



Pegada de carbono



Eficiencia enerxética



Eficiencia lumínica



Calidade das augas



Patrimonio xeolóxico

Eficiencia enerxética na edificación

Manual da actividade

Máis información
[acaixasostible.uvigo.gal/gl/
actividades/eficiencia-enerxetica](http://acaixasostible.uvigo.gal/gl/actividades/eficiencia-enerxetica)



ÍNDICE

1. Introducción á actividade	3
2. Descarga da aplicación e vinculación do sensor	4
2.1. Descarga da aplicación	4
2.2. Vinculación do dispositivo	5
3. Uso da aplicación	9
4. Recompilación dos datos	11
4.1. Obtención de datos interiores a partir do sensor	11
4.2. Obtención de datos exteriores a partir de MeteoGalicia	11
4.3. Descrición dos datos do edificio	14
5. Primeiros pasos coa folla de cálculo	15
5.1. Constantes	15
5.2. Ensaio infiltracións	15
5.3. Resultados	16
6. Exemplo	17
6.1. Análise do edificio	17
6.2. Obtención das constantes	17
6.3. Localización das zonas de estudo	19
6.4. Realización dos ensaios de infiltracións	20

1. Introducción á actividade

Nesta actividade propónse un método aproximado para estimar a cantidade de infiltracións dun edificio amosando o impacto que estas teñen na demanda de calefacción. As infiltracións son aire exterior que penetra nos edificios de maneira incontrolada, a través de gretas e de aberturas existentes de maneira non intencionada. En época de calefacción supoñen unha demanda térmica para combater, xa que o aire exterior entra a unha temperatura inferior á que temos dentro dos edificios e, por tanto, arrefríanos.

O proceso a seguir na realización desta actividade é o seguinte:

1. Descargar a aplicación XiaoMei Smart e sincronizala co sensor
2. Para realizar as medidas de CO₂, selecciónase unha habitación (aula, despacho, laboratorio, etc.) que posúa unha concentración elevada de CO₂ e que quede sen ocupación ningunha. A habitación pecharase.
3. Apuntarase unha primeira medida de temperatura e CO₂ mediante a aplicación móbil, anotando tamén a hora de inicio do estudo.
4. Cando diminúa considerablemente o valor de concentración de CO₂ a partir da visualización dos valores en tempo real recompilados polo sensor e enviados á aplicación móbil, volverase tomar outra medida. Se este valor baixa lentamente, pódese deixar o sensor rexistrando (por exemplo, toda unha noite ou o fin de semana) e, despois, apuntar as medidas de temperatura e CO₂ finais, apuntando tamén a hora de recollida destes datos.
5. Débese ter tamén a temperatura exterior. A falta de medidas directas, pódese consultar en MeteoGalicia para ter unha boa aproximación.
6. Introducirase a continuación os valores obtidos na folla de cálculo descargable na web de A Caixa Sostible e calcularanse os valores de infiltracións e demandas enerxéticas asociadas ás devanditas infiltracións. A folla de cálculo deberase descargar como arquivo Microsoft Excel (.xlsx).
7. Repetirase o proceso noutras estancias (que teñan contacto coa fachada exterior) e nas mesmas estancias, pero noutros momentos (xa que as infiltracións dependen das condicións exteriores e estas son cambiantes). Coas diferentes estimacións poderase obter unha media realista das infiltracións e do consumo en calefacción asociado a estas. Ademais de establecer o aforro que pode xerar a presenza dun sistema de ventilación mecánico no edificio de estudo.

Este manual é unha versión inicial do proxecto, co fin de ter un procedemento actualizado recoméndase consultar a páxina web de A Caixa Sostible.

2. Descarga da aplicación e vinculación do sensor

O dispositivo que vai ser empregado para a realización desta actividade é un sensor de CO₂ dispoñible en A Caixa Sostible no compartimento de eficiencia enerxética. Este sensor permite controlar a concentración de CO₂ cunha frecuencia establecida.

Ademais ofrece a información da temperatura do habitáculo. Ten un uso sinxelo e unha gran versatilidade debido a súa sincronización cunha aplicación. Na *Figura 1* amósase o dispositivo a ser empregado.



Figura 1. Dispositivo sensor de CO₂ e temperatura dispoñible no compartimento de eficiencia enerxética de A Caixa Sostible.

2.1. Descarga da aplicación

Para a descarga da aplicación precisase un dispositivo con sistema operativo Android ou iOS. Neste proceso unicamente é necesario abrir a Play Store ou a App Store e buscar e descargar a aplicación XiaoMei Smart. Na *Figura 2* amósase a icona da aplicación.



Figura 2. Icona da aplicación XiaoMei Smart.

2.2. Vinculación do dispositivo

Unha vez descargada a aplicación XiaoMei Smart deberase buscar a icona da aplicación no dispositivo móbil (*Figura 2*) e pulsala para acceder á mesma. Unha vez aberta, esta solicitará o rexistro dunha conta de usuario, sendo necesario aportar unha dirección de correo electrónico e un contrasinal.

