

# *Módulo 2.5 – Caso 1: Propuesta de mejora de la iluminación en el Conservatorio de Música "Mestre Tàrrega" de Castelló.*

**Héctor Beltrán San Segundo**  
**Universitat Jaume I - Fundació F2e**



# Contenido:

- *Descripción de la instalación.*
- *Normativa.*
- *Análisis de la situación actual.*
- *Propuestas de mejora.*
- *Resultados.*
- *Conclusiones.*



# Descripción de la Instalación.

## Conservatorio de Música "Mestre Tàrrega" de Castellón



Inaugurado como conservatorio en el 1991 alberga hoy en días las siguientes instituciones:



Conservatorio superior  
Salvador Seguí

Conservatori Superior  
de Música de Castelló



Escuela superior  
de Arte y Diseño



Conservatorio profesional  
Mestre Tàrrega

# Análisis de la situación actual.

Conciertos y actuaciones



Exposiciones



Debido a su polivalencia, se trata de un centro docente poco común.

Presenta múltiples

USOS.



Docencia individual



Docencia colectiva



**Todo un reto desde el punto de vista de la iluminación.**

# Normativa.

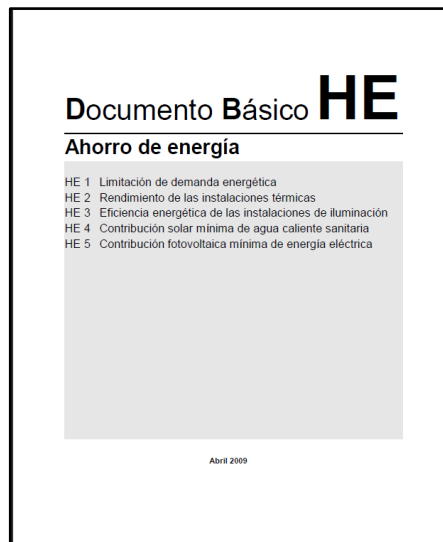
## Documentos a tener en cuenta – Normativa estatal y europea.

### Documento básico DB-HE <<Ahorro de Energía>>, del Código Técnico de la Edificación (CTE)

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

### Norma Europea sobre Iluminación para Interiores UNE 12464.1

Traspuesta a través de la UNE-EN 12464.1



|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Aula                        | 4   |
| Pizarra                     | 4   |
| Sala de ensayo              | 4   |
| Salón de actos: - Escenario | 10  |
| - General                   | 10  |
| Hall                        | 4,5 |
| Zona de paso                | 4,5 |
| Zona de espera              | 4,5 |
| Instalación decorativa      | 10  |



|                             | Em (lux)                                                                                                  | UGR | Ra |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| Aula                        | 500                                                                                                       | 19  | 80 |
| Pizarra                     | 500                                                                                                       | 19  | 80 |
| Sala de ensayo              | 300                                                                                                       | 19  | 80 |
| Salón de actos: - Escenario | 700                                                                                                       | 22  | 80 |
| - General                   | 200                                                                                                       | 22  | 70 |
| Vestíbulo                   | 200                                                                                                       | 22  | 80 |
| Zona de paso                | 100                                                                                                       | 25  | 80 |
| Zona de espera              | 200                                                                                                       | 22  | 80 |
| Exterior                    | 50                                                                                                        | 28  | 70 |
| <b>Uniformidad:</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de trabajo 0,7</li> <li>• Zonas circundantes 0,5</li> </ul> |     |    |

