares. O contributo das renováveis é pequeno para o consumo de Espanha. Não obstante, as renováveis tiveram um crescimento exponencial em Espanha nos últimos anos, denotando-se uma tendência para apostar no seu desenvolvimento, ainda bastante incipiente. Quer Portugal, quer a Espanha têm vindo a reforçar o consumo de gás natural em detrimento do petróleo.

Os países do Magrebe diferem entre si no que respeita à energia. Grande parte dos recursos naturais da região está concentrada na Argélia e na Líbia, dois grandes exportadores de hidrocarbonetos. Para além dos recursos oriundos dos hidrocarbonetos, o Magrebe apresenta uma grande potencialidade a nível das energias renováveis, que poderão vir a alimentar a Europa em termos energéticos. A interligação de uma futura rede eléctrica entre o Magrebe e a península Ibérica, aliada à existente a nível dos hidrocarbonetos, poderá contribuir para a criação de mercado energético ibérico e europeu e para o aumento da interdependência entre as ambas as regiões.

A península Ibérica depende do fornecimento de gás argelino, mas o inverso também é verdade, devido à importância do consumo europeu nas exportações argelinas havendo desta forma uma interdependência

mútua. Essa interdependência tenderá a aumentar com a construção do gasoduto MEDGAZ, o que nos permite dizer que a península Ibérica está numa situação de dependência face à Argélia semelhante à dos países da Europa Central e de Leste em relação à Federação Russa. *De facto*, actualmente, não é possível para Portugal e para a Espanha substituir a importação do gás argelino, e uma eventual interrupção de fornecimento é um risco para a segurança energética dos países.

A necessidade de energia da parte norte do Mediterrâneo e a vontade de garantir consumidores por parte de alguns países da zona sul do mar interior, potencia uma activa relação de cooperação e de complementaridade entre as duas regiões, tanto mais, quanto a proximidade entre o Magrebe e a península Ibérica pode facilitar, por sua vez, um maior contacto dos primeiros Estados com outros consumidores da Europa Central ou das nações ibéricas com outros abastecedores africanos. A península Ibérica, assim como o Magrebe, poderiam ser simultaneamente, consumidores e abastecedores, além de potenciais de espaços de trânsito.

A possibilidade da criação de um eixo de interligação e conexão energética em Espanha e em Portugal, tanto a nível de gás como de electricidade, poderá elevar a Espanha e Portugal a países de trânsito e reforçar, por isso, a interdependência entre consumidores e abastecedores. Além de que poderia igualmente converter o mercado Ibérico como mercado de referência a nível internacional. Este potencial *hub* assentaria, não só, nos gasodutos com a Argélia, mas igualmente nos terminais de gás natural liquefeite, que receberiam gás da América Latina e de África, assim como na malha maciça de distribuição interna e externa de gás.

A competição pela energia representa no porvir mais próximo a maior risco e a mais potencial ameaça para o abastecimento energético dos países ibéricos, altamente dependentes, pelas próximas décadas, das importações de recursos energéticos. E não só produto da escalada espiral de preços dos recursos energéticos, mas também como potencial gérmen de conflitos violentos que poderão ser trazidos pela competição pela energia.

As ameaças actuais à segurança energética dos países ibéricos, ou seja, acções por via de actos terroristas ou de pirataria, parecem-nos residuais. O «nacionalismo dos recursos», dada a diversificação das importações, julga-se não poder ter o impacto decisivo ou marcante que um

actor que instrumentalizasse a posse de recursos energéticos desejasse que tivesse.