Creada a conta de usuario, accedese á conta cos datos de rexistro. Realizado este paso, a aplicación solicita o acceso á localización do dispositivo e ao uso do Bluetooth. É necesario que se permitan ambos accesos para que o sensor poida ser vinculado. Sen embargo, este acceso pode ser permitido neste paso ou no momento de realizar o proceso de vinculación. Esta acción pode que unicamente sexa visible no proceso de vinculación do sensor dependendo da versión do sistema operativo do dispositivo móbil utilizado.

Neste momento, a pantalla principal da aplicación é a amosada na *Figura 3*.

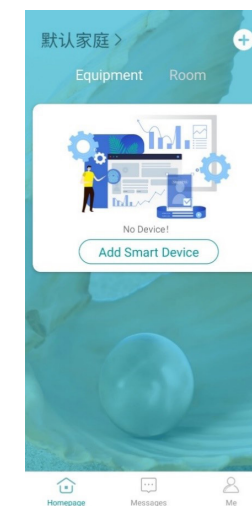


Figura 3. Pantalla de inicio previa vinculación do sensor de CO₂ e temperatura.

Para vincular o sensor hai que premer na opción "Add Smart Device". Pulsada esta opción, a aplicación amosa as diferentes opcións de vinculación que ten esta empresa. O sensor que se achega en A Caixa Sostible corresponde co "air box WP6003" da xanela "Air detection". Na *Figura 4* amósase a posición da icona a premer.



Figura 4. Selección da icona do sensor de CO₂ e temperatura.

Unha vez pulsada a icona do “air box WP6003”, a aplicación escanea no entorno se está presente o dispositivo a ser utilizado. Neste paso é necesario que o sensor estea enchufado á rede eléctrica para que a aplicación poida detectalo. Neste intre, no caso de non ter aceptado previamente os permisos de localización e Bluetooth, a aplicación solicita que se permita o seu acceso.

Aceptados estes permisos, a aplicación busca o dispositivo a través da súa MAC tal e como se amosa na Figura 5. Cada sensor ten unha MAC diferente, polo que pode que a MAC da imaxe non coincida co sensor ofrecido en A Caixa Sostible.

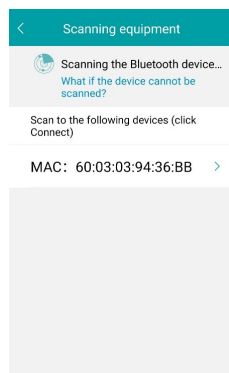


Figura 5. Espazo para o cálculo de consumos totais anuais.

Premendo sobre a MAC, seleccionamos o dispositivo ao que nos queremos conectar. Como se amosa na Figura 6, a continuación presentanse as opcións para configurar o sensor, sendo necesario engadir un nome e seleccionar unha zona na que se sitúa o dispositivo.

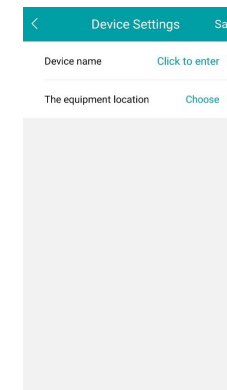


Figura 6. Configuración inicial do sensor de CO₂ e temperatura.

Premendo na opción “Click to enter” do “Device name” ábrese unha nova xanela similar á da Figura 7 para nomear o sensor. Unha vez nomeado, púlsase “Confirm” para rexistrar o nome do sensor.

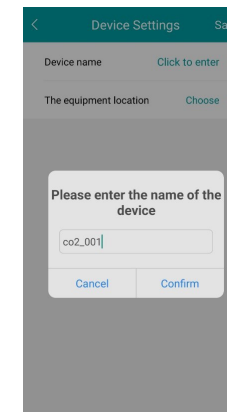


Figura 7. Xanela para o nomeamento do sensor de CO₂ e temperatura.

Premendo na opción “Choose” de “The equipment location” ábrese unha nova xanela como á da *Figura 8* onde hai que seleccionar a zona de uso do sensor. Este apartado déixase coa opción por defecto (habitación predeterminada) e prémese nas letras da dereita para confirmar o cambio.

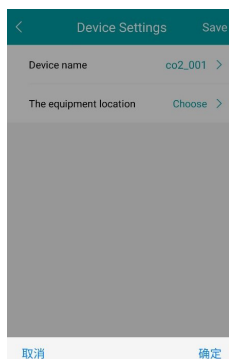


Figura 8. Xanela para a selección de zona de uso do sensor de CO₂ e temperatura.

Unha vez realizados estes cambios, a xanela debe de ser similar á presentada na *Figura 9*. Para terminar a vinculación prémese no “Save”.

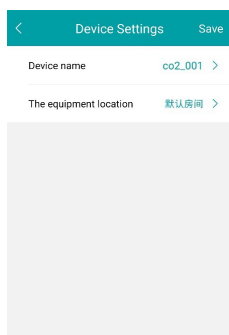


Figura 9. Configuración completada do sensor de CO₂ e temperatura.

Neste intre o sensor está vinculado co dispositivo e asociado á conta de rexistro. Desta maneira, o sensor está vinculado a unha conta, polo que accedendo cos mesmos datos noutro dispositivo, dispónse do sensor vinculado. Polo contrario, se se quere ter o dispositivo en diferentes contas de usuario, este estaría bloqueado pola pertenza a un rexistro previo.

