



***Novas soluções para  
a utilização de Energia***



Um guia para  
**As tecnologias  
energéticas  
sustentáveis  
nas escolas**



ENERGIE



## ENERGIE

Esta publicação do sub-programa ENERGIE integra um conjunto que destaca o potencial de aplicação alargada de tecnologias energéticas não-nucleares inovadoras e sua contribuição para a prestação de um melhor serviço aos cidadãos. As estratégias da Comissão Europeia pretendem influenciar as comunidades científica e de engenharia, os decisores e os actores chave no mercado, para a criação, estimulação, aquisição e utilização de soluções energéticas mais limpas, eficientes e sustentáveis, para o seu próprio benefício bem como para o benefício da sociedade em geral.

Implementado no âmbito do 5º Programa Quadro de Investigação, Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração (IDT) da União Europeia, o ENERGIE apoia acções de investigação, desenvolvimento, demonstração, disseminação, replicação e integração no mercado – o processo completo de conversão de ideias inovadoras em soluções práticas para necessidades reais. As suas publicações, impressas ou em suporte informático, divulgam os resultados de acções desenvolvidas no âmbito do presente programa quadro e dos anteriores, incluindo as acções do programa JOULE-THERMIE. Com gestão conjunta das Direcções-Gerais Investigação e Energia e Transporte, o ENERGIE dispõe de um orçamento total de 1,042 milhões de EURO para o período de 1999 a 2002.

As actividades são organizadas essencialmente no âmbito de duas Acções-Chave, Sistemas Energéticos Mais Limpos, incluindo Energias Renováveis e Energia Económica e Eficiente para uma Europa Competitiva, integradas no tema “Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável”, e complementadas por actividades de coordenação e de cooperação de natureza sectorial e trans-sectorial. Com objectivos delineados pelo Protocolo de Quioto e políticas associadas, as actividades integradas do ENERGIE centram-se em soluções inovadoras que proporcionem benefícios económicos e ambientais directos para o utilizador de energia e fortaleçam a vantagem competitiva da Europa, contribuindo para alcançar uma posição de liderança no desenvolvimento das tecnologias energéticas do futuro. Os benefícios alcançados nas performances energéticas, ambientais e económicas irão contribuir para assegurar um futuro sustentável para os cidadãos europeus.

### Produzido por



Energie-Cités

2, chemin de Palente

FR-25000 Besançon

Tel:+33 3 81 65 36 80

Fax:+33 3 81 50 73 51

E-mail: \*@energie-cites.org

**COMISSÃO EUROPEIA,  
Direcção-Geral de Energia e Transporte, B-1049 Brussels**

*O guia para as tecnologias energéticas sustentáveis nas escolas  
está disponível em inglês, em francês e em português.*

### AVISO LEGAL

Nem a Comissão Europeia, nem qualquer pessoa actuando em sua representação são responsáveis pela utilização que possa ser feita da informação incluída nesta publicação.

© Comunidades Europeias, 2000

Reprodução autorizada mediante solicitação ao editor

*Impresso em France*



Um guia para

## **As tecnologias energéticas sustentáveis nas escolas**

*Novas soluções para a utilização da energia*

Energie-Cités

Resources Research Unit, School  
of Environment and Development,  
Sheffield Hallam University

Associação Nacional de Municípios Portugueses

**Julho 2000**

# Introdução

**Os edifícios escolares** diferem dos outros porque é neles que os nossos filhos são educados e aprendem a ser cidadãos responsáveis e respeitadores do ambiente.

**É importante** que estes edifícios sejam exemplares do ponto de vista da utilização eficiente dos recursos energéticos fósseis, do controle da poluição, da qualidade dos materiais, sem esquecer a qualidade de vida e o nível de conforto. Podem até servir de apoio pedagógico nas actividades educativas e contribuir ainda para o conhecimento dos recursos energéticos e da sua utilização sustentável.

**Todos os municípios europeus** estão envolvidos na gestão, renovação e/ou construção dos edifícios escolares. Têm também a preocupação de equilibrar os seus orçamentos. Acontece que muitas escolas, mal concebidas ou com deficiente manutenção, apresentam consumos de energia elevados que poderão ser reduzidos pela aplicação de medidas que visam melhorar a sua eficiência energética. Quanto às novas construções, elas podem ser concebidas e bem construídas de modo a que o consumo energético seja menor. As Câmaras têm portanto todo o interesse em optar por soluções sustentáveis que envolvam medidas e tecnologias energéticas mais eficientes.

**É nesta perspectiva** que o "Guia para as tecnologias energéticas sustentáveis nas

escolas" foi elaborado. Concebido como um instrumento de ajuda à decisão, destina-se às autoridades locais europeias e aos gestores das escolas com o objectivo de :

- apoiar na escolha de tecnologias energéticas no âmbito de projectos de novas construções ou de renovação/recuperação de edifícios escolares,
- fornecer um referencial para medir e avaliar a eficiência energética nos seus múltiplos aspectos e ajudar a convencer os decisores a utilizar tecnologias e métodos energéticos sustentáveis.

**Este guia** divide-se em três partes

- uma lista das tecnologias energéticas sustentáveis,
- uma apresentação de indicadores de eficiência energética,
- quinze fichas de casos de aplicação de soluções energéticas sustentáveis em escolas de sete países europeus.

**Foi elaborado** pela Energie-Cités, a Universidade de Sheffield Hallam e a Associação Nacional de Municípios Portugueses em colaboração com um grupo de autoridades locais europeias que partilharam as suas experiências e boas práticas em três sessões de trabalho: em Grenoble (France), Newark-on-Trent (Royaume-Uni) e Coimbra (Portugal).



## Índice

Introdução .....	<b>pag. 2</b>
Tecnologias energéticas sustentáveis .....	<b>pag. 4</b>
Medida e comparação da eficiência energética .....	<b>pag. 6</b>
Localização dos projectos .....	<b>pag. 8</b>
Projectos de demonstração .....	<b>pag. 9</b>
Soluções energéticas sustentadas nas escolas: estudos de caso .....	<b>pag. 11</b>
Parceiros .....	<b>pag. 26</b>

## Tecnologias **energéticas sustentáveis**

**Apresenta-se uma lista de tecnologias energéticas sustentáveis** para estimular os responsáveis pela obra a considerar a integração de tecnologias energéticas eficientes nos novos edifícios escolares e/ou nos projectos de recuperação. Esta inclui as tecnologias "hard" (materiais de elevada eficiência energética, sistemas de gestão de energia, pequena cogeração, etc.) assim como as medidas "soft" que integram qualquer projecto (financiamento e orçamento do projecto, cadeia de decisão para fornecimentos que sejam amigos do ambiente, envolvimento dos futuros ocupantes, etc.).

**Cada tecnologia é** simbolizada por um pictograma que será utilizado ao longo do guia para facilitar a sua identificação nos estudos de caso.



### **Compras públicas**

- caderno de encargos para a construção de escolas



### **Concepção do edifício**

- orientação do edifício, bioclimatização, aquecimento e climatização passivos, etc.
- concepção e disposição dos espaços



### **Conhecimento do seu património**

- auditoria energética



### **Envolvente do edifício**

- materiais de construção e de isolamento com elevada eficiência energética
- e/ou com baixo conteúdo energético e ambiental
- janela



### **Equipamento de aquecimento e de água quente sanitária :**

- produção de calor autónoma ou ligada à rede de calor
- caldeira de alto rendimento ou baixo consumo
- pequena cogeração
- colector solar térmico
- caldeira a biomassa



### **Distribuição e emissão de calor**

- chão radiante de baixa temperatura
- ventilo-convector



### **Equipamento de climatização**

- concepção evitando/limitando a climatização
- produção, distribuição e fornecimento de frio, etc.



### **Equipamento de produção de electricidade (+aprovisionamento)**

- fotovoltaico
- eólico
- aprovisionamento em energia verde
- equipamento para limitação da potência



### **Equipamento de ventilação**

- ventilação natural
- ventilação mecânica controlada
- duplo fluxo
- regulável (às necessidades dos utilizadores)



### **Equipamento de iluminação**

- iluminação natural
- lâmpada, reflector
- temporização da iluminação



### **Utilização racional da água**

- torneiras / duche de baixo consumo
- WC de baixo consumo
- recuperação das águas pluviais



### **Funcionamento dos equipamentos**

- regulação
- programação
- telegestão
- gestão da potência (deslastre, optimização dos contratos)
- equipa energia / supervisão



### **Outros equipamentos**

- equipamento de cozinha
- máquinas de lavar
- fornos para cerâmica (mufas)
- outros



### **Financiamento**

- contratantes
- financiamento por terceiros
- outros



### **Intervenção dos utilizadores**

- professores e outros funcionários
- alunos (aspectos curriculares da gestão de energia/ promoção das energias renováveis)
- realizar planos energéticos

## Medição e comparação da eficiência energética

### Os indicadores de eficiência energética

são indispensáveis a uma boa gestão da energia pois permitem:

- medir o consumo de energia de um edifício num dado período a fim de se determinar se houve melhoria, estabilização ou degradação,
- calcular o rendimento energético e compará-lo com os de outros utilizadores, com os valores de referência e, assim, definir uma eficiência relativa,
- avaliar as vantagens potenciais da implementação de medidas visando a melhoria da eficiência energética ou de novas tecnologias energéticas e controlar a sua realização e bom funcionamento.

**Existem** diversos tipos de indicadores de eficiência energética e os processos de cálculo de um mesmo indicador variam de país para país. Aliás, é frequente que directivas nacionais preconizem o uso de um ou outro método, assim como os procedimentos de correcção dos valores a utilizar para fins comparativos.

**No caso** dos estabelecimentos de ensino, os indicadores de eficiência energética representam a utilização da energia por unidade de área e unidade de tempo. Regra geral, o consumo de energia é medido em kilowatt-hora (kWh). O espaço, se definido em termos da área útil, é expresso em metros quadrados ( $m^2$ ), se referido ao volume, é expresso em metros cúbicos ( $m^3$ ). É indispensável que estas dimensões sejam definidas com precisão (brutas ou líquidas, externas ou internas, totais ou aquecidas) pois, qualquer imprecisão implica o risco de conduzir a erros de avaliação, não desprezáveis, no momento de comparar os indicadores. A unidade de tempo tomada como referência para o cálculo do indicador é, em geral, o ano civil, se bem que certos indicadores sejam calculados com base no período de ocupação ou de utilização da escola.

Existe um grande número de indicadores de eficiência energética que se diferenciam pelo tipo de utilização energética que traduzem. Assim, para os indicadores de consumo de energia por exemplo, distingue-se entre a energia primária, isto é, a quantidade de energia presente nos recursos naturais, e a energia final, ou seja, a energia fornecida pelos combustíveis e a electricidade compradas pela escola. Entenda-se que a energia final pode tomar formas muito variadas. Esta é, por vezes, subdividida em duas categorias: combustíveis fósseis (carvão, gás natural, fuelóleo etc.) e electricidade. Outros indicadores de eficiência energética são relativos às emissões de dióxido de carbono associadas e aos custos financeiros, expressos na moeda nacional.

**Todos estes indicadores** fornecem preciosas informações sobre os diferentes aspectos da eficiência energética. Os indicadores de energia primária informam-nos sobre a diminuição dos recursos não renováveis e os indicadores de energia final sobre a eficiência energética relativa. Quanto aos indicadores definidos em relação às emissões de dióxido de carbono associadas, eles medem o impacto do ambiental sobre o aquecimento global. Os indicadores financeiros, dão-nos critérios de rentabilidade.

**Em princípio**, todos estes diferentes indicadores deverão ser definidos e calculados no momento de realizar o diagnóstico de eficiência energética da escola, a fim de poder demonstrar, nomeadamente, as economias realizadas graças à introdução de medidas visando a melhoria da eficiência energética e a utilização de novas tecnologias energéticas. Um só indicador pode não traduzir por si só o conjunto das economias possíveis. Com efeito, pode reduzir-se a factura energética procedendo a uma mudança do combustível utilizado mas, isso não implica forçosamente que haja economia de energia. Por

**O principal indicador de eficiência energética** utilizado no Reino Unido é chamado Indicador de Rendimento Normalizado (Normalised Performance Indicator, NPI). Para calcular o NPI, é conveniente ter em conta um certo número de factores que influenciam o consumo energético, a fim de poder comparar os edifícios entre si em relação aos valores de referência estabelecidos a nível nacional. Para as escolas, os factores a ter em conta são os seguintes:

- O tipo de energia final utilizada (gás, fuelóleo, outros combustíveis fósseis e electricidade),
- a repartição entre o aquecimento e as outras utilizações energéticas,
- as condições climáticas locais, expressas em graus-dia,
- a exposição do edifício (abrigado, normal ou exposto),
- o tipo de construção do edifício (leve, normal ou outra),
- a ocupação do edifício,
- a área útil aquecida do edifício.

**No que respeita o aquecimento ambiente, os graus-dia correspondem ao produto do número de dias durante os quais a temperatura exterior desce abaixo de uma dada temperatura (temperatura de base) e a diferença entre essas duas temperaturas. No Reino Unido, o valor de referência utilizado para os cálculos do NPI é de 2 462 graus-dia para uma temperatura**

de base de 15,5 °C. Outros países utilizam uma temperatura de base diferente, e em certos casos, o cálculo de graus-dia de arrefecimento pode ser um parâmetro ainda mais importante.

**Os NPI** são calculados em termos de energia final e de emissões de dióxido de carbono associadas e podem ser comparados com os valores de referência nacionais. Para as escolas primárias e secundárias do Reino Unido, os valores de referência que representam a eficiência média são os seguintes:

<i>combustíveis fósseis</i>	137 – 189 kWh/m <sup>2</sup> /ano
<i>electricidade</i>	20 – 27 kWh/m <sup>2</sup> /ano
<i>dióxido de carbono</i>	41 – 57 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /ano

**As escolas cujos NPI sejam superiores a estes valores de referência têm baixa eficiência que poderá ser claramente melhorada pela aplicação de simples medidas de eficiência energética. A maioria das escolas situa-se provavelmente nos limites destes valores de referência, mas todas, qualquer que seja o seu NPI, ganhará em aplicar medidas de eficiência energética e utilizar novas tecnologias energéticas.**

*Fonte : "Building Energy Efficiency in Schools: A Guide to a Whole School Approach" BRESCU, Building Research Establishment, Watford, Reino Unido, 1996.*

outro lado, a utilização de energias renováveis, implica a redução das necessidades de energia primária e consequentemente a redução das emissões de dióxido de carbono associadas, mas pode não ter uma incidência igualmente importante sobre o consumo de energia final nem sobre a factura energética. Só a determinação de todos os indicadores de rendimento energético podem fornecer um cálculo aproximado do conjunto das economias realizáveis.

