

ENERXÍAS ALTERNATIVAS E ACUICULTURA MARIÑA

*Manuel Bao Iglesias**

Universidade de Santiago
de Compostela

*Antonio Cerviño***

Centro de Investigacións Mariñas
de Courón

O *Libro branco da enerxía para o futuro: fontes de enerxía renovables*, elaborado pola Comisión Europea co obxectivo de definir unha estratexia e un plan de acción comunitarios, di textualmente no seu inicio:

O aproveitamento actual das fontes de enerxía renovables na Unión Europea é irregular e insuficiente. Anque a dispoñibilidade de moitas desas fontes é alta e o seu potencial económico real é considerable, a súa contribución ó consumo de enerxía interior bruto da Unión na súa totalidade é decepcionantemente baixo: inferior ó 6%, unha porcentaxe que está previsto que aumente no futuro. Se a Comunidade non logra atender unha parte perceptiblemente maior da súa demanda enerxética con fontes de enerxía renovables durante a próxima década, perderase unha oportunidade de desenvolvemento importante ó tempo que lle resultará cada vez máis difícil cumprir os seus compromisos, tanto no ámbito europeo coma internacional, en materia de protección ambiental.

* Catedrático de Enxeñaría Química.

** Investigador.

Pola súa parte, o Departamento de Enerxía de USA (DOE), en colaboración co Instituto de Investigación en Producción de Enerxía Eléctrica (EPRI), definen:

Os beneficios de utilizar recursos renovables de enerxía son múltiples. A maior parte destes beneficios derivan da súa condición de ser virtualmente inesgotables. Os recursos eólico e solar recupéranse diariamente. A biomasa pode ser producida por xestión de programas agrícolas e proporcionar un subministro continuo de combustible. A enerxía xeotérmica é extraíble do interior da superficie terrestre en cantidades practicamente ilimitadas.

Con esta perspectiva e coa convicción de que existe tecnoloxía desenvolvida para proceder á realización de procesos integrados, que poden cumprir tódolos requisitos de sostibilidade se se dispón de enerxía limpa en cantidades suficientes, é fácil chegar á conclusión de que a sostibilidade é tecnicamente posible se se alcanza a

dispoñibilidade real de enerxía limpa nas cantidades necesarias.

Nunha revisión rápida, pero coitada, do estado actual de desenvolvemento das enerxías renovables podemos comprender a diferenza que existe entre formulación de obxectivos de tipo político e de tipo real. Desde un punto de vista político, probablemente teñámo-la impresión de que as enerxías renovables son unha realidade inmediata e de que estamos en condicións de esixir a súa aplicación, o que se opón ó feito de que a UE teña a xa a mencionada contribución actual de só un 6% e que, en cambio, os países incorporados ultimamente (Austria, Finlandia e Suecia) superen xa en 1995 o 20%. Convén lembrar adicionalmente que a dependencia da UE de importacións enerxéticas é do 50% e que, se non se adoptan medidas, aumentará nos próximos anos ata alcanza-lo 70% antes do 2020. Así mesmo, os recursos enerxéticos importados procederán de fontes cada vez máis distantes da UE, circunstancia que implica riscos xeopolíticos que deben ser contidos para seguridade dos abastecementos, polo que se admite que o desenvolvemento de enerxías renovables ten implicacións positivas tanto para a balanza comercial como para a seguridade.

O informe DOE-EPRI coída máis a súa formulación ambiental, insistindo en que varias das tecnoloxías de produción de enerxía renovable —coma a hidráulica, a eólica, a solar térmica e a fotovoltaica— non producen emisións na etapa específica de

producción de enerxía; que as plantas de biomasa, cos modernos controis de emisión e un ciclo de combustible debidamente xestionado, supoñen unha emisión neta de carbono de valor cero e a emisión de cantidades mínimas doutros contaminantes da atmosfera; e que tampouco son importantes as emisións das plantas xeométricas. Cando estas tecnoloxías despracen ós combustibles fósiles suporá unha forte redución na emisión de gases de efecto invernadero. O razoamento pretende resaltar que a produción deste tipo de enerxías ten un valor superior ó que se lle asignaría á da enerxía que substitúe, de procedencia fósil e, así mesmo, intenta poñer de relevo o valor de mellora do ambiente que proporcionan.

Como consecuencia de distintos acordos e da consideración de posibles escenarios da evolución internacional, a UE formulou como obxectivo a obtención dunha contribución de enerxías renovables ó consumo total da enerxía dos seus estados membros do 12% para o ano 2010. Para fixar esta taxa partiuse da base de que a achega actual non alcanza o 6% e este dato logrouse pola importante contribución dos países incorporados recentemente —Austria, Finlandia e Suecia— nos que a produción de enerxías renovables para o consumo interno supera o 24%. Estes valores atópanse moi lonxe dos que realmente se poderían alcanzar se os esforzos realizados polos diferentes estados fosen consecuentes coas políticas que presentan de aforro enerxético e redución dos combustibles

fósiles, que normalmente teñen que ser importados. É preciso cumprilas propostas realizadas e non simplemente cubrir unha cota marcada dentro dunha evolución previsible.

A posibilidade de alcanza-lo obxectivo proposto establécese sobre a base dun forte desenvolvemento do emprego de biomásas —ó que se lle asigna unha cota do 8%. A enerxía hidráulica de máis de 10 MW de potencia unitaria está xa moi aproveitada e espérase pouca evolución neste campo, polo que se fai un grande uso da enerxía eólica e da minihidráulica. As formas directas de aproveitamento solar seguirán sendo case testemuñais anque se espera un grande impulso no desenvolvemento tecnolóxico, como tamén ocorrerá coas enerxías xeotérmicas, de mareas, etc.