### Energías alternativas y su papel en el futuro energético de la Unión Europea

En relación con las energías alternativas y el papel que representan en el futuro energético de la Unión Europea, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Actualmente, la dependencia exterior (consumo menos producción nacional) de las energías fósiles (petróleo, gas y carbón) es del 80% en España y Portugal, del 55% en la Unión Europea y de un 25% en Estados Unidos. Esta gran dependencia exterior de los combustibles fósiles en España y Portugal, además de implicar inseguridad en su suministro y oscilación de sus precios al alza, tienen el inconveniente de emitir grandes cantidades de dióxido de carbono ($CO_2$).
2. La firma del Protocolo de Kioto, por la Unión Europea y ratificado por España el 8 de febrero de 2005 establece que los países pertenecientes al Anexo I, países industrializados y economías en transición, deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero por debajo del volumen del año 1990 en una media del 5,1%. Esta limitación impone a España y Portugal el pago de derechos de emisión.
3. España ocupa el primer país del mundo en potencia eólica y fotovoltaica instalada por habitante y Portugal el segundo en potencia eólica y el quinto en fotovoltaica.
4. En España el coste actual del kilovatio hora eólico es el doble que el nuclear y el fotovoltaico unas 10 veces el nuclear. Estos elevados costes están compensados a través de las primas a las energías renovables, que en el año 2009 fueron de unos 6.000 millones de euros y para el año 2020 pudieran alcanzar los 19.000 millones de euros. Estas elevadas primas deberían ser ajustadas teniendo en cuenta la crisis económica actual.
5. La factura de la energía eléctrica pagada por un consumidor doméstico, se dedica, más de la mitad, a pagar impuestos y a cubrir gastos de la actual política energética:
   - 18,7% impuestos (impuesto sobre el valor añadido e impuesto sobre la electricidad).
   - 6,1% déficit de tarifa (en parte debido a las renovables).

– 3,0% compensaciones extrapeninsulares (suministro a las islas).
– 4,1% otros impuestos (Comisión Nacional de Energía, moratoria nuclear, ahorro y eficiencia energética, etc.).
– 22,5% primas a las energías renovables.
– 54,4% total de los impuestos y gastos de la actual política energética.
– 4,6% transporte.
– 16,25 distribución.
– 24,8% generación.

– 45,6% total de la energía eléctrica consumida.

Debido a ello el Ministerio de Industria y Energía español está estudiando reducir estas primas a las energías renovables, especialmente a la solar fotovoltaica, proponiendo una reducción en el número de horas retribuidas de 1250 horas para los paneles fotovoltaicos fijos y de 1.644 horas para los móviles, lo que supone, algo menos de 1.000 euros/anuales, reducción manifiestamente insuficiente, teniendo en cuenta la crisis económica en que estamos inmersos

6. La energía de fisión nuclear tiene como principal inconveniente los residuos radiactivos, frente a una serie de ventajas que la sitúan actualmente en la fuente óptima de energía: No produce gases de efectos invernadero. Las centrales nucleares tienen una larga vida que puede extenderse a más de 60 años y producen la energía más barata que existe actualmente. El coste del uaranio es un 5% del coste de generación de la energía eléctrica, mientras que los costes del carbón y del gas son un 50% y 70% de los costes de generación de la energía eléctrica. Por otro lado, el uranio se encuentra muy repartido, el 50% en países democráticos o políticamente estables, a diferencia del petróleo que se encuentra concentrado en zonas de permanentes tensiones políticas o en países denominados por el banco mundial como LICUS *(Low Income Countries Under Stress)*.
7. Los elementos combustibles gastados en una central nuclear comercial contienen un 95% de uranio, 1% de plutonio y el 4% de residuos radiactivos. Este uranio y plutonio se prodrá emplear como combustible en los próximos reactores, por lo que España ha adoptado la posición óptima: almacenarlos en un Almacén Temporal Centralizado, durante 60 años, a la espera de decisiones futuras.
8. En los 437 reactores nucleares actualmente en operación no se ha producido ningún accidente mortal. Desde el año 1947 se sabía que los reactores sobremoderados por grafito y refrigerados por agua

ligera (del tipo empleado en los reactores de Chernóbil) eran inseguros durante el arranque, por lo que ningún Consejo de Seguridad Nuclear de un país democrático autorizaría una central nuclear comercial de este tipo. Sin embargo, son reactores óptimos para la producción de plutonio para armas nucleares, disipando su energía en la atmósfera.