3. Uso da aplicación

Unha vez rexistrado o sensor, a pantalla principal da aplicación cambia. Ao abrir a aplicación aparece unha figura do sensor rexistrado co nome que se lle puxo previamente na configuración do dispositivo tal e como se amosa na *Figura 10*.

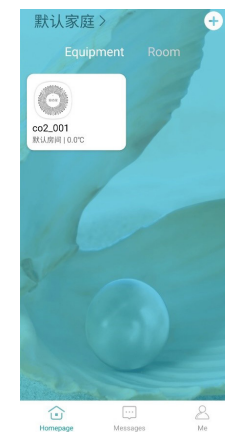


Figura 10. Pantalla de inicio despois da vinculación do sensor de CO₂ e temperatura.

Seleccionando a icona onde aparece o sensor, ábrese unha nova fiestra coa información en tempo real que o sensor recolecta, amosado na *Figura 11*. Para que os datos do sensor se transfiran á aplicación é necesario ter sempre o *Bluetooth* activado. Na parte inferior desta fiestra aparecen 3 lapelas. “Real time” é a que se amosa de forma predeterminada, facendo visible en datos numéricos a información recollida en tempo real polo sensor.

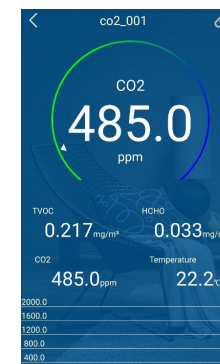


Figura 11. Pantalla de xanela Real Time do sensor de CO₂ e temperatura unha vez sincronizado.

Pulsando na lapela “Settings” pódese visualizar e modificar a información do sensor, eliminalo ou axustar a frecuencia de recollida de datos, tal e como se pode observar na *Figura 12*. É recomendable reducir a frecuencia de recollida de datos para asegurar que a memoria interna do sensor poida gardar toda a información nos diferentes períodos de análise. Para isto, é necesario seleccionar a opción “Offline data saving interval” e modificar a recollida de datos, desprazando os números ata o valor 5 e pulsando finalmente a opción da dereita para salvar os cambios.

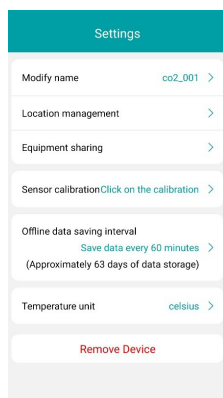


Figura 12. Pantalla de xanela Settings do sensor de CO₂ e temperatura unha vez sincronizado.

Na xanela “Recording” represéntase graficamente o histórico de datos recollidos polo sensor, *Figura 13*. As curvas interesantes para a realización do estudo son as que representan a evolución do CO₂ (azul escuro).

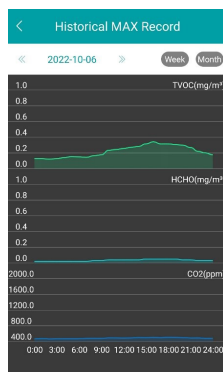


Figura 13. Pantalla de xanela Recording do sensor de CO₂ e temperatura unha vez sincronizado.

4. Recompilación dos datos

Na realización desta actividade se establecen 3 grupos de datos para a estimación das perdas por infiltracións no edificio:

1. Os datos inherentes ao uso do sensor de CO₂.
2. Os datos que se estiman mediante a rede de estacións de MeteoGalicia.
3. Os datos que requiren o coñecemento do habitáculo e do edificio.

4.1. Obtención de datos interiores a partir do sensor

A partir do sensor de CO₂ coñécese a concentración inicial e final de CO₂. Con este tamén é posible estimar a temperatura interior media. Ademais reconécese o período de recollida de datos.

- Concentración de CO₂ inicial e final: Estes valores son apuntados directamente do valor de CO₂ que presenta a pantalla “Real Time” do sensor nos momentos de inicio e fin de medición (*Figura 11*).
- Temperatura interior media: A obtención desta variable realízase a partir do cálculo da media entre o valor inicial e final da temperatura que presenta a pantalla “Real Time” do sensor nos momentos de inicio e fin de medición (*Figura 11*).
- Tempo transcorrido: A pesar de non ser un dato recompilado polo sensor, é necesario apuntar a hora de recollida de datos inicial e final para establecer o período de recollida de datos mediante a diferenza dos instantes inicial e final.

4.2. Obtención de datos exteriores a partir de MeteoGalicia

Coa rede de estacións meteorolóxicas de MeteoGalicia estimase a temperatura exterior media da localización.

Para a realización deste proceso é necesario localizar a estación meteorolóxica máis próxima. Pódese acceder á rede meteorolóxica seguindo o seguinte proceso:

Búsqueda web MeteoGalicia -> xanela Observación -> xanela Rede Meteorolóxica. As estacións están representadas na *Figura 14* polos triángulos azuis.

