

*Módulo 2.6 – Caso 2:  
Propuesta de mejora de la  
iluminación en el Pabellón  
"Ciutat Esportiva" 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.*

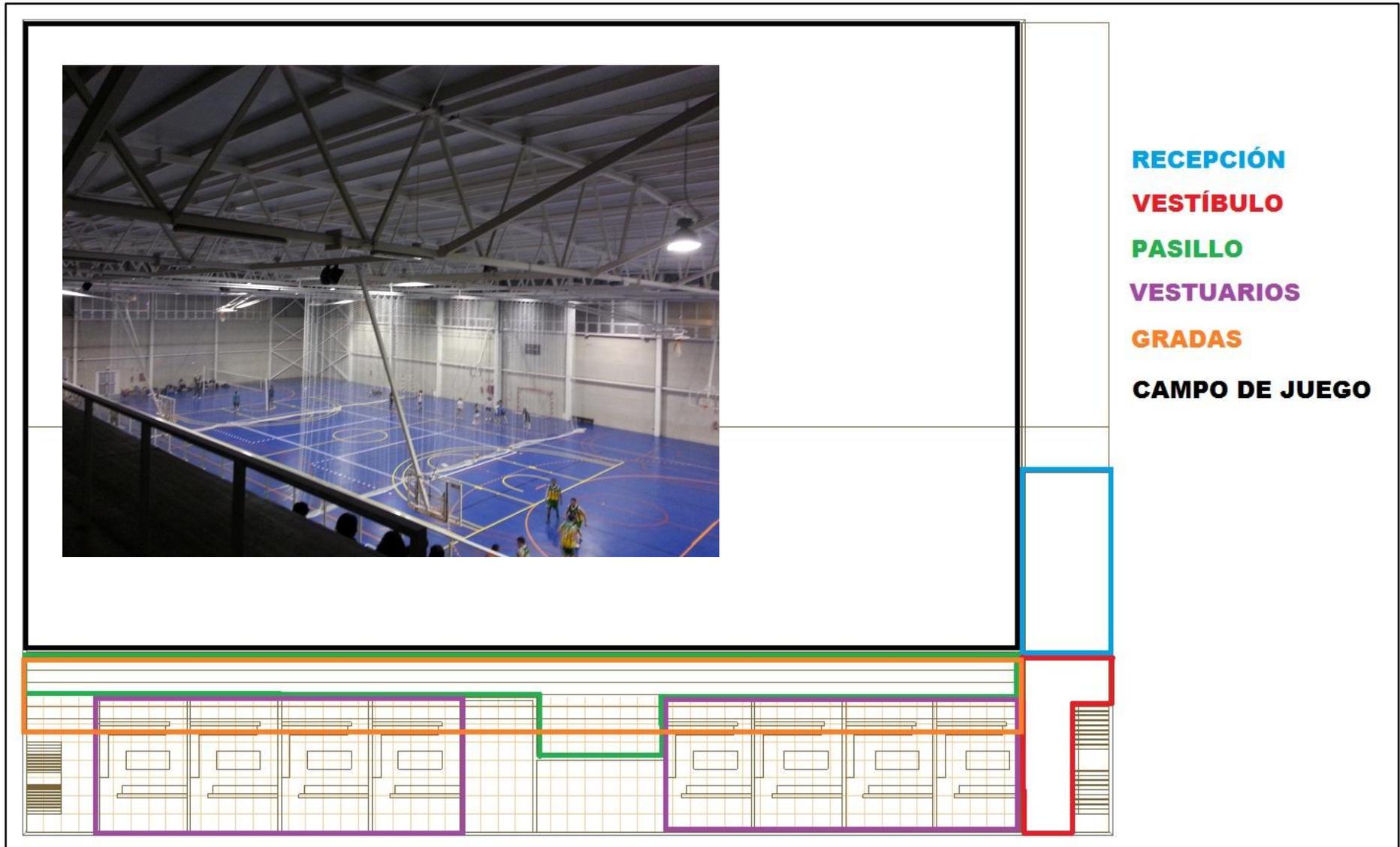
### *Pabellón Ciutat Esportiva*

Inaugurado en 2011 y destinado a albergar eventos deportivos de variados tipos, pero básicamente balonmano. Capacidad para 600 espectadores.