O esforzo que debe ser realizado nas diferentes rexións depende das súas posibilidades; por exemplo, en Galicia son razoables fortes investimentos en produción de enerxía eólica, aínda cando xa se alcance a cota marcada, debido ó gran potencial que posúe. Para o ano 2010 as previsións con respecto á comunidade galega son dun abastecemento eléctrico da orde dun 80% procedente de enerxías renovables (incluída a grande hidráulica).

Outro dos obxectivos marcados pola UE é o de conseguir unha produción de electricidade a partir de sistemas integrados de coxeración do 18%. En xeral, este tipo de producións adoitan estar distribuídas e con capacida-

des instaladas non moi elevadas, polo que contribúen ó raciocinio no uso enerxético.

De xeito resumido presentámo-lo estado das distintas tecnoloxías.

1. ENERXÍA XEOTÉRMICA

A produción de electricidade comercial a partir de reservas xeotérmicas de vapor é unha realidade desde os anos trinta en Italia e California, e está xa explotada na actualidade en tódolos países desenvolvidos. Tamén son explotables, tanto nestes países coma nos que están en vías de desenvolvemento, os mananciais de auga quente xeotérmica. A viabilidade comercial destes está condicionada á temperatura, caudal e calidade da auga, así como á profundidade á que se pode acceder para eleva-la temperatura do fluído —auga a presión ou vapor— para o cal os perfís de temperaturas e a natureza e características da rocha son fundamentais.

Outro grupo de tecnoloxías —aínda en etapa de investigación e con altos niveis de risco, ademais das consecuentes posibilidades de fracaso— corresponde á perforación de pozos profundos de ata 5 Km para alcanzar altas temperaturas na denominada zona seca —na que non hai auga natural. A inxección de auga desde a superficie permite obter vapor de presión elevada, e este produce enerxía nun ciclo de vapor que pode ser

reinjectado como vapor de baixa temperatura ou como líquido.

O estado actual impide avalialo potencial comercial, xa que as incertezas en requirimento de materiais e os riscos de fallos de explotación son descoñecidos. Lamentablemente, en España as expectativas de produción desta enerxía son practicamente nulas e existen só aproveitamentos de tipo hidrotermal de escasa significación enerxética.

2. ENERXÍA SOLAR TÉRMICA

A efectos de produción de enerxía nobre —mecánica ou eléctrica— os sistemas solares poden concentra-la luz do sol para quentar un fluído de traballo que xere electricidade por algún ciclo termodinámico. Fundamentalmente podemos considerar tres sistemas diferentes:

- Campo de helióstatos.
- Fluído que capta enerxía térmica e produce traballo.
- Fluído que transporta a enerxía a un almacenamento do que se extrae por diferentes mecanismos.

Como a concentración de enerxía require a recepción solar directa, estas formas de aproveitamento ven condicionada a súa viabilidade ó número de horas de sol, a diferenza dos sistemas de captación sen concentración que poden operar con nubes. España dispón das mellores condicións no sueste

peninsular, polo que as grandes instalacións experimentais europeas se atopan nesta zona. Alí están operativos dous campos de helióstatos correspondentes ó primeiro tipo de sistemas, neles ensáianse diferentes xeitos de operación, tipos de fluídos de traballo e formas de almacenamento. Sen embargo, anque se consideren distintas formas de valoración, a enerxía obtida aínda non é competitiva coas formas convencionais.

Existen sistemas de menor dimensión que poden ser máis alcanzables para institucións ou empresas que empregan campos pequenos ou concentradores cilindroparabólicos nos que se procesa un fluído de traballo en circuíto pechado. En Almería, o CIE-MAT está participando nun sistema deste tipo con auga como fluído directo de traballo que se transforma en vapor e se expande en turbina nun circuíto clásico. En América estanse ensaiando concentradores de espellos orientados, coma nun campo de helióstatos pero en superficies tan reducidas coma 25m². O foco do pseudo paraboloide é a caldeiriña dunha máquina que segue un ciclo —o *stirling*—, que non tivo aceptación nos sistemas convencionais pero que aquí, ó parecer, pode ser interesante. Os sistemas de acumulación de enerxía térmica requiren grandes instalacións e, polo tanto, grandes investimentos.

Estas formas de enerxía, establecidas no lugar axeitado, teñen a vantaxe de posuír unha certa fiabilidade; pódese coñecer-lo número de días de sol en

cada época do ano con certa seguridade e, moi aproximadamente, o número de horas de insolación que, nas nosas instalacións experimentais, se achega ás tres mil horas ó ano. A enerxía producida non pode competir coa convencional da rede, fundamentalmente polo baixo prezo actual dos combustibles fósiles e porque non se inclúe nos custos o ambiental.

Sen dúbida, o esforzo no noso país non está en concordancia coas posibilidades e pode estar condicionado por antecedentes nefastos no desenvolvemento de sistemas de captación de baixa temperatura, onde se rabenou a iniciativa privada ó protexer empresas oficiais que, por ser oficiais, non foron viables. Probablemente poderíamos atopar exemplos análogos en moitos outros campos do desenvolvemento industrial.

3. ENERXÍA FOTOVOLTAICA

Os sistemas fotovoltaicos converten directamente a luz solar en electricidade mediante dispositivos electrónicos de estado sólido que non requiren partes móbiles, non precisan circulación de fluídos e non producen ruídos nin emisións de ningún tipo. O grupo de características mencionado fai moi atractiva esta utilización que, ademais, require pouco mantemento. A dificultade principal para a súa aplicación radica no estado de desenvolvemento, que impón uns prezos de produción entre cinco e dez veces superiores ós da

enerxía eléctrica captable dunha rede de abastecemento convencional.

A tecnoloxía presente contempla tres tipos de sistemas: células de silicio monocristalino, placas de silicio policristalino e os denominados colectores de lámina delgada. Os primeiros son os máis empregados e os últimos representan a esperanza de futuro en redución de custos para os que se supón un período de evolución, ata alcanzar valores competitivos cos da rede convencional, de entre dez e vinte anos. Convén facer notar que a tecnoloxía tradicional de células de silicio monocristalino ten máis de trinta anos de funcionamento, polo que non é previsible que a “curva de aprendizaxe” desta tecnoloxía específica se poida reducir nunha orde de magnitude; os custos esperados deben ser obtidos por un proceso distinto que defina outra tecnoloxía como pode se-la de “lámina delgada”.