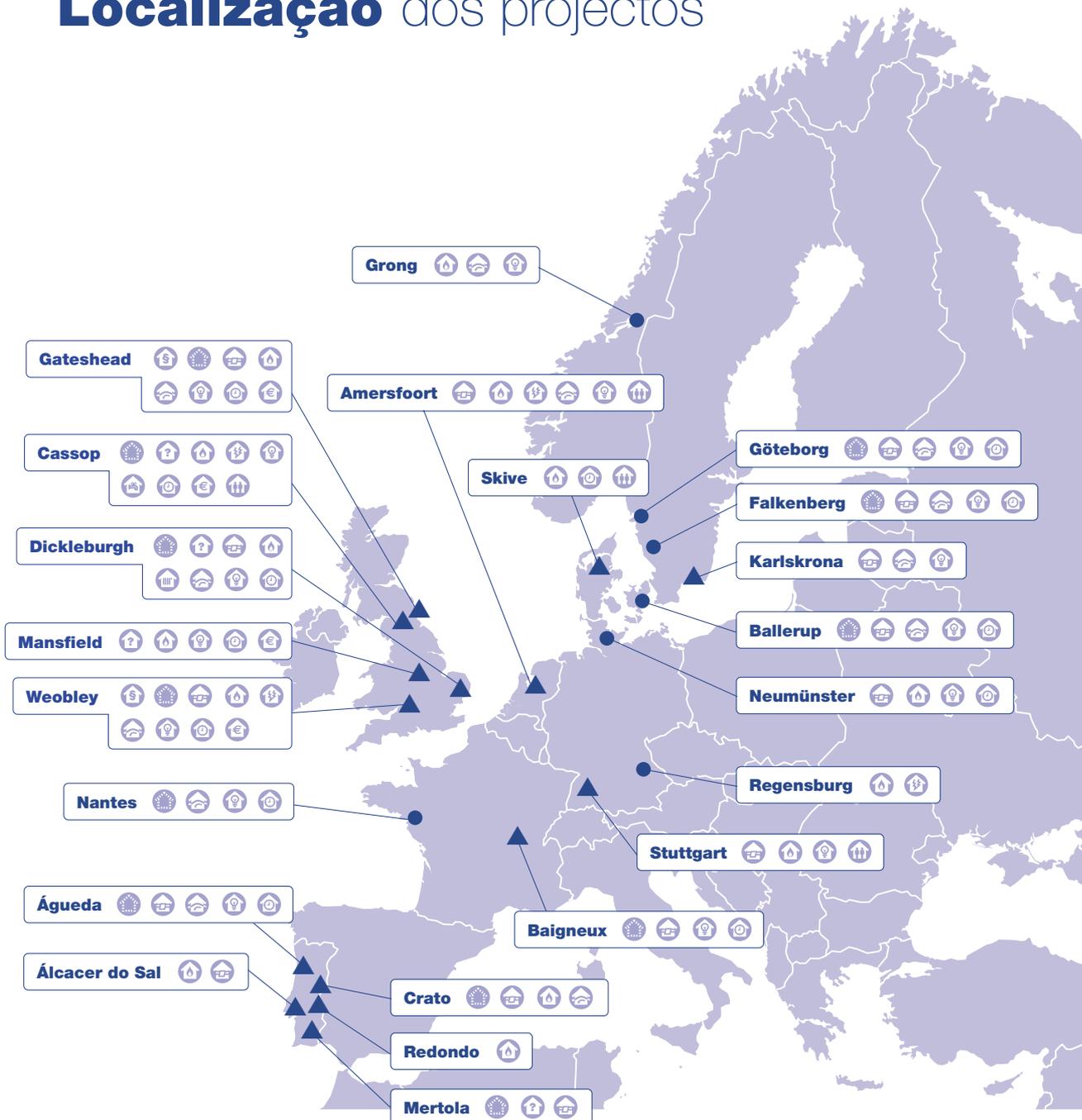
**A obtenção de dados** fiáveis é essencial para o cálculo de indicadores de eficiência energética verdadeiramente significativos. Obviamente, as medidas da área útil ou do volume devem ser fidedignas e os períodos de tempo determinados com precisão. O acesso aos registos (facturas) do consumo de combustíveis e de electricidade é de vital importância. Nestes devem constar as leituras correspondentes aos consumos em períodos relevantes. Quando se pretende calcular as economias realizadas, as leituras devem ser feitas antes e após a introdução das medidas de eficiência energética ou da utilização de novas tecnologias energéticas. É particularmente importante obter estes registos em período normal de funcionamento de modo a corresponderem à situação habitual da escola.

**Muitos factores** influenciam a eficiência energética de uma escola. Estes devem ser tidos em consideração a fim de que a comparação dos indicadores tenha significado. Esta precaução é ainda mais importante quando se trata de comparar indicadores com valores de rendimento de referência ao nível nacional ou regional. Os métodos de correcção e o tipo de valor de referência variam de um país para o outro da União Europeia. O sistema usado no Reino Unido é o que a seguir se apresenta.

**É importante** compreender que os indicadores de eficiência energética não são o mesmo que normas cuja aplicação será recomendada ou obrigatória em obras de construção civil, de melhoria ou de recuperação de escolas. Tais normas consistem usualmente em medidas específicas representando vários aspectos do ambiente interno da escola, tais como, a temperatura mínima no Inverno e a máxima no Verão (conforto térmico), os níveis mínimos de iluminação (conforto visual) e a frequência mínima da renovação do ar (qualidade do ar).

**Estas medidas** são, contudo, importantes porque permitem avaliar a qualidade do ambiente interior da escola e, assim determinar se os ocupantes têm boas condições para trabalhar, ensinar e aprender. Em princípio, estas informações deverão ser integradas no cálculo dos indicadores de eficiência energética. O conforto dos ocupantes, por exemplo, poderá no futuro estar associado ao cálculo do consumo de energia primária ou às emissões de dióxido de carbono associadas de uma escola para constituir assim um indicador único de sustentabilidade.

# Localização dos projectos



● Projectos Thermie  
▲ Estudo de caso (pag 11 a 25)

## Projectos de demonstração

**Entre os projectos co-financiados** pelo programa THERMIE para o desenvolvimento de tecnologias energéticas inovadoras, realizados em escolas. Os mais interessantes são objecto de uma breve apresentação neste capítulo.

### Regensburg [DE] TEN/38/94/DE

Este projecto consiste num estudo sobre o impacto dos investimentos, na área da energia, sobre a economia local. Este demonstrou que esses investimentos conduziram ao aumento da produção energética regional, assim como um efeito positivo sobre o emprego, particularmente induzido pelo abaixamento do custo da energia. Uma parte do estudo aborda o tema das escolas : a cidade de Schönwald lançou um concurso de arquitectura para a concepção de um novo edifício escolar. A proposta seleccionada – em estreita colaboração com o ZREU, rede OPET transfronteiras entre a Baviera e a Áustria– foi então objecto de uma optimização energética , assim como de eventuais modificações relativamente ao plano original. O projecto intitulado "Optimização energética dos planos para um edifício escolar" dá particular importância à função educativa do edifício. Um certo número de factores têm com efeito impacto sobre a eficiência energética global do edifício, em particular a concepção e a gestão dos espaços, a disposição e a orientação das salas ou ainda os materiais utilizados. Contudo, foi acordado que as modificações introduzidas ao plano de origem só seriam aceites na medida em que elas não representassem um sobrecusto apreciável em relação ao custo inicial do investimento.

#### Contacto

K. Grepmeier, *Zweckverband Regionale Entwicklung und Umwelt (ZREU)*  
Fax: +49 941 464 1910 E-mail: fenzl.zreu@online.de

### Nantes [FR] RE 79/ 1997

Como parte de um projecto denominado BEST 2000 que visa optimizar o comportamento energético em edifícios com ocupação intermitente, uma nova escola, irá ser construída, na região da Vandeia - o Liceu de Herbiers - com uma área total de 6 500 m<sup>2</sup>. Para os quatro edifícios a construir, a utilização racional de energia, ganhos solares e iluminação natural, ausência de sistemas mecânicos de ar condicionado, definição de metas em termos de rendimento energético e um sistema de controle conduzirão a :

- economizar 50 % na factura energética,
- limitar a 10% o sobrecusto das despesas de manutenção em relação a um edifício convencional,
- melhorar o conforto dos utilizadores.

#### Contacto

Ingénierie Gaudin  
Fax: +33 2 40 73 20 71 E-mail: gaudinbe@oceanet.fr

## MEDUCA BU/0100696

### MEDUCA (Model EDUCAtional buildings for Integrated Energy Efficiency Design)

é um projecto de demonstração THERMIE sobre a Qualidade Integrada cujo objectivo visa criar edifícios escolares exemplares no domínio da optimização e da integração de uma concepção de elevada eficiência energética nos projectos de construção ou de recuperação.

#### Ballerup (DK)



O projecto respeita à renovação duma escola de 12 000 m<sup>2</sup>, construída nos anos 70, com recurso às seguintes técnicas: melhor isolamento, janelas de elevada eficiência energética, ventilação natural assistida por ventilador com pré-aquecimento de ar nas condutas subterrâneas e fachadas solares, aquecimento solar passivo, sistema de regulação avançado, iluminação de elevado rendimento energético. Este projecto foi concluído durante o Verão de 1998 e duas partes de todo o complexo escolar, com 1700 m<sup>2</sup> estão já completamente renovadas. Uma avaliação qualitativa da qualidade do ar demonstrou uma nítida melhoria. Os primeiros resultados da monitorização indicam uma redução de 45 % no consumo de energia para o aquecimento.

#### Contacto

Ove Christen Mørk  
Fax: +45 44 66 01 36 E-mail: ocm@cenergia.dk

#### Grong (NO)



Um complexo escolar edificado nos anos 60 foi acrescentado com um novo edifício de 1 000 m<sup>2</sup>, concebido para utilizar a energia solar para aquecimento ambiente e pré-aquecimento do ar de ventilação e tirar o melhor partido da iluminação natural. Foi também equipado com um sistema misto de ventilação com recuperação de calor em que as correntes de ar natural são apoiadas por ventiladores. Os trabalhos foram concluídos durante o Verão de 1998.

#### Contacto

Karin Buvik  
Fax: +47 73 59 82 85 E-mail: karin.j.buvik@civil.sintef.no

#### Göteborg (SE)



O objectivo deste projecto consistiu na renovação de uma escola de 2 350 m<sup>2</sup>, construída nos anos 60, com recurso às seguintes técnicas : optimização da envolvente, janelas de elevada eficiência energética, ventilação com recuperação de calor, aquecimento

climatização solar passivos, um sistema de regulação avançado, optimização da iluminação natural e sistema de iluminação economizador de energia. O primeiro ano de funcionamento foi dedicado à optimização do sistema de aquecimento e de ventilação.

#### Contacto

Åke Blomsterberg  
Fax: +46 40 108201 E-mail: ake.blomsterberg@malmo.jacwid.se

#### Falkenberg (SE)



O objectivo deste projecto consistiu na renovação de uma escola com 9 350 m<sup>2</sup>, construída em finais dos anos 60, com recurso às seguintes técnicas :

janelas de elevada eficiência energética, ventilação com recuperação de calor, ventilação híbrida, aquecimento e climatização solar passivos, um sistema de regulação sofisticado, optimização da iluminação natural e sistema de iluminação economizador de energia.

#### Contacto

Åke Blomsterberg  
Fax: +46 40 108201 E-mail: ake.blomsterberg@malmo.jacwid.se

#### Neumünster (DE)



Este projecto foi realizado num complexo escolar com cinco edifícios com uma área total útil de 5 275 m<sup>2</sup> construídos em épocas diferentes (de 1906 a 1980) prevendo : a instalação de janelas de elevada eficiência energética e com protecção térmica suplementar, sistema de controle avançado, sistema de gestão de energia do edifício, iluminação eficiente, aquecimento de água quente para os duches, no ginásio, com energia solar e mudança do aprovisionamento em gás natural para o sistema de aquecimento urbano. A monitorização decorre desde Outubro de 1988.

#### Contacto

Gerd Sigel  
Fax: +49 4321 202 386 E-mail: sigel.swn@t-online.de





Photo: INETI



# Águeda [ Portugal ]

## Escola secundária de Valongo do Vouga

### Optimização da iluminação natural e bioclimatização

**Valongo do Vouga**, situada ao Norte de Portugal, tem um clima temperado no Inverno e ameno no Verão (1 496 graus-dia / base 18 °C). O edifício, com dois andares, está orientado este-oeste. Tem 18 salas de aula, laboratórios, uma biblioteca, cozinha e cantina. Os corredores e zonas de serviço estão situados no lado virado a Norte. A aulas ocupam os dois andares de toda a fachada Sul que conta com 224 m<sup>2</sup> de janelas, de vidro simples, o que permite obter consideráveis ganhos solares no Inverno (52%). Durante os meses mais quentes, as aulas são protegidas por palas horizontais em betão montadas numa estrutura exterior à fachada. Na fachada Norte a área das janelas limita-se a 120 m<sup>2</sup> de vidro duplo, cuja principal função é promover a iluminação e a ventilação. A relação entre a área envidraçada e a área útil do edifício é 20%.

**As salas de aula possuem uma fenestração** composta por bandas de janela a dois níveis de altura separadas tanto no interior como no exterior, por palas de protecção e reflexão. Estas, para evitar a entrada de radiação directa. A maioria das janelas da fachada Norte e Sul, assim como as portas das salas de aula têm aberturas que permitem uma ventilação cruzada muito eficaz. As paredes da envolvente são duplas e isoladas com espuma de poliestireno expandido e todas as pontes térmicas foram cuidadosamente tratadas. Uma das características mais significativas deste edifício é a optimização da iluminação natural obtida graças aos reflectores, aos lumiductos e clarabóias que permitem iluminar as zonas mais desfavorecidas das salas de aula. O equipamento eléctrico é de alta eficiência energética e um sistema de controle de gestão de energia foi igualmente instalado.

**A Câmara Municipal de Águeda**, foi responsável pela fiscalização da obra, elaborou o caderno de encargos para esta obra em colaboração com os técnicos da Direcção Regional de Educação do Centro. Esta colaboração foi estabelecida através de um protocolo de cooperação entre a Câmara e o Ministério da Educação, que previa uma importante comparticipação financeira por parte da Câmara. Uma equipa do Laboratório de Gestão da Energia do Departamento de Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra colaborou igualmente neste projecto como consultora.

#### Contacto

António Manuel Portela  
Arrancada do Vouga 3750 Águeda Portugal  
Tel: +351 234 645 337 Fax: +351 234 646 298

## Soluções energéticas sustentadas nas escolas : estudos de caso

**quinze estudos de caso** aqui apresentados permitem ilustrar concretamente as soluções energéticas inovadoras que foram adoptadas na construção ou reabilitação de escolas na Alemanha, Dinamarca, França, Holanda, Portugal, Reino-Unido e Suécia.

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** secundária  
**Área útil :** 2 917 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 505  
**Data de construção :** 1993  
**Ocupação :**  
1 995 horas/ano

#### Participantes no projecto

João Mateus (coordenador), Jorge Gouveia et Luis Cunha (Arquitectos)  
Direcção Geral dos Equipamentos Educativos  
Direcção Regional de Educação da Região Centro  
Câmara Municipal de Águeda  
Laboratório de Gestão de Energia da Faculdade Ciências e Tecnologia de Coimbra

#### Eficiência energética

A eficiência energética da escola é de 32 kWh/m<sup>2</sup> por ano, no Inverno, enquanto que o valor de referência é de 64 kWh/m<sup>2</sup> por ano para uma escola convencional situada na mesma zona geográfica, representando uma economia de energia na ordem dos 50%.

#### Dados financeiros

Custo da construção, incluída a instalação eléctrica e mecânica:  
1 600 000 €  
Sistema de controle e gestão da energia : 196 000 €



1. clarabóia  
2. lumiducto

Fonte :  
ISBN 972-676-163-8  
"Edifícios Solares Passivos em Portugal" INETI/DER



#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** primária  
**Área útil :** 1 140 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 183  
**Data de construção :** 1965  
**Ocupação :**  
 1 120 horas/ano

#### Participantes no projecto

Câmara Municipal de Alcácer do Sal  
 CEEETA – Centro de Estudos de Economia de Energia, Transportes e Ambiente

#### Eficiência energética

A aplicação deste programa nas 20 escolas do concelho, permitiu reduzir o consumo de electricidade em 223 200 kWh por ano e economizar 20 958 € na factura energética.