# Descripción de la Instalación.

## Zonas a analizar



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

**Documento Básico HE**

**Ahorro de energía**

- HE 1 Limitación de demanda energética
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Abril 2009

**norma española** UNE-EN 12193

Noviembre 2000

**TÍTULO** Iluminación  
Iluminación de instalaciones deportivas

*Light and Lighting. Sports lighting.  
Lumière et éclairage. Éclairage des installations sportives.*

**CORRESPONDENCIA** Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12193 de agosto 1999.

**OBSERVACIONES**

**ANTECEDENTES** Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 72 Iluminación y Color cuya Secretaría desempeña ANFALUM.

**norma española** UNE-EN 12464-1

Octubre 2003

**TÍTULO** Iluminación  
Iluminación de los lugares de trabajo  
Parte 1: Lugares de trabajo en interiores

*Light and lighting. Lighting of work places. Part 1: Indoor work places.  
Lumière et éclairage. Éclairage des lieux de travail. Partie 1: Lieux de travail intérieurs.*

**CORRESPONDENCIA** Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12464-1 de noviembre de 2002.

**OBSERVACIONES**

**ANTECEDENTES** Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 72 Iluminación y Color cuya Secretaría desempeña ANFALUM.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 43648-2003

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación  
C/Olimpia, 6 28004 MADRID España Teléfono 91 432 60 00 Fax 91 310 40 32

43 Páginas  
Grupo 27

# Normativa.

## Parámetros a tener en cuenta según Normativa

### Nivel de Iluminación

- Pista →
- Vestíbulo y control de acceso → 100 lux.
- Gradas → 100 lux con incorporación de luces de balizamiento en peldaños de acceso a gradas.
- Vestuarios → Nivel mínimo de iluminación artificial de 150 lux. Luminarias protegidas contra los impactos y agua con difusores.

Clase	Iluminación Horizontal (1.5 m altura)	Uniformidad Min/Med	Rendimiento Cromático (Ra)
I	750	0.7	> 60
II	500	0.7	> 60
III	200	0.5	> 20

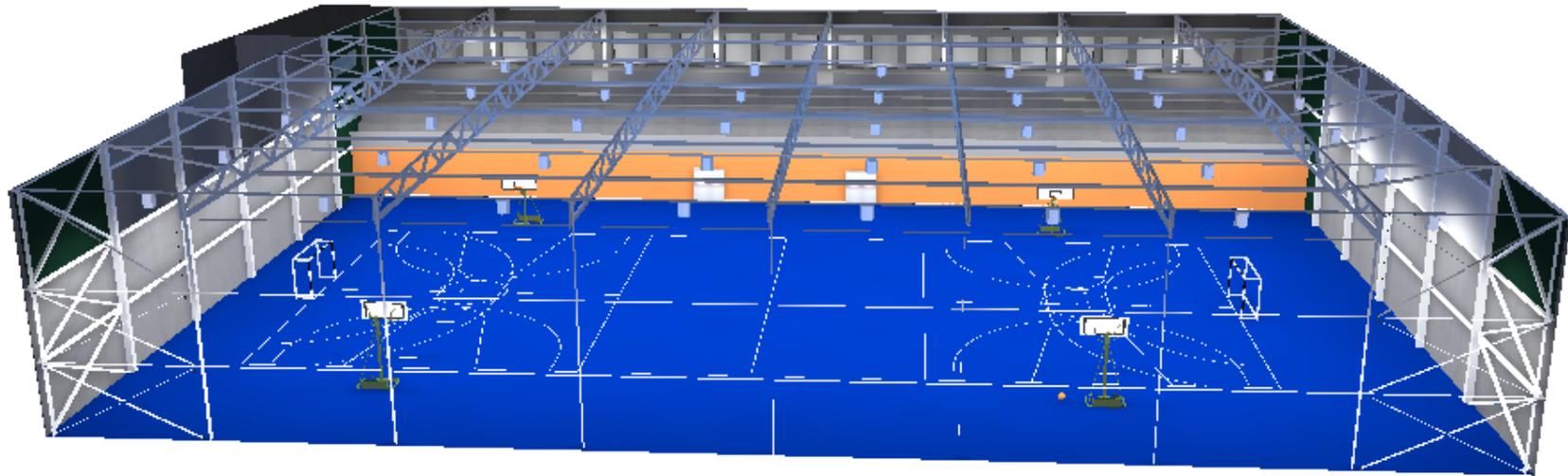
### Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

