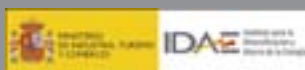


# solarízate



## [ A auditoría energética do centro ]

Desta vez examina o alumnado



## ➔ Aviso previo

Estas páxinas pretenden sintetizar o proceso que pode seguir un equipo non profesional formado por profesorado e alumnado, para avaliar o estado das instalacións e o consumo de enerxía do centro.

Non se pode considerar como unha guía sistemática de uso universal, senón como unha orientación que permita poñer en práctica unha experiencia que lle vai achegar en primeiro lugar uns coñecementos prácticos ao alumnado sobre un tema que lle será útil en moitos aspectos da vida fóra do centro. En segundo termo, a actividade pode abrir un debate sobre o consumo deste, e este documento pode ser unha iniciación a un proceso máis complexo.

## ➔ Índice

I. Información previa	1
II.- Obxectivos	
III. Unha visión xeral do problema como punto de partida.	2
IV.- Metodoloxía de traballo	5
V.- Material soporte para os grupos	
VI.- A cuberta do edificio	6
VII.- As luces e o consumo de electricidade	9
VIII.- Os equipos de calefacción e auga quente	
IX.- E agora que rematamos, que facemos?	17
X.- O formato para o intercambio de información a través de <a href="http://www.solarizate.org">www.solarizate.org</a>	

## I. Información previa

A auditoría enerxética é unha actividade docente que vai implicar o alumnado e o profesorado na análise real sobre o consumo de enerxía do seu centro.

### Qué é a auditoría enerxética?

Fundamentalmente é unha revisión do edificio, dos compoñentes que nos subministran o confort e dos hábitos que temos á hora de usalo co obxectivo de atopar as oportunidades de mellorar a eficiencia enerxética (consumir menos enerxía asegurando o mesmo confort) por un lado, e de reducir as emisións de gases de efecto invernadoiro (substituír fontes de enerxía contaminantes por outras de orixe renovable) por outro.

### Que podemos medir?

Sendo prácticos, hai que medir aquilo que vai ter incidencia sobre o edificio e nun período de tempo controlado dun ano escolar.

A maioría das cousas que podemos medir son as que lle van afectar ao mantemento do centro, como por exemplo o illamento do edificio, as luces, os aparatos de calefacción ou auga quente e todo o sistema de subministración de auga potable.

Adicionalmente, podemos estudar os hábitos cos que usamos as instalacións e o que ocorre cando non hai clases.

### Como podemos facelo?

A forma de medir e de avaliar vai ser sinxela: por exemplo, pensaremos en recoller os recibos da compañía eléctrica, da subministración de gas e/ou de gasóleo, preguntar cando se fixeron revisións dos equipos ou investigar o estado de illamento do encanamento ou o tipo de cristal e de xunta que se usa nas ventás.

## II. Obxectivos

Desde o punto de vista docente, esta actividade ten un obxectivo a longo prazo, que é o de mellorar o coñecemento sobre a enerxía e a conciencia sobre o seu consumo responsable.

Os obxectivos próximos e cuantificables dentro do programa docente do centro pasan por:

- > Observar, recompilar información e analizar datos que pertencen a un caso real, e dos que se poden extraer conclusións que se poidan levar á práctica.
- > Avaliar informacións e contrastalas con outras fontes de datos para valorar a situación relativa do noso centro con respecto a outros.
- > Redactar un informe sobre o consumo de enerxía do centro e que poida ser duradeiro.

## III. Unha visión xeral do problema como punto de partida.

Como calquera edificio, o centro vaise adaptando á temperatura que hai no exterior e vai perdendo ou gañando calor/frío con máis ou menos velocidade en función do que lle axude ou prexudique a súa orientación, a cantidade de xente que o utilice e a calidade coa que fose construído.

Cando a temperatura do interior non está dentro do que consideramos comfortable, temos que engadirle ou quitarlle calor mediante as máquinas de calefacción ou aire acondicionado.