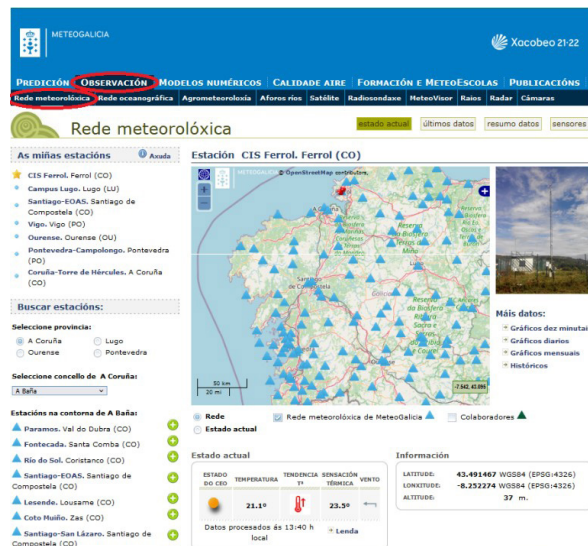


Figura 14. Rede de estacións meteorolóxicas na web de MeteGalicia.

Entre as posibilidades se selecciona a estación máis próxima ao lugar de estudo se pulsa "Ver últimos datos" (Figura 15).

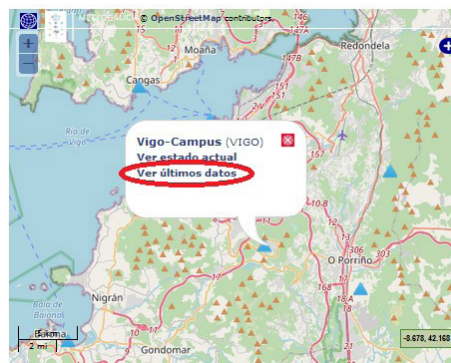


Figura 15. Selección de estación meteorolóxica.

Aparecerá una xanela con toda a información da estación meteorolóxica seleccionada, como a presente na Figura 16. É importante estar asegurarse de que a estación seleccionada é a desexada e a continuación seleccionase "Históricos".

Estación Vigo-Campus. VIGO



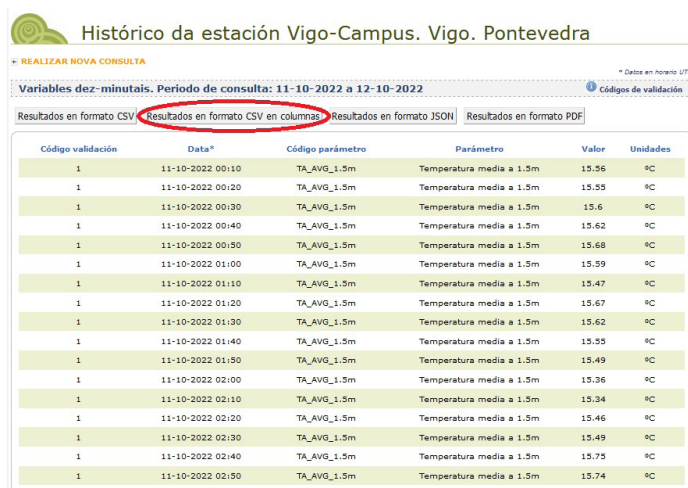
Figura 16. Información da estación meteorolóxica seleccionada.

Na seguinte xanela, Figura 17, indícase a data inicial e final de recollida de datos. Tamén, dentro da variable Temperatura, selecciónase Temperatura media. A altura de recollida de datos pode variar por estación, polo que o 1.5m pode non corresponderse con outras estacións. Finalmente pulsase "Consultar".



Figura 17. Selección dos datos e periodo de recollida de datos da estación meteorolóxica seleccionada.

Para finalizar coa descarga dos datos da web de MeteGalicia púlsase en “Resultados en formato CSV en columnas” tal e como se amosa na Figura 18.



Histórico da estación Vigo-Campus. Vigo. Pontevedra

REALIZAR NOVA CONSULTA

Variables dez-minutais. Período de consulta: 11-10-2022 a 12-10-2022

Resultados en formato CSV | **Resultados en formato CSV en columnas** | Resultados en formato JSON | Resultados en formato PDF

Código validación	Data*	Código parámetro	Parámetro	Valor	Unidades
1	11-10-2022 00:10	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.56	°C
1	11-10-2022 00:20	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.55	°C
1	11-10-2022 00:30	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.6	°C
1	11-10-2022 00:40	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.62	°C
1	11-10-2022 00:50	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.68	°C
1	11-10-2022 01:00	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.59	°C
1	11-10-2022 01:10	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.47	°C
1	11-10-2022 01:20	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.67	°C
1	11-10-2022 01:30	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.62	°C
1	11-10-2022 01:40	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.55	°C
1	11-10-2022 01:50	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.49	°C
1	11-10-2022 02:00	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.36	°C
1	11-10-2022 02:10	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.34	°C
1	11-10-2022 02:20	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.46	°C
1	11-10-2022 02:30	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.49	°C
1	11-10-2022 02:40	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.75	°C
1	11-10-2022 02:50	TA_AVG_1.5m	Temperatura media a 1.5m	15.74	°C

Figura 18. Descarga dos datos seleccionados da estación meteorolóxica.

Búscase o arquivo na carpeta de descargas do ordenador, o nome probablemente é *resultadoCSV_Columnas.csv*. Finalmente ábrese o arquivo con Excel e calcúlase a media da temperatura considerando unicamente as celas correspondentes aos instantes de tempo de estudo.