9. A mediados de la década de los años setenta y durante la etapa de transición política, se consideró que para que España pudiese resolver su futuro energético produciendo una energía barata, habría que conseguir que para principios del siglo actual, el 80% de la energía eléctrica fuese nuclear, instalando unas 33 centrales nucleares. La moratoria nuclear del año 1984 impidió que España pudiese tener, como en el caso de Francia una energía barata y segura que hubiera aliviado la crisis económica actual.
10. El futuro energético se basará en la fusión nuclear, cuyas ventajas son considerables: la energía producida en la fusión del deuterio, contenido en un litro de agua (34 miligramos de deuterio por litro de agua) es equivalente a la energía obtenida en la combustión de 340 litros de gasolina. El deuterio contenido en el agua es suficiente para abastecer a la humanidad durante un tiempo superior al transcurrido desde la formación de la Tierra hasta nuestros días, o bien, durante un tiempo superior a la vida esperada en la Tierra, unos 4.500 millones años. El deuterio está al alcance de todos los países, evitando la dependencia energética a que estamos sometidos con los combustibles fósiles.
11. El desarrollo futuro de la fusión nuclear se realizará en tres direcciones, por confinamiento gravitacional, que es el caso de la conocida energía solar, por confinamiento inercial producida por láseres o haces de partículas y por confinamiento magnético.
12. Las células fotovoltaicas actuales son de bajo rendimiento y coste elevado. Actualmente entran en fase de Investigación y Desarrollo (I+D) nuevas nanocélulas fotovoltaicas que se espera que tengan un elevado rendimiento y bajo coste, por lo que la energía de fusión nuclear por confinamiento gravitacional, conocida simplemente como energía solar, pudiera ser económicamente competitiva con las energías fósiles durante la primera mitad de este siglo.
13. La energía de fusión nuclear por confinamiento inercial y magnético se encuentra en estado de I+D, por lo que teniendo en cuenta el desarrollo del reactor experimental de fusión nuclear por confinamiento

inercial NIF *(National Ignition Facility)*, actualmente en funcionamiento, y el futuro ITER *(International Termonuclear Experimental Reactor)* por confinamiento magnético, puede estimarse que estos tipos de fusión nuclear podrían comercializarse durante la segunda mitad de este siglo.

14. Se debería potenciar la I+D en las siguientes áreas:
    - Captura, transporte y almacenamiento del $CO_2$ de las centrales de combustibles fósiles.
    - Abaratamiento de la energía eólica empleando nuevos materiales y generadores eólicos y su posible instalación en la plataforma continental.
    - Energía de fusión nuclear, tanto en forma de energía solar como inercial y magnética.
15. Hasta que pudiesen comercializarse, a costes competitivos, las anteriores áreas de I+D, el camino óptimo sería la construcción de nuevas centrales nucleares, estimándose que con ocho nuevas centrales nucleares se podría cubrir la demanda energética española durante este periodo.

**Consideraciones que afectan a la seguridad nacional**

La amenaza actual no tiene fronteras y la práctica terrorista es hoy más sofisticada e imprevisible que en el pasado, cuando los secuestros de aviones y los atentados tácticos eran el trágico, pero común medio expresión. Hoy, el propósito de inflingir bajas de una manera espectacular es un rasgo específico de la actual amenaza terrorista que ha evolucionado hacia un concepto de daño estratégico, tanto cualitativo como cuantitativo.

En este sentido, merece hay que recordar la trama para hacer explosionar diversos aviones con destino a Estados Unidos desde el Reino Unido, ocurrida en agosto de 2006. De no haber sido descubierta a tiempo, los terroristas, actuando como dispositivos improvisados, habrían llevado a cabo un ataque coordinado que habría causado la muerte de cientos de pasajeros en pleno vuelo.