# Análisis de la situación actual.

## Salas estudiadas



**Hall**

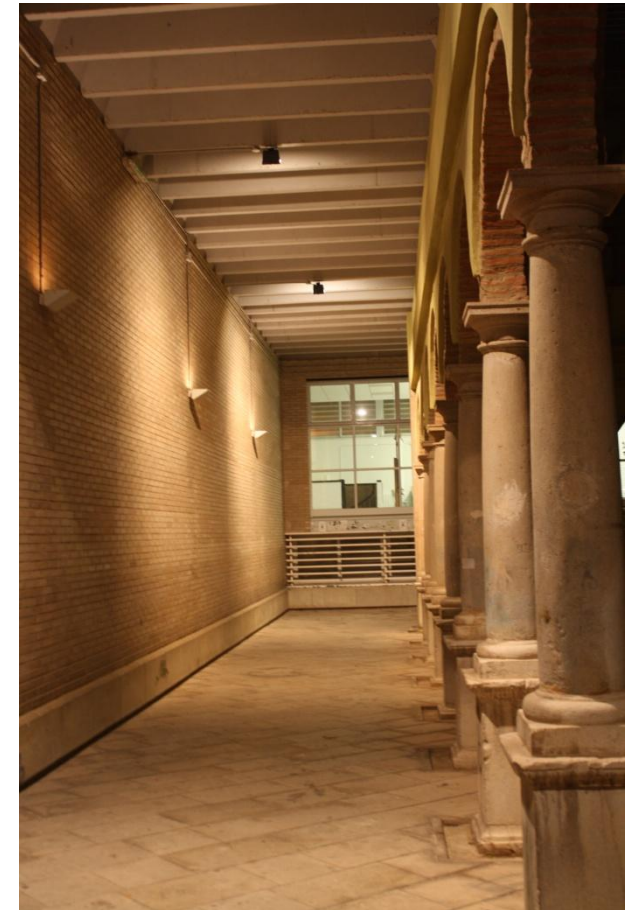


**Pasillos**

# Análisis de la situación actual.

## Salas estudiadas

### Claustro



# Análisis de la situación actual.

## Salas estudiadas



## Aulas



# Análisis de la situación actual.

## Salas estudiadas



**Salón de Actos**



# Análisis de la situación actual.

## Toma de medidas

### 1. Medidas de Iluminancia.

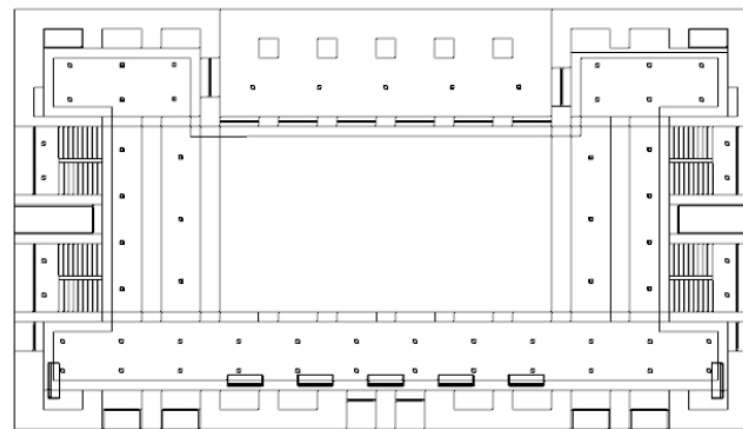
Luxómetro



Iluminancia media y uniformidad aproximadas de la instalación actual.

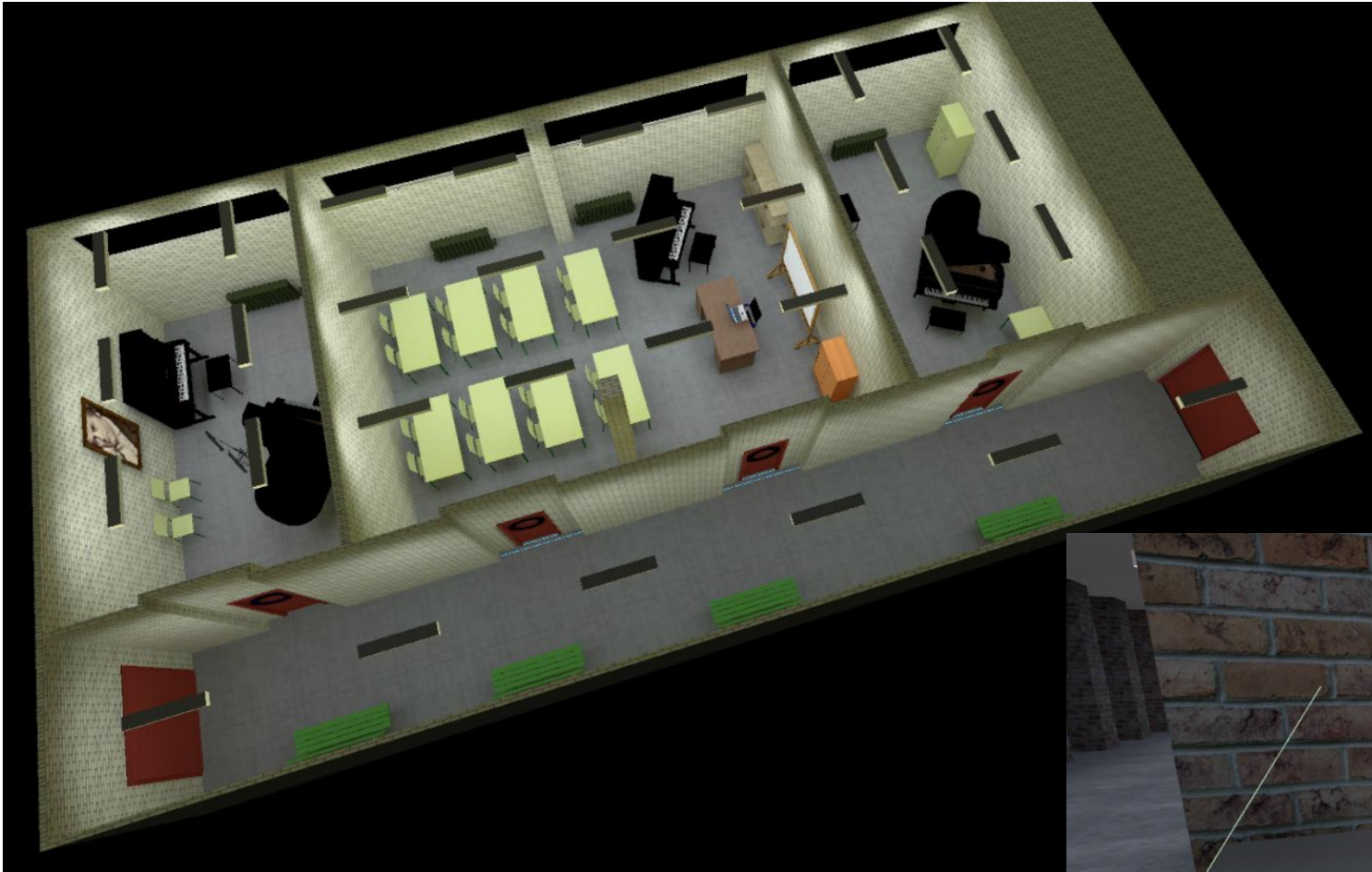
### 2. Creación de planos aproximados.