#### Dados financeiros

Custo total do investimento para as 20 escolas : 24 100 €  
 Tempo de retorno do investimento (bruto) : 1,2 anos.

## Alcácer do Sal [ Portugal ]

### Escola primária

#### Uma exploração original dos recursos energéticos locais

**Em Portugal**, a estação fria limita-se apenas a dois ou três meses verdadeiramente frios e o Verão coincide em parte com as férias escolares. Estas características são mais acentuadas na região sul do litoral oeste. É o caso de Alcácer do Sal, cidade situada a 80 km de Lisboa (1 283 graus-dia). A Câmara Municipal de Alcácer do Sal decidiu utilizar as escamas das pinhas – provenientes da exploração industrial do pinhão, abundantes na região – como fonte de energia nas 20 escolas primárias existentes no Município. A escola primária nº 1 de Alcácer do Sal é a maior entre elas.

**A escola** foi então equipada com 12 aparelhos de aquecimento, vulgarmente conhecidos por "salamandras". Trata-se de queimadores especialmente concebidos para serem alimentados automaticamente com as escamas de pinha. Cada aparelho, com uma potência de 10 kW, compreende um depósito com uma capacidade de armazenagem equivalente a 10-15 horas de autonomia de funcionamento, um sistema de alimentação por gravidade, uma câmara de pré-combustão e um permutador de calor ar/ar. Em cada sala de aula foi instalada uma "salamandra" em substituição dos antigos radiadores eléctricos. As necessidades energéticas por sala elevam-se a 9 500 kWh por ano.

**A escola** é constituída por quatro edifícios rodeados pela área de recreio. Em dois desses edifícios situam-se as salas de aula e, nos outros dois estão localizados os serviços administrativos e a cantina. As salas de aula, com uma área média de 45 m<sup>2</sup>, estão orientadas a sudeste e possuem grandes janelas. Esta escola é um exemplo do tipo de edifícios escolares construídos, em alvenaria, pela Administração Pública entre os anos 40 e 60. Este tipo de construção está presente em todo o país e apresenta as mesmas características construtivas



qualquer que sejam as características climáticas da região onde se encontra.

**O conjunto dos trabalhos realizados** nas 20 escolas primárias de Alcácer do Sal consistiu na instalação de 49 "salamandras", isolamento térmico dos tectos, portas e janelas, bem como a remoção dos radiadores dos eléctricos existentes. As escamas das pinhas têm um poder calorífico inferior de 4 kWh/kg. São consumidas anualmente, pelas 20 escolas abrangidas pelo projecto, 200 toneladas de escamas de pinha, consumindo a escola primária nº 1 de Alcácer do Sal, 49 toneladas por ano. Este projecto é um bom exemplo das vantagens económicas e ecológicas oferecidas pela valorização dos recursos energéticos locais.

#### Contacto

Pedro Oliveira (Engenheiro)  
 Tel: +351 917 292 906



Photo: Jan van IJken



# Amersfoort Nieuwland [ Holanda ]

## Basisschool De Wonderboom

### Painéis solares para produzir electricidade

**Foram construídas**, entre 1995 e 1997, três escolas primárias no bairro de Nieuwland, em Amersfoort, em colaboração com a REMU, a empresa nacional de energia. O objectivo deste projecto consistiu em por em prática medidas de economia de energia e promover a utilização das energias renováveis. A escola primária de De Wonderboom é uma das três escolas de baixo consumo energético. Sobre o telhado da escola foram instalados 196 painéis fotovoltaicos (PF) de modo a receberem o máximo de radiação solar. Cada sala de aula tem 24 painéis dispostos em 6 filas de 4 painéis cada uma, ligados a dois armários eléctricos, um primário e um secundário. Os painéis fotovoltaicos estão agrupados por cada duas salas de aula e são ligados a um ondulador que transforma a corrente, a qual pode em seguida ser injectada na rede de baixa tensão da REMU. O sistema fotovoltaico é propriedade da REMU, conforme acordo estabelecido como Câmara Municipal de Amersfoort. Os telhados estão orientados a Sul e entre os painéis fotovoltaicos existem janelas a fim de permitir a penetração directa da luz no interior do edifício. A energia solar é, portanto, igualmente utilizada de forma passiva. Também, sobre o lado Norte do telhado, foram instaladas janelas para melhorar a iluminação natural das salas de aula. Num painel instalado na escola é possível ver as quantidades de energia consumidas e produzidas,

comparadas com o valor da eficiência energética fixado como objectivo neste projecto. O pessoal e os alunos podem assim verificar melhor o grau de eficiência atingido pela escola.

**O vidro** de alta eficiência permite melhorar o isolamento térmico das salas em que está instalado. A sua capacidade de isolamento é duas vezes superior à de um vidro duplo tradicional. A escola dispõe de um isolamento complementar que aumenta a resistência térmica das paredes, do chão e dos tectos. Foram instaladas três caldeiras de alto rendimento energético, uma por cada grupo de aquecimento. Graças ao princípio da recuperação do calor contido nos gases de queima, estas caldeiras podem atingir rendimentos energéticos na ordem dos 90 a 95%, enquanto que uma caldeira convencional de aquecimento central não ultrapassa os 75 a 80%. A segunda vantagem destas caldeiras de elevado rendimento reside no facto de os seus efluentes conterem menos substâncias nocivas, como o dióxido de carbono e os óxidos de azoto, devido ao seu menor consumo de gás. O calor contido no ar de ventilação viciado é recuperado no momento da sua extracção através da passagem do fluxo de ar por cartuchos de alumínio. O calor contido nesse ar é absorvido pelo alumínio de um primeiro cartucho, e o ar fresco do exterior é insuflado através de um outro cartucho. Em cada 70 segundos, os fluxos de ar são invertidos por meio de uma válvula giratória. O calor armazenado no cartucho é então transferido para o ar fresco insuflado. Este sistema permite recuperar 85% do calor contido no ar de ventilação viciado. A iluminação de alta frequência (AF) da escola permite atingir a intensidade de iluminação necessária, economizando 20% de energia. Isto explica-se pelo facto de as perdas ao nível dos balastros AF serem inferiores às dos balastros convencionais.

#### Contacto

Bernard Verheijen  
 REMU, Marketing Department  
 Postbox 8888 3503 SG Utrecht Netherlands  
 Tel: +31 30 297 61 01 E-mail: b.verheijen@remu.nl

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** primária  
**Área útil :** 1 070 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 470  
**Data de construção :** 1996  
**Ocupação :**  
 1 400 horas/ano

#### Participantes no projecto

Serviço de Desporto, Recreio e Educação, Câmara Municipal de Amersfoort  
 Bakker & Poolen, Arquitectos  
 Proprietário do sistema fotovoltaico : REMU Utrecht  
 Subsídio para os painéis fotovoltaicos : NOVEM

#### Eficiência energética

O consumo anual de gás para aquecimento eleva-se a 76 kWh/m<sup>2</sup> por ano. A instalação fotovoltaica permite economizar cerca de 8 000 kWh por ano de electricidade.

#### Dados financeiros

O Serviço de Desporto, Recreio e Educação da Câmara Municipal de Amersfoort, proprietária da escola, concedeu um direito de superfície à REMU. Esta instalou os painéis solares e recebe a energia produzida. Os subsídios foram concedidos pela NOVEM para a instalação dos sistemas solares.  
 Subsídio NOVEM (60%) : 10 840 €  
 Instalação dos painéis REMU : 6 800 €  
 Painéis REMU : 76 370 €

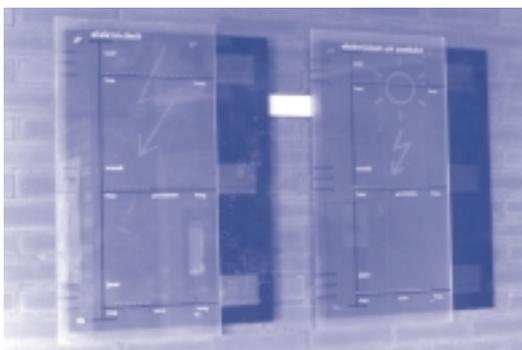


Photo: Jan van IJken



Photo: Jan van IJken



Photo: Jean Bouillot

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :**  
infantil e primária  
**Área útil :** 505 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 100  
**Data de construção :** 1993  
**Ocupação :**  
1 480 horas/ano

#### Participantes no projecto

Sivom (Sindicato Intercomunal de Vocação Múltipla) de Baigneux les Juifs  
SARL F. Brandon et associés  
Jean Bouillot, architecte

#### Eficiência energética

Consumo de energia para aquecimento : 50 kWh/m<sup>2</sup> por ano

#### Dados financeiros

Custo das tecnologias instaladas : 148 €/m<sup>2</sup> habitável  
Retorno do investimento : entre 11 e 13 anos

## Baigneux-les-Juifs [ França ]

### Groupe scolaire Les Capucines

#### Um edifício energeticamente eficiente

**Tendo em atenção** os rigores climáticos locais (3 100 graus-dia), o objectivo dos arquitectos centrou-se na protecção das salas de aula do frio e de as orientar de modo a receberem o máximo de calor e de luz solares. Daí que, os locais de utilização intermitente ou encerrados fossem colocados a Norte e a Nordeste. Este primeiro tampão térmico é completado por um átrio. A inclinação média do telhado é da ordem de 15°, um valor que permite minimizar a pressão do vento e ajudar a manter a neve sobre o telhado por forma criar uma cobertura isoladora.

**As salas**, propriamente ditas, são orientadas a sudoeste com uma fachada em degraus sobrepondo-se-lhe duas fileiras de janelas. As aberturas para as janelas superiores são recuadas de modo a conduzir a radiação solar até ao fundo das salas de aula. Para reduzir o encandeamento, foi privilegiada a iluminação indirecta com pára-sóis e posicionamento das janelas superiores recuadas sobre um pequeno terraço cujo revestimento reflector redirige a luz em direcção ao tecto.

**O átrio** é uma espécie de rua interior longitudinal para onde dão as quatro salas: a infantil a sudeste e as três primárias, alinhadas, mas com um ligeiro escalonamento que permitiu colocar uma porta-janela orientada a sudeste para captar a luz natural da manhã, favorecendo uma distribuição progressiva e cumulativa às salas. A radiação solar inunda o átrio através do seu telhado de vidro. Para filtrar e regular o Sol excessivo do início e do fim do ano escolar e limitar as perdas nocturnas de Inverno, foi prevista uma ocultação interior em tela. As paredes do átrio são de cor clara. Apesar destas intervenções, devido à fragilidade dos materiais têxteis, o átrio é contudo, considerado muito



Photo: Jean Bouillot

quente e excessivamente iluminado, quando o Sol sobe até ao zénite no final do ano escolar (Junho). Assim, poderá vir a ser necessário o recurso a um filtro físico colocado no exterior do telhado do átrio.

**As paredes da** envolvente são de alvenaria com reboco endurecido. As alvenarias interiores em betão moldado de 16 cm são pesadas e asseguram uma grande inércia ao edifício no seu todo. O chão do edifício é igualmente maciço e inerte de modo a poder acumular o máximo de calor ou de frio segundo a situação. A utilização intermitente e sazonal da escola, as diferenças de idade entre os alunos e a diversidade das suas actividades complicam a gestão das instalações (aquecimento a fuelóleo com distribuição por radiadores de água quente nas salas de aula e, no soalho da classe infantil e sala de repouso). Foram identificadas seis zonas com diferentes temperaturas. A cada uma delas corresponde um cenário de ocupação para a programação do aquecimento.

#### Contacto

Jean Bouillot (Arquitecto)  
44, rue des blés 21700 Nuit Saint Georges France



## Cassop [ Reino-Unido ] Primary school

### Aerogerador ligado à rede

**A escola** é um edifício em tijolo, da época Vitoriana, cujo interior foi profundamente redimensionado para dar origem a menos e mais espaçosas salas e criar zonas de actividades comuns. Os tectos foram rebaixados em toda a escola como medida de economia de energia. As lâmpadas eléctricas foram substituídas por lâmpadas de elevado rendimento energético, por iniciativa do Serviço de Educação do Condado de Durham. Uma caldeira a fuelóleo assegura actualmente o aquecimento da escola, mas outras fontes de energia estão presentemente a ser estudadas. A escola forjou uma reputação a nível nacional pela sua acção em prol do ambiente, nomeadamente através de acções pedagógicas para a promoção das energias renováveis e a reciclagem. Uma equipa "energia", constituída pelo director, o responsável pela manutenção e um grupo de alunos, estuda os meios de economizar energia e água.

**O local da escola** de Cassop está classificado como sendo um local com elevado potencial eólico segundo a Durham County Council Renewable Energy Strategy (Estratégia para as energias renováveis no Condado de Durham). A turbina eólica escolhida, que é a primeira instalada numa escola no Reino-Unido (ilhas não incluídas), a estar ligada à rede eléctrica, é uma Atlantic Orient Corporation de 15/50 kW capaz de produzir 50 kW com vento de 12 metros por segundo. Tendo entrado em serviço em Maio de 1999, este aerogerador deverá produzir 100 000 kWh por ano, se tomarmos como base uma velocidade média do vento de 6,7 metros por segundo, neste local.

**Sendo**, em média, 40 000 kWh o consumo de energia eléctrica anual da escola, este será totalmente coberto pela produção eólica e a energia excedente será vendida à Northern Electric and Gas para ser utilizada na sua rede de distribuição. Com as receitas provenientes da venda da energia excedentária constituir-se-á um fundo que permitirá fazer face às despesas de manutenção da turbina eólica. Considerando o consumo actual da escola e o preço pago pela Northern Electric and Gas pelo excedente da produção, a turbina eólica será amortizada antes do seu período de vida. Contudo, um aumento da eficiência energética da escola e um aumento das receitas provenientes da venda desta "energia verde" poderá conduzir no futuro a um período de retorno do investimento nitidamente mais curto para projectos semelhantes. O aerogerador tem também uma função pedagógica junto dos estudantes do Condado. Para mostrar como a electricidade é produzida e o modo como a escola a utiliza, foi nesta instalado um painel interactivo. A turbina eólica despertou muito interesse tendo resultado desse facto o aparecimento de muitos projectos, com o vento por tema, nos cursos de ciências, artes e línguas.

#### Contacto

John Cook (Engenheiro projectista)  
and Jeff Kirton (Responsável pela energia)  
Durham County Council  
Environment & Technical Services Department  
County Hall Durham DH1 5UQ United Kingdom  
Tel: +44 191 383 4195

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** primária  
**Área útil :** 1 223 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 87  
**Data de construção :** 1912  
**Ocupação :**  
1 480 horas/ano

#### Participantes no projecto

Durham County Council  
Northern Electric and Gas  
Winsund (Hugh Jennings Ltd)  
National Engineering Laboratory  
Alpha Communications (painel interactivo)

#### Eficiência energética

A redução das emissões de dióxido de carbono associadas desta escola é de 25 toneladas por ano, o que equivale a uma melhoria da ordem dos 41%, tendo em conta que o valor de referência para este tipo de escola é, em média, de 60 toneladas por ano.