# Análisis de la situación actual.

## Modelo en 3D del Pabellón con programa DIALux



# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en la recepción

### Representación modelo en 3D

#### Aspectos a cumplir

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
300	0,3	3



#### Tecnologías de luminaria y lámparas usadas inicialmente

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Trilux	AtrisPlus M73	Tubos fluorescentes	4 x 18 W	Balasto electrónico



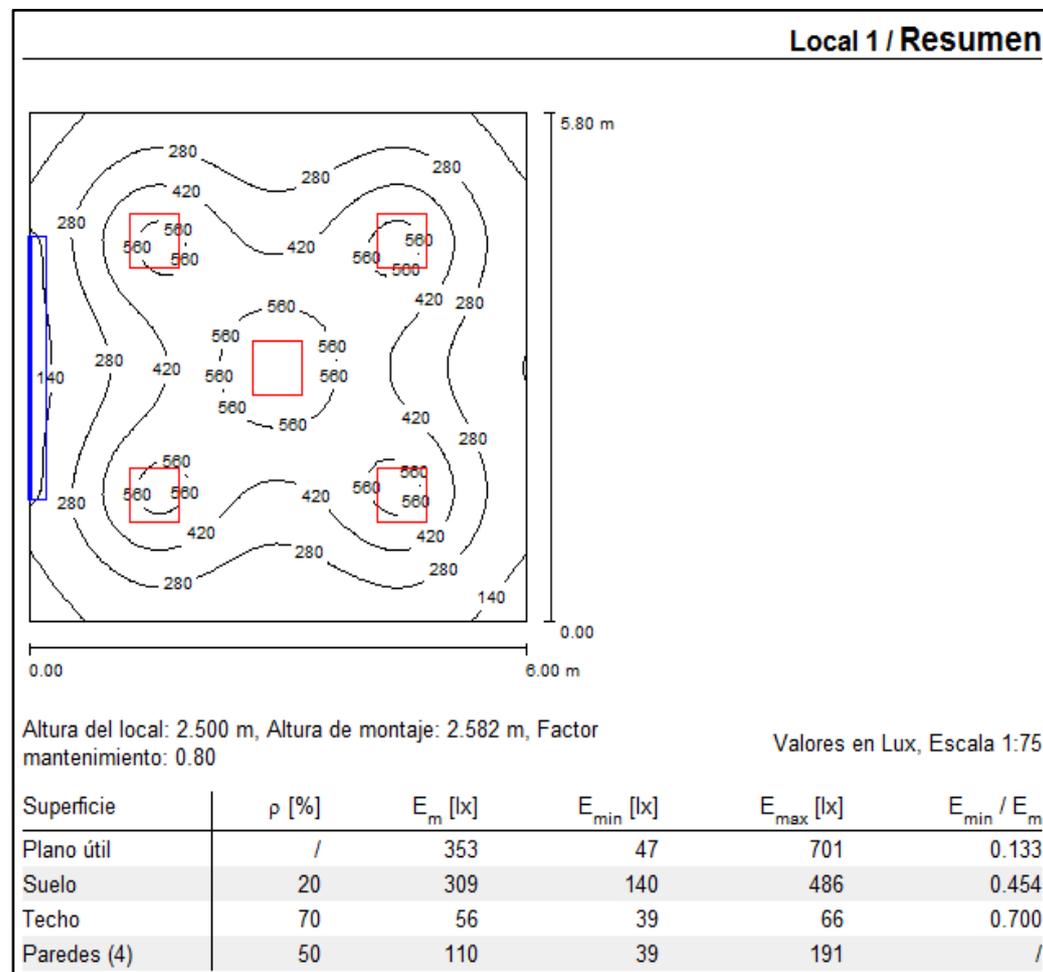
# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en la recepción

### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>353</b>	<b>0,133</b>	<b>3,09</b>