Medidor Láser



# Análisis de la situación actual.

## Modelo en 3D del Conservatorio con programa Dialux Evo



# Análisis de la situación actual.

## Modelo en 3D del Conservatorio con programa Dialux Evo



# Análisis de la situación actual.

*Modelo en 3D del Conservatorio con programa Dialux Evo*



# Análisis de la situación actual.

## Datos lumínicos de la instalación

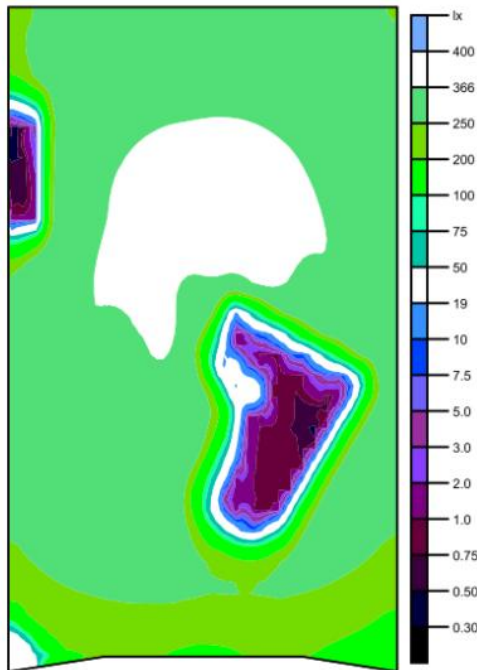
### Lámparas utilizadas inicialmente

- Tubos fluorescentes de 36 W.
- Lámparas halógenas de 50 W.
- Halógenas dicroicas de 45 W.
- Halógenas lineales de 150 W.
- Bombillas halógenas BTT de 100 W.
- Proyectores halógenos de 300 W.
- Bombillas bajo consumo de 18 W y 26 W.
- Proyectores de halogenuros metálicos de 250 W y superiores.