O interese por esta aplicación, plenamente xustificada, é tal que a Comisión Europea propón unha campaña que permita entrar en competencia con Xapón e os Estados Unidos en función da bagaxe existente e establece que:

É necesario que a campaña sexa ambiciosa e moi visible, co fin de constituír unha base de mercado suficientemente ampla para que os prezos baixen de maneira substancial. Polo tanto, incluírá unha iniciativa para a instalación de 500.000 sistemas fotovoltaicos en tellados e fachadas dentro do mercado interior da UE, e unha iniciativa de exportación de 500.000 sistemas

fotovoltaicos rurais, co fin de lanzala electrificación descentralizada nos países en desenvolvemento. A capacidade básica de cada un destes sistemas establécese en 1 KWe.

O desenvolvemento próximo destas tecnoloxías nos países da UE estará baseado nunha posible redución de custos, mediante a súa integración como elemento estrutural na construción—co que se evitan investimentos en tellados e fachadas, por exemplo, e mellora a imaxe estética e social—, en maior medida ca na economía da produción eléctrica.

A UE contempla a subvención de ata un tercio do custo de investimento en cada aplicación que, nos tamaños comentados, se sitúa en seis euros por vatio, e que en dez anos se debe reducir a tres, así como a adquisición por parte da rede, a prezos que contemplen os custos íntegros de produción, dos excedentes de aplicación.

Con todo o estímulo establecido, unha forte dúbida alimenta a nosa desconfianza en función de dúas consideracións que se manteñen ocultas no enfoque global. A primeira é a propia eficiencia dos sistemas fotovoltaicos que, debido a que do espectro da luz solar só certas radiacións transportan enerxía suficiente para mobilizalos electróns que conforman a enerxía eléctrica, non supera na práctica o 10% da enerxía total recibida, e en teoría non supera o 15%. Por este motivo o uso de sistemas de concentración permite maior produción unitaria por célula, pero non mellor rendemento enerxético,

e este rendemento é inferior ó que está demostrado para sistemas de captación de orixe térmica, que pode chegar a valores do 30%. E, en segundo lugar, o uso de células fotovoltaicas é ambientalmente limpo, pero a súa fabricación dista moito de selo, ata tal punto que os procesos de redución da sílice para obterlo silicio metal—máis aínda se é monocristalino— requiren o uso de altas temperaturas no forno eléctrico—moi superiores ás da metalurxia do aceiro— ou o emprego de fluor para producirlo tetrafluoruro de silicio, volátil, que por redución química con metais alcalinos permita obterlo silicio policristalino. Os procesos implicados supoñen agresións ambientais que deberán ser tidas en conta ó avaliar un sistema que posúe unha eficiencia pouco comparable coa imaxe que se pretende dar del.

En enerxía solar, tanto térmica coma fotovoltaica, o desenvolvemento importante é máis de carácter cualitativo ca cuantitativo. Moitas aplicacións, coma faros, telefonía en zonas afastadas de redes eléctricas, etc., requirirán xeracións puntuais ou almacenaxes de enerxía seguras. Con respecto ó almacenamento, existen desenvolvementos recentes que permiten, mediante pilas de combustibles rexerables, bos comportamentos, o que reducirá algo o campo de aplicación previsto para formas fotovoltaicas que non lograron ata a data unha eficacia e economía aceptables. En Galicia, o número de horas de radiación utilizable é menor do conveniente, o que encarece a unidade de

enerxía producida polo que é de supoñer que os avances se producirán noutras zonas.

Adóitase incorporar a estas consideracións o concepto de enerxía solar pasiva que, derivada de condicións de deseño e do uso de materiais axeitados, permite economizar enerxías de todo tipo. Neste campo si existe un elevado potencial derivado da dispoñibilidade de materiais base que se poden empregar (residuos de lousa e granito, madeiras, etc.) e de grupos de traballo en materiais de construción que deben ser potenciados.

A produción prevista na UE para o ano 2010 é dun 0,05% do total da demanda. En calquera caso, a tecnoloxía non será competitiva ata dentro de vinte ou trinta anos.

4. ENERXÍA EÓLICA

A enerxía eólica, coñecida e apreciada desde hai séculos, foi perdendo importancia de xeito progresivo a partir do inicio da era industrial, debido a que as grandes necesidades concretas das empresas só podían ser satisfeitas pola proximidade a sistemas hidráulicos importantes ou, máis tarde, pola construción de centrais termoeléctricas. As centrais hidráulicas de capacidade menor tamén foron quedando obsoletas temporalmente, ata que os automatismos e os sistemas de telecontrol permitiron a súa recuperación para a produción de enerxía.

A principios dos anos oitenta, dada a dependencia de enerxía exterior que sufrían os países europeos —quizais como consecuencia da crise enerxética de 1973— e baixo o liderado de Dinamarca e Alemaña —non tanto de Holanda, a pesar da súa gran tradición e relativamente avanzada tecnoloxía—, prodúcese unha forte incentivação, por parte dos mencionados gobernos, de importantes programas de desenvolvemento. Incentivação que foi mantida desde entón por concienciación do cambio climático e polos éxitos obtidos. Deste xeito, a tecnoloxía máis avanzada, na actualidade, é europea.