### Mapa isolíneas de la zona

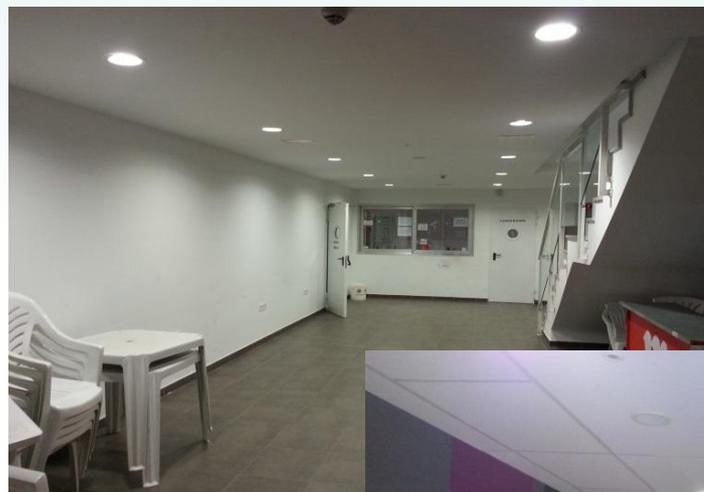


# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en vestíbulos y pasillos

### Aspectos a cumplir

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
100	0,5	4



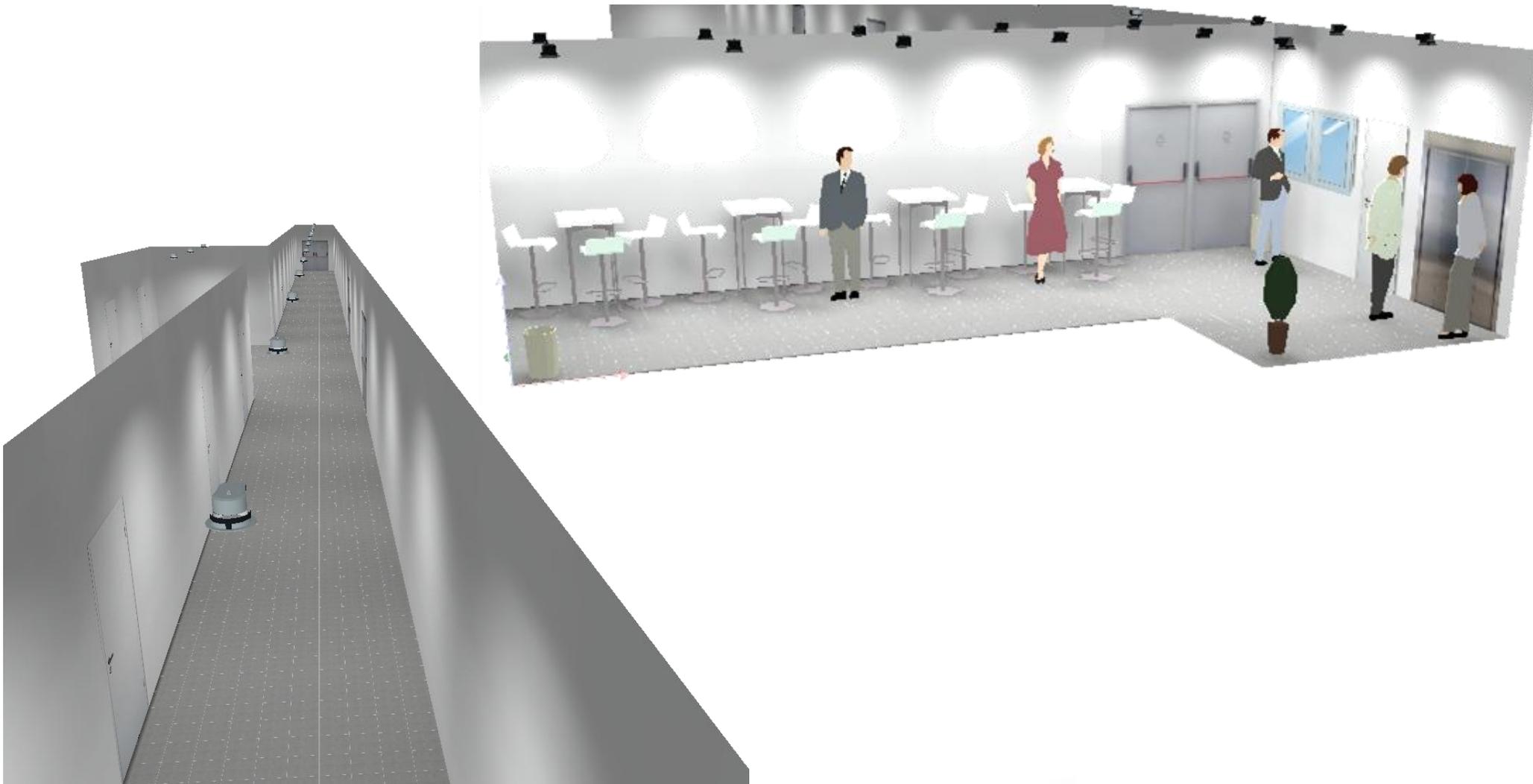
### Tecnologías de luminaria y lámparas usadas inicialmente