Como en el pasado, la aviación civil continúa siendo utilizada por grupos terroristas como un instrumento de ataque. No obstante, garantizar la seguridad y protección a los aviones desde fuera sigue siendo un reto difícil de solucionar, especialmente si tenemos en cuenta la potencialidad

de que pudiesen utilizar misiles tierra-aire SAM *(Shoulder-Fired Surface-to-Air Missiles)*. Según un informe del Congreso norteamericano del año 2004, se cree que entre 25 y 30 grupos no estatales estarían en posesión de estos misiles. El informe asimismo explica que la solución a esta cuestión es bastante complicada y que las contramedidas para proteger los aviones de este tipo de ataque, supondrían un gasto de entre un millón a tres millones de dólares por avión (C. Bolkcom, *et al*, *CRS Report for Congress Homeland Security)*.

El potencial uso de armas de destrucción masiva por parte de actores no estatales viene asociado a organizaciones terroristas de carácter religioso fundamentalista o a sectas de culto fanáticas y apocalípticas. Hasta la fecha no existen evidencias de que ningún Estado haya suministrado a los grupos terroristas armas no convencionales. A este respecto existe una opinión bastante general en cuanto a que si se produjese este tipo de suministro, especialmente de armas nucleares, ello no sería tolerado por algunos países que, a su vez, responderían de manera irreversible.

La producción de agentes químicos y biológicos requiere la utilización de equipos de doble uso y teniendo en cuenta que, en ocasiones, es difícil distinguir actividades ilegales de actividades legítimas, como sería la producción de vacunas, antivirales, etc., la regulación en la exportación de tecnologías de doble uso, sus elementos y componentes debe ser muy rigurosa por parte de los países exportadores.

En el caso de los materiales radiactivos, existen en la actualidad una serie de convenios reguladores y de cooperación internacional para el control de su transporte (Organización Mundial de Aduanas, Comité Zangger, el Acuerdo Wassenaar, etc.), pero sigue siendo necesario un gran control en los puntos de entrada fronterizos, tanto terrestres como marítimos que facilite la detección de su tráfico ilícito, especialmente en puertos de gran envergadura donde deben instalarse detectores avanzados de materiales radiactivos. La situación geográfica de España y Portugal hacen de nuestros dos países puntos claves.

El terrorismo nuclear sigue siendo una grave amenaza para la seguridad, tal y como destacó el presidente Barack Obama en su discurso en la ciudad de Praga en abril de 2009:

> «El mercado negro de secretos nucleares y en materiales nucleares abunda. La tecnología para fabricar una bomba se ha extendido. Los terroristas están decididos a comprar, construir o robar una

de ellas. Nuestros esfuerzos deben por tanto centrarse en estos peligros» (Remarks by president Barack Obama, 2009*. The White House. Office of Press Secretary*).

La probabilidad de que un grupo terrorista pudiera explosionar una bomba sucia es grande, pero el daño biológico podría hacerse que fuera reducido. Sin embargo, la probabilidad de explosionar un dispositivo nuclear improvisado o bomba atómica rudimentaria es pequeña, pero el daño biológico sería considerable.

La colaboración multidisciplinar es especialmente necesaria en el campo de la defensa contra el terrorismo de armas de destrucción masiva por las complejas características técnicas que su práctica conlleva. Uno de los medios más eficaces para combatirlo es el desarrollo de instrumentación de tecnología avanzada para la detección de los agentes nucleares, radiológicos, biológicos y químicos.

Hacer frente a un ataque no convencional, especialmente con armas nucleares o biológicas supondría un desafío para la logística de cualquier nación, incluso para aquellas dotadas con sólidos sistemas de protección civil y hospitalarios. En la contingencia de un ataque potencial no convencional, las Fuerzas de Seguridad del Estado deben contar con sistemas de alerta a la población y de identificación temprana del daño.

Por esta razón son esenciales los sistemas de prevención, detección y respuesta en los que hay que incluir los desarrollos científico-técnicos, la labor interdisciplinar y multidisciplinar y la colaboración internacional. Todos ellos juegan un papel esencial para fortalecer la primera y la segunda líneas de defensa con las que hacer frente a este reto a la seguridad de las naciones que quedó planteado de forma devastadora el 11 de septiembre de 2001.

## COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

*Presidente:* D. GUILLERMO VELARDE PINACHO
*General de division del Ejército del Aire,*
*catedrático de Física Nuclear*
*y académico de la* European Academy of Sciences.

*Coordinador:* D. FERNANDO SANZ TERCERO
*Coronel de Infantería DEM.*

*Vocales:* D. RUBEN EIRAS
*Responsável pelas Relações com a Comunidade Científica*
*da Galp Energia.*

D. ANTÓNIO PAULO DAVID DUARTE
*Doutor em História Institucional e Política Contemporânea*
*pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas*
*da Universidade Nova de Lisboa.*

D.ª CARLA ISABEL PATRÍCIO FERNANDES
*Mestre em Estudos Chineses pela Universidade de Aveiro.*

D.ª NATIVIDAD CARPINTERO SANTAMARÍA
*Profesora titular de la Universidad Politécnica de Madrid*
*y académica de la* European Academy of Sciences.

**Las ideas contenidas en este trabajo son de responsabilidad de sus autores, sin que refleje, necesariamente el pensamiento del CESEDEN, que patrocina su publicación**

# ÍNDICE

Página

SUMARIO ..... 7

PRÓLOGO ..... 9

*Capítulo primero*

ESTUDO SEGURANÇA ENERGÉTICA. OS DESAFIOS ESTRATÉGICOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA EUROPEIA ..... 13

Sumàrio executivo ..... 15

— *Uma nova segurança energética sustentável para a Europa* ..... 15

O conceito de segurança energética num paradigma energético em transição: da diversificação de fontes de abastecimento para a diversificação de fontes energéticas ..... 17

O que é segurança energética? ..... 17

Diversificar de forma integrada ..... 18

A ligação entre a segurança energética, as alterações climtáticas e a segurança nacional ..... 19

Breve retrato geopolítico da energia no mundo ..... 20

O estado da segurança energética na Europa ..... 22

A dependência das importações da União Europeia ..... 22

Principais tendências fragilizantes da segurança energética europeia ..... 23

— *Exploração & Produção* ..... 23

Página

O esgotamento das fontes de petróleo *light* e o crescimento das fontes betuminosas e deep *off-shore* ..... 24
Refinação ..... 25
— *O estrangulamento da capacidade de refinação mundial* ..... 25
Transporte e distribuição ..... 26
— *Os bottlenecks do transporte marítimo: petróleo e GNL prisioneiros dos estreitos* ..... 26
Rigidez de abastecimento de gás natural ..... 28
O aumento da procura mundial ..... 29
A «geofinanceirização» do petróleo ..... 30
Os limites das energias renováveis na mitigação da dependência energética europeia ..... 31
Uma nova segurança energética sustentável para a Europa ..... 32
— *Um eixo euro-med-atlântico para a segurança energética* ..... 33
— *Liderar a Nova Ordem Global da Energia* ..... 34
— *Uma estratégia de segurança energética visionária e pragmática* 35
A necessidade de uma liderança forte ..... 40

*Capítulo segundo*

O PROBLEMA DO ABASTECIMENTO DE ESPANHA E PORTUGAL: A QUESTÃO DO MAGREBE ..... 43
O panorama energético da península Ibérica ..... 45
— *A situação energética de Portugal e da Espanha* ..... 45
Potencialidades e vulnerabilidades de Portugal e da Espanha ..... 55
O panorama energético do Magrebe ..... 60
— *Argélia* ..... 62
— *Líbia* ..... 69
— *Tunísia* ..... 72
— *Marrocos* ..... 73
— *Mauritânia* ..... 76
O Magreb e o problema do abastecimento de Espanha e Portugal ..... 77