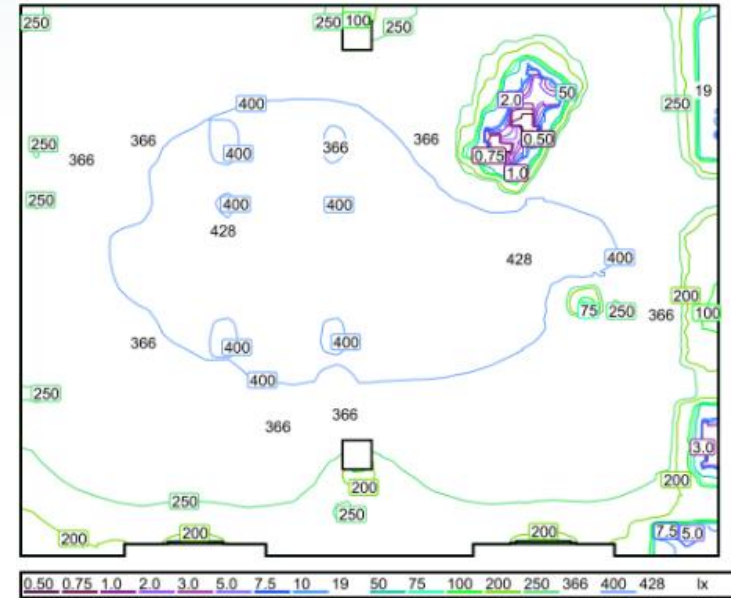


# Análisis de la situación actual.

## Análisis con Dialux




|      |      |      |       |       |       |       |       |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| +927 | +912 | +862 | +739  | +539  | +265  | +49   | +0.00 |
| +923 | +949 | +929 | +893  | +770  | +494  | +175  | +0.09 |
| +881 | +944 | +977 | +979  | +960  | +819  | +568  | +0.63 |
| +798 | +903 | +966 | +1005 | +1023 | +1017 | +970  | +179  |
| +766 | +895 | +970 | +1010 | +1037 | +1036 | +1003 | +243  |
| +757 | +898 | +973 | +1019 | +1044 | +1042 | +1001 | +239  |
| +767 | +890 | +977 | +1023 | +1046 | +1043 | +1003 | +27   |
| +765 | +881 | +968 | +1018 | +1044 | +1038 | +1002 | +238  |
| +764 | +874 | +963 | +1014 | +1038 | +1033 | +998  | +236  |
| +760 | +869 | +956 | +1006 | +1026 | +1024 | +986  | +233  |
| +754 | +857 | +946 | +992  | +1015 | +1008 | +972  | +231  |
| +734 | +850 | +932 | +977  | +999  | +991  | +952  | +226  |
| +722 | +838 | +919 | +961  | +979  | +972  | +939  | +222  |
| +708 | +813 | +894 | +937  | +952  | +949  | +915  | +217  |
| +683 | +789 | +865 | +906  | +931  | +922  | +889  | +210  |
| +654 | +759 | +832 | +874  | +894  | +895  | +861  | +202  |
| +631 | +732 | +806 | +837  | +855  | +865  | +834  | +196  |
| +596 | +690 | +758 | +792  | +811  | +812  | +785  | +20   |
| +555 | +641 | +698 | +731  | +758  | +745  | +721  | +167  |
| +514 | +588 | +645 | +676  | +690  | +683  | +660  | +156  |
| +458 | +522 | +581 | +615  | +618  | +617  | +592  | +139  |
| +407 | +465 | +509 | +543  | +571  | +535  | +512  | +13   |
| +361 | +423 | +473 | +506  | +539  | +484  | +440  | +63   |




|      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| +270 | +309 | +328 | +341 | +343 | +319 | +290 | +297 | +266 | +269  | +293 | +268 |      |
| +294 | +335 | +355 | +369 | +378 | +379 | +376 | +355 | +295 | +91   | +157 | +312 | +288 |
| +310 | +354 | +376 | +390 | +400 | +402 | +399 | +372 | +278 | +6.4  | +17  | +337 | +309 |
| +277 | +370 | +374 | +405 | +416 | +417 | +411 | +391 | +229 | +2.5  | +300 | +355 | +328 |
| +318 | +378 | +399 | +418 | +429 | +432 | +427 | +409 | +301 | +0.97 | +375 | +373 | +341 |
| +297 | +387 | +391 | +427 | +439 | +439 | +434 | +424 | +407 | +379  | +399 | +389 | +357 |
| +343 | +392 | +416 | +433 | +444 | +447 | +445 | +443 | +438 | +428  | +416 | +399 | +374 |
| +342 | +390 | +415 | +431 | +442 | +446 | +444 | +442 | +438 | +429  | +411 | +398 | +380 |
| +334 | +382 | +405 | +422 | +434 | +438 | +436 | +434 | +431 | +420  | +322 | +246 | +370 |
| +270 | +369 | +377 | +408 | +421 | +423 | +418 | +422 | +418 | +409  | +392 | +374 | +351 |
| +300 | +356 | +373 | +393 | +405 | +409 | +405 | +406 | +403 | +393  | +379 | +364 | +331 |
| +260 | +335 | +346 | +370 | +383 | +387 | +382 | +385 | +381 | +371  | +358 | +343 | +305 |
| +273 | +311 | +330 | +343 | +353 | +355 | +363 | +351 | +350 | +342  | +329 | +314 | +278 |
| +245 | +280 | +295 | +299 | +299 | +272 | +102 | +254 | +295 | +300  | +292 | +280 | +252 |
| +215 | +242 | +253 | +248 | +253 | +245 | +245 | +229 | +246 | +250  | +246 | +245 | +218 |
| +188 | +208 | +223 | +195 | +232 | +233 | +241 | +219 | +217 | +209  | +194 | +210 | +8.7 |

# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en el claustro



| Diagrama Isolux del Plano útil              | Zona de paso principal                                                               | Zona de paso secundaria | Bancos | Zona de paso superior | Bancos superiores |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------|-------------------|
| $E_m$ (lux) (Iluminancia media)             | 74  | 75                      | 99     | 21                    | 25                |
| $E_{\min}$ (lux) (Iluminancia mínima)       | 33                                                                                   | 28                      | 74     | 15                    | 23                |
| $E_{\max}$ (Iluminancia máxima)             | 123                                                                                  | 131                     | 125    | 27                    | 27                |
| $E_{\min}/E_m$ (Coeficiente de uniformidad) | 0,446                                                                                | 0,373                   | 0,747  | 0,714                 | 0,9207            |

## Iluminación en el aula individual



| Diagrama Isolux del Plano útil              | Zona de paso principal                                                                   |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E_m$ (lux) (Iluminancia media)             | 361  |
| $E_{\min}$ (lux) (Iluminancia mínima)       | 309                                                                                      |
| $E_{\max}$ (Iluminancia máxima)             | 395                                                                                      |
| $E_{\min}/E_m$ (Coeficiente de uniformidad) | 0,8559                                                                                   |
| Eficiencia energética ( $W/m^2$ )           | 10,53                                                                                    |



## Iluminación en el hall

| Diagrama Isolux del Plano útil              | Planta 1                                                                                 | Planta 2                                                                               | Planta 3 |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $E_m$ (lux) (Iluminancia media)             | 181                                                                                      | 58  | 109      |
| $E_{\min}$ (lux) (Iluminancia mínima)       | 36                                                                                       | 32                                                                                     | 32       |
| $E_{\max}$ (Iluminancia máxima)             | 341                                                                                      | 118                                                                                    | 501      |
| $E_{\min}/E_m$ (Coeficiente de uniformidad) | 0,20  | 0,55                                                                                   | 0,69     |
| Eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )   | Difícil de evaluar                                                                       |                                                                                        |          |
| UGR                                         | 22                                                                                       | 25                                                                                     | 18       |
| Ra                                          | >80                                                                                      | >80                                                                                    | >80      |
| Temperatura                                 | 4000 K                                                                                   | 4000 K                                                                                 | 4000 K   |

## Iluminación en el aula múltiple

| Diagrama Isolux del Plano útil              | Zona de estudiantes                                                                       | Zona de pizarra                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E_m$ (lux) (Iluminancia media)             | 415  | 209  |
| $E_{\min}$ (lux) (Iluminancia mínima)       | 308                                                                                       | 186                                                                                       |
| $E_{\max}$ (Iluminancia máxima)             | 465                                                                                       | 234                                                                                       |
| $E_{\min}/E_m$ (Coeficiente de uniformidad) | 0,74                                                                                      | 0,89                                                                                      |
| VEEI                                        | 3,70                                                                                      |                                                                                           |
| Eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )   | 12,1280                                                                                   |                                                                                           |

# Análisis de la situación actual.

## Principales defectos

### No cumplimiento de la normativa

- Niveles de iluminación bajos.
- Uniformidad reducida.
- Eficiencia energética mejorable.



# Análisis de la situación actual.

## Principales defectos

### Otros defectos

- Zonas específicas mal iluminadas.
- Consumo energético y coste económico elevados.



# Propuestas de mejora.

## Mejoras Tecnológicas Propuestas

- Sustitución de lámparas existentes con tecnologías relativamente obsoletas por otras más eficientes, basadas principalmente en soluciones LED.
- Introducción de luminarias más eficientes con curvas de distribución luminosa más adaptadas a cada ubicación.
- Cambio de orientación de algunas de las luminarias para cubrir mejor las superficies.
- Introducción de más puntos de luz con menor potencia unitaria para mejorar los niveles de uniformidad.



# Propuestas de mejora.

## Mejoras Tecnológicas Propuestas

- Introducción de balastos electrónicos allí donde se mantengan tubos fluorescentes y estos vayan con balasto electromagnético.

| COMPARACIÓN ENTRE BALASTO CONVENCIONAL Y BALASTO ELECTRÓNICO                |       |                                                                            |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Luminaria con tubos fluorescentes 2 x 58 W con <b>balasto convencional.</b> |       | Luminaria con tubos fluorescentes 2 x 51 W con <b>balasto electrónico.</b> |       |
| POTENCIA ABSORBIDA                                                          |       | POTENCIA ABSORBIDA                                                         |       |
| Lámparas (2 x 58 W)                                                         | 116 W | Lámparas (2 x 51 W)                                                        | 102 W |
| Balasto convencional                                                        | 30 W  | Balasto electrónico                                                        | 11 W  |
| TOTAL                                                                       | 146 W | TOTAL                                                                      | 113 W |
| DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO                                              |       | 22,60 %                                                                    |       |

### BALASTOS ELECTRÓNICOS

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- No producen zumbidos ni otros ruidos.