A forma do edificio, a súa orientación, a distribución interior e o uso que fagamos das plantas e dos materiais que o rodean son o primeiro factor que vai condicionar que o edificio teña que consumir máis ou menos enerxía para garantir o confort.

Na maior parte da nosa xeografía o mellor é ter un edificio rectangular orientado de xeito que o seu lado maior estea na dirección leste-oeste, e distribuído de maneira que as zonas máis habitadas se encontren situadas na parte sur, e as que precisan menos control de temperatura na parte norte.

As árbores de folla caduca situadas na parte sur van deixar pasar os raios do sol no inverno e bloquealos no verán.

Nos edificios de máis dunha planta non hai que esquecer o inexorable que son as leis da física. O aire quente vai subir sempre e os pisos altos serán máis cálidos cós baixos.

A ventilación natural pode axudar a arrefriar os edificios sempre que non lle poñamos restricións de paso. Para sacar proveito dese regalo da natureza, temos que ter presente que o aire necesita un lugar de entrada e outro de saída e que entre ambos os dous o camiño ten que estar libre de obstáculos insalvables.

A cuberta do edificio compóñena as paredes, o chan, os teitos e as portas e ventás. No noso clima, as ventás son o lugar polo que perdemos ou gañamos máis enerxía da que queremos.

Á hora de analizar o bo ou mal sistema de control do clima exterior que realiza o edificio, temos que dedicarlle especial esforzo aos factores máis importantes: as ventás, a cuberta e as paredes.

Como as ventás son visibles, podemos comprobar se teñen un ou máis vidros, se pechan ben e que tipo de marco teñen instalado. Aquí sempre encontraremos posibilidades de realizar algunha mellora.

Ao teito pásalles algo similar ao das ventás. Non sabemos como foi instalado, se é que se fixo, o illamento. Polo teito marcha moita parte da enerxía do inverno ao ser a parte que estará máis quente e, o máis importante na maior parte do noso clima, vai ser o maior contribuínte para o consumo de enerxía debido á calor do verán.

Solucións simples que están na nosa man para mellorar o comportamento da cuberta son aquelas que reducen a ganancia de calor. Sombrear ou pintar dunha cor clara as cubertas son os primeiros pasos que van dar un bo resultado.

O consumo de electricidade para manter a iluminación do centro vai ser unha parte moi importante do total da factura. En condicións normais a luz natural ten que ser o primeiro e único sistema de iluminación nas horas diúrnas na maior parte das estancias. As luces eléctricas acesas en moitas das aulas nas horas do día poden ser inútiles. Apagar moitas desas luces pode supor un aforro importante sen lle que afecte en nada ao confort.

No último lugar deste repaso están as máquinas que imos usar para a calefacción, auga quente e, se é necesario, a refrixeración. Como todas as máquinas, hainas mellores e peores á hora de dar o mesmo servizo con menor consumo de enerxía.

Antes de concluír este repaso non podemos esquecer a auga, quente ou fría. Toda a auga que se perda, especialmente a quente, é unha forma de desbotar enerxía.

## IV. Metodoloxía de traballo

I.- Dedicarlle unha clase de xeito específico á análise diferenciada:

- > Da cuberta do edificio
- > Das luces e do consumo de electricidade
- > Dos equipos de calefacción e auga quente

II.- Dividir a clase en tres grupos e asignarlle a cada un deles a responsabilidade de analizar un dos apartados.

III.- Elixir un membro de cada un dos grupos para que forme o "grupo de recollida de datos" que, xunto co/a profesor/a, se debe responsabilizar de elixir que tipo de datos se van pedir, pedilos, recollelos e distribuilos entre todos os grupos de traballo.

IV.- Asignarlle un período de tempo a cada grupo para que realice a análise do seu tema, e para que prepare unha presentación preliminar ante toda a clase.