#### Dados financeiros

Custo da instalação : 182 540 €  
34 650 € foram suportados pela Northern Electric and Gas, que também co-financiou em 3 175 € o painel interactivo, cujo custo total foi de 15 875 €. O montante remanescente foi suportado pelo Condado de Durham.





Photo: INETI

### Descrição da escola

**Tipo de escola :** secundária  
**Área útil :** 2 950 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 348  
**Data de construção :** 1988  
**Ocupação :**  
 1 995 horas/ano

### Participantes no projecto

Luis Cunha; Rosa Bela Costa  
 (Arquitectos)  
 Ministério da Educação :  
 Direcção-Geral das Construções  
 Escolares  
 Direcção Regional de Educação  
 do Alentejo

### Eficiência energética

A eficiência energética da escola é de 33 kWh/m<sup>2</sup> por ano, no Inverno, enquanto que o valor de referência é, em média, de 67 kWh/m<sup>2</sup> por ano para uma escola convencional situada na mesma zona geográfica, reflectindo uma economia de energia da ordem dos 51%.

### Dados financeiros

Investimento total : 603 500 €

## Crato [ Portugal ] Escola secundária

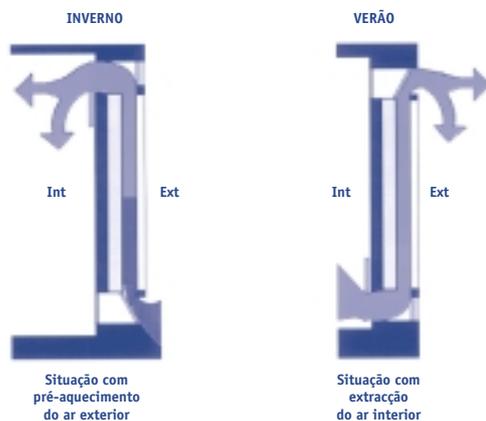
### Aquecimento e climatização

O clima desta região, no Inverno, não é rigoroso (1 683 graus-dia). O Verão é muito quente mas a maior parte desta estação coincide com as férias escolares. A concepção do edifício visa compatibilizar a protecção solar durante a estação quente com os ganhos de energia solar durante a estação fria. A organização espacial prevê as salas de aula localizadas no lado Sul com grandes áreas envidraçadas (995 m<sup>2</sup>) que permitem atingir ganhos solares da ordem de 40%. A relação entre a área envidraçada e a área útil é de 27%. O edifício tem dois pisos e desenvolve-se em volta de dois pátios equipados com pequenos planos de água e fontes que arrefecem o espaço por evaporação durante a estação quente. Contudo, estes pátios estão dimensionados de modo a permitir a entrada da

radiação solar no Inverno para evitar o excesso de humidade.

**40 m<sup>2</sup>** de colectores solares a ar permitem, durante o Inverno, o pré-aquecimento do ar fresco insuflado naturalmente nas salas, e, no Verão forçam a extracção do ar interior por ventilação cruzada. Os colectores funcionam como termossifão e estão integrados na fachada Sul. São constituídos por uma superfície em vidro e uma superfície de absorção que não tem capacidade de armazenagem. Durante o Inverno, o ar exterior é aquecido e insuflado na sala, e a renovação do ar faz-se sem perdas. No Verão, a extracção do ar da sala faz-se à custa do diferencial de temperaturas. Os orifícios de entrada de ar são abertos manualmente pelos utilizadores. A eficiência do sistema foi avaliada em Novembro de 1994. As temperaturas do ar aquecido ultrapassam os 40° C, enquanto que a temperatura atingida pela superfície de absorção chega aos 70° C.

O imóvel, que está termicamente muito bem isolado, tem uma inércia térmica elevada. As paredes em alvenaria, são duplas (15+15 cm) com 7 cm de material isolante (aglomerado negro de cortiça). O telhado tem cobertura em telha e o sótão é bem ventilado sendo o chão do mesmo isolado com uma camada de betão leve e 7 cm de aglomerado negro de cortiça.



### Contacto

António Baptista Parreira  
 Tapada da Câmara 7430 Crato Portugal  
 Tel: +351 245 990 010 Fax: +351 245 996 710



Photo: Norfolk County Council



## Dickleburgh [Reino-Unido] Primary school

### Concepção de baixa energia e bomba de calor geotérmica

**A escola** foi construída segundo os princípios bioclimáticos com um isolamento térmico reforçado ao nível das paredes exteriores e da cobertura (valor  $U = 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ). As paredes são duplas com enchimento isolante constituído por 5 cm de poliestireno e uma camada de 16 cm de lã mineral foi colocada entre as vigas do tecto ao nível da cobertura.

**A escola** foi construída em forma de triângulo e no lado mais estreito, a Norte, estão situadas a cozinha e as despensas, as quais funcionam como tampão para a zona comum situada no centro da escola. As salas de aula ocupam a fachada Sul, estas possuem solários, a fim de maximizar e reduzir, no Inverno, as perdas de calor. No Inverno, a temperatura nos solários é 3 a 5 °C superior nos dias em que o Sol não brilha, e mantém-se entre 15 – 20 °C com tempo ensolarado, mesmo que a temperatura exterior seja próxima de zero. A fim de evitar o sobreaquecimento no Verão, os solários estão equipadas com tectos de abrir, havendo ainda frestas laterais. Além disto, a parte fixa das vidraças que constituem os telhados dos solários, é coberta por uma película reflectora.

**A relação** entre a envolvente envidraçada/ envolvente opaca é, em média, de 25%, tendo a fachada Sul 40% da superfície envidraçada e, a fachada Norte apenas 10%, mas em vidro duplo. As janelas da fachada Sul estão equipadas com portadas isoladoras que se fecham durante a noite, no Inverno, para reter o calor. A escola também utiliza dois sistemas de ventilação com recuperação de calor que extrai o ar das salas situadas no centro do edifício (corredores, casas de banho etc.) e insuflam o ar pré-aquecido no grande "hall". O conjunto destas medidas, destinadas a melhorar a eficiência energética do edifício, permitiu reduzir em 35 kW as necessidades de aquecimento da escola, enquanto que, em média, são necessários 75 kW para uma escola construída segundo os métodos convencionais.

**As bombas de calor eléctricas** aquecem o ambiente utilizando a energia térmica das águas subterrâneas. Estudos geológicos permitiram determinar a existência de um lençol de água, com temperatura entre 10 - 12 °C, no subsolo da escola e que está disponível todo o ano. Situando-se esta escola numa zona rural, não existe rede de distribuição de gás e as bombas de calor mesmo sendo eléctricas constituem o meio mais económico para transformar esta fonte de energia em calor para o aquecimento da escola. O calor extraído do lençol freático é elevado a 45 °C pelas bombas de calor. A sua passagem nas serpentinas de aquecimento, que são de polipropileno e estão instaladas sob o soalho das salas de aula e do grande "hall", e nos radiadores de convecção com ou sem ventilador instalados nas outras dependências, asseguram o aquecimento da escola. A potência eléctrica nominal, bombas de circulação incluídas, é apenas de 11 kW. A bombas de calor têm um coeficiente de eficiência cerca de 3,5, isto é, elas conseguem produzir 3,5 kW de calor útil por kW eléctrico consumido.

**O elevado nível** de isolamento térmico permite, não só reduzir as necessidades de aquecimento, mas também aquecer a escola durante a noite e beneficiar das tarifas eléctricas em "horas de vazio" que são mais económicas. Assim, as bombas de calor funcionam a 80% durante a noite. A água quente sanitária é igualmente aquecida em período de vazio, com a possibilidade de se tornar a ligar durante o dia, se necessário, mas agora, já em "horas cheias". Complementam este sistema, 35 m<sup>2</sup> de painéis solares instalados na água sul do telhado. A escola está ligada ao sistema de telegestão da energia do Condado de Norfolk e é objecto de uma monitorização diária rigorosa.

#### Descrição da escola

Tipo de escola : primária  
Área útil : 520 m<sup>2</sup>  
Número de alunos : 108  
Data de construção : 1985  
Ocupação :  
1 710 horas/ano

#### Participantes no projecto

Norfolk County Council

#### Eficiência energética

A eficiência energética da escola está estimada em 80 kWh/m<sup>2</sup> por ano, enquanto que o valor de referência é, em média, de 180 kWh/m<sup>2</sup> por ano para este tipo de escola, equivalendo a uma economia de energia da ordem de 56%.

#### Dados financeiros

Os custos de investimento relativos às medidas de eficiência energética e à nova tecnologia elevam-se a 9 450 €, preços de 1984.



Photo: Norfolk County Council

#### Contacto

Mr J E Cobb (Responsável pelo Ambiente)  
Norfolk County Council County Hall Martineau Lane  
Norwich Norfolk NR1 2SF United Kingdom  
Tel: +44 1603 222 674



Photo: Gateshead Metropolitan Borough Council



### Descrição da escola

**Tipo de escola :**  
secundária

**Área útil :**  
parte existente - 12 800 m<sup>2</sup>,  
ampliação - 7 600 m<sup>2</sup>

**Número de alunos :** 1 260

**Data de construção :**  
parte existente - 1963,  
ampliação - 1999

**Ocupação :**  
2 565 horas/ano

### Participantes no projecto

Gateshead Metropolitan Borough Council  
Ove Arup and Partners

### Eficiência energética

A eficiência energética foi estimada em 108 kWh/m<sup>2</sup> por ano, com gás natural para o aquecimento ambiente e de água. Sendo o valor de referência igual a 177 kWh/m<sup>2</sup> por ano, em média, para este tipo de escola, a economia de energia resultante é da ordem dos 40%.

### Dados financeiros

O montante do contrato, 9 794 000 €, inclui as obras de alteração do antigo edifício e a construção da ampliação. Além do mais, este valor representa um custo comparável ao de outros projectos de escolas, similares, promovidos pela Câmara Municipal.

# Gateshead [ Reino-Unido ]

## Joseph Swan comprehensive school

### Ganhos solares contribuem para o aquecimento ambiente

**Trata-se de um projecto** de ampliação de uma escola. A nova extensão compreende um átrio com cobertura em vidro, que liga entre si todas as áreas pedagógicas. Os ganhos solares assim obtidos são utilizados para complementar o sistema de aquecimento central. A escola foi construída segundo o sistema CLASP que garante um bom nível de isolamento térmico com utilização de lã de rocha nas paredes exteriores e uma concepção da cobertura dita "quente".

**A associação de** sistemas de ventilação mecânica (com recuperação de calor) e natural, em função das zonas, permite fornecer ar fresco e ventilado no Verão. Na medida do possível, todas as janelas da escola se podem abrir e a existência de chaminés de ventilação em toda as zonas de aula da ampliação asseguram uma ventilação cruzada. O ar viciado sobe pelas chaminés e escapa-se por aberturas nas clarabóias colocadas no topo. O átrio é ventilado por janelas que se abrem, situadas em baixo e por lanternins automáticos, com aberturas laterais para escoamento do ar, situados a um nível mais elevado.

**O edifício** de origem é aquecido com combustível sólido e a nova ampliação por uma série de caldeiras a gás de alto rendimento com capacidade para fornecer cerca de 900 kW. O sistema de aquecimento é de baixa pressão e está dimensionado para funcionar com um caudal de ida de 60 °C e, de retorno a 40 °C com a finalidade de reduzir o caudal de água e o diâmetro da canalização para maior eficiência das caldeiras. O edifício foi dividido em zonas, em função da sua utilização e, a quantidade de calor em cada zona é determinada pela temperaturas exterior e interior.

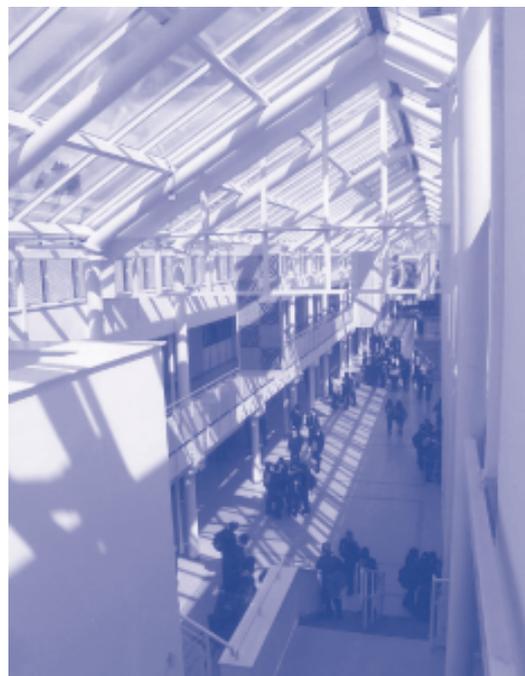


Photo: Gateshead Metropolitan Borough Council

### Contacto

David Brown (Arquitecto projectista)  
Department of Architectural Services  
Gateshead Metropolitan Borough Council  
Civic Centre Regent Street  
Gateshead NE8 1HH United Kingdom  
Tel: +44 191 477 1011



Photo: Gateshead Metropolitan Borough Council



## Karlskrona [ Suécia ]

### Jändelskolan

#### Sistema de ventilação inovador

**A escola Jändel** data de 1960 e era originalmente constituída por um conjunto de edifícios de um único piso e cobertura plana. Após uma profunda obra de renovação iniciada em 1994-1995, a escola possui agora um telhado muito inclinado que permite reduzir o risco dos danos causados pela humidade e aproveitar o espaço para ali instalar os equipamentos e condutas de ventilação. Os sistemas de iluminação e de ventilação têm elevada eficiência energética. A instalação de novas janelas com muito baixa condutividade térmica possibilitaram a eliminação do problema provocado pelas correntes descendentes de ar frio provenientes das antigas janelas e deixou de ser necessária a instalação de radiadores por debaixo delas. É apenas o ar de ventilação que fornece o calor de que a sala necessita. Os vidros das janelas estão cobertos por uma película de protecção solar para evitar uma temperatura excessiva nas aulas.

**O sistema de ventilação** está integrado com o sistema de aquecimento e é o ar do sistema de ventilação que é aquecido para dar resposta às necessidades do edifício. O sistema de ventilação é constituído por quatro condicionadores de ar instalados sob o telhado. As condutas têm uma dimensão



suficientemente grande para permitir a passagem de uma pessoa para trabalhos de manutenção e limpeza e alojar as serpentinas de aquecimento. Os ventiladores são de tipo axial e estão equipados com um controlador de velocidade de frequência variável. O permutador de calor é do tipo placa dupla plana, com registos em derivação que permitem modular a capacidade. Assim, 85% da energia é restituída (95% durante a noite e os fins de semana).

Não existem filtros mas, foram instaladas redes anti-insectos sobre os orifícios de entrada de ar. A escola está situada numa zona rural e o índice de poluição é, ali, pouco elevado. Contudo, acontece que as partículas de poeira de maiores dimensões se depositam nas condutas de distribuição pelo que estão previstos aspiradores para efectuar a limpeza das condutas e dos condicionadores.

**O ar** é fornecido por dois orifícios encastrados nas paredes, através dos quais é insuflado e dirigido para baixo, a grande velocidade. Se bem que a velocidade do ar à saída dos orifícios seja elevada, isso só é perceptível numa área de apenas alguns centímetros acima do chão, para além disto não se detectam problemas de correntes de ar. O ar é distribuído junto ao chão, depois sobe e sai através das grelhas de exaustão situadas junto ao tecto.

**Medições do ar ambiente e da utilização da energia**, foram feitas durante o mês de Janeiro de 1995. Os resultados destas medições, completados por um questionário distribuído em simultâneo, demonstram que o ambiente no interior é muito bom e que a eficiência energética é globalmente satisfatória.