# Resultados.

## Claustro

Cambio de orientación de los focos de pared.



**Mejor uso de la potencia instalada.**

Incremento del número de focos en el techo, uso de modelos menos potentes.



**Mayor uniformidad.**

Adición de luminarias especiales en el suelo.



**Mayor iluminancia, estética mejorada.**

# Resultados.

## Claustro



Cambio de orientación de los focos



Luminarias en el suelo



# Resultados.

## Hall

Cambio de bombillas de bajo consumo por LEDs equivalentes.

Adición de filas extra de luminarias en pasillos.

Cambio de posición de los proyectores del techo.



**Consumo similar.**

**Iluminancia mucho mayor.**

**Uniformidad mejorada.**

**Potencia mejor aprovechada.**



# Resultados.

## Hall



Doble fila de luminarias



Reemplazamiento de los proyectores



## Aulas

Aspectos mejorables



**Iluminación de superficies importantes.**

**Consumo energético.**

**Aumentar la iluminación media.**

Criterios principales:

- Funcionalidad
- Eficiencia

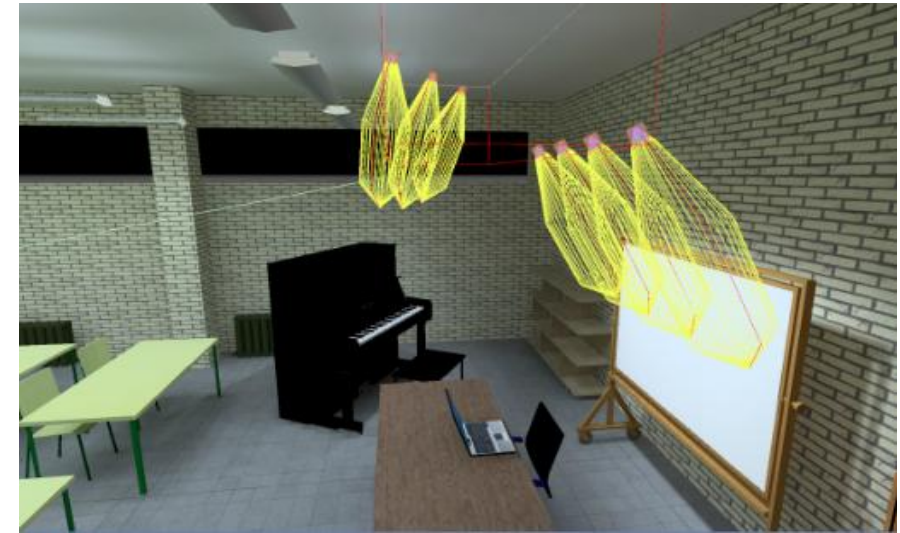
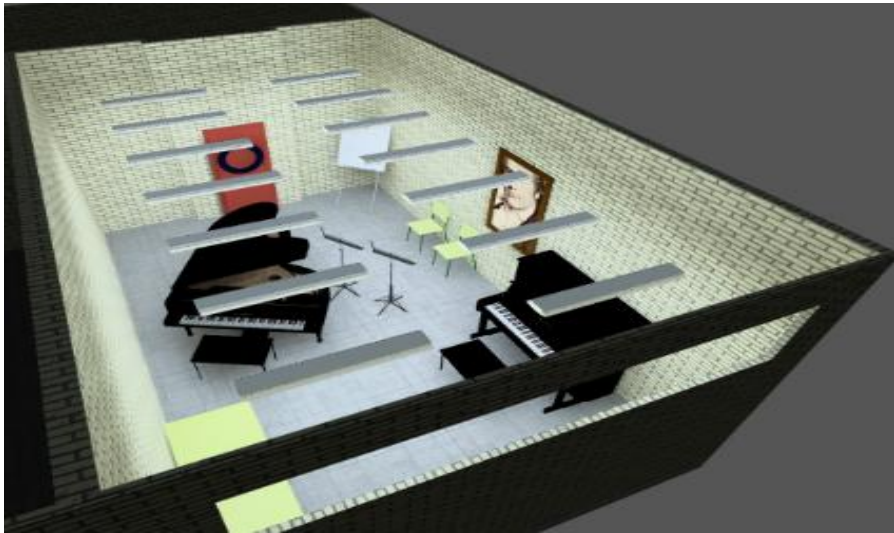


## Aulas

Individual



Colectiva



**Instalación actual:** Aceptable, pero poco eficiente y versátil.

Objetivos



**Adaptar la iluminancia, la uniformidad  
y los deslumbramientos.**

**Crear una iluminación más versátil.**

Criterios:

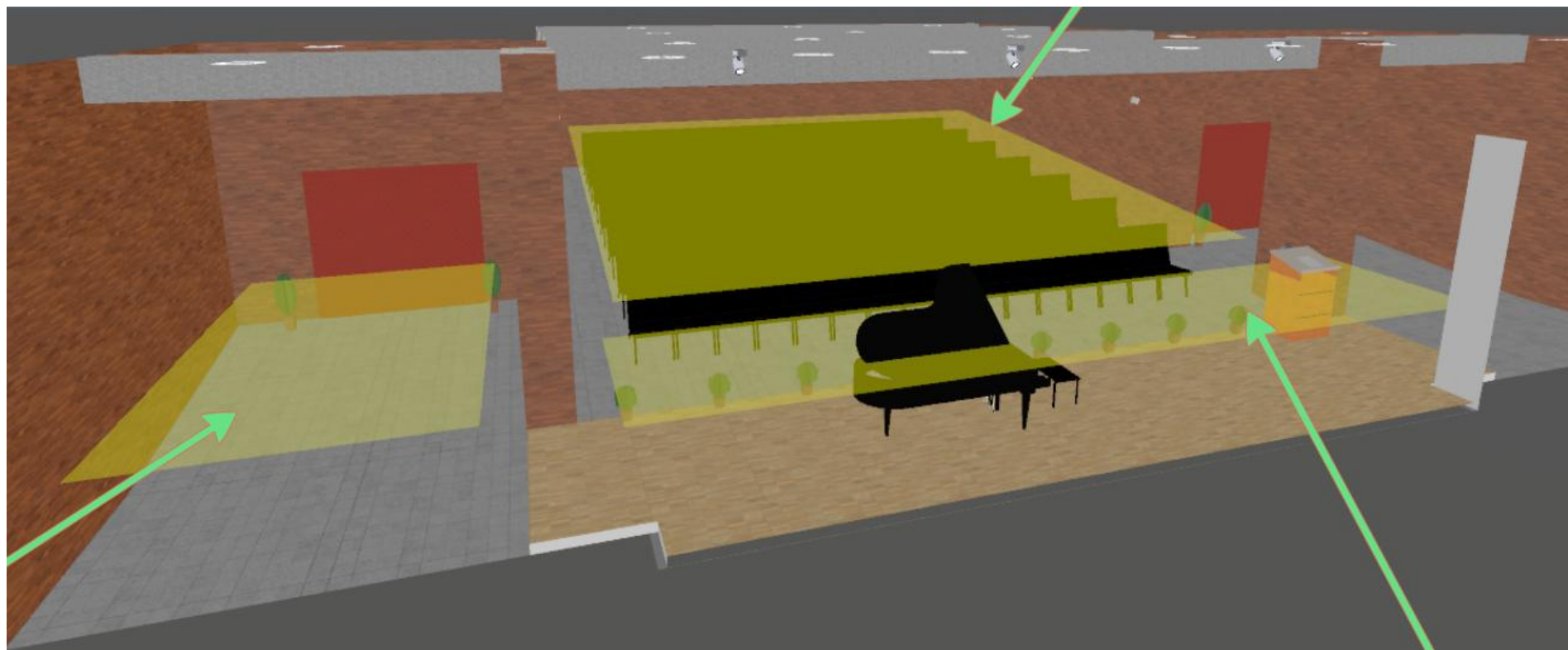
- Estética
- Funcionalidad
- Adaptabilidad