A enerxía eólica actualmente é competitiva e explótase en localizacións nas que existen condicións favorables. As limitacións á súa forte expansión son as barreiras de acceso, a propiedade privada, a capacidade de evacuación da enerxía producida e a aceptación social. Estamos nunha rexión moi favorecida. España é xa a terceira potencia de Europa neste sector. O aproveitamento eólico é útil cando existen ventos en franxas de velocidade de 4,5 a 10 m/s durante períodos superiores ó 25% do tempo (2300 horas/ano), pero o establecemento das instalacións necesarias presenta dificultades debido ó impacto que se produce durante a construción (producción de ruídos, alteración de usos da zona, afectación da fauna ou da flora, cambio na paisaxe e a necesidade de dispoñer de liñas de evacuación da enerxía que, en si mesmas, constitúen

instalacións paralelas que deben supe-
ra-lo mesmo tipo de afeccións) que
require unhas garantías de restablece-
mento que non sempre son posibles.

Non podemos deixar de mencio-
na-la obra *Historia de las máquinas eóli-
cas*, de Juan Carlos Cádiz Deleito, que,
con ilustracións de Juan Ramos
Cabrero, describe todo tipo de artefactos
ata chegar ós sistemas actuais nos
que vemos que a pugna tradicional
entre máquinas de eixo vertical fronte
ás de eixo horizontal se pronunciou
cara ó eixo horizontal; e que a existente
entre a hélice de dúas ou tres pas se
decantou pola de tres. Así pois, o xera-
dor tipo actual é unha turbina de eixo
horizontal con tres pas que acciona un
alternador no que, mediante equipos
electrónicos, se xera corrente alterna de
50 ciclos a voltaxe definida polo acom-
odamento á rede e con potencias
medias unitarias que crecen progresi-
vamente, ó tempo que o han de face-lo
fuste dos “muíños” e a lonxitude das
súas pas. A mediados de 1999, en
Galicia, o muíño tipo tende a ser de 600
KWe de potencia, 40 m de altura e pas
de 16 m, pero é previsible que no ano
2010 sexa de 1200 KWe, 100 m de fuste
e 26 m de lonxitude da pa. As perspec-
tivas para este tipo de enerxía son que
para o ano 2030 será a de máis baixo
custo de produción.

En Galicia, xunto con Aragón,
existe a maior dispoñibilidade de ener-
xía eólica, impulsada polo establece-
mento e a medra continuada da rede
de alta e media tensión, que permite a
evacuación de enerxía da rede nacio-

nal. Este esforzo, promovido e financia-
do polo Goberno autonómico, debería
conducir ó desenvolvemento de tecnoloxía
así como á produción propia de
elementos.

O dominio da tecnoloxía pode se-
-la base para chegar a instalacións de
produción en flotación que, en com-
paración coas terrestres, terían en
menor grao os inconvenientes de ruído,
propiedade privada ou impacto
visual. Na figura 1 pódense observar
uns pequenos xeradores eólicos (2,5
KW) situados na parte superior do
pavillón danés na Expo2000 de
Hannover.

O resultado é que cada aplicación
supón un problema distinto no que a
perspectiva individual divide clara-
mente a opinión dos cidadáns. A con-
templación dun parque eólico, incluso
sen problemas de proximidade, pode
resultar un panorama agradable ou

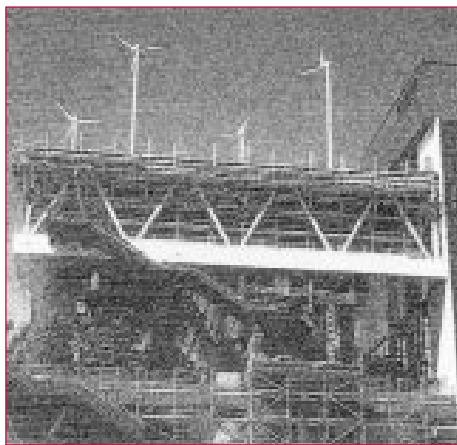


Figura 1.

desagradable segundo quen o vexa. Hai que aclarar que ningún país ten que cumprir unha cota de produción de enerxías renovables, senón que ten a obriga moral de efectua-la maior achega posible segundo os seus recursos naturais e o seu desenvolvemento tecnolóxico e de infraestructuras. Por esta razón, un forte progreso eólico, compatible cos restantes valores naturais, é importante non só pola produción de enerxía en si mesma, senón tamén polo impulso tecnolóxico que supón en toda a estrutura industrial do contorno.

O estado actual da tecnoloxía permite afirmar que o aproveitamento de enerxía eólica en instalacións mariñas ancoradas sobre o fondo, fundamentalmente (tal como se aprecia na figura 2), é competitivo co de instalacións terrestres, xa que compensan o maior custo derivado da construción de liñas de evacuación no mar co de maior potencia unitaria de instalacións, como consecuencia de que o vento no mar é, por termo medio, de maior velocidade ca en terra. A enorme redución de problemas derivados do uso do espacio, dos ruídos e incluso da imaxe, xunto coa posible integración de efectos —por exemplo o uso dos fustes de elementos como soportes de balizamentos, de iluminación de zonas ou de instalación de equipos de sinais ou de seguridade—, abre grandes posibilidades de desenvolvemento que, sumadas ó terrestre, permitirían un importante impulso tanto enerxético coma tecnolóxico.

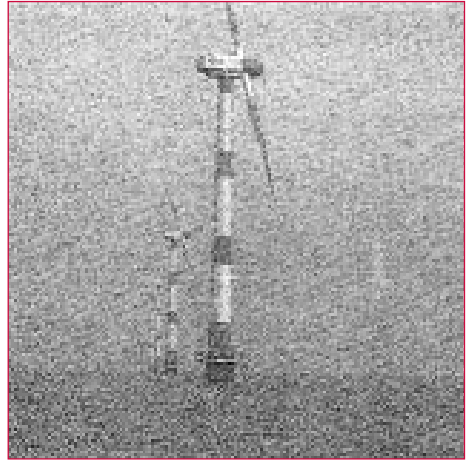


Figura 2.

É interesante destaca-los datos dun estudio realizado en Alemaña, representado na figura 3 na que se pode aprecia-la dispoñibilidade de enerxía eólica *offshore* que podería fornecer-lo consumo global de enerxía eléctrica da UE.