V.- Definir por parte do/a profesor/a a listaxe de organismos aos que se lles vai pedir información e datas tope de petición, forma de facelo, responsable e un sistema de seguimento.

VI.- Dedicar unha clase para a presentación preliminar dos resultados de cada grupo para o intercambio xeral de ideas e datos.

VII.- Designar un ou dous representantes por grupo e facer que estes, xunto co/a profesor/a, se reúnan e preparen un documento que inclúa os DEZ PUNTOS FORTES e OS DEZ PUNTOS DÉBILES do edificio.

VIII.- Dedicarlle unha clase a presentarlles o traballo aos demais e, preferiblemente, a parte do persoal directivo do centro que poida ter capacidade de decisión sobre as áreas de mantemento.

IX.- Compartir o traballo co resto dos centros de España a través do web [www.solarizate.org](http://www.solarizate.org)

## V. Material soporte para grupos.

Componse de dúas seccións:

1. Unha introdución que aborda aquelas xeneralidades que deberiamos saber antes de comezar e
2. Unha guía de traballo que contén datos concretos sobre aspectos onde podemos focalizar o estudo do edificio do noso centro.

## VI.- A "pel" do edificio

### VI.-a Introducción

As vivendas ben deseñadas e construídas deberían moderar por si mesmas os cambios meteorolóxicos exteriores co mantemento das condicións internas sobre

os niveis de confort. O primeiro que é bo saber é precisamente o clima exterior ao que nos imos enfrentar.

Unha boa práctica é debuxar as temperaturas máximas e mínimas que hai ao longo do día e durante os doce meses.

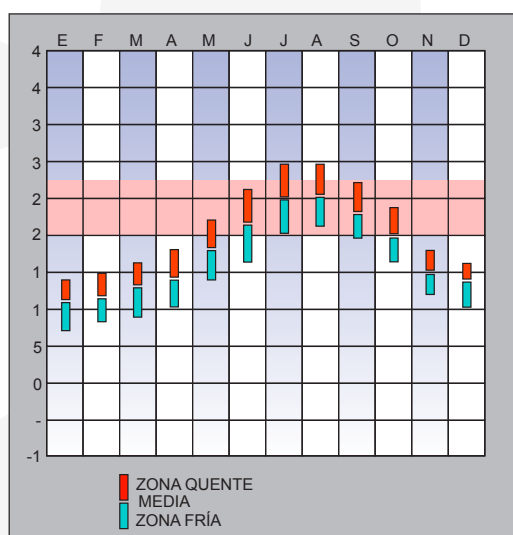


Figura 1. Diagrama de temperaturas ao longo dun ano

Para entender o funcionamento do edificio en primeiro lugar temos que pensar nos materiais da cuberta, que serán os primeiros que se enfronten ao clima exterior e os encargados de filtrar que pase o bo e deixe o malo fóra.

En segundo lugar queremos que a enerxía que está dentro do edificio se almacene do xeito máis eficaz posible, e que a recuperemos xusto cando a vaiamos necesitar.

A cuberta do edificio é o primeiro filtro e o máis importante. Debido a que case sempre as condicións do exterior non son as que consideramos confortables (no inverno vai frío e no verán vai calor) temos que poñer unha barreira para que non entren facilmente no noso edificio.

Esa primeira barreira conséguese a base de mellorar o illamento tanto das paredes coma dos teitos e, moi importante, das ventás.

En liñas xerais os materiais pouco densos (o aire, o illante, a cortiza ou a la) son bos illantes e os moi densos (mármore, metais, vidro, formigón) non.