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Philips	Fugato FBS261 2xPL-C/4P26W/840	Fluorescente compacta	2 x 26 W	Balasto electrónico

# Análisis de la situación actual.

*Iluminación en vestíbulos y pasillos*

**Representación modelo en 3D**



# Análisis de la situación actual.

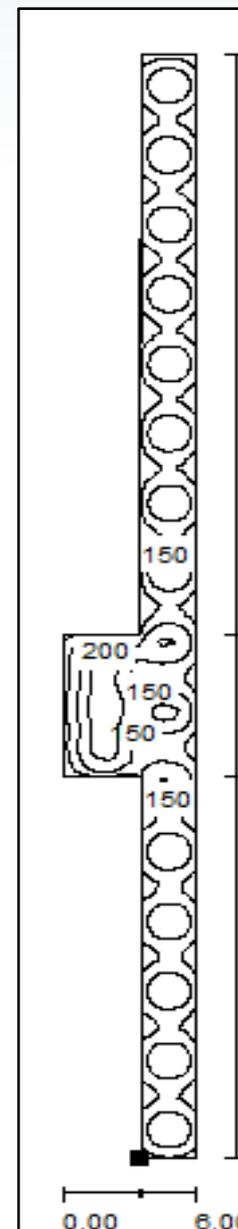
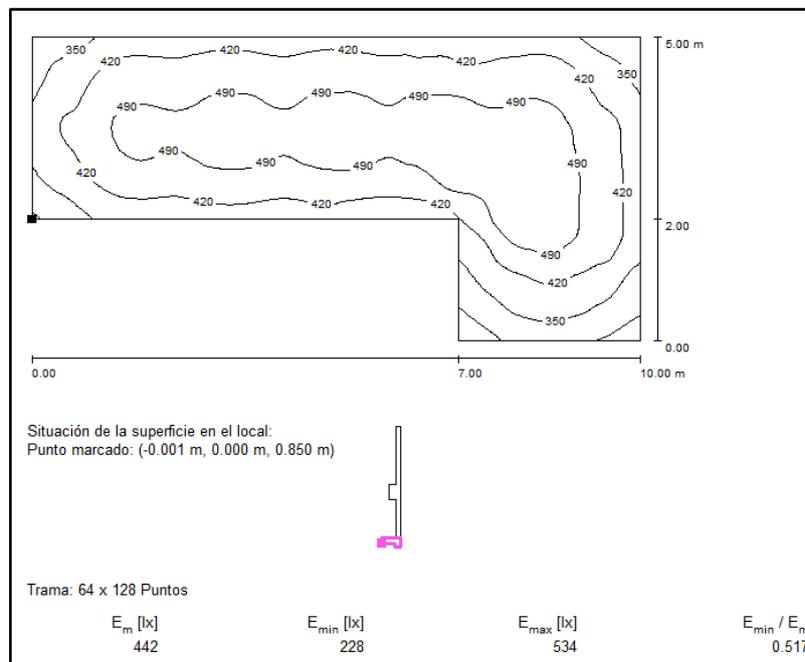
## Iluminación en vestíbulos y pasillos

### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
442	0,517	4,575

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
139	0,169	4,062

Mapa isolínea de la zona de vestíbulos y pasillos

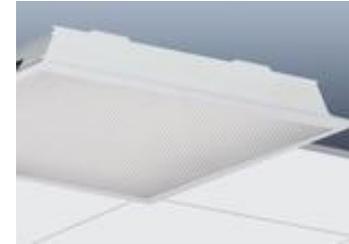


# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en vestuarios

### Tecnologías de luminaria y lámparas usadas inicialmente

Marca	Modelo	Lámpara	Grado de Protección	Potencia	Equipo auxiliar
Trilux	Enterio M73 OA-IP 418 E	Tubos fluorescentes	IP54	4 x 18 W	Balasto electrónico