#### Contacto

Rune Tjäder  
 AB Karlskronahem  
 Ö. Vittusgatan 9A 371 33 Karlskrona Sweden  
 Tel: +46 455 30 49 00 Fax: +46 455 30 49 29  
 E-mail: rune.tjader@knahem.se

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** secundária  
**Área útil :** 4 415 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 419  
**Data de construção :** 1960  
**Ocupação :**  
 2 550 horas/ano

#### Participantes no projecto

Câmara Municipal de Karlskrona e serviços administrativos e técnicos da escola  
 NUTEK  
 Construída por empresários e trabalhadores da Agência para o Emprego de Karlskrona.

#### Eficiência energética

O consumo de energia destinado ao aquecimento passou de 210 kWh/m<sup>2</sup> por ano a cerca de 94 kWh/m<sup>2</sup> por ano, ou seja, houve uma diminuição de 55%. O consumo de electricidade no edifício também diminuiu 20%, apesar de ter havido uma utilização mais intensa dos equipamentos informáticos. Cumulativamente à redução dos custos em energia, esta operação de renovação permitiu dotar o Município com uma escola nova, no mínimo, por mais 30 anos, com as despesas de aquecimento reduzidas para metade e maior conforto para os alunos e pessoas que ali trabalham.

#### Dados financeiros

O conjunto das obras de renovação necessitaram de um investimento de cerca de 2 milhões de euros. O período de retorno do investimento para o sistema de iluminação é de 4 anos. Quanto ao sistema de aquecimento e ventilação, este, é bem menos dispendioso do que um sistema tradicional e são poupados 40 000 € nas despesas com a energia.





#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** primária

**Área útil :** 1 490 m<sup>2</sup>  
(sendo 126 m<sup>2</sup>  
de aulas móveis)

**Número de alunos :** 70

**Data de construção :** 1960

**Ocupação :**  
1 300 horas/ano

#### Participantes no projecto

Nottinghamshire County Council  
Energy Saving Trust  
East Midland Electricity

#### Eficiência energética

As economias de energia relativas à melhoria da iluminação foram estimadas em 7 535 kWh por ano, o que equivale a uma redução de 3% do consumo médio de electricidade neste tipo de escolas. São assim evitadas 5 toneladas de dióxido de carbono, ou seja, uma melhoria de 6% relativamente às quantidades médias emitidas por este tipo de escola

#### Dados financeiros

A economia anual relativa à diminuição do consumo de electricidade para a iluminação eleva-se a 795 €. Economias adicionais no consumo de electricidade e redução das emissões de dióxido de carbono associadas decorrentes da instalação do sistema de controle do aquecimento ambiente são também esperadas. O custo do sistema de controle do aquecimento ambiente foi 635 €.



## Mansfield [ Reino-Unido ]

### Beech Hill special school

#### Economias no aquecimento e iluminação a baixo custo

**Muitas escolas** do Condado de Nottinghamshire utilizam a título temporário construções modulares móveis pré-fabricadas como salas de aula. Se bem que em princípio fossem destinadas a uso temporário para colmatar a falta de espaço, estas construções são por vezes utilizadas por períodos bem mais longos do que o previsto. A sua função inicial explica que estas construções sejam frequentemente aquecidas com radiadores-ventiladores eléctricos funcionando em horas cheias. Estes têm uma instalação barata e são fáceis de regular mas, comparativamente, o seu funcionamento é dispendioso. Consequentemente, as medidas para reduzir o consumo de electricidade destes aparelhos são opções atractivas. No âmbito do programa de eficiência energética do Condado de Nottinghamshire, medidas simples e relativamente pouco onerosas foram seleccionadas e postas em prática nas situações mais relevantes. A escola especial de Beech Hill é um exemplo concreto do tipo de medidas aplicadas neste programa.

**Em 1997**, já tinha sido instalado um sistema de controle dos radiadores-ventiladores na escola especial de Beech Hill. Este consiste num programador "otimizador" com detectores de temperatura e de movimento. O otimizador assegura a ligação do sistema de aquecimento sempre que necessário, o sensor de temperatura mantém a sala aquecida à temperatura desejada, enquanto que o detector de movimento abranda o funcionamento dos radiadores para baixar 5 °C à temperatura da sala logo que esta fica desocupada. Este dispositivo, muito eficaz, permitiu reduzir o consumo de electricidade nestes edifícios temporários.



**Outras economias** realizadas no consumo de electricidade são resultado de um plano posto em prática ao nível do Condado que previa a substituição de todas as lâmpadas incandescentes de 60 W e 100 W instaladas nas salas de aula, gabinetes e corredores, por lâmpadas fluorescentes mais eficientes. O principal objectivo deste plano foi melhorar as condições de iluminação e em simultâneo poupar energia. No total, foram substituídas, na Escola especial de Beech Hill, 124 lâmpadas de 100 W em 1998, cujas características são função da utilização dos locais onde foram colocadas : lâmpadas compactas fluorescentes de 16 W nos corredores e tubos fluorescentes finos de 58 W nas salas de aula e gabinetes. É, com efeito, importante que as medidas visando a melhoria da eficiência energética sejam bem definidas, adaptadas ao contexto e que não impliquem um custo de mão de obra exagerado.

#### Contacto

Neil Norwood (Senior Energy Officer)  
Environment Department  
Nottinghamshire County Council County Hall,  
West Bridgeford Nottingham NG2 7QP United Kingdom  
Tel: +44 115 977 3548



Foto: INETI

# Mértola [ Portugal ]

## Centro infantil

### Uma concepção que integra as preocupações térmicas

**A escola infantil** de Mértola é um edifício cuja concepção bioclimática tenta explorar ao máximo o aproveitamento da energia solar. O Inverno não é rigoroso (1 356 graus-dia). Ao contrário, o Verão é quente, embora esta estação coincida em parte com as férias escolares. O edifício está implantado num terreno com um ligeiro declive, o que permitiu o enterramento de parte da fachada Norte. A sua organização espacial distribui-se em dois volumes. O volume principal tem uma orientação solar favorável, com uma fachada sul/sudoeste que integra um conjunto de sistemas solares passivos, nomeadamente paredes de Trombe integradas na fachada, estufas e uma grande superfície envidraçada permitindo captar e armazenar a energia solar durante o Inverno. A parede de Trombe é constituída por uma parede de betão com aberturas no nível superior e inferior, pintada de preto e protegida por vidro pelo lado

exterior. O ar da sala de aula é aspirado pela abertura inferior e retorna à sala pela abertura superior. Ao final do dia e durante a noite, o calor armazenado na parede de betão é restituído à sala pela face interna da parede de Trombe.



Foto: INETI

**A área útil** a ser aquecida é de 669 m<sup>2</sup> e a área de envidraçada é 156 m<sup>2</sup>, sendo a relação área envidraçada / área útil de 23%. As paredes de Trombe representam 75% de toda a superfície envidraçada do edifício e estão situadas nas zonas de maior ocupação, como as salas de aula e de actividades. As paredes da envolvente são duplas e o espaço entre elas enchido com xisto, muito abundante na região. As paredes em contacto com o solo e o telhado estão isolados com uma camada de 4 à 5 cm de espuma de poliestireno expandido. A fachada Sul tem 110 m<sup>2</sup> área envidraçada com vidro duplo. Os ganhos directos provêm das janelas e das estufas e os ganhos indirectos das paredes de Trombe. Durante o Verão a maior parte da área envidraçada dispõe de protecção solar. No primeiro andar a protecção é feita com palas e no rés-do-chão a protecção resulta do recuo deste piso relativamente ao primeiro andar. O sobreaquecimento no Verão é evitado pela colocação de esteiras de cana (tradição local muito usada) sobre as clarabóias, em substituição de cortinas isoladoras originalmente previstas e, ainda, tirando proveito da sombra das árvores que foram plantadas de acordo com o projecto. A ventilação cruzada, prevista no projecto, foi um fracasso devido a erro de construção.

### Contacto

Manuela Luz Martins  
Santa Casa da Misericórdia da Mértola  
Av. Aureliano Mira Fernandes 7750 Mértola Portugal  
Tel.: +351 286 622 121 Fax: +351 286 622 121

### Descrição da escola

**Tipo de escola :** infantil  
**Área útil :** 669 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 141  
**Data de construção :** 1982  
**Ocupação :**  
2 580 horas/ano

### Participantes no projecto

Santa Casa da Misericórdia de Mértola – Organismo privado de solidariedade social fundado em 1554 (proprietária da escola)  
Câmara Municipal de Mértola

### Eficiência energética

A eficiência energética da escola é de 18 kWh/m<sup>2</sup> por ano no Inverno, enquanto que o valor de referência para uma escola convencional situada na mesma região é de 61 kWh/m<sup>2</sup> por ano. Esta diferença traduz na prática uma economia de energia da ordem de 70%.

### Dados financeiros

Custo total do investimento :  
69 000 €



#### Descrição da escola

Tipo de escola : primária  
 Área útil : 1 520 m<sup>2</sup>  
 Número de alunos : 190  
 Data de construção : 1948  
 Ocupação :  
 1 120 horas/ano

#### Participantes no projecto

Câmara Municipal do Redondo  
 Ministério da Educação

#### Eficiência energética

Comparado com o anterior sistema de aquecimento, com radiadores eléctricos, que consumiam 114 500 kWh por ano, o novo sistema de aquecimento permite economizar 1 900 € por ano na factura energética.

#### Dados financeiros:

O custo total do sistema de aquecimento foi de 31 517 €, tendo sido 70% co-financiados pelo Programa Valoren da Comissão Europeia. O período de retorno do investimento sem subsídio é de 5,5 anos.

## Redondo [ Portugal ]

### Escola primária

#### Utilização eficiente e económica dos recursos energéticos locais

O Redondo está situado no Alentejo, na zona Sul de Portugal, a cerca de 200 km de Lisboa. O Inverno nesta região limita-se a dois ou três meses mais frios (1 431 graus-dia). A vila situa-se numa região vinícola que produz anualmente 510 toneladas de resíduos originados pela poda das vinhas (sarmentos) e que são utilizáveis para fins energéticos. A Câmara Municipal do Redondo decidiu portanto dotar a Escola Primária do Redondo, cujas condições de aquecimento não eram satisfatórias, com um sistema de aquecimento central, concebido para queimar os sarmentos das videiras. Estes são recolhidos com uma enfardadeira especialmente concebida para recolher e enfardar os sarmentos, em fardos de 0,5 m de diâmetro e 1 m de comprimento. Esta actividade é suportada pela Câmara. Um hectare de vinha produz cerca de uma tonelada de sarmentos. Após secagem, até obter um teor de humidade de 15%, o poder calorífico inferior dos sarmentos é aproximadamente 4 kWh/kg, ou seja, equivalente a 400 litros de fuelóleo. O sistema de aquecimento funciona com base numa reserva de água que permite absorver o excedente de calor originado pela combustão dos sarmentos e melhorar assim a eficiência energética e a autonomia do sistema de aquecimento.

Esta escola é uma construção em alvenaria do estilo de edifícios escolares erigidos entre os anos 40 e 60. Tem 13 salas de aula repartidas por 3 edifícios que são aquecidos pelo sistema de aquecimento central. Este sistema é composto por uma caldeira de água quente horizontal de 150 kW com retorno da chama, alimentada pelos fardos de sarmentos de vinha ou



lenha e três reservatórios de distribuição de água quente, um por cada edifício. A energia assim produzida é armazenada num reservatório de água com uma capacidade de 5 000 litros que está ligado à caldeira por uma válvula de quatro vias que mantém a temperatura de retorno à caldeira acima de 55 °C (ponto de orvalho). A adução de água aos radiadores instalados nas salas faz-se, em função da temperatura exterior e da ocupação das salas.

#### Contacto

Eng<sup>a</sup> Susana Sobral  
 Agência Regional de Energia do Centro e Baixo Alentejo-ARECBA  
 Praça da República,12 7800 BEJA Portugal  
 Tel: +351 28431 0160



Photo: JW LUFFIFOTO



## Skive [ Dinamarca ]

### Højslev Skole

#### Sistema de controle por zona e aquecimento solar

**Um sistema de controle** por zona, que controla o fornecimento de calor a todas as salas, foi instalado nas 9 escolas primárias do Município de Skive. Uma dessas escolas, a de Højslev, era originalmente aquecida por um sistema de queima a fuelóleo, até que em 1963 foi convertido para o sistema de aquecimento urbano. Anteriormente à instalação do sistema de controle por zona, a escola estava dividida em 9 zonas de 800 m<sup>2</sup> cada. A instalação deu-se em 1989. Presentemente a escola está dividida em 72 zonas de aquecimento, agrupadas em salas de aula, salas dos professores, áreas de comunicação, casas de banho etc.

**As necessidades** de aquecimento das escolas em Skive são relativamente elevadas derivado às condições climáticas invernais serem rigorosas (3 350 graus-dia). Em 1994, o governo deu instruções aos municípios para encontrarem soluções que permitissem reduzir 25 % a procura de energia nos edifícios. As escolas de Skive já tinham feito esforços nesse sentido, mas era necessário encontrar uma solução adicional ao controle por zona. Foi assim que surgiu a proposta de instalação de um sistema de aquecimento solar em grande escala na escola de Højslev. Na prática a proposta traduzia-se num sistema de aquecimento solar ocupando uma área de 375 m<sup>2</sup> com a capacidade de fornecer 450 kWh/m<sup>2</sup>. Este sistema difere dos sistemas convencionais em quatro pontos :



Photo: Niels Ole Lund

- O sistema foi concebido originalmente, apenas para aquecimento, sendo a água quente sanitária uma utilização secundária.
- Uma parte da instalação serviu para testar uma nova tecnologia envolvendo placas de alumínio brilhantes montadas em metade dos colectores solares. Estes reflectores estão montados de forma a reflectir a radiação solar para os restantes colectores solares logo que o Sol se eleva acima de 30° sobre o horizonte. Este sistema pretende captar cerca de 20% mais energia solar do que um sistema convencional.
- Quando um grande sistema de aquecimento solar é instalado numa escola, que está fechada durante o Verão, podem aparecer problemas ocasionados pela temperatura excessiva atingida na instalação. Foi por isso que a Companhia de aquecimento urbano, uma empresa privada, foi solicitada, desde o início, para comprar a produção de calor estival. A Companhia de Skive aceitou colaborar. Foi então decidido que as bombas da escola alimentariam a rede de aquecimento urbano em água quente a uma temperatura mínima compreendida entre 70 e 75 °C. Foram igualmente instalados sistemas de segurança a fim de assegurar, em caso de falha do sistema, que a escola ficasse desligada, eliminando-se assim qualquer risco de perturbação na rede. A companhia paga o calor produzido pela escola, por um valor que é metade do preço de venda quando escola compra o calor da rede.
- As bombas de circulação são de caudal variável a fim de se adaptarem às necessidades térmicas da escola. Isto permite aumentar a eficiência do sistema e reduzir o consumo de electricidade das bombas.

#### Descrição da escola

**Tipo de escola :** primária  
**Heated area:** 6 721 m<sup>2</sup>  
**Número de alunos :** 415  
**Data de construção :** 1902, 1907, 1957 et 1963  
**Ocupação :** 1 600 horas/ano

#### Participantes no projecto

Câmara Municipal de Skive  
 Agencia Dinamarquesa de Energia  
 Instituto Dinamarquês de Tecnologia  
 Companhia de Distribuição de Calor Søby-Højslev  
 Arcon Solar Heat Inc.