# Resultados.

## Salón de actos

### 3 áreas de cálculos diferentes

Butacas

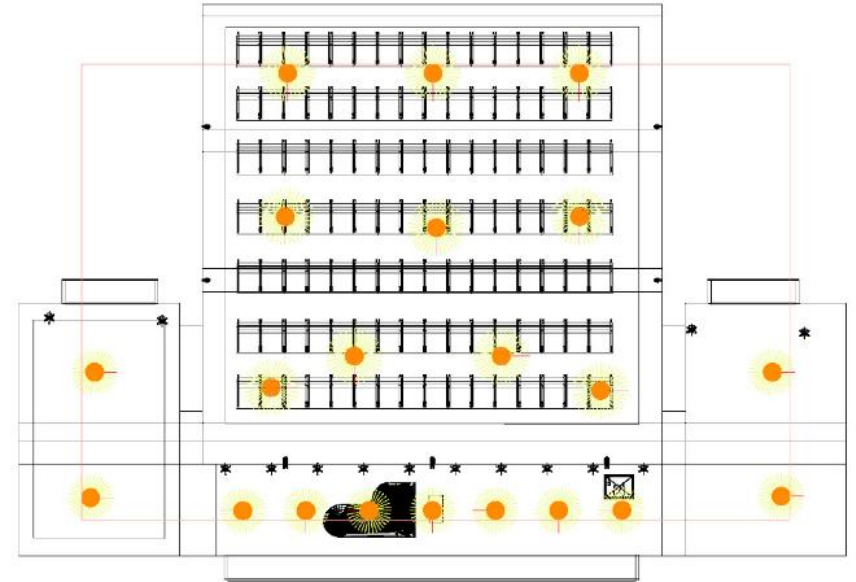
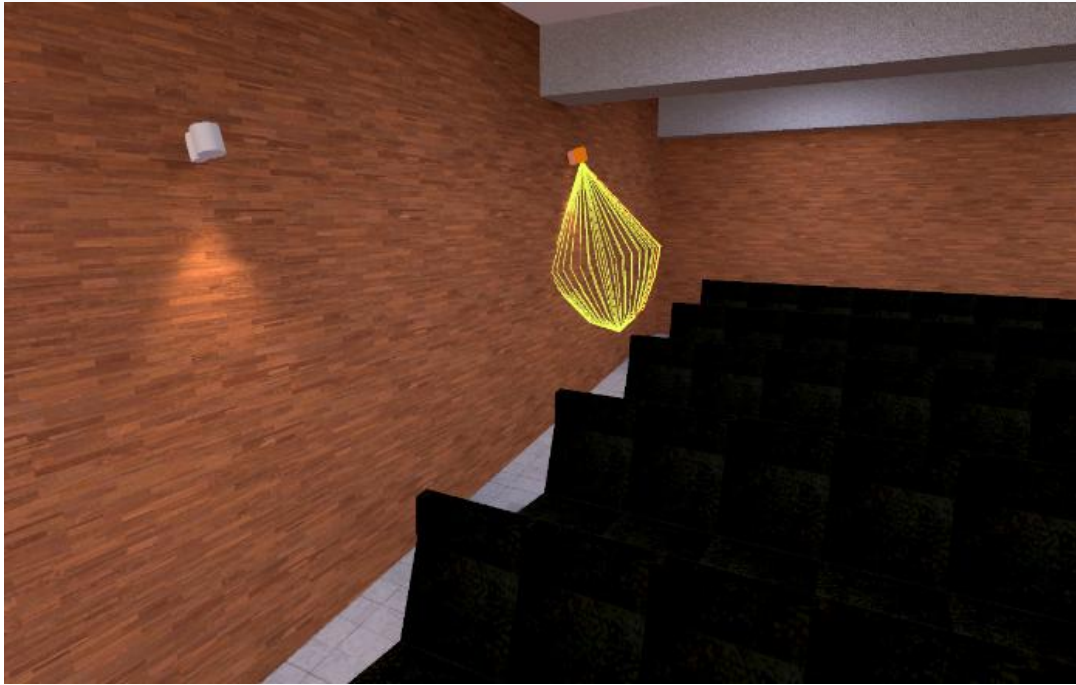


Pasillo

Escenario

# Resultados.

## Salón de actos



# Resultados.

## Balance global

**Reducción de un 12% en la potencia total de la instalación de alumbrado.**

17.836 W  15.653 W

**Clara mejora de los niveles de iluminancia y uniformidad conforme a Normativa.**

|                   |             | Claustro | Hall | Aulas | Salón de Actos |
|-------------------|-------------|----------|------|-------|----------------|
| Iluminancia (lux) | Original    | 74       | 58   | 415   | 191            |
|                   | Exigida     | 100      | 200  | 500   | 200            |
|                   | Recomendada | 120      | 181  | 629   | 230            |
| Uniformidad       | Original    | 0,44     | 0,55 | 0,52  | 0,23           |
|                   | Exigida     | 0,5      | 0,7  | 0,7   | 0,7            |
|                   | Recomendada | 0,5      | 0,77 | 0,68  | 0,78           |

## *Conservatorio de Música “Mestre Tàrrega” de Castelló*

**Del presente estudio de mejora del diseño de una instalación de alumbrado interior correspondiente a un edificio polifuncional con unos cuantos años se pueden extraer las siguientes conclusiones:**

- ***Con el paso de los años, el cambio tecnológico y las variaciones normativas dejan este tipo de instalaciones totalmente obsoletas.***
- ***La introducción de tecnología eficiente y de calidad basadas principalmente en LED permiten mejorar las prestaciones de la instalación, cumpliendo nuevamente la normativa vigente, y reduciendo en gran medida el consumo energético.***
- ***En la actualidad, la introducción del LED permite integrar diseños mucho más funcionales y mejor adaptados a nivel estético al entorno.***





*Energy  
Efficiency Foundation*