### Aspectos a cumplir

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
150	0,3	4



# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en vestuarios

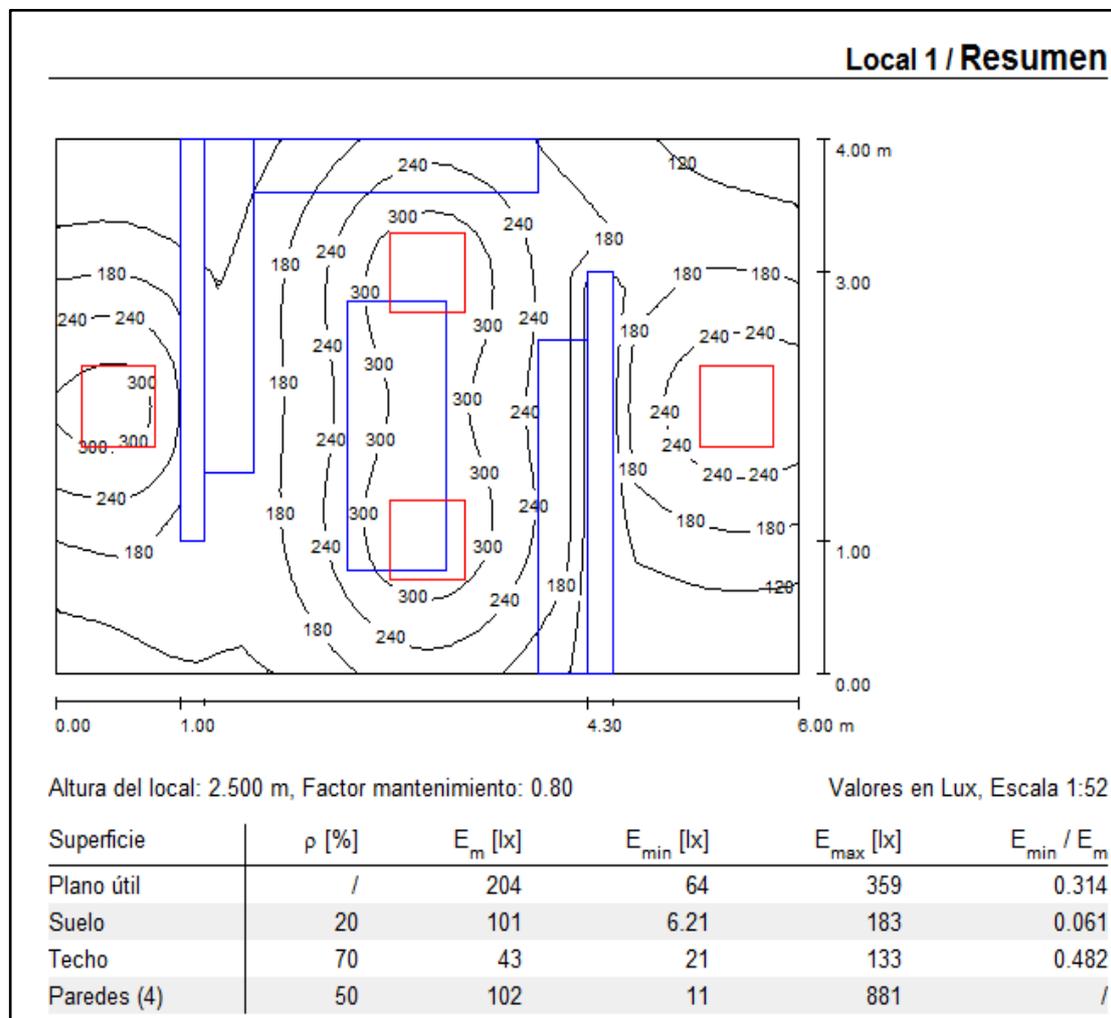
### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
204	0,314	6,22

### Representación modelo en 3D



### Mapa isolíneas de la zona de vestíbulos

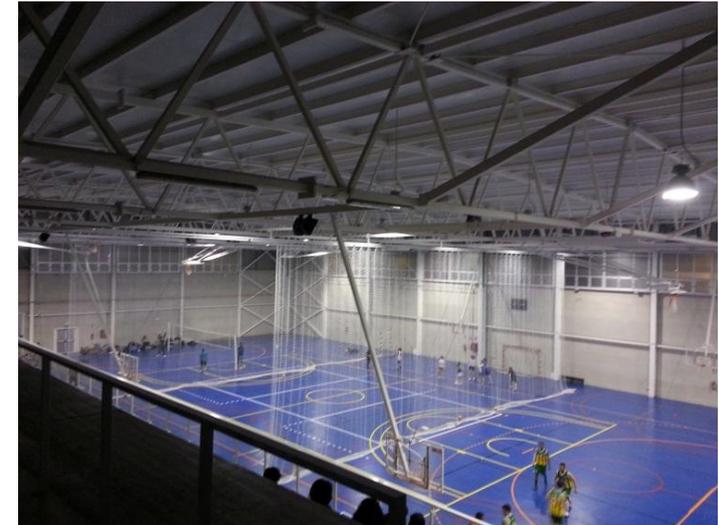


# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en gradas

### Tecnologías de luminaria y lámparas usadas inicialmente

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Philips	TCW060	Tubos fluorescentes	2x58 W	Balasto electrónico