#### Eficiência energética

Graças ao sistema de controle por zona, as necessidades de aquecimento passaram de 170-175 kWh/m<sup>2</sup> por ano a cerca de 125 kWh/m<sup>2</sup> por ano. As necessidades específicas de aquecimento da escola após a instalação do sistema de aquecimento solar, em 1994, diminuíram 25%.

#### Dados financeiros

O investimento relativo ao sistema de controle por zona foi de 47 000 €. Com uma economia anual de 300 000 kWh o período de retorno do investimento é cerca de 3,5 anos. O sistema de aquecimento solar representam investimento total de 134 000 €, sendo 30 % financiados pela Agencia Dinamarquesa de Energia.

#### Contacto

Michael Petersen  
 The Municipality of Skive Technical Department  
 Østergade 13 Box 509 7800 Skive Denmark  
 Fax: +45 97 52 50 80 E-mail: mip@skivekommune.dk



#### Descrição da escola

##### Tipo de escola :

primária e secundária

Área útil : 5 420 m<sup>2</sup>

Número de alunos : 500

Data de construção :

1930, 1950 et 1970

Ocupação :

1 400 horas/ano

#### Participantes no projecto

Serviço de Protecção do Ambiente da cidade de Stuttgart  
Fraunhofer Institut für Bauphysik  
Institut für Kernenergie und Energiesysteme  
Serviço de Construção da cidade de Stuttgart e consultores especializados  
Parceiros industriais, professores pais e alunos

#### Eficiência energética

As necessidades de aquecimento da escola passaram de 200 - 220 kWh/m<sup>2</sup> para 58 kWh/m<sup>2</sup> por ano, correspondendo, em média, a uma economia da ordem dos 72%. Presentemente, a escola consome 14 kWh/m<sup>2</sup> de electricidade por ano, contra os 11 a 20 kWh/m<sup>2</sup> precedentes, o que equivale, em média, a uma economia da ordem de 10%.

#### Dados financeiros

O projecto beneficiou de três fontes de financiamento :  
- As medidas de manutenção e renovação, que de qualquer modo eram incontornáveis, foram suportadas pela Cidade de Stuttgart.  
- Cada um dos parceiros industriais deu a sua contribuição fornecendo materiais, dinheiro ou ainda serviços de consultoria/engenharia  
- O Ministério da Educação, Investigação e Tecnologia alemão, financiou os estudos.  
O valor do investimento total ascendeu a cerca de 3,1 milhões de euros.

## Stuttgart-Plieningen [ Alemanha ]

### Grund und Hauptschule

#### Uma renovação radical para uma maior eficiência energética

O edifício, erigido nos anos 30, possui uma fachada cuja preservação foi considerada indispensável. Só os trabalhos de isolamento interior eram possíveis no quadro deste projecto de renovação. A segunda parte do edifício data dos anos 50 e a terceira, do anos 70. O conjunto do edifício apresenta pontos fracos do ponto de vista térmico que se explicam pela idade da estrutura, os materiais utilizados, mas também pela justaposição de diferentes elementos de construção. A caixilharia, em madeira, das janelas dos três subconjuntos, estava danificada. A iluminação das salas de aula era inadequada, devido à luz natural demasiado forte que obrigava a ter os estores fechados durante todo o dia e a ter sempre ligada a iluminação eléctrica. A instalação de aquecimento encontra-se na parte mais antiga do edifício. Após a entrada em serviço da

caldeira, em 1969, não se realizaram mais trabalhos de monta. Antes da realização do projecto, a escola era aquecida por duas caldeiras de baixa pressão de 800 kW que tinham que ser postas em funcionamento e desligadas, manualmente pelo guarda da escola. O seu apartamento era igualmente aquecido pelo sistema da escola o que implicava que uma parte do edifício fosse aquecida mesmo em tempo de férias

No âmbito do projecto, foi instalada uma nova caldeira de condensação com baixas emissões de NOx (óxidos de azoto). Em consequência das obras de isolamento que permitiram reduzir significativamente as necessidades de aquecimento do edifício, o novo sistema de aquecimento tem um consumo energético em potência de ponta 60% inferior ao anterior. Painéis radiantes com pequena capacidade de água foram instalados sobre as janelas com o objectivo de atingir o equilíbrio radiactivo. Todas as paredes exteriores foram isoladas, interior e exteriormente, em função dos imperativos da conservação do traço arquitectónico. Nas duas secções mais antigas, o chão do último andar foi também coberto com espuma isolante. As obras de isolamento foram realizadas pelos professores e alunos para reduzir os custos e os sensibilizar para as questões energéticas. Graças a estas obras, a maioria dos pontos fracos do ponto de vista térmico puderam assim, ser eliminados de um modo relativamente eficaz. As necessidades de iluminação nas sala de aula foram reduzidas pintando as paredes com cor mais clara. Os equipamentos de iluminação foram igualmente mudados. Foram instaladas lâmpadas com balastro electrónico, assim como dispositivos de regulação da iluminação em função da luz natural.



#### Contacto

Dr. Volker Kienzen  
Landeshauptstadt Stuttgart Amt für Umweltschutz  
Postfach 10 60 34 70049 Stuttgart Germany  
Tel: +49 711 216 2241 Fax: +49 711 216 2413  
E-mail: u360500@stuttgart.de



Photo: Piyo Malairini



## Weobley [Reino-Unido] Primary school

### A lenha, uma alternativa sustentada aos combustíveis fósseis



Photo: Resources Research Ltd

O sistema de aquecimento da nova escola primária demonstra que a utilização da lenha como combustível pode constituir uma alternativa sustentada, eficaz e econômica face aos combustíveis fósseis. Uma caldeira a lenha de 350 kW foi, com efeito, instalada em 1997, tendo entrado definitivamente em serviço no Outono de 1998. Funcionando cerca de 600 horas por ano assegura o aquecimento base da escola. Sendo um facto que as necessidades da escola primária não vão além de 115 kW, o resto do calor é enviado para a escola secundária adjacente. Os resíduos florestais provenientes das operações de limpeza das matas são fornecidos por uma cooperativa de agricultores da região, 7Y Machinery Ring. Foi também prevista a cultura de curta rotação de salgueiros e choupos para fornecimento futuro de lenha. A lenha a utilizar provém de culturas situadas num perímetro de 16 km à volta de Weobley.

O edifício está bem isolado, nomeadamente ao nível do solo, dos telhados e paredes exteriores. As alvenarias das paredes exteriores, em betão, foram concebidas para armazenar o calor e o restituir progressivamente. A luz natural é também bem aproveitada, assim como a ventilação natural. A abertura das janelas inferiores e superiores permite a circulação do ar nas salas de aula, enquanto que as janelas superiores fornecem uma excelente iluminação. As lâmpadas eléctricas são de baixo consumo de energia e os materiais utilizados na construção são materiais reciclados, naturais e não tóxicos: tijolos de fabrico local, caixilhos das janelas em madeira, isolamento à base de jornais reciclados, plásticos reciclados usados como materiais impermeáveis, telhas de barro recicladas, grades das janelas em alumínio, goteiras e telhados em chapa de ferro, pavimentos em madeira e borracha e pintura com tinta de água. Um sistema de gestão técnica do edifício, com detectores de presença nas salas, permite controlar o consumo de energia na escola.

#### Contacto

Iain Paul (Arquitecto Chefe)  
Worcester County Council County Hall  
Spetchley Road Worcester WR5 2NP United Kingdom  
Tel: +44 1905 763763



#### Descrição da escola

**Tipo de escola :**  
primária com secundária adjacente

**Área útil :**  
escola primária – 1 252m<sup>2</sup>,  
secundária – 3 392m<sup>2</sup>

**Número de alunos :**  
escola primária - 240,  
secundária - 600

**Data de construção :**  
escola primária - 1997,  
secundária - 1955-1970

**Ocupação :**  
escola primária -  
1 368 horas/ano,  
secundária -  
1 596 horas/ano

#### Participantes no projecto

Fundo Regional Europeu  
Ministério da Agricultura, Pescas e Agroalimentares  
Comissão de Desenvolvimento Rural  
Ministério do Comércio e Indústria através da Unidade de Apoio às Tecnologias Energéticas  
Hereford and Worcester County Council

#### Eficiência energética

As emissões de dióxido de carbono associadas, deverão baixar 78 toneladas por ano, correspondendo a uma melhoria da ordem de 34%, tendo em atenção que o valor de referência é, em média, de 228 toneladas por ano, para este tipo de estabelecimento de ensino.

#### Dados financeiros

Os trabalhos de renovação do edifício para melhorar o isolamento térmico e as outras medidas de economia de energia foram financiadas pelo orçamento de funcionamento do Condado de Hereford and Worcester. O aquecimento central, incluindo a casa da caldeira, o silo de armazenagem, canalizações e bombas, custou 261 200 €, em 1997. O Fundo Regional europeu, gerido pelo Ministério da Agricultura, Pescas e Agroalimentares britânico contribuiu com 125 400 €. O montante restante foi suportado pelo Ministério do Comércio e Indústria através da Unidade de Apoio às Tecnologias Energéticas e pelo Condado de Hereford and Worcester.

## Parceiros

**Energie-Cités** é uma associação de municípios com o objectivo de promover uma política energética local integrada e sustentada. Cerca de 150 Municípios participam ou já participaram em projectos da associação, a qual conta com mais de 90 membros de todos os países da união Europeia.

A Energie-Cités tem três objectivos:

- Reforçar o papel dos municípios nos domínios da eficiência energética, da promoção das energias renováveis e da protecção do ambiente,
- Empenhar-se nas políticas e iniciativas da União Europeia naqueles domínios e formular opiniões,
- Desenvolver iniciativas municipais através da troca de experiências, transferência de saber-fazer e o desenvolvimento de projectos comuns.

Energie-Cités tem por actividades principais :

- A disseminação da informação sobre as políticas e decisões comunitárias, as práticas municipais e a transferência de saber-fazer,
- Acompanhamento das práticas municipais inovadoras, e em particular a recolha de informação sobre as boas práticas e elaboração de análises e opiniões comuns,
- Organização de eventos, dos quais o seminário anual europeu.

### Contacto

#### Secretariado Energie-Cités

2, chemin de Palente 25000 Besançon France  
Tel: +33 3 81 65 36 80 Fax: +33 3 81 50 73 51  
E-mail: \*@energie-cites.org Website: www.energie-cites.org

#### Brussels office Energie-Cités

29, rue Paul Emile Janson 1050 Bruxelles Belgium  
Tel: +32 2 544 09 21 Fax: +32 2 544 15 81  
E-mail: energie-cites.bxl@euronet.be

### The Resources Research Unit in the School of Environment and Development at Sheffield Hallam University

(Unidade de Investigação sobre os Recursos do Departamento de Ambiente e Desenvolvimento da Universidade de Sheffield Hallam) é especializada no diagnóstico da utilização de energia nos edifícios, avaliação das possibilidades de melhoria em termos de eficiência energética e investigação de soluções práticas integrando as energias renováveis na óptica do desenvolvimento sustentado. A Unidade conta já no seu activo com mais de 800 estudos energéticos de edifícios não residenciais, no Reino Unido, entre eles, 45 estabelecimentos de ensino, para o Ministério do Ambiente, Transporte e Regiões, assim como para o Building Research Establishment Ltd. Este trabalho contribui para o desenvolvimento de uma base de dados nacional sobre as utilizações energéticas e as emissões de dióxido de carbono associadas, que apoia a formulação da política de acordo com os compromissos governamentais estabelecidos no quadro da Convenção para as Alterações Climáticas. Adicionalmente e, com o

apoio financeiro da Energy Technology Support Unit (Unidade de Apoio às Tecnologias Energéticas) e da Comissão Europeia, a Unidade também elaborou planos energéticos com vista à redução do consumo de energia e promoção da utilização das energias renováveis no seio de pequenos e médios centros urbanos, envolvendo a colaboração das autoridades locais, como o Distrito de Newark and Sherwood, o Município de Sheffield e o Local Authorities' Energy Partnership (Partenariado das Autoridades Locais para a Energia).

### Contacto

#### Resources Research Unit

School of Environment and Development  
Sheffield Hallam University  
City Campus Sheffield S1 1WB United Kingdom  
Tel: +44 114 225 3549 Fax: +44 114 225 4496  
E-mail: n.d.mortimer@shu.ac.uk  
Website: www.shu.ac.uk/schools/urs/resru

### Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP)

A Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP) é o órgão representativo dos Municípios e freguesias. A Associação foi criada em 20 Maio de 1984 por ocasião do seu primeiro congresso na Figueira da Foz. Estatutariamente é, uma "entidade colectiva de direito privado" por decisão expressa dos seus delegados. Todos os partidos políticos e todas as regiões de Portugal, continental e insular (305 "municípios" e 4 241 "freguesias"), estão ali representadas num espírito de fraternidade que testemunha a maturidade política dos seus representantes. É pelo diálogo e procura de consenso que a Associação se esforça por encontrar as melhores soluções para os problemas das populações ao nível local. Os principais objectivos da Associação são os seguintes:

- Representar e defender os Municípios e Freguesias junto do Governo,
- Realizar estudos e projectos sobre questões relevantes da competência das autoridades locais,
- Criar e organizar serviços de consultoria e fornecer assistência técnica e jurídica aos seus membros,
- Promover acções de informação destinadas aos eleitos locais e dar formação ao pessoal administrativo municipal,
- Encorajar a troca de experiências e de informação de natureza técnica ou administrativa entre os seus membros,
- Representar os membros no seio das organizações nacionais e internacionais.