5. BIOMASA

O uso de residuos e desperdicios do monte, así como da agricultura, para a produción de calor e enerxía (coxeración) é unha práctica corrente nas industrias agroforestais e derivadas. As instalacións funcionan con eficiencia baixa e economía marxinal para capacidades de pouca produción. O tamaño mínimo para o limiar de rendibilidade sitúase por riba de 10 MWe. A combustión en instalacións convencionais de carbón existentes permite o funcionamento económico en case

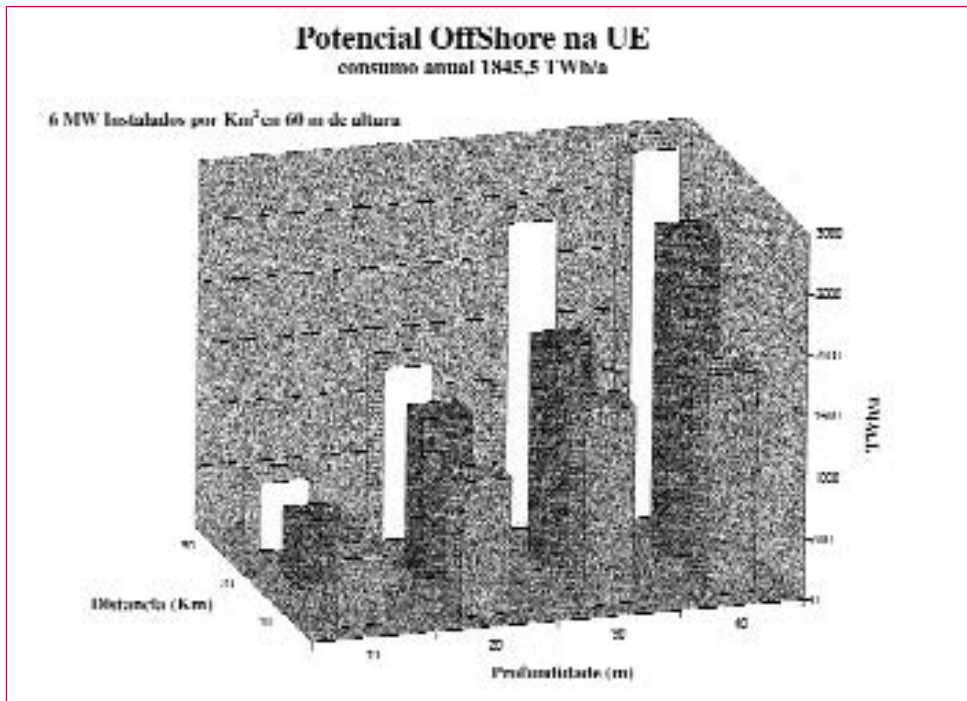


Figura 3.

calquera dimensión e a fracción de enerxía alimentada supón unha redución real de emisión de carbónico que, a longo prazo, se produciría por combustión ou oxidación da materia incorporada sen produción de enerxía.

Atópanse en desenvolvemento —ou demostración— plantas de gasificación en distintos conceptos operativos, nas que o gas producido pode ser empregado en sistemas de ciclo combinado —sistemas de coxeración—, ou en aplicacións industriais integradas con eficiencia moi superior ó sistema de combustión comentado anteriormente, así como en toda unha escala de

capacidades que poden ser competitivas desde 5 ata 100 MWe. Nestas tecnoloxías avanzadas existen etapas intermedias de tratamento do gas producido, que permiten manter os posibles contaminantes dentro dos límites establecidos polas modernas lexislacións.

Existe un conxunto de tecnoloxías en avanzado estado de desenvolvemento para o uso de biogás producido por fermentación de residuos; para a produción de combustibles líquidos por fermentación de azucres (bioalcoholes); para a produción de biodiésel a partir de cultivos de oleaxinosas,

extracción de aceites e a transformación destes ou dos motores para que poidan consumir directamente o aceite extraído; e para a obtención de alcatróns —equivalentes a un fuelóleo— por pirólise rápida de residuos vexetais, todas elas economicamente viables en condicións de apoio institucional razoable.

Deixemos constancia de que a previsión da contribución á demanda esperada para o ano 2010, por este concepto, é do 8,5% o que supón máis de 2/3 do total de enerxías renovables.

6. ENERXÍA DE CORRENTES

Nos últimos tempos, de entre as formas non tradicionais de produción de enerxía xorde como interesante, e máis para Galicia, a utilización da “enerxía de correntes” mediante diferentes dispositivos en función do tipo de aproveitamento.

Desenvolvéronse turbinas mergulladas que poden facer captacións significativas con rotores de poucos metros de diámetro que operan en fluxos duns 2 m/s de velocidade, o que produce unha rotación lenta con pouca perturbación do medio. Actualmente existen varios modelos de turbinas, tanto de eixo horizontal coma de eixo vertical, en instalacións de desenvolvemento para avalialas súas posibilidades futuras. Na figura 4 temos un sistema de eixo horizontal de características moi semellantes ás dos xeradores eólicos e, na figura 5, un sistema que

emprega un soporte de maiores dimensións e cunha maior necesidade de infraestrutura.



Figura 4.

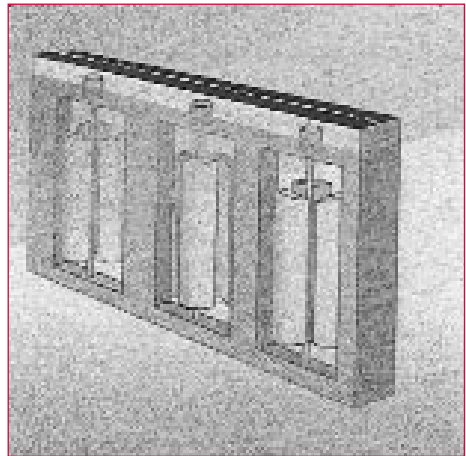


Figura 5.