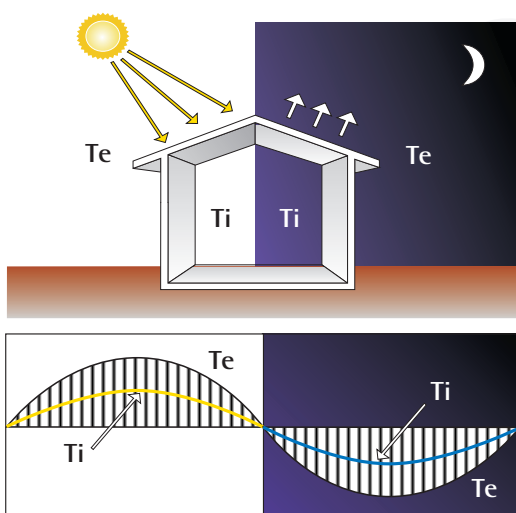


Figura 2. Variación do ciclo diario de temperatura interna e externa

Cando facemos unha casa, os materiais da cuberta teñen que ter unhas características determinadas para controlar o clima exterior, e por iso teremos que usar varios, de xeito que cada un cumpra a súa función. Por exemplo, o ladrillo visto cara ao exterior para elixir a estética e a durabilidade e o xeso no interior para deixar as paredes de cor branca é o que normalmente nos gusta.

Pero no medio teremos que poñer algún outro material que opoña a resistencia ao paso da calor que necesitamos. Ese illante pode ser aire, la de rocha, cortiza ou moitos outros. Aínda que non se vexa é moi importante e, segundo o coidadosos que sexamos ao elixilo, así controlará o clima a nosa vivenda e aforrará enerxía durante toda a súa vida.

Os teitos son a superficie que máis enerxía recibe do sol durante o verán, que é cando non queremos que nos entre. Por iso, os teitos escuros fan que os materiais absorban máis enerxía e, por moito illamento que poñamos, esa enerxía que non queremos entrará no edificio. Algo tan simple como elixir cores claras para os materiais do teito vainos aforrar moita enerxía. Nos sitios fríos ou do norte onde a calor non é o máis importante do ano, usar materiais como a lousa non vai ser ningún inconveniente.

As ventás son a parte do edificio que máis perdas de enerxía van soportar, e iso porque lles afectan tanto as perdas por conduction a través do vidro como as infiltracións que dependen do marco e as xuntas. As ventás que teñen só un vidro pódense considerar obsoletas, polo moito que lle afectan ao consumo de enerxía. O normal é o uso de dobre vidro.

## VI.-b Guía de traballo

Normalmente, a parcela do centro vai ser grande e imos atopar varios edificios de varias alturas e instalacións deportivas que poden xuntar en total varios miles de metros cadrados de superficie construída.

Pódese presupoñer que se todo ese conxunto vai estar habitado por centos de persoas en condicións de confort, o edificio ou grupos de edificios a través das súas paredes, ventás, portas, teitos e chans van ser o compoñente fundamental do consumo da enerxía.

### Inspección xeral do edificio

Recoller datos sobre o terreo e dos planos que se poidan localizar cos que poder responder coa maior precisión posible os seguintes datos:

#### > A parcela e a situación do edificio

Orientación e tamaño dos elementos que lindan co edificio

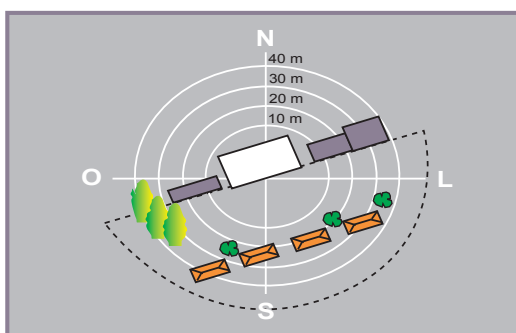


Figura 3. Definición do contorno que rodea o edificio

#### > Sombras e protección para o verán

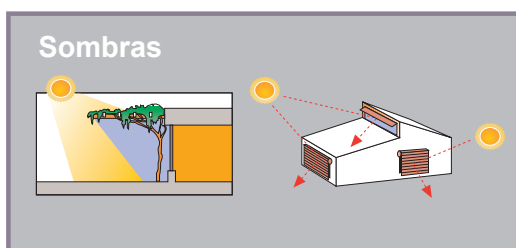


Figura 4. Información sobre os sistemas de protección contra a calor

#### > O edificio

Registrar datos relevantes como:

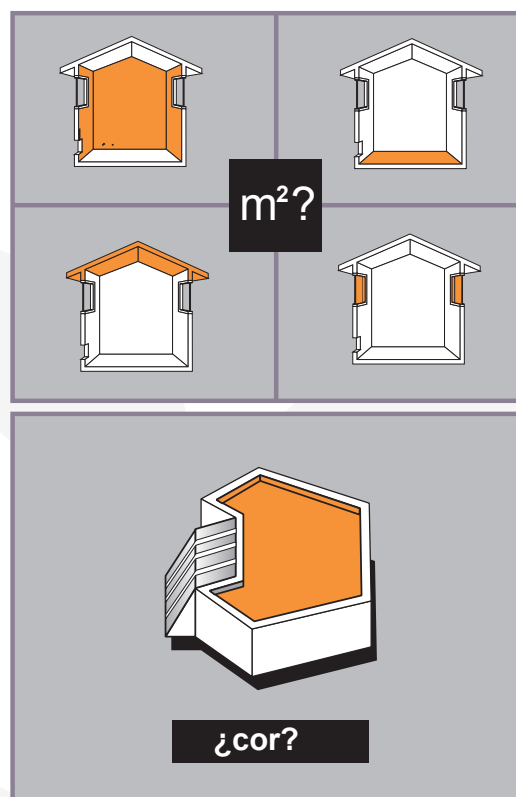


Figura 5. Datos do edificio para unha futura avaliación

#### > Ventás

Tipo de ventá, calidade do marco, sistema de apertura e estado dos burletes.

### Resumo de datos recompilados

1. O clima no exterior do centro
2. Superficie total da parcela
3. Superficie do edificio
4. Orientación
5. Tipo de ventás, cristais e proteccións nas distintas orientacións
6. Tipo de construción das paredes e estado xeral de conservación
7. Tipo de construción da cuberta, cor

## VII.- As luces e o consumo de electricidade

### VII a.- Introducción

#### Tipos de lámpadas:

##### > Lámpadas incandescentes

Son as lámpadas máis sinxelas e máis baratas, pero tamén as de maior consumo eléctrico e de menor duración. O habitual deste tipo de lámpadas é que da electricidade que consomen, o 5% transfórmase en electricidade mentres que o resto o fai en calor.



Figura 6. Esquema dunha lámpada de incandescencia

##### > Lámparas halógenas

Son máis caras cás incandescentes pero presentan algunhas vantaxes: maior duración, menor tamaño ou a calidade especial da súa luz.

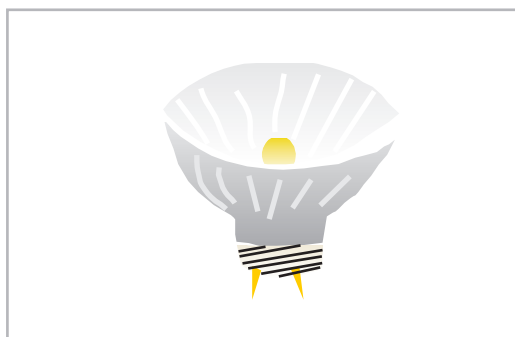


Figura 7. Esquema dunha lámpada alóxena

##### > Tubos fluorescentes

A eficacia luminosa é moito maior cá das lámpadas incandescentes. Consomen ata un 80% menos de electricidade cás incandescentes para a mesma emisión luminosa e teñen unha duración entre 8 e 10 veces superior.