### Contacto

#### ANMP

Av. Marmoco E Sousa, 52 3000 Coimbra Portugal  
Tel: +351 239 40 44 34 Fax: +351 239 701 760  
E-mail: anmp@mail.telepac.pt  
Website: www.anmp.pt

# REDE OPET: ORGANIZAÇÕES PARA A PROMOÇÃO DE TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS

A Rede de Organizações para a Promoção de Tecnologias Energéticas (OPET), com o apoio da Comissão Europeia, incentiva a disseminação de tecnologias energéticas inovadoras, limpas e eficientes, resultantes das actividades de investigação, desenvolvimento e demonstração do sub-programa ENERGIE e dos seus antecessores. As actividades das OPET nos Estados-Membros e das OPET Associadas em regiões chave do mundo incluem conferências, seminários, exposições, publicações e acções promocionais com o objectivo de estimular a transferência e exploração de tecnologias energéticas inovadoras. Informação detalhada pode ser obtida através da página da rede OPET na internet <http://www.cordis.lu/opet/home.html>

## OPET

### 1 ARCTIC

VENET  
Umestan Företagspark, Hus 201  
SW-903 47 Umeaa  
Contact: Ms. France Goulet  
Telephone: +46-90 718162 or 60  
Facsimile: +46-90 718161  
E-mail: france.goulet@venet.se

Merinova  
Oy Merinova Ab Technology  
Center  
Elbacken 4A, FIN-81065101,  
Vaasa, Finland  
Contact: Johan Wasberg  
Telephone: +358-6 2828261  
Facsimile: +358-6 2828299  
E-mail:  
Johan.wasberg@merinova.fi

Sintef  
Sintef Energy Research  
Sem Saelands vei 11  
7034 Trondheim, Norway  
Contact: Jens Hetland  
Telephone: +47-73 597764  
Facsimile: +47-73 592889  
E-mail:  
Jens.Hetland@Energy.Sintef.no

### 2 IRELAND

Irish Energy Centre  
Glasnevin  
Dublin 9, Ireland  
Contact: Rita Ward  
Telephone: +353-1 8369080  
Facsimile: +353 1 8372848  
E-mail: wardr@irish-energy.ie

### 3 PORTUGAL

CCE  
Estrada de Alfragide, Praceta 1  
PO-2720-537 Amadora  
Contact: Luis Silva  
Telephone: +351-21 4722818/00  
Facsimile: +351-21 4722898  
E-mail: lsilva@cce.pt

Instituto Superior Técnico  
Av. Rovisco Pais  
PO-1049-001 Lisboa  
Contact: Maria da Graça Carvalho  
Telephone: +351-21 8417372  
Facsimile: +351-21 8475545  
E-mail: maria@navier.ist.utl.pt

INESC-Porto  
Largo Mompilher, 22  
PO-4050-392 Porto  
Contact: Vladimiro Miranda  
Telephone: +351-22 2094234  
Facsimile: +351-22 2084172  
E-mail: vmiranda@inescn.pt

### 4 SCOTLAND

NIFES Ltd  
8 Woodside Terrace  
UK-G3 7UY Glasgow  
Contact: Andrew Hannah  
Telephone: +44 141 3322453  
Facsimile: +44 141 3330402  
E-mail: ahannah@nifes.co.uk  
Scottish Energy Efficiency Office  
UK-G2 6AT Glasgow

Contact: Allan Mackie  
Telephone: +44 141 2425842  
Facsimile: +44 141 2425691  
Email:Allan.Mackie@scotland.gov.uk

### 5 ENEA-ISNOVA

ISNOVA s.c.r.l.  
Via Flaminia, 441  
IT-00196 Rome  
Contact: Wen Guo  
Telephone: +39-06 30484059  
Facsimile: +39-06 30484447  
E-mail:  
enea\_opet@casaccia.enea.it

ENEA  
Via Anguillarese 301  
S. Maria di Galeria  
IT-2400 Roma  
Contact: Francesco Ciampa  
Telephone: +39-06 30484118  
Facsimile: +39-06 30484447  
E-mail:  
enea\_opet@casaccia.enea.it

### 6 ROMANIA

ENERO  
Enegeticienilor 8  
74568 Bucharest, Romania  
Contact: Alexandru Florescu  
Telephone: +40-1 322 0917  
Facsimile: +40-1 322 27 90  
E-mail:  
femopet@icemenerg.vsat.ro

### 7 CRONOS

FAST  
Piazzale Rodolfo Morandi 2  
IT-20121 Milano  
Contact: Paola Gabaldi  
Telephone: +39-02 76015672  
Facsimile: +39-02 782485  
E-mail: gabaldi@fast.mi.it

ICAEN  
Av. Diagonal 453 bis, Atic  
E-08036 Barcelona  
Contact: Joan Josep Escobar  
Telephone: +34 93 6220500  
Facsimile: +34 93 6220501  
E-mail: edificis@icaen.es

Multisassari  
Strada Provinciale La Crucca 5  
IT-7100 Sassari  
Contact: Antonio Giovanni Rassa  
Telephone: +39-079 3026031  
Facsimile: +39-079 3026212  
E-mail: energyss@tin.it

ADEME-Corse  
Rue St. Claire 8  
FR-20182 Ajaccio  
Contact: Toussaint Folacci  
Telephone: +33-49 5517700  
Facsimile: +33-49 5512623

### 8 SLOVAKIA

Energy Centre Bratislava  
Bajkalská 27  
827 99 Bratislava 27 - Slovakia  
Contact: Vladimir Hecl  
Telephone: +421-7 58248472  
Facsimile: +421-7 58248470  
E-mail: ecbat Bratislava@ibm.net

### 9 SEED

ASTER  
Via Morgagni, 4  
IT-40122 Bologna  
Contact: Elisabetta Toschi  
Telephone: +39-05 1236242  
Facsimile: +39-05 1227803  
E-mail: opet@aster.it

CESEN Spa  
Piazza della Vittoria 11A/8  
IT-16121 Genova  
Contact: Salvatore Campana  
Telephone: +39-010 5769037  
Facsimile: +39-010 541054  
E-mail: cesen@cesen.it

CESVIT  
Via G. del Pian dei Carpini  
IT-50127 Firenze  
Contact: Lorenzo Frattali  
Telephone: +39-055 4294239  
Facsimile: +39-055 4294220  
E-mail: frattali@cesvit.it

### 10 NETHERLANDS

NOVEM  
Swentiboldstraat 21  
NL-6130 AA Sittard  
Contact: Theo Haanen  
Telephone: +31-46 4202304  
Facsimile: +31-46 4528260  
E-mail: t.haanen@novem.nl

### 11 EUZKADI-CYMRU

EVE  
San Vicente, 8 Edificio Albia I-P 14,  
E-48001 Bilbao  
Contact: Juan Reig Giner  
Telephone: +34-94 4355600  
Facsimile: +34-94 4249733  
E-mail: jreig@eve.es

DULAS  
Unit1 Dyfi Eco Parc  
UK-SY20 8AX Machynlleth  
Contact: Janet Sanders  
Telephone: +44-1654 795014  
Facsimile: +44-1654 703000  
E-mail: jsanders@gn.apc.org

### 12 DOPET

Danish Technological Institute  
Gregersensvej  
DK-2630 Taastrup  
Contact: Nils Daugaard  
Telephone: +45-43 504350  
Facsimile: +45-43 507222  
E-mail:  
nils.daugaard@teknologisk.dk

### 13 GERMANY

Forschungszentrum Jülich GmbH  
DE-52425 Jülich  
Contact: Gillian Glaze  
Telephone: +49-2461 615928  
Facsimile: +49-2461 612880  
E-mail: g.glaze@fz-juelich.de

### 14 SPAIN

IDAE  
Paseo de la Castellana 95  
E-28046 Madrid  
Contact: Virginia Vivanco Cohn  
Telephone: +34-91 4565024  
Facsimile: +34-91 5551389  
E-mail: VVivanco@idaes.es

### 15 BALKAN

Sofia Energy Centre  
51, James Boucher Blvd.  
1407 Sofia, Bulgaria  
Contact: Violetta Groseva  
Telephone: +359-2 683541  
9625158  
Facsimile: +359-2 681461  
E-mail: vgroseva@enpro.bg

ISPE  
P.O. 30-33  
Laclul Tei Blvd. 1  
72301 Bucharest, Romania  
Contact: Anca Popescu  
Telephone: +40-1 2103481  
Facsimile: +40-1 2103481  
E-mail: Dirsis@ispe.ro

EXERGIA  
64, Louise Riencourt Str.  
GR-11523 Athens  
Contact: George Georgocostas  
Telephone: +30-1 6996185  
Facsimile: +30-1 6996186  
E-mail: Office@exergia.gr

### 16 RES POLAND

EC BREC  
Rakowiecka 32  
02-532 Warsaw, Poland  
Contact: Krzysztof Gierulski  
Telephone: +48-58 3016636  
Facsimile: +48-58 3015788  
E-mail: ecbrec@me-tech.gda.pl

### 17 SWEDEN

STEM - Swedish National Energy  
Administration  
631 04 Eskilstuna, Sweden  
Contact: Sonja Ewerstein  
Telephone: +46-8 54520338  
Facsimile: +46-16 5442270  
E-mail: sonja.ewerstein@stem.se

### 18 CZECH REPUBLIC

Technology Centre of the  
Academy of Sciences  
Rozvojova 135  
16502 Prague, Czech Republic  
Contact: Karel Klusacek  
Telephone: +420-2 20390213  
Facsimile: +420-2 33321607  
E-mail: klusacek@tc.cas.cz

EGU Praha Eng.Ltd  
Podnikatelska, 1  
19011 Prague, Czech Republic  
Contact: Jaromir Beran  
Telephone: +420-2 67193436  
Facsimile: +420-2 6441268  
E-mail: beran@egu-prg.cz

DEA  
Benesova 425  
66442 Prague, Czech Republic  
Contact: Hana Kuklinkova  
Telephone: +420-2452 22602  
Facsimile: +420-2452 22684  
E-mail: deabox@sky.cz

**19 BLACK SEA**

Black Sea Regional Energy Centre  
Triaditza 8  
1040 Sofia, Bulgaria  
Contact : Ekateriana Kanatova  
Telephone: +359-2 9806854  
Facsimile: +359-2 9806854  
E-mail: ecsynkk@bsrec.bg

**20 CROSS-BORDER  
BAVARIA AUSTRIA**

ZREU  
Wieshuberstraße 3  
DE-93059 Regensburg  
Contact: Toni Lautenschläger  
Telephone: +49-941 464190  
Facsimile: +49-941 4641910  
E-mail: lautenschlaeger@zreu.de

ESV – O.Ö. Energiesparverband  
Landstrasse 45  
AT-4020 Linz  
Contact: Christiane Egger  
Telephone: +43-732 65844380  
Facsimile: +43-732 65844383  
E-mail: office@esv.or.at

KK Österreichische  
Kommunalkredit AG  
Türkenstrasse 9  
AT-1092 Vienna  
Contact: Kathrin Kienel-Mayer  
Telephone: +43-1 31631440  
Facsimile: +43-1 31631105  
E-mail: k.mayer@kommunalkredit.at

LEV-Landesenergieverein  
Steiermark  
Burggasse 9  
AT-8010 Graz, Austria  
Contact: Gerhard Ulz  
Telephone: +43-316 8773389  
Facsimile: +43-316 8773391  
E-mail: office@lev.at

**21 SOLID FUELS**

CIEMAT  
Avd. Complutense 22  
E-28 040 Madrid  
Contact: Fernando Alegria  
Telephone: +34-91 3466343  
Facsimile: +34-91 3466455  
E-mail: f.alegria@ciemat.es

The Combustion Engineering  
Association  
1a Clarke Street  
UK-CF5 5AL Cardiff  
Contact: David Arnold  
Telephone: +44-29 20400670  
Facsimile: +44-29 20400672  
E-mail: info@cea.org.uk

**CSFTA**

Greece  
Contact: Emmanuel Kakaras  
Telephone: +30-1 6546637  
Facsimile: +30-1 6527539  
E-mail: csfta@mail.demokritos.gr

ICPET Cercetare sa  
VITAN, 236  
74369 Bucharest, Romania  
Contact: Catalin Flueraru  
Telephone: +40-1 3229247  
Facsimile: +40-1 3214170  
E-mail:  
icpetc@icpetcercetare.pcnnet.ro  
mionita@icpetcercetare.pcnnet.ro

World Coal Institute  
Oxford House, 182 Upper  
Richmond Road, Putney  
UK-London SW15 2SH  
Contact: Charlotte Griffiths  
Telephone: +44-20 82466611  
Facsimile: +44-20 82466622  
E-mail: cgriffiths@wci-coal.com

**22 FRANCE**

ADEME  
27, Rue Louis Vicat  
FR-75015 Paris  
Contact: Florence Clément  
Telephone: +33-1 47652331  
Facsimile: +33-1 46455236  
E-mail: florence.clement@ademe.fr

**23 UK**

ETSU  
AEA Technology plc  
Harwell, Didcot,  
UK-OX11 0RA Oxfordshire  
Contact: Lorraine Watling  
Telephone: +44 1235 432014  
Facsimile: +44 1235 433434  
E-mail: lorraine.watling@aeat.co.uk

**WREAN**

1 Newgents Entry  
UK-BT74 7DF Enniskillen  
Contact: Robert Gibson  
Telephone: +44-1365 328269  
Facsimile: +44-1365 329771  
E-mail: robert@wrean.co.uk

**24 GUANGZHOU**

Guangzhou Institute of Energy  
Conversion  
The Chinese Academy of Sc.  
81 Xianlie Central Road  
Guangzhou  
510070 Guangzhou, P.R.China  
Contact: Deng Yuanchang  
Telephone: +86-20 87606993  
Facsimile: +86-20 87302770  
E-mail: dengyc@ms.giec.ac.cn

Acta Energetica Sinica  
China Solar Energy Society  
3 Hua Yuan Lu, Haidian District  
100083 Beijing, China  
Contact: Li Jintang  
Telephone: +86-10 62001037  
Facsimile: +86-10 62012880  
E-mail: tynxbb@public.sti.ac.cn

Committee of Biomass Energy,  
China Rural Energy Industrial  
Association  
16 Dong San Huan Bei Lu,  
Chaoyang District  
100026 Beijing, China  
Contact: Wang Mengjie  
Telephone: +86-10 65076385  
Facsimile: +86-10 65076386  
E-mail: zhightec@public3.bta.net.cn

**25 CORA**

Saarländische Energie-Agentur  
Altenkesselerstrasse 17  
DE-66115 Saarbrücken  
Contact: Nicola Sacca  
Telephone: +49-681 9762174  
Facsimile: +49-681 9762175  
E-mail: sacca@se.sb.uunet.de

Brandenburgische Energiespar-  
Agentur  
Feuerbachstraße 24/25  
DE-14471 Potsdam  
Contact: Georg Wagener-Lohse  
Telephone: +49-331 98251-0  
Facsimile: +49-331 98251-40  
E-mail: skowronek@bea-potsdam.de

Zentrum für Innovation und  
Technik in Nordrhein-Westfalen  
Dohne 54  
DE-45468 Muelheim an der Ruhr  
Contact: Herbert Rath  
Telephone: +49-208 30004-23  
Facsimile: +49-208 30004-29  
E-mail: hr@zenit.de

Energieagentur Sachsen-Anhalt  
Universitätsplatz 10  
DE-39104 Magdeburg  
Contact: Werner Zscherpe  
Telephone: +49-391 73772-0  
Facsimile: +49-391 73772-23  
E-mail:  
ESA\_zscherpe@md.regiocom.net

**26 FINLAND**

The National Technology Agency  
Kyllikinportti 2  
FI-00101 Helsinki  
Contact: Marjatta Aarniala  
Telephone: +358-10 5215736  
Facsimile: +358-10 5215905  
E-mail: Marjatta.Aarniala@tekkes.fi

Finntech Finnish Technology  
Teknikantie 12  
FI-02151 Espoo  
Contact: Leena Grandell  
Telephone: +358-9 4566098  
Facsimile: +358-9 4567008  
E-mail: leena.grandell@motiva.fi

Technical Research Centre of  
Finland  
Vuorimiehentie 5  
PO Box 1000  
FI-02044 Espoo  
Contact: Eija Alakangas  
Telephone: +358-14 672611  
Facsimile: +358-14 672598  
E-mail: Eija.Alakangas@vt.fi

**27 European ISLANDS**

International Scientific Council  
for Island Development  
c/o UNESCO  
1, rue Miollis  
FR-75015 Paris  
Contact: Pier Giovanni D'ayala  
Telephone: +33-1 45684056  
Facsimile: +33-1 45685804  
E-mail: insula@insula.org

ITER  
Poligono Industrial de Granadilla –  
Parque Eólico  
ES-38611 San Isidro – Tenerife  
Contact: Manuel Cendagorta  
Galarza Lopez  
Telephone: +34-922 391000  
Facsimile: +34-922 391001  
E-mail: iter@iter.rcanaria.es

National Technical University of  
Athens  
9, Heroon Polytechniou Str.  
GR-15780 Zografu – Athens  
Contact: Arthouros Zervos  
Telephone: +30-1 7721030  
Facsimile: +30-1 7721047  
E-mail: Zervos@fluid.mech.ntua.gr