4.3. Descrición dos datos do edificio

Para a realización do cálculo das infiltracións é necesarias considerar algunhas características do edificio de estudo. Estas, a diferenza das anteriores, son valores que non son recompilados directa ou indirectamente co uso de sensores. Para a obtención do cálculo das infiltracións considéranse:

- Eficiencia da caldeira:** eficiencia da caldeira para producir calor. No caso de non poder acceder a este valor, por defecto establécese que a eficiencia da caldeira e a correspondente ao estándar dunha caldeira de gas natural 90%
- Coste da electricidade:** custo anual para quentar o edificio.
- Coste do combustible:** custo do combustible empregado para quentar o edificio. O valor predeterminado desta constante é de 0.21490 €/kWh e corresponde ao uso de gas natural como combustible. No caso de que a caldeira non sexa de gas natural recoméndase buscar o valor da enerxía do combustible usado no día do comezo do estudo para ter uns resultados aproximados e actualizados. No caso de que o combustible sexa gas natural, tamén é recomendable establecer un valor de coste actualizado.

- Uso de calefacción medio:** número medio de horas que está prendida a calefacción no edificio nun día.
- Número de días de uso de calefacción:** Número total de días que está prendida a calefacción no edificio.
- Número de espazos do edificio en contacto co exterior:** número de habitáculos en contacto co exterior considerando o total do edificio.
- Volume espazo:** Volume do habitáculo de estudo.

5. Primeiros pasos coa folla de cálculo

A base do cálculo das infiltracións do edificio realízase na folla de cálculo para descargar na web de A Caixa Sostible. O enlace á folla de cálculo tamén se achega na sección 1 deste manual. A folla de cálculo presenta 3 xanelas: constantes, ensaios infiltracións e resultados. Nos seguintes apartados explicase detalladamente o uso de cada unha das xanelas desta folla de cálculo.

5.1. Constantes

Na xanela constantes defínense os valores das constantes do problema. Todas as constantes son valores que poden ser modificados para ver a influencia das infiltracións en diferentes condicións no edificio de estudo. Nunha primeira aproximación recoméndase diferenciar entre dous tipos de constantes, as non modificables e as dependentes do edificio. Estas últimas foron explicadas previamente no apartado 4.3, do a ao f, é dicir, a eficiencia da caldeira, o custo anual do sistema de calefacción, o custo do combustible, o uso de calefacción medio, o número de días de uso habitual da calefacción ao ano e o número de espazos do edificio en contacto co exterior. Como constantes non modificables temos:

- Concentración de CO₂ exterior: Concentración de CO₂ no ambiente exterior.
- Densidade do aire: Densidade do aire.
- Calor específico do aire: Calor específico do aire.
- Recuperación de calor estimada co sistema de ventilación mecánica: Eficiencia do sistema de recuperación mecánica.

Co fin de ter unha análise precisa do edificio, deben axustarse as constantes dependentes do edificio. Polo contrario, recoméndase non cambiar os valores das non modificables no primeiro análise. Sen embargo, unha vez se teña experiencia no funcionamento da folla de cálculo, pódense variar os valores para observar a influencia das infiltracións no edificio a estas variables.

5.2. Ensaio infiltracións

A xanela ensaios infiltracións débese completar cos valores recompilados en cada unha das zonas de estudo. Diferéncianse valores característicos do edificio, descritos no apartado 4.3 g, esta é volume e espazo; valores recompilados e inherentes ao uso do sensor de CO₂ ofrecido en A Caixa Sostible, introducidos no apartado 4.1, tales como as concentracións iniciais e finais de CO₂, o tempo

transcorrido e a temperatura media interior; e valores exteriores obtidos co método de uso de MeteoGalicia explicado no apartado 4.2, é dicir, a temperatura media exterior.

5.3. Resultados

Na xanela de resultados amósanse os diferentes resultados obtidos a partir das constantes e dos datos introducidos en ensaios infiltracións. Existen dos tipos de resultados, os locais, nos cales se fai referencia a unha zona en concreto, e os medios, os que se obtén o comportamento medio do edificio.

Como resultados locais están:

1. **Caudal de infiltracións:** aire que se infiltra na zona de estudo pola presenza de gretas, fiestras, etc.
2. **Carga por infiltracións:** carga térmica producida polas infiltracións na zona de estudo debido á presenza de gretas, fiestras, etc.
3. **Enerxía perdida por infiltracións:** Enerxía de calefacción que se perde para manter as condicións interiores coa presenza das infiltracións na zona de estudo.
4. **Aforro sistema recuperación de calor:** eEnerxía que un sistema de recuperación de calor mecánico é capaz de salvar na zona de estudo.

Como resultados medios temos:

1. **Caudal de infiltracións:** aire medio que se infiltra no edificio pola presenza de gretas, fiestras, etc.
2. **Carga por infiltracións:** carga térmica media producida polas infiltracións no edificio debido á presenza de gretas, fiestras, etc.
3. **Enerxía perdida por infiltracións:** enerxía media de calefacción que se perde para manter as condicións interiores coa presenza das infiltracións no edificio.
4. **Aforro enerxético medio co sistema de recuperación de calor:** enerxía media que un sistema de recuperación de calor mecánico é capaz de salvar no edificio.
5. **Aforro medio nos costes co sistema de recuperación de calor:** eforro medio que un sistema de recuperación de calor mecánico é capaz de aportar no edificio.
6. **Custo medio debido as infiltracións no edificio:** porcentaxe de gastos en quentar o edificio para facer fronte ás infiltracións.
7. **Custo medio ao quentar o edificio sen infiltracións:** porcentaxe de gastos en quentar o edificio se non houbera presenza de infiltracións.