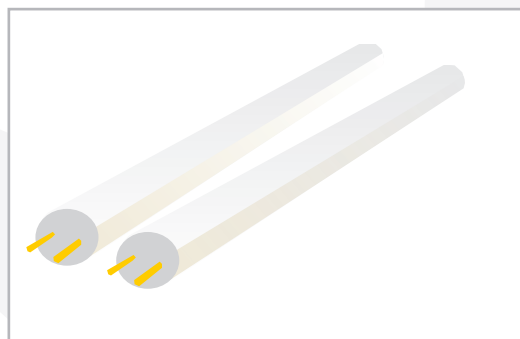


Figura 8. Esquema dos tubos fluorescentes

##### > Lámpadas de baixo consumo

Son pequenos tubos fluorescentes unidos a un casquete convencional, o que permite usalas para cambiar facilmente as lámpadas convencionais. Duran oito veces máis, proporcionan a mesma luz e consomen só un 20% da electricidade que necesitan as incandescentes

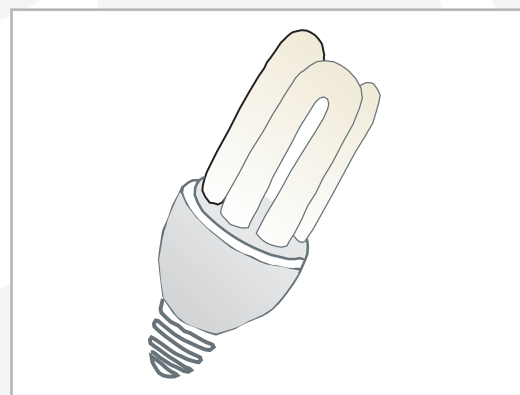


Figura 9. Esquema dunha lámpara de baixo consumo



Para conseguir unha boa iluminación hai que analizar as necesidades de luz en cada unha das partes do centro, xa que non todos os espazos necesitan a mesma cantidade de luz, nin durante o mesmo tempo nin coa mesma intensidade.

Os ordenadores consomen cada vez menos enerxía, pero case sempre se debe a maior parte ao monitor, que pode necesitar ata o 80% de todo o consumo; o resto das máquinas, como as fotocopiadoras, só deixan de gastar electricidade cando están apagadas. Aínda que parecen durmidas, están alimentando algúns dos seus circuitos e iso sempre é a base de electricidade.

Das máquinas que son habituais, as de venda de refrescos ou comida son as que máis consomen. Primeiro porque normalmente arrefrían os produtos, e segundo porque están acesas as 24 horas.

## VII b.- Guía de traballo

De todo ese consumo de electricidade, o que ofrece unhas perspectivas máis inmediatas de aforrar electricidade é o dedicado á iluminación.

### Inspección xeral do edificio

Non debería levar máis alá dunha ou dúas horas, e procurárase facela coa axuda dalgún responsable do mantemento do edificio. Nesa "inspección ocular" hai que analizar os seguintes datos:

- > Utilización xeral de todas as zonas do edificio, e patróns e frecuencias do uso das súas distintas áreas.
- > Método que se segue para apagar o centro unha vez que se desocupan as súas estancias.
- > Nivel de iluminación das aulas.
- > Estado de limpeza das lámpadas.
- > Control que se segue sobre os ordenadores e demais máquinas do centro.

## Recollida de información sobre o consumo de electricidade

Mirando nas facturas de electricidade elaboraremos unha listaxe do consumo eléctrico do centro durante un período que debe incluír os meses do ano correspondentes ao período lectivo do curso anterior e os dos meses que lle correspondan ao presente ano.

Esa información vainos dar o dato do consumo total, mes a mes, e imos poder comparar a tendencia de consumo en dous períodos e o consumo específico do centro, e avaliar canto máis ou menos consumimos ca outros centros de similares características.