AREAM  
Madeira Tecnopolo  
PO-9000-390 Funchal  
Contact: José Manuel Melim  
Mendes  
Telephone: +351-91 723300  
Facsimile: +351-91 720033  
E-mail: aream@mail.telepac.pt

Assoc.Nat. Comuni  
Isole Minori  
Via dei Prefetti  
IT-186 Roma  
Contact: Franco Cavallaro  
Telephone: +39-090 361967  
Facsimile: +39-090 343828  
E-mail: FRCVALL@tin.it

SAARE MAAVALITSUS  
Saaremaa County Government  
1 Lossi Str.  
EE 3300 Kuressaare Estonia  
Contact: Tarmo Pikner  
Telephone: +372-4 533499  
Facsimile: +372-4 533448  
E-mail: tarmo@saare.ee

**28 GERMAN POLISH**

Berliner Energieagentur  
Rudolstr. 9  
DE-10245 Berlin  
Contact: Ralf Goldmann  
Telephone: +49-30 29333031  
Facsimile: +49-30 29333099  
E-mail: goldmann@berliner-e-  
agentur.de

The Polish National Energy  
Conservation Agency (KAPE)  
Nowogrodzka 35/41  
PL-00-691 Warsaw, Poland  
Contact : Marina Coey  
Telephone: +48-22 6224389  
Facsimile: +48-22 6222796  
E-mail: public.relations@kape.gov.pl

Baltycka Poszanowania Energii  
(BAPE)  
Podwale Przemiejskie 30  
PL-80-824 Gdansk, Poland  
Contact: Edmund Wach  
Telephone: +48-58 3058436  
Facsimile: +48-58 3058436  
E-mail: bape@ima.pl

Niedersächsische Energieagentur  
Rühmkorfstrasse 1  
DE-30163 Hannover  
Contact: Annerose Hörter  
Telephone: +49-511 9652917  
Facsimile: +49-511 9652999  
E-mail: hoe@nds-energie-agentur.de

**29 INDIA**

Tata Energy Research Institute  
DARBARI SETH BLOCK  
Habitat Place, Lodi Road  
110 003 New Delhi, India  
Contact: Amit Kumar  
Telephone: +91-11 4622246  
Facsimile: +91-11 4621770  
E-mail: Akumar@teri.res.in

**30 HUNGARY**

National Technical Information  
Centre and Library (OMIKK)  
Muzeum u 17  
H-1088 Budapest, Hungary  
Contact : Gyula Daniel Nyerges  
Telephone: +36-1 2663123  
Facsimile: +36-1 3382702  
E-mail: nyerges@omk.omikk.hu

KTI  
Institute for Transport Sciences  
Than Karoly u. 3-5 Pf 107  
H-1518 1119 Budapest, Hungary  
Contact: Imre Buki  
Telephone: +36-1 2055904  
Facsimile: +36-1 2055927  
E-mail: buk11704@helka.iif.hu

Energy Centre Hungary  
Könyves Kálmán Körút 76  
H-1087 Budapest, Hungary  
Contact: Andreas Szaloki  
Telephone: +36-1 3331304  
Facsimile: +36-1 3039065  
E-mail: office@energycentre.hu

**31 PACTO ANDINO**

Cenergia  
Derain n° 198  
Lima 41, Lima, Peru  
Contact: Jorge Aguinaga Diaz  
Telephone: +51-1 4759671  
Facsimile: +51-1 2249847  
E-mail: tecnica@cenergia.org.pe

Ministerio de Energia y Minas  
Direccion de Energias Alternativas  
Paez 884 y Mercadillo  
Edif. Interandina  
Quito, Ecuador  
Contact: Balseca Granja  
Telephone: +59-32 565474  
Facsimile: +59-32 565474  
E-mail: Memdea@wacom.net.ec

### 32 AUSTRIA

E.V.A.  
Linke Wienzeile 18  
AT-1060 Vienna  
Contact: Günter Simader  
Telephone: +43-1 5861524  
Facsimile: +43-1 5869488  
E-mail: simader@eva.wsr.ac.at

### Ö.E.K.V.

Museumstraße 5  
AT-1070 Wien  
Contact: Franz Urban  
Telephone: +43-1 5237511  
Facsimile: +43-1 5263609  
E-mail: Oekv@netway.at

### BIT

Wiedner Hauptstraße 76  
AT-1040 Wien  
Contact: Manfred Horvat  
Telephone: +43-1 5811616-114  
Facsimile: +43-1 5811616-18  
E-mail: Horvat@bit.ac.at

### Energieinstitut Vorarlberg

Stadstraße 33/CCD  
AT-6850 Dornbirn  
Contact: Kurt Hämmerle  
Telephone: +43-5572 31202-0  
Facsimile: +43-512 589913-30  
E-mail: haemmerle.energieinstitut@ccd.vol.at

### Energie Tirol

Adamgasse 4/III  
AT-6020 Innsbruck  
Contact: Bruno Oberhuber  
Telephone: +43-512 589913  
Facsimile: +43-512 589913-30  
E-mail: Bruno.oberhuber@energie-tirol.at

### UBW - Salzburg

Julius-Raab-Platz 1  
AT-5027 Salzburg  
Contact: Wolfgang Schörghuber  
Telephone: +43-662 8888-339  
Facsimile: +43-512 589913-30  
E-mail: Wschoerghuber@sbg.wk.or.at

### AEE

Feldgasse 19  
AT-8200 Gleisdorf  
Contact: Werner Weiss  
Telephone: +43-3112 588617  
Facsimile: +43-3112 588618  
E-mail: w.weiss@aee.at

### 33 ESTONIA

Estonian Energy Research  
Institute  
1 Paldiski Road  
10137 Tallinn, Estonia  
Contact: Inge Iroos  
Telephone: +372-2 450303  
Facsimile: +372-2 6311570  
E-mail: iroos@online.ee

### Archimede –

Estonian Foundation of EU  
Education & Research  
Programmes  
Kompanii 2  
51007 Tartu, Estonia  
Contact: Rene Tõnnisson  
Telephone: +372-7 300328  
Facsimile: +372-7 300336

### 34 SLOVENIA

Institute "Jozef Stefan"  
Jamova 39  
SI-1001 Ljubljana, Slovenia  
Contact: Tomaz Fatur  
Telephone: +386-61 1885210  
Facsimile: +386-61 1367451  
E-mail: tomaz.fatur@ijs.si

### Civil Engineering Institute ZRMK

Dimiceva 12  
SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
Contact: Marjana Sijanec Zavri  
Telephone: +386-61 1888342  
Facsimile: +386-61 1367451  
E-mail: msijanec@gi-zrmk.si

### University of Ljubljana, Center for Energy and Environment Technologies

Askerceva 6  
SI-1000 Ljubljana, Slovenia  
Contact: Vincenc Butala  
Telephone: +386-61 1771421  
Facsimile: +386-61 218567  
E-mail: vinvinc.butala@fs.uni-lj.si

### 35 RUSSIA

Intersolarcenter  
2, 1-st Veshyakovskiy Proezd  
109456 Moscow, Russia  
Contact: Akhsr Pinov  
Telephone: +7-095 1719670  
Facsimile: +7-095 17149670  
E-mail: intersolar@glas.apc.org

### St. Petersburg Energy Centre

Polyustrovsky Prospect 15 Block 2  
Kalininskiy Rayon  
195221 St. Petersburg, Russia  
Contact: Nikita Solovyov  
Telephone: +7-812 3271517  
Facsimile: +7-812 3271518  
E-mail: encenter@online.ru

### 36 SOUTHERN AFRICA

Minerals and Energy Policy Centre  
76, Juta Street  
2050 Braamfontein  
Johannesburg, South Africa  
Contact: Paul Mathaha  
Telephone: +27-11 4038013  
Facsimile: +27-11 4038023  
E-mail: paul@mepc.org.za

### Botswana Technology Centre

10062 Machel Drive  
Gaborone, Botswana  
Contact: Nick Ndaba Nikosahan  
Telephone: +267 314161 or  
584092  
Facsimile: +267 374677  
E-mail: nndaba@botec.bw

### 37 LATVIA

EKODOMA  
Zentenes Street 12-49  
1069 Riga, Latvia  
Contact: Andra Blumberga  
Telephone: +371 7210597  
Facsimile: +371 7210597  
E-mail: ekodoma@bkc.lv

### RTU EED

Kronvalda boulv. 1  
LV-1010 Riga, Latvia  
Contact: Dagnija Blumberga  
Telephone: +371 9419783  
Facsimile: +371 7089923  
E-mail: dagnija@parks.lv

### 38 HECOPET

CRES  
19th Km Marathonos Ave.  
GR-190 09 Pikermi  
Contact: Maria Kontoni  
Telephone: +30-1 6039900  
Facsimile: +30-1 6039911, 904  
E-mail: mkontoni@cres.gr

### LDK

Sp. Triantafyllou 7  
GR-11361 Athens  
Contact: Christos Zacharias  
Telephone: +30-1 8629660  
Facsimile: +30-1 8617681  
E-mail: opet@ldk.gr

### 39 CAUCASUS

Energy Efficiency Centre Georgia  
D. Agmegshenebeli Ave. 61  
380002 Tbilisi, Georgia  
Contact: George Abulashvili  
Telephone: +995-32 943076  
Facsimile: +995-32 921508  
E-mail: eecgeo@caucasus.net  
abulashvili@hotmail.com

### Energy Strategy Centre

Amaranotsain str. 127  
375047 Yerevan, Armenia  
Contact: Surev Shatvorian  
Telephone: +374-2 654052  
Facsimile: +374-2 525783  
E-mail: piuesc@arminco.com

### Energy Center Azerbaijan

Republic  
Zardabi Avenue 94  
370016 Baku, Azerbaijan  
Contact: Marina Sosina  
Telephone: +994-12 314208 or  
931645  
Facsimile: +994-12 312036  
E-mail: Marina@azevt.com

### 40 BELGIUM

Vlaamse Thermie Coordinatie  
(VTC)  
Boeretang 200  
BE-2400 Mol  
Contact: Greet Vanuytsel  
Telephone: +32-14 335822  
Facsimile: +32-14 321185  
E-mail: opetvto@vito.be

### Institut Wallon ASBL

Boulevard Frère Orban 4  
BE-5000 Namur  
Contact: Xavier Dubuisson  
Telephone: +32-81 250480  
Facsimile: +32-81 250490  
E-mail: xavier.dubuisson@iwallon.be

### 41 LITHUANIA

Lithuanian Energy Institute  
Breslaujos 3  
3035 Kaunas, Lithuania  
Contact: Vladislovas Katinas  
Telephone: +370-7 454034  
Facsimile: +370-7 351271  
E-mail: dange@isag.lei.lt

### 42 CYPRUS

Applied Energy Centre of the  
Ministry of Commerce, Industry  
and Tourism Republic of Cyprus  
Araouzos 6  
CY-1421 Nicosia  
Contact: Solon Kassinis  
Telephone: +357-2 867140  
Facsimile: +357-2 375120  
E-mail: mcienerg@cytanet.com.cy

### 43 ZHEIJIANG

Zhejiang Provincial Energy  
Research Institute  
218 Wener Road  
310012 Hangzhou, China  
Contact: Ms Huang Dongfeng  
Telephone: +86-571 8840792  
Facsimile: +86-571 8823621  
E-mail: huangdf@china-zeri.org

### 44 SOUTH SPAIN

SODEAN  
Isaac Newton Isla de la Cartuja  
E-41092 Sevilla  
Contact: Maria Luisa Borra Marcos  
Telephone: +34-95 4460966  
Facsimile: +34-95 4460628  
E-mail: Marisaborra@sodean.es

### A.G.E.

Castilla la Mancha  
Tesifonte Gallego 22  
E-2002 Albacete  
Contact: Agustin Aragon Mesa  
Telephone: +34-925 269800  
Facsimile: +34-925 267872  
E-mail: Rnieto@jccm.es

### SOFIEX

Moreno de Vargas N° 6  
E-6800 Merida  
Contact: Antonio Ruiz Romero  
Telephone: +34-924 319159  
Facsimile: +34-924 319212  
E-mail: Aruiz@bme.es

### IMPIVA

Plaza del Ayuntamiento, 6  
E-48002 Valencia  
Contact: Joaquin Ortola Pastor  
Telephone: +34-96 3986336  
Facsimile: +34-96 3986322  
E-mail: Ximo.ortola@impiva.m400.gva.es

### 45 ISRAEL

Tel-Aviv University  
69978 Tel Aviv, Israel  
Contact: Yair Sharan  
Telephone: +972-3 6407573  
Facsimile: +972-3 6410193  
E-mail: sharany@post.tau.ac.il

### Samuel Neaman Institute

Technion City  
32000 Haifa, Israel  
Contact: David Kohn  
Telephone: +972-4 8292158  
Facsimile: +972-4 8231889  
E-mail: dkohn@tx.technion.ac.il

### Manufacturers Association of Israel

Industry House  
29 Hamered St.  
500022 – 68125 Tel-Aviv, Israel  
Contact: Yechiel Assia  
Telephone: +972-3 5198830  
Facsimile: +972-3 5103152  
E-mail: Metal@industry.org.il

**NOTA:**

Informação completa sobre a União Europeia encontra-se disponível através do serviço EUROPA no endereço electrónico <http://europa.eu.int/>

O objectivo global da política energética da União Europeia é assegurar a existência de um sistema energético sustentável para os cidadãos e empresas europeus, através do apoio e da promoção de sistemas de abastecimento seguros, de grande qualidade, com custos competitivos e compatíveis com o meio ambiente. A DG Energia e Transporte da Comissão Europeia inicia, coordena e gere acções de política energética a nível trans-nacional nas áreas dos combustíveis sólidos, petróleo e gás, electricidade, energia nuclear, fontes de energia renováveis e utilização racional de energia. As acções mais importantes referem-se à manutenção e reforço da segurança do abastecimento energético e à cooperação internacional, fortalecendo a integridade dos mercados energéticos e promovendo o desenvolvimento sustentável no sector energético.

O apoio e promoção da investigação, desenvolvimento tecnológico e demonstração (IDT) constitui um instrumento central da política energética, principalmente no que se refere ao sub-programa ENERGIE (gerido juntamente com a DG Investigação), incluído no tema "Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável" no âmbito do 5º Programa Quadro para IDT da União Europeia. Este sub-programa contribui para o desenvolvimento sustentável, centrando-se em acções-chave indispensáveis para o bem estar social e para a competitividade económica na Europa.

Outros programas geridos pela DG Energia e Transporte, como o SAVE, o ALTENER e o SYNERGY centram-se no desenvolvimento dos mercados de sistemas de energia mais limpos e eficientes por via legislativa, administrativa, promocional e estrutural num âmbito trans-regional. Integrando o Programa Quadro para a Energia, eles complementam e reforçam o impacto das acções do ENERGIE.

Endereço electrónico do 5º Programa Quadro:  
<http://www.cordis.lu/fp5/home.html>

Informação adicional sobre as actividades da DG Energia e Transporte encontra-se disponível no seguinte endereço electrónico:  
[http://europa.eu.int/comm/commissioners/palacio/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/commissioners/palacio/index_en.htm)

Comissão Europeia  
Direcção-Geral de Energia e Transporte  
200 Rue de la Loi  
B-1049 Brussels  
Belgium

Fax: + 32 2 295 05 77  
E-mail: [ener-info@cec.eu.int](mailto:ener-info@cec.eu.int)