*Capítulo tercero* Página

ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y SU PAPEL EN EL FUTURO ENERGÉTICO DE LA UNIÓN EUROPEA..... 93

Introducción..... 95
Planes de Energía Nacional (PEN) y Plan de Energías Renovables (PER)..... 97
Ventajas e inconvenientes de las energías solar y eólica..... 105
Costes y primas de las energías renovables..... 107
Energía eólica..... 109
Energía solar..... 114
Energía de la biomasa..... 118
Energía de fisión nuclear..... 120
Energía de fisión nuclear en España..... 123
Moratoria nuclear en España..... 130
— *Ventajas reales*..... 131
— *Inconvenientes*..... 132

Contaminación radiactiva en el entorno de una central nuclear..... 133
Residuos radiactivos..... 133
— *Accidentes en centrales nucleares civiles en países democráticos.* 135
— *Accidentes en fábricas del ciclo del combustible nuclear*..... 136
— *Accidente de Chernóbil*..... 136

Proliferación nuclear producida por las centrales de fisión nuclear.. 141
Reactores nucleares de las Generaciones III, III+ y IV..... 141
Opinión pública sobre las centrales nucleares productoras de energía eléctrica..... 144
Energía de fusión nuclear..... 147
— *Ventajas*..... 147
— *Inconvenientes*..... 147
— *Confinamiento gravitacional*..... 148
— *Confinamiento inercial*..... 149
— *Confinamiento magnético*..... 150

Reactores experimentales de fusión nuclear..... 150
— *HIPER*..... 152
— *ELI*..... 152
— *TECHNOFUSION*..... 152

Página

— *GETMAT*..... 153
— *DENIM*..... 154

Experimentos realizados de fusión nuclear..... 154

*Capítulo cuarto*

CONSIDERACIONES QUE AFECTAN A LA SEGURIDAD NACIONAL 157

Introducción..... 159
Las armas de destrucción masiva..... 162
Terrorismo estratégico y armas de destrucción masiva..... 165
Terrorismo nuclear..... 166
Terrorismo químico..... 169
Terrorismo biológico..... 171
Al Qaeda y las armas de destrucción masiva..... 173
Tráfico ilícito de materiales nucleares y radiactivos..... 177
Detección de material radiactivo ilegal..... 181
Medidas contraterroristas y acuerdos internacionales..... 183

CONCLUSIONES..... 191

Estudo segurança energética. Os desafios estratégicos da segurança energética europeia..... 193
— *Uma nova segurança energética sustentável para a Europa*..... 193

O problema do eabastecimiento de Espanha e Portugal a questão do Magrebe..... 194
Energías alternativas y su papel en el futuro energético de la Unión Europea..... 197
Consideraciones que afectan a la seguridad nacional..... 200

COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO..... 203

ÍNDICE..... 205

## RELACIÓN DE MONOGRAFÍAS DEL CESEDEN

***1.** Clausewitz y su entorno intelectual. (Kant, Kutz, Guibert, Ficht, Moltke, Sehlieffen y Lenia).

***2.** Las Conversaciones de Desarme Convencional (CFE).

***3.** Disuasión convencional y conducción de conflictos: el caso de Israel y Siria en el Líbano.

***4.** Cinco sociólogos de interés militar.

***5.** Primeras Jornadas de Defensa Nacional.

***6.** Prospectiva sobre cambios políticos en la antigua URSS. (Escuela de Estados Mayores Conjuntos. XXIV Curso 91/92).