## Valorar as posibilidades das seguintes actuacións

- > Medir os lumens en cada zona e quitar lámpadas en zonas que estean excesivamente iluminadas.
- > Substituír lámpadas existentes por outras de baixo consumo.
- > Mellorar a estratexia de acendido e apagado xeral das luces do centro.
- > Mellorar a estratexia de acendido e apagado dos ordenadores e máquinas do centro.
- > Incluir sensores de presenza para acender e apagar luces de lugares que non estean ocupados permanentemente.

CENTRO	Consumo kWh/ao mes			Eficiencia kWh/m2		
	Periodo anterior	Periodo actual	Variación %	Periodo anterior	Periodo actual	Variación %

Táboa 1. Modelo de rexistro do consumo eléctrico do centro

## VIII.- Os equipos de calefacción e auga quente

### VIII.-a Introducción

O consumo de enerxía no centro depende de moitos factores, como o clima e a calidade construtiva, pero unha parte relevante témola que asociar ás instalacións fixas (calefacción e auga quente) que poden chegar a consumir o 60% do total.

Desa parte do consumo, a calefacción é a responsable da metade ou máis, e o resto é para a auga quente.

Excepto nas zonas climáticas onde non é necesaria a calefacción, no resto da xeografía os centros normalmente teñen un sistema de calefacción centralizado cunha caldeira de gas ou de gasóleo, un sistema de regulación e control e o sistema de distribución e emisión de calor, que se compón de tubos que distribúen a auga quente por todas as zonas do centro, as bombas que impulsan esa auga e os radiadores que acaban por difundir a enerxía en forma de calor por todas as estancias.

Tamén se pode dar o caso de que a caldeira fose substituída por unha bomba de calor que emprega a electricidade como combustible. Neste suposto, os radiadores adóitanse substituír por unha rede de condutos de aire e reixas, co que a distribución de calor se fai a base de aire quente.

Do control encárganse distintos mecanismos de entre os que destacan os termóstatos. Adoitan estar nos cuartos e preto dalgún radiador, e permiten axustar a temperatura e a cantidade de enerxía que imos gastar.

A auga quente que imos utilizar nos aseos, na cocina e nos vestiarios das instalacións deportivas é o segundo consumidor de enerxía asociado ás instalacións.

Por suposto, o sistema ideal para a produción da auga quente é o que nos ofrece o sol, grazas aos sistemas de colectores solares e cuxos detalles se poden consultar en diversas fontes, entre elas, a ficha "O sol como fonte de calor" ou a "Guía para profesorado" deste mesmo programa Solarizate.

### VIII.- b Guía de traballo

Vaise presupor que o grupo de traballo non dispón de coñecementos técnicos nin equipos de medida especiais cos que abordar a análise de se o funcionamento dos equipos é óptimo, e polo tanto o seu consumo o menor posible.

#### Inspección xeral

Neste caso, a inspección xeral debe incluír tanto os equipos como a estratexia de mantemento, polo que debemos abordalo de xeito conxunto con algún responsable do mantemento do centro.

A revisión que se pode realizar de forma visual e que lles afecta aos equipos inclúe:

1. Estado do illamento dos tubos de distribución tanto da calefacción como da auga quente.
2. Comprobación de fugas de auga en chaves de paso, válvulas e nos distintos elementos do circuito.
3. Comprobación do funcionamento de todos os radiadores.
4. Comprobación de que o circuito non ten aire abrindo algún purgador e vendo que deseguido sae auga.
5. Comprobación de que as estancias que non están ocupadas de forma regular non teñen a calefacción acesa.
6. Comprobación dos ciclos de posta en marcha e apagado do sistema de calefacción, e de que se axustan aos períodos de ocupación do centro.

Para sopesar as opcións de mellora que lle afectan ao proceso de mantemento, podemos avaliar os seguintes apartados:

- > Existe un plan de mantemento regular como pode haber para os ascensores?
- > Temos un manual de operación e mantemento que describa as instalacións do centro tal e como existen na actualidade?
- > Existe algún libro de rexistro en que poidamos comprobar o tipo de reparación ou mantemento e as datas en que se levou a cabo?