Coa obtención dos resultados medios amósase un gráfico de tarta que representa de forma visual a que corresponden os gastos de calefacción no edificio.

6. Exemplo

Co fin de completar de maneira sinxela a folia de cálculo, a continuación detállanse os pasos realizados para obter os resultados da folia de cálculo de exemplo que está dispoñible na páxina web de A Caixa Sostible.

6.1. Análise do edificio

Neste apartado búscase describir o edificio, determinando os espazos que poden ser utilizados, o sistema de calefacción que está sendo empregado e o horario de uso do edificio. No noso caso de estudo pódese recoñecer:

Hai un total de 22 aulas, 8 na planta baixa e 14 na primeira planta. Todas teñen contacto co exterior. A maioría están na fachada exterior e unicamente hai 4, 2 en cada planta, que están na fachada interior.

A instalación de calefacción é unha caldeira de gasóleo, o modelo de caldeira utilizado é NTD 165. No gasto de gasóleo para calefacción existe un límite de 4000 €.

O uso da escola é o seguinte:

- Horario de clase: de 9:25 a 14:25.
- Horario de comedor: de 14:30 a 15:30.
- Horario de actividades extraescolares: de 16:00 a 17:00.

6.2. Obtención das constantes

A partir dos datos obtidos na análise determinanse as diferentes constantes do problema. Non todos os valores son modificables, xa que non todos os valores dependen das condicións de uso do edificio. Desta maneira non se modifican os valores de:

- Concentración CO₂ exterior: Valor por defecto.
- Densidade do aire: Valor por defecto.
- Calor específico do aire: Valor por defecto.
- Recuperación de calor estimada co sistema de ventilación mecánica: Valor por defecto.

Si se teñen os datos precisos, pódense modificar ou estimar o resto de valores.

6.2.1. Eficiencia da caldeira

Debido a que temos datos do modelo de caldeira utilizado, buscamos en internet a folia de características e localizamos a súa eficiencia. No caso de non coñecer o modelo pódese deixar o valor de 90% por defecto.

No noso caso o modelo da caldeira é NTD 165, co que o valor da eficiencia a utilizar é 88%. Polo tanto, apuntamos o resultado.

- Eficiencia da caldeira: 88%.

6.2.2. Gasto anual do sistema de calefacción

No noso caso non temos un valor dos costes de calefacción no colexio. Sen embargo, coñecemos o límite de gasto en combustible que establece a escola. Polo que estimamos que este é o valor do gasto en calefacción.

- Gasto anual do sistema de calefacción: 4000 €.

6.2.3. Custo do combustible

Temos 3 maneiras de reconecer o custo do combustible:

1. Saber a tarifa que paga a escola, buscando facturas.
2. Facer unha busca en internet do custo de combustible en €/l e do poder calorífico en kWh/l co fin de obter o custo do combustible en €/kWh.
3. Facer unha busca en internet do custo de combustible en €/kWh.

Na nosa análise non temos a información da tarifa á que paga a escola o combustible eoptamos por realizar o cálculo polo método 2. Facendo a busca en internet obtemos o custo en €/l e o poder calorífico do gasóleo.

- Custo gasóleo: 1,6460 €/l.

Poder calorífico gasóleo: 9981,3 kWh/m³. (o do gas natural é 12,1336 kWh/m³).

Facemos factores de conversión e calculamos o poder calorífico a partir deste valor e o custo do combustible en €/l. Finalmente apuntamos o valor.

- Custo do combustible: 0,16491 €/kWh.

6.2.4. Uso de calefacción medio

Para a determinación deste valor débese reconecer o uso do sistema de calefacción.

Na nosa análise, a escola empeza as clases ás 9:25. Sen embargo, o sistema de calefacción tarda un tempo en quentar todo o edificio, polo tanto, imos supoñer que a calefacción préndese ás 9:00. Tras as clases hai servizo de comedor e actividades extraescolares, co que a calefacción estará acesa ata as 17:00. Desta maneira, podemos estimar que o período de uso de calefacción vai de 9:00 a 17:00 os días lectivos. Apuntamos este valor.

- Uso de calefacción medio: 8 h/día.

6.2.5. Número de días de uso habitual da calefacción ao ano

A falta de información podemos estimar que o uso de calefacción empeza a finais de outubro e finaliza a principios de marzo. Desta maneira, o período de estudo é do 17 de outubro ao 19 de marzo. A escola pecha o 31 de outubro, o 1 e o 9 de novembro, do 5 ao 8 de decembro, do 23 de decembro ao 8 de xaneiro e do 24 ao 27 de febreiro. Ademais, debido a que o uso do edificio establécese

de luns a venres, podemos determinar os días totais de uso de calefacción. Anotamos ese valor.

- Número de días de uso habitual da calefacción ao ano: 90 días/ano.

6.2.6. Número de espazos do edificio en contacto co exterior

O número de espazos ven dado polo número de aulas que ten a escola. No noso caso non hai aulas interiores, polo tanto, apuntamos este valor.

- Número de espazos do edificio en contacto co exterior: 22 aulas.