***7.** Cuatro aspectos de la Defensa Nacional. (Una visión universitaria).

**8.** Segundas Jornadas de Defensa Nacional.

**9.** IX y X Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.

**10.** XI y XII Jornadas CESEDEN-IDN de Lisboa.

**11.** *Anthology of the essays*. (Antología de textos en inglés).

***12.** XIII Jornadas CESEDEN-IDN de Portugal. La seguridad de la Europa Central y la Alianza Atlántica.

**13.** Terceras Jornadas de Defensa Nacional.

***14.** II Jornadas de Historia Militar. La presencia militar española en Cuba (1868-1895).

***15.** La crisis de los Balcanes.

***16.** La Política Europea de Seguridad Común (PESC) y la Defensa.

**17.** *Second anthology of the essays*. (Antología de textos en inglés).

***18.** Las misiones de paz de la ONU.

***19.** III Jornadas de Historia Militar. Melilla en la historia militar española.

**20.** Cuartas Jornadas de Defensa Nacional.

**21.** La Conferencia Intergubernamental y de la Seguridad Común Europea.

***22.** IV Jornadas de Historia Militar. El Ejército y la Armada de Felipe II, ante el IV centenario de su muerte.

**23.** Quinta Jornadas de Defensa Nacional.

**24.** Altos estudios militares ante las nuevas misiones para las Fuerzas Armadas.

**25.** Utilización de la estructura del transporte para facilitar el cumplimiento de las misiones de las Fuerzas Armadas.