## Recollida de información sobre o consumo de combustible

Como no caso da electricidade, o director do centro pódelle pedir ás compañías que emitan un resumo das cantidades de combustible subministrado, tanto no período do ano en que esteamos traballando coma no do curso académico pasado, ou consultar as facturas.

## Valorar as posibilidades das seguintes actuacións

- > Mellorar o illamento térmico dos tubos nos tramos en que descubrimos que falta ou que non funciona ben (comprobado porque se nota calor ao tocar o illamento do tubo).

- > Baixar a temperatura dos termóstatos nos puntos do centro onde pode haber un exceso de temperatura porque hai moitos alumnos/as ou ganancias de enerxía solar.
- > Pechar as persianas polas noites para evitar que as aulas arrefrien.
- > Substituír as caldeiras antigas por equipos modernos e cambiar o combustible principal de gasóleo a gas.
- > Centralizar a produción de auga quente, se é que o centro dispón de moitos termos illados.
- > **INSTALAR UN EQUIPO SOLAR TÉRMICO** para a subministración das necesidades de auga quente do centro.

CENTRO	Consumo kWh térmicos /mes			Eficiencia kWh térmicos /m2		
	Periodo anterior	Periodo actual	Variación %	Periodo anterior	Periodo actual	Variación %

Táboa 2. Modelo de rexistro do consumo térmico do centro

## IX.- E AGORA QUE REMATAMOS, QUE FACEMOS?

Aprendemos sobre os problemas xerais que lle afectan ao consumo de enerxía do centro, revisamos as súas instalacións, recollemos datos e podemos redactar un informe en que plasmemos os nosos descubrimentos.

Pero seguramente nos gustaría ver que ese traballo serve para facer algunha mellora concreta no centro.

Para conseguir levar á práctica algunha ou todas as nosas análises teóricas, temos que ter presentes algúns datos importantes:

- > Temos que poder valorar a situación do centro no conxunto do que pasa noutros similares. Se probamos que consumimos "x" temos que demostrar que iso é moito máis do que consome a media dos outros centros. Esa é unha evidencia que vai facer mover todo o sistema para atopar os recursos necesarios para solucionar o que é un indicador de que algo facemos peor cós demais.
- > Para avanzar neste aspecto, imos dispor da ferramenta de difusión no web [www.solarizate.org](http://www.solarizate.org) a través do que os distintos centros achegarán uns datos medidos de xeito similar aos nosos.
- > Os resultados que obteñamos poñerémolos nun documento que ten que presentar o estado xeral do centro, os consumos e os puntos sobre os que nos parece adecuado facer algunha actuación.

O documento debe comezar con ese resumo presentado como OS DEZ PUNTOS FORTES e OS DEZ PUNTOS DÉBILES do centro.

## X.- O formato para o intercambio de información a través de [www.solarizate.org](http://www.solarizate.org)

Cada centro debe elixir a extensión e o formato en que vai presentar a información pero, como mínimo, debe incluír a seguinte:

### DATOS RECOMPILADOS

- > Nome do centro
- > Localización
- > Tamaño da parcela
- > Superficie total construída dos edificios que forman o centro
- > Número de edificios, se é que hai máis dun
- > Numero de alumnos/as
- > Orientación da parcela e situación dos edificios dentro dela
- > O perfil do clima
- > A táboa do consumo de electricidade
- > A táboa de consumo de combustibles fósiles

### DATOS PROCESADOS

- > Os dez puntos fortes do centro na xestión da enerxía
- > Os dez puntos débiles do centro na xestión da enerxía
- > Tres proposta para a mellora da cuberta do edificio
- > Tres propostas para a mellora do consumo de electricidade (iluminación/equipos)
- > Tres propostas para a mellora do funcionamento dos equipos de calefacción e auga quente
- > Polo menos unha proposta para comunicar e convencer o Consello de Dirección do centro de pasar á acción