Un exemplo das posibilidades de aplicación son os sistemas de produción de enerxías de baixa intensidade, nas que, na nosa opinión, radica un enorme potencial para tódalas formas de produción, non desenvolvidas suficientemente porque supoñen aproveitamentos menores que, pola

minimización de impactos, a aceptación social e a accesibilidade como propiedade particular non competitiva con outros aproveitamentos privados, representan unha posible achega que estimamos nun 15-20% do total de enerxías renovables para o 2010.

A continuación descríbese unha experiencia que se está desenvolvendo na ría de Arousa.

A ACUICULTURA MARIÑA E A DEPENDENCIA ENERXÉTICA

Co emprego das técnicas coas que se desenvolve a acuicultura, un aspecto moi importante para a rendibilidade das instalacións é a alta dependencia enerxética necesaria para un correcto desenvolvemento da produción acuícola. Dous son os aspectos fundamentais nestas instalacións: os movementos de masas de auga da mar (bombeos) e o quentamento desta.

Cando se trata de instalacións de cultivo de peixes (piscifactorías mariñas), os caudais requiridos son elevados e directamente proporcionais ás toneladas producidas. Isto débese ó feito de que é necesario manter, por un lado, altos niveis das taxas de osíxeno na auga e, polo outro, requírese a eliminación de metabolitos non desexables que son excretados polos propios peixes; isto implica a utilización de grandes equipos de bombeo, cun consumo de quilovatios nada desprezable. Na actualidade, son moitas as instalacións que tratan de buscar sistemas de

recirculación da auga, con mecanismos de depuración incluídos, que van conseguir un elevado aforro enerxético nos sistemas de bombeo, debido á menor diferenza de altura manométrica.

O outro aspecto importante é o quentamento da auga. Así, nalgún dos procesos que se desenvolven nunha instalación deste tipo (sistemas larvais, preengorde de crías, etc.), é necesario o incremento da temperatura de traballo. O salto térmico pode ser elevado, sobre todo nos meses fríos. Igualmente, co uso da recirculación, afórrase unha parte da enerxía calorífica necesaria.

Nas instalacións de cultivo de moluscos, e basicamente nas plantas de produción de semente (criadeiros e sementeiras), tamén é necesario bombear auga do mar, aínda que os requirimentos neste caso sexan menores. Así mesmo, en parte das actuacións é necesario proceder a un quentamento da auga. Tamén neste caso se pode provocar unha recirculación, en especial na área de preengorde de semente, bombeando auga desde as piscinas onde se produce o alimento necesario para os moluscos (fitoplancto) cara ós circuitos de mantemento da semente, e devolvendo a auga de novo ó punto de partida.

Como se pode observar, no caso dos peixes o subministro de auga é necesario porque serve para achega-lo osíxeno necesario e para a eliminación dos metabolitos producidos. No caso dos moluscos, o caudal de auga conseguido supón, así mesmo, o fornece-

mento do alimento imprescindible para a medra dos individuos estabulados nas citadas instalacións.

ALTERNATIVAS POSIBLES

Como vimos, todas aquelas alternativas enerxéticas que minimicen os elevados custes dunha instalación, sempre serán ben recibidas. O que ocorre é que só serán interesantes aquelas que supoñan unha inversión mínima e teñan unha alta eficacia enerxética, pois de pouco serve poñer en marcha sistemas alternativos cando o custo das inversións, ou os custos de mantemento son tan elevados que a rendibilidade do sistema non aconsella poñer en práctica estas solucións.

Entre os aspectos, mencionados antes, de elevado custo enerxético nunhas instalacións deste tipo (bombeos e quentamento da auga), os sistemas que favorezan a circulación da auga son os que *a priori* parecen máis interesantes. Así, en instalacións de ceba de moluscos en zonas intermareais, o aproveitamento das mareas permite levar a cabo intercambios de auga, coa conseguinte achega de novo alimento. Deste xeito, puxéronse en marcha numerosos parques de cultivo de moluscos, pechados e comunicados mediante comportas, que funcionan coas mareas ó permiti-la entrada de auga co fluxo da marea, despois retense e só se baleira, parte ou todo o contido da auga retida, cando de novo se volve produci-la subida da marea. Antigamente esta aplicación do

xogo das mareas xa se fixo —como é o caso do uso dos muíños de marea— aproveitando a enerxía proporcionada pola corrente da auga que pasaba a través dos mecanismos do muíño tanto no fluxo coma, sobre todo, mediante o embalsado de auga de mar, no refluxo da marea. Algúns exemplos son os muíños de marea do Saco de Fefiñáns (Cambados), na figura 6, a enseada de Quilme (na Illa de Arousa) ou o situado no saco da ría de Santoña (Cantabria).

Na expansión da acuicultura en Galicia é moi importante a produción de moluscos (fundamentalmente os cultivos de ameixas e ostras). Nas nosas rías o desenvolvemento natural debe estar reforzado pola aplicación de técnicas de cultivo e semicultivo co



Figura 6.

obxectivo de buscar un aumento da produción.

Para os cultivos de ameixa das zonas intermareais desenvóléronse técnicas que permiten aumentala produción mediante a semente de crías producida en instalacións de posta inducida (criadeiros) e que, se se quere ter unha garantía de supervivencia, non deben ser sementados no medio natural antes de que alcancen un tamaño superior ós 8/10 mm.

Igualmente, para o cultivo de ostra, tanto en zonas intermareais coma para os cultivos en batea, débese partir dun tamaño de semente non inferior ós 8/10 cm. A adquisición de semente de moluscos destas características faise nas plantas de produción, que preengordan a semente nas súas instalacións (sementeiras) mediante técnicas de estabulación dos exemplares en cilindros con malla, polos que se fai pasar auga enriquecida en fitoplancto producido nas mesmas instalacións en terra.