**26.** Valoración estratégica del estrecho de Gibraltar.

**27.** La convergencia de intereses de seguridad y defensa entre las Comunidades Europeas y Atlánticas.

**28.** Europa y el Mediterráneo en el umbral del siglo XXI.

**29.** I Congreso Internacional de Historia Militar. El Ejército y la Armada en 1898: Cuba, Puerto Rico y Filipinas.

**30.** Un estudio sobre el futuro de la no-proliferación.

**31.** El islam: presente y futuro.

**32.** Comunidad Iberoamericana en el ámbito de la defensa.

**33.** La Unión Europea Occidental tras Ámsterdam y Madrid.

**34.** Iberoamérica, un reto para España y la Unión Europea en la próxima década.

**35.** La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/1999).

**36.** Marco normativo en que se desarrollan las operaciones militares.

**37.** Aproximación estratégica española a la última frontera: la Antártida.

**38.** Modelo de seguridad y defensa en Europa en el próximo siglo.

***39.** V Jornadas de Historia Militar. La Aviación en la guerra española.

**40.** Retos a la seguridad en el cambio de siglo. (Armas, migraciones y comunicaciones).

**41.** La convivencia en el Mediterráneo Occidental en el siglo XXI.

**42.** La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/2000).

**43.** Rusia: conflictos y perspectivas.

**44.** Medidas de confianza para la convivencia en el Mediterráneo Occidental.

**45.** La cooperación Fuerzas de Seguridad-Fuerzas Armadas frente a los riesgos emergentes.

**46.** La ética en las nuevas misiones de las Fuerzas Armadas.

**47.** VI Jornadas de Historia Militar. Operaciones anfibias de Gallípolis a las Malvinas.

**48.** La Unión Europea: logros y desafíos.

**49.** La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/2001).

**50.** Un nuevo concepto de la defensa para el siglo XXI.

**51.** Influencia rusa en su entorno geopolítico.

**52.** Inmigración y seguridad en el Mediterráneo: el caso español.

**53.** Cooperación con Iberoamérica en el ámbito militar.

**54.** Retos a la consolidación de la Unión Europea.

**55.** Revisión de la Defensa Nacional.

**56.** Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) en la defensa y la seguridad.

**57.** VII Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). Génesis de la España Contemporánea.

**58.** La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquios C-4/2002).

**59.** El Mediterráneo: Proceso de Barcelona y su entorno después del 11 de septiembre.

**60.** La industria de defensa: el desfase tecnológico entre la Unión Europea y Estados Unidos de América.

**61.** La seguridad europea y las incertidumbres del 11 de septiembre.

**62.** Medio Ambiente y Defensa.

**63.** Pensamiento y pensadores militares iberoamericanos del siglo XX y su influencia a la Comunidad Iberoamericana.

**64.** Estudio preliminar de la operación: *Libertad para Irak*.

**65.** Adecuación de la defensa a los últimos retos.

**66.** VIII Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). La organización de la defensa de la Monarquía.

**67.** Fundamentos de la Estrategia para el siglo XXI.

**68.** Las fronteras del mundo iberoamericano.

**69.** Occidente y el Mediterráneo: una visión para una nueva época.

**70.** IX Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). Las bases de la potencia hispana.

**71.** Un concepto estratégico para la Unión Europea.

**72.** El vínculo trasatlántico.

**73.** Aproximación a las cuestiones de seguridad en el continente americano.

**74.** Defensa y Sociedad Civil.

**75.** Las organizaciones internacionales y la lucha contra el terrorismo.

**76.** El esfuerzo de Defensa. Racionalización y optimización.

**77.** El vínculo trasatlántico en la guerra de Irak.

**78.** Mujer, Fuerzas Armadas y conflictos bélicos. Una visión panorámica.

**79.** Terrorismo internacional: enfoques y percepciones.

**80.** X Jornadas de Historia Militar. De la Paz de París a Trafalgar (1763-1805). El acontecer bélico y sus protagonistas.

**81.** Opinión pública y Defensa Nacional en Iberoamérica.

**82.** Consecuencias de la guerra de Irak sobre el Mediterráneo Occidental.

**83.** La seguridad en el Mediterráneo. (Coloquio C-4/2004-2005).

**84.** Hacia una política de cooperación en Seguridad y Defensa con Iberoamérica.

**85.** Futuro de la política europea de Seguridad y Defensa.

**86.** Una década del Proceso de Barcelona: evolución y futuro.

**87.** El conflicto árabe-israelí: nuevas expectativas.

**88.** Avances en Tecnologías de la Información y de la comunicación para la Seguridad y la Defensa.

**89.** La seguridad en el Mediterráneo (Coloquio C-4/2006).

**90.** La externalización en las Fuerzas Armadas. Equilibrio entre apoyo logístico propio y el externalizado.

**91.** La entrada de Turquía en la Unión Europea.

**92.** La seguridad en el Mediterráneo: complejidad y multidimensionalidad.

**93.** La situación de seguridad en Irán: repercusión en el escenario regional y en el entorno mundial.

**94.** Tecnología y Fuerzas Armadas.

**95.** Integración de extranjeros en las Fuerzas Armadas españolas.

**96.** El mundo iberoamericano ante las actuales retro estratégicas.

**97.** XI Jornadas de Historia Militar. La enseñanza de la Historia Militar en las Fuerzas Armadas.

**98.** La energía y su relación con la Seguridad y Defensa.

**99.** Prospectiva de Seguridad y Defensa: viabilidad de una Unidad de Prospectiva en el CESEDEN.

**100.** Repercusión del actual reto energético en la situación de seguridad mundial.

**101.** La evolución de la Seguridad y Defensa en la Comunidad Iberoamericana.

**102.** El Oriente Próximo tras la crisis de El Líbano.

**103.** Los estudios de posgrado en las Fuerzas Armadas.

**104.** Las fronteras exteriores de la Unión Europea.

**105.** La industria y la tecnología en la política europea de Seguridad y Defensa.

**106.** De la milicia concejil al reservista. Una historia de generosidad.

**107.** La Agencia Europea de Defensa: pasado, presente y futuro.

**108.** China en el sistema de seguridad global del siglo XXI.

**109.** Naciones Unidas como principal elemento del multilateralismo del siglo XXI.

**110.** Las relaciones de poder entre las grandes potencias y las organizaciones internacionales.

**111.** Las nuevas guerras y la Polemología.

**112.** La violencia en el siglo XXI. Nuevas dimensiones de la guerra.

**113.** Influencia de la nueva Rusia en el actual sistema de seguridad.

**114.** La nueva geopolítica de la energía.

**115.** Evolución del concepto de interés nacional.

**116.** Sesenta años de la OTAN ¿Hacia una nueva estrategia?

**117.** La importancia geostratégica de África Subsahariana.

**118.** El Mediterráneo: cruce de intereses estratégicos.

---

* Agotado. Disponible en las blibliotecas especializadas y en el Centro de Documentación del Ministerio de Defensa.