6.3. Localización das zonas de estudo

O estudo vaise realizar indistintamente nas aulas da planta baixa ou da primeira planta. Todas as aulas teñen contacto co exterior, co que non temos limitacións na selección das mesmas. As medidas repartiranse equitativamente nas dúas plantas. Para a selección, temos en conta que existen aulas que dan a un patio interior.

No noso estudo, imos seleccionar 3 aulas da planta baixa, escollendo as 3 con contacto coa fachada exterior, e 3 da primeira planta, escollendo 2 aulas con contacto coa fachada exterior e 1 coa fachada interior. Ademais, debido á dependencia das infiltracións coas condicións meteorolóxicas e co fin de mellorar a aproximación dos cálculos, realizaranse 5 medicións en cada unha das aulas seleccionadas. A continuación amósase a distribución da planta baixa (Figura 21) e da primeira planta (Figura 22).

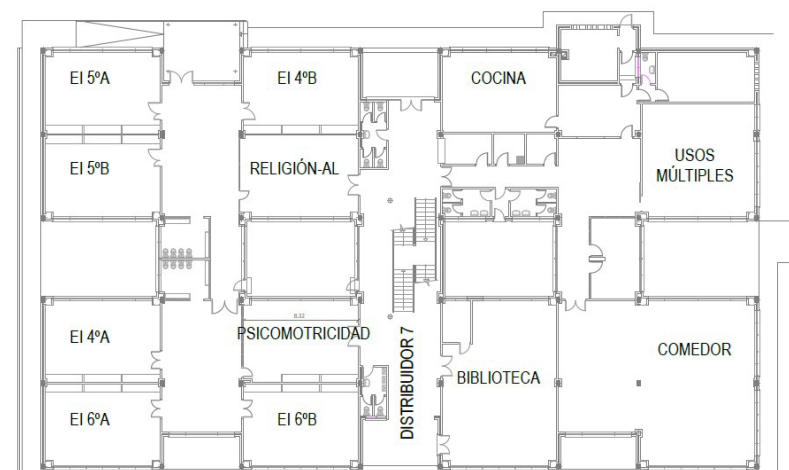


Figura 21. Distribución das aulas da planta baixa.

Na selección das aulas da planta baixa escóllense a EI 5A, a EI 4A e a EI 6B.

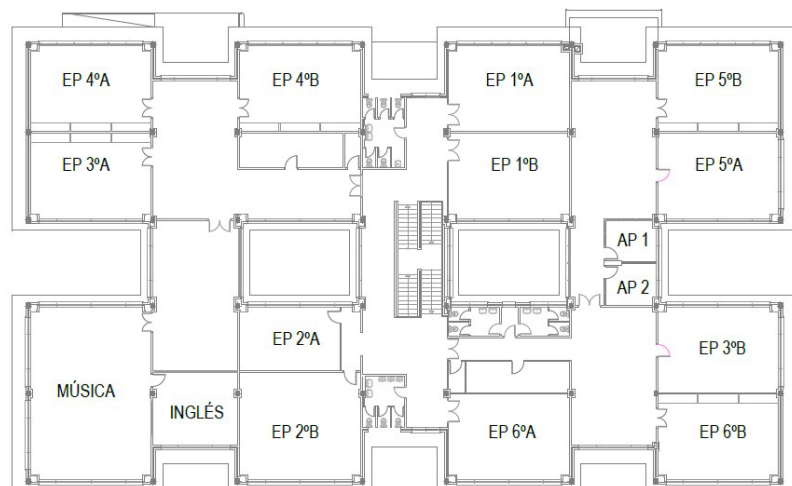


Figura 22. Distribución das aulas da primeira planta.

Para a realización do estudo, na primeira planta escóllense as aulas EP 5B, a EP 2A e MÚSICA.

6.4. Realización dos ensaios de infiltracións

Para a toma dos datos interiores a partir do sensor débese de ter en conta:

- A aula a realizar o estudo debeu de estar ocupada durante un período de tempo longo, por exemplo, 3 horas, para que a concentración de CO₂ na análise sexa significativa. Ademais recoméndase que esta aula estivese pechada durante a súa ocupación. Así é que se as fiestras ou a porta están abertas mentres se está dando a clase, o ensaio non ten o mesmo impacto, xa que o volume pode ser maior (por exemplo, a aula máis o corredor) ou o coeficiente de infiltracións é maior (por exemplo se a fiestra está aberta).
- Unha vez se empeza o período de medición, a aula deberá quedar pechada.
- período para a recollida dos datos finais debe de ser o suficientemente longo para que a variación do CO₂ sexa considerable. Pódese usar a aplicación para conectarse remotamente ao sensor e visualizar como a concentración de CO₂ vai decaendo. Se o período é demasiado curto (uns minutos), a variación da concentración de CO₂ non será significativa. Polo contrario, se o período é demasiado longo (unha semana), pódense inducir datos erróneos aos cálculos, xa que chegado un punto, o intercambio entre o aire exterior e interior (é dicir, as infiltracións) fai que a concentración

de CO₂ interior teña o mesmo valor que a exterior. A consideración deste período depende das infiltracións que existan no edificio, sendo variable en cada caso de estudo.