Xa se demostrou en numerosos traballos científicos que o crecemento das crías destes moluscos no seu medio natural, cando as condicións son axeitadas —temperatura, alimento, circulación de auga, etc.— é excelente. Por iso, frecuentemente, os responsables e técnicos das plantas de produción de semente, co obxecto de abaratar custos de produción, intentan colocala semente no medio natural canto antes, tentando rebaixar cada vez máis o

tamaño de permanencia nas instalacións en terra.

Recórrese en numerosas ocasións a transportala semente a bateas onde a colocan en cestiños encaixables de plástico, duns 40 cm de diámetro, divididos en cuadrantes e colocados en pisos de sete ou oito cestiños. Polo interior destes faise pasar unha corda de suxeición que os mantén colgados dos traveseros da batea. Desta forma conséguese que a semente sexa alimentada co fitoplancto natural contido na auga e que pasa polo interior dos cestiños. Cando a semente é moi pequena —menor de 3 ou 4 mm— é preciso empregar uns recipientes, a xeito de cuarteiróns, que se introducen no interior dos cestos e que deben ter unha luz de malla bastante inferior ó tamaño mínimo das sementes colocadas, para evitar que se perdan no mar.

Como consecuencia desta reducida luz de malla, e debido á proliferación de epibiontes nos cestos e nos cuarteiróns —sobre todo na época de primavera-verán—, o paso de auga a través da semente cada vez se fai máis dificultoso, chegando a ser practicamente nula a circulación se se deixa que se obstrúa de forma total a superficie dos recipientes de cultivo. Para evitar que se produzan mortalidades elevadas é necesario traballar con densidades moi pequenas, co obxecto de que a pouca auga que circula a través da semente —sobre todo se a súa temperatura é elevada— sexa suficiente para subministra-lo osíxeno e o alimen-

to necesarios. Desta forma redúcese a rendibilidade.

Este problema soluciónase se, por medio de diversas tecnoloxías, se forza a circulación da auga a través da semente estabulada na batea en recipientes con malla adecuada, de forma semellante a como se fai nas instalacións en terra que, para este fin, teñen as plantas de produción. Necesítase, polo tanto, unha achega de enerxía que poña en funcionamento eses sistemas e que permita, ademais, conseguir un desenvolvemento óptimo das crías de moluscos.

Unha dificultade consecuente coa localización dos polígonos de bateas é a forma de proporcionar enerxía externa. É preciso buscar sistemas autónomos que fornezan a enerxía necesaria para mante-la semente nos recipientes

coa circulación de auga axeitada ás necesidades requiridas polos moluscos.

O USO DE ENERXÍAS ALTERNATIVAS. UNHA EXPERIENCIA

Co obxecto de deseñar unha instalación de preengorde de semente de moluscos a partir de tamaños superiores a 1 ou 2 mm estanse levando a cabo unhas experiencias nun viveiro flotante, dos tradicionalmente situados para o cultivo de ostra plana e emprazado nun polígono de bateas da ría de Arousa (Cambados G). A base da experiencia está no aproveitamento de enerxía eólica, mediante o emprego dun pequeno xerador de 1500 W de potencia (véxase a figura 7) e a posibilidade de establece-los requirimentos dun sistema destas características, de xeito que, en fases posteriores, se poida

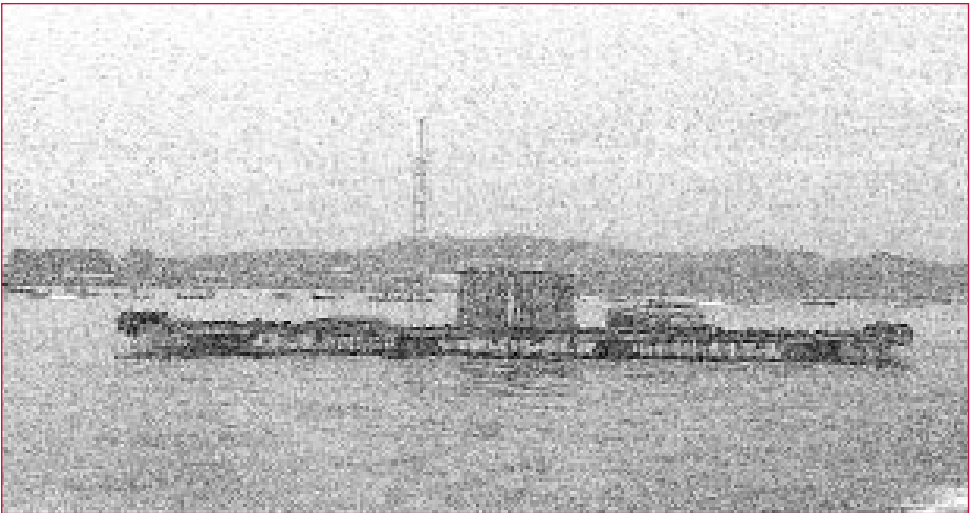


Figura 7.

proxectar unha estrutura que permita manter, industrialmente, en fase de preengorde, unha elevada cantidade de semente de moluscos a altas densidades de cultivo.

O primeiro aspecto que se debe avaliar é a cantidade e as características do vento existente na zona e cál sería a capacidade de xeración de enerxía en función dos xeradores utilizados. Púidose obter esta información co apoio dunha estación meteorolóxica situada no Centro de Investigacións Mariñas, próximo á zona de estudo, que de forma automática e continuada rexistra e proporciona datos de diversos parámetros.