A continuación descríbense os pasos realizados para a determinación das variables da xanela “ensaio infiltracións” da folla de cálculo. Xa que as infiltracións dependen da meteoroloxía e esta é cambiante, estes pasos deben repetirse máis dunha vez na mesma zona. Ademais, como se quere estimar realizando unha media das cargas que se establecen no global do edificio, tamén se repiten os pasos en espazos diferentes.

6.4.1. Selección do espazo

Entre as aulas que se determinou que se ía realizar o estudo, escóllense unha co fin de realizar a análise.

No noso estudo, selecciónase como aula de estudo a aula EI 5A da planta baixa, co que apuntamos a selección adoptada.

- Espazo: aula EI 5A da planta baixa

No caso de que a recollida de datos xa fose realizada nunha aula, pódese repetir o ensaio no mesmo espazo ou cambiar de espazo. Debido á dependencia das infiltracións coas condicións meteorolóxicas, se os días son moi similares recoméndase un cambio de aula.

Como se pode ver no exemplo dispoñible na web de A Caixa Sostible, na nosa análise escóllense aulas entre a planta baixa e a primeira planta. Podendo intercalarse plantas e incluso sendo posible repetir o estudo na mesma aula.

6.4.2. Volume do espazo

Unha vez seleccionada a aula na que conectar o sensor, determínase o seu volume a partir das súas medidas. Establécese a medición do volume da aula EI 5A e anótase o resultado.

- Volume zona: 152,40 m³.

6.4.3. Concentración CO₂, temperatura e hora de inicio do estudo

Para a toma de datos iniciais unicamente é necesario conectar o sensor e esperar a que este ofrezca datos. Pode que sexa necesario esperar un curto período de tempo (uns minutos) para que o sensor calibre e queza. Coa aplicación móbil rexístranse e anótanse os valores.

- Concentración de CO₂: 647 ppm.
- Temperatura interior: 19 °C.
- Hora de inicio: 14:20.

6.4.4. Concentración CO₂, temperatura e hora final do estudo

Visualizando coa aplicación móbil pódese comprobar como descende a concentración de CO₂ na aula. Cando o cambio sexa significativo, apúntanse os valores finais.

- Concentración de CO₂: 463 ppm
- Temperatura interior: 23 °C
- Hora final: 18:00

6.4.5. Tempo transcorrido

Recollidos os datos iniciais e finais establécese o tempo de ensaio. Debido a que a folia de cálculo determina as cargas a partir do uso de horas, será preciso realizar factores de conversión para ter o tempo transcorrido nas unidades correctas. Finalmente, anotamos este valor.

- Tempo transcorrido: 3,67 h.

6.4.6. Temperatura media interior

Para a determinación da temperatura media interior realízase a media da temperatura interior inicial e final obtidas co sensor e apuntamos o resultado.

- Temperatura media interior: 21 °C.

6.4.7. Temperatura media exterior

A determinación da temperatura media exterior realízase seguindo os pasos que se establecen no apartado 4.2 empregando a estación meteorolóxica máis próxima ao edificio de estudo. No noso caso seleccionamos a estación meteorolóxica Vigo-Campus. Como se comentou previamente, seleccionamos a variable temperatura no día no que se realiza o estudo e descargamos o resultados en formato CSV en columnas. Na folia de cálculo buscamos as horas nas que se realiza o estudo e realizamos a media. Finalmente, anotamos o resultado.

- Temperatura media exterior: 16,80 °C.

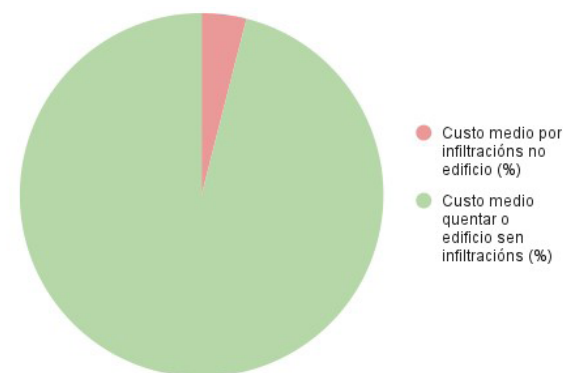
6.4.8. Resultados obtidos coa folia de cálculo na análise realizada

A partir do estudo exposto nesta sección 6 e aplicando os pasos en diferentes momentos e en diferentes aulas, obtéronse os resultados medios no edificio considerado. Son expostos na *Táboa 1*.

Caudal de infiltracións (m ³ /h)	884,92
Carga por infiltracións (kW)	1,18
Enerxía perdida por infiltracións ((kWh/ano)	847,64
Aforro enerxético co sistema de recuperación de calor (kWh/ano)	762,88
Aforro medio de costes co sistema de recuperación de calor (€/ano)	125,81
Custo medio por infiltracións no edificio (%)	3,97%
Custo medio quentar o edificio sen infiltracións (%)	96,03%

Táboa 1. Resultados medios obtidos na análise do edificio considerado.

Tamén, se amosa unha gráfica (Gráfica 1) coa estimación dos custos por calefacción no edificio estudado.



Gráfica 1. Estimación da porcentaxe de custos medios de calefacción por infiltracións no edificio de estudo.



Universidade de Vigo



Escola de Enxeñaría
de Minas e Enerxía

Coa colaboración de:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