De acordo coa información recollida ó longo dun período de doce meses (agosto 1999-xullo 2000) comprobouse que o 57,56% do ano se producen ventos con velocidades superiores a 3 m/s, que son necesarios para que un xerador destas características funcione. Loxicamente, a capacidade de produción de enerxía está directamente relacionada coa velocidade do vento: a maiores velocidades maior é a potencia producida polo xerador. Comprobouse, mediante os sensores correspondentes, que a intensidade producida por este equipo está en función da velocidade do vento, de acordo coa seguinte ecuación:

$$\text{Amp} = -4,0936 + 2,57 * \text{vel.vento (m/s)}$$

Velocidade (m/s)	Total minutos	%	Minutos ano	Amp/h producidos	Amperios totais
0-3	209,065	42,44	223,084	0,00	0
3-5	98,770	20,05	105,393	6,20	10,891
5-8	108,385	20,00	115,653	12,65	24,383
8-10	41,855	8,50	44,662	19,08	14,202
10-13	28,655	5,82	30,577	25,52	13,006
13-16	5,405	1,10	5,767	33,25	3,196
16-20	435	0,09	464	42,26	327
>20	0	0,00	0	0,00	0

Resultados dos parámetros de vento e produción de enerxía durante o período de agosto 1999- xullo 2000.

Na figura 8 móstranse as porcentaxes de vento ó longo de doce meses segundo a súa velocidade (m/s) entre agosto de 1999 e xullo de 2000.

Na táboa recóllese o dato de que, a partir de 20 m/s, a produción de

enerxía faise 0, xa que, para protexe-lo sistema e como medida de precaución, con ventos iguais ou superiores a ese valor frearíase o xerador. Esta enerxía producida e almacenada en diversos sistemas, emprégase para poñer en

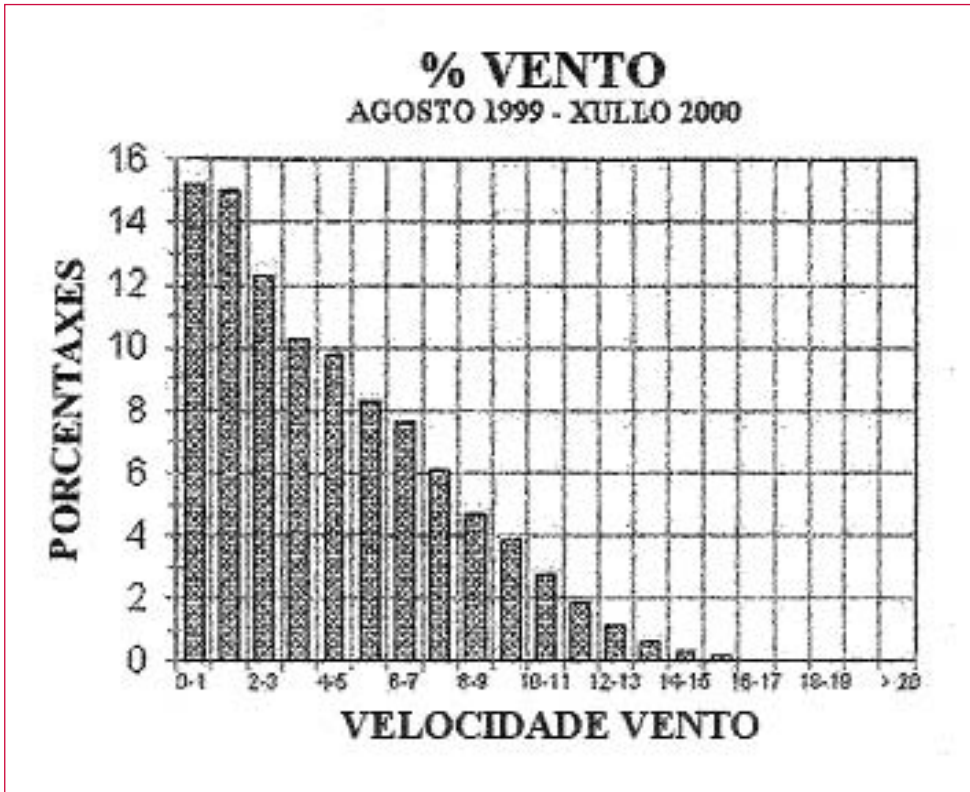


Figura 8.

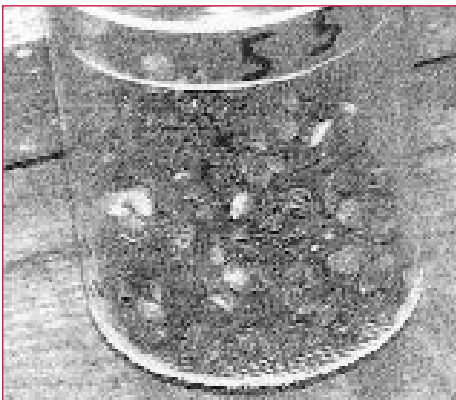


Figura 9.

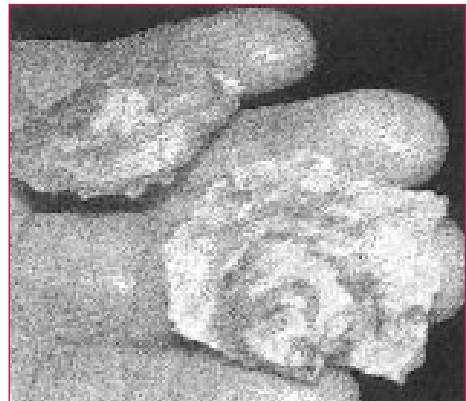


Figura 10.

funcionamento un compresor que proporciona aire e que é usado para forzar a circulación da auga a través dos sistemas de estabulación de semente (figura 9).

Creemos que o sistema pode ser perfectamente aproveitable para o preengorde da semente de pequeno tamaño (incluso no futuro pode ter outras aplicacións dentro do ámbito da acuicultura). Os ventos que se orixinan na zona son válidos para a produción de

enerxía en máis da metade das horas do ano. Incluso, dadas as características dos espazos onde se sitúan os polígonos de bateas, este sistema eólico pódese combinar coa explotación doutras enerxías que permitan un mellor aproveitamento das forzas que nos proporciona a natureza. Así, poderíase obter enerxía a baixo custo mediante o uso das correntes de marea que xorden no lugar onde se atopa este viveiro flotante.