### Aspectos a cumplir

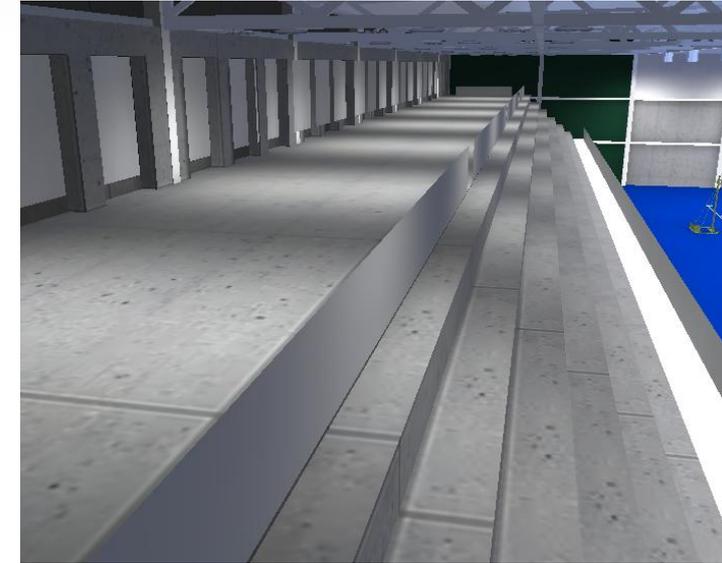
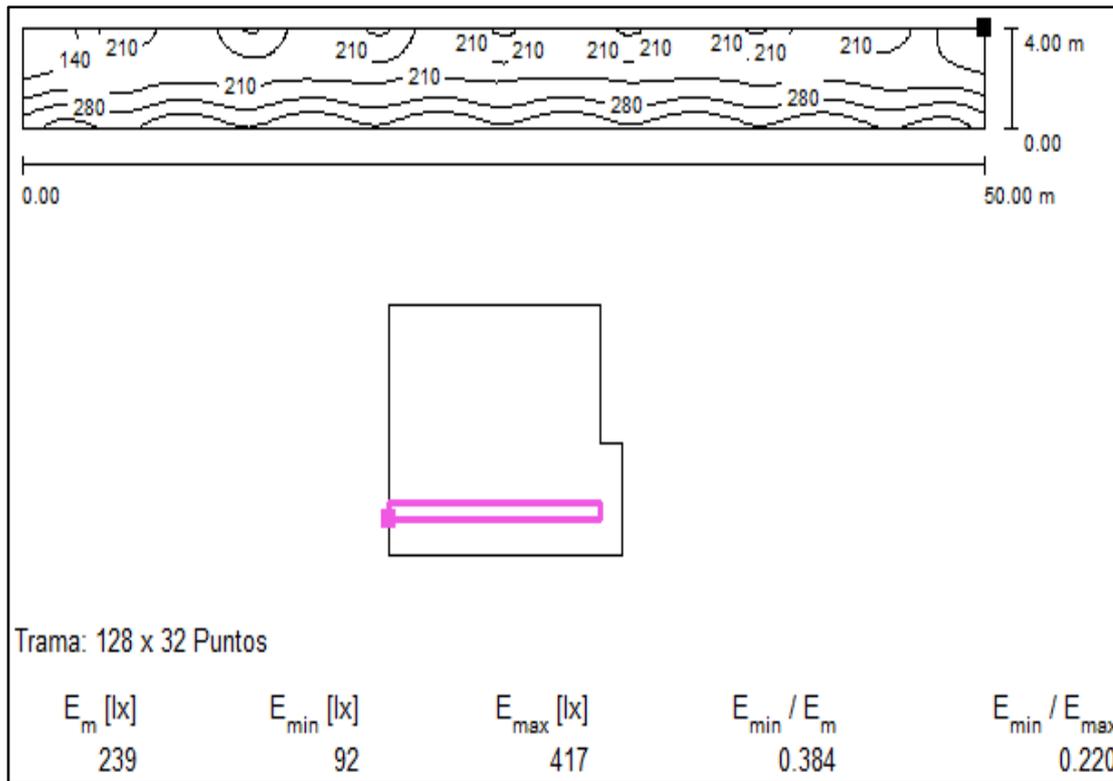
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
100	-	6

# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en gradas

### Representación en 3D de la zona iluminada

### Mapa isolíneas de la grada



### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
239	0,384	2,15

# Análisis de la situación actual.

## Iluminación en pista - Dos situaciones posibles: Competición y Entrenamiento

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Simon Lighting	IN20	Halogenuros metálicos	400 W	Arrancador



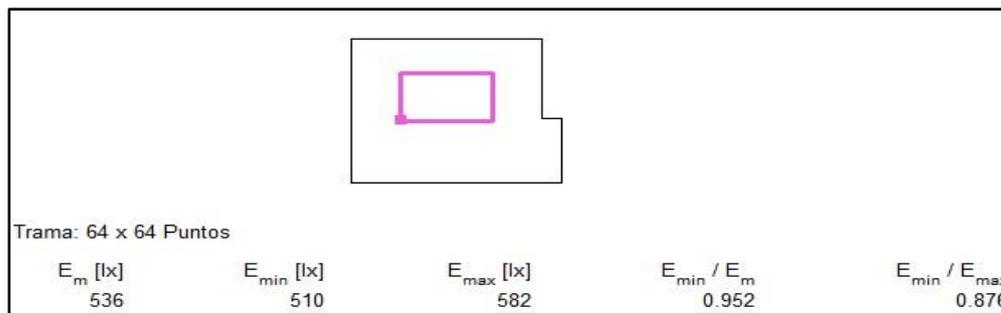
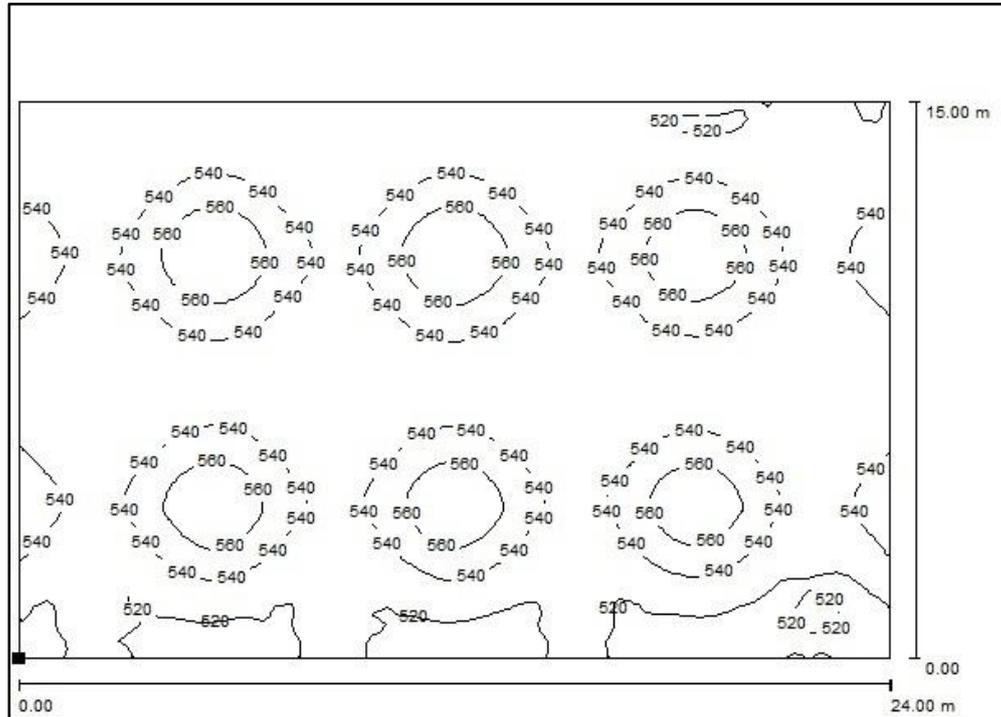
### Aspectos a cumplir

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
500	0,7	4
200	0,5	4

Competición y Entrenamiento

## Iluminación en pista

### Mapa isolíneas en la pista: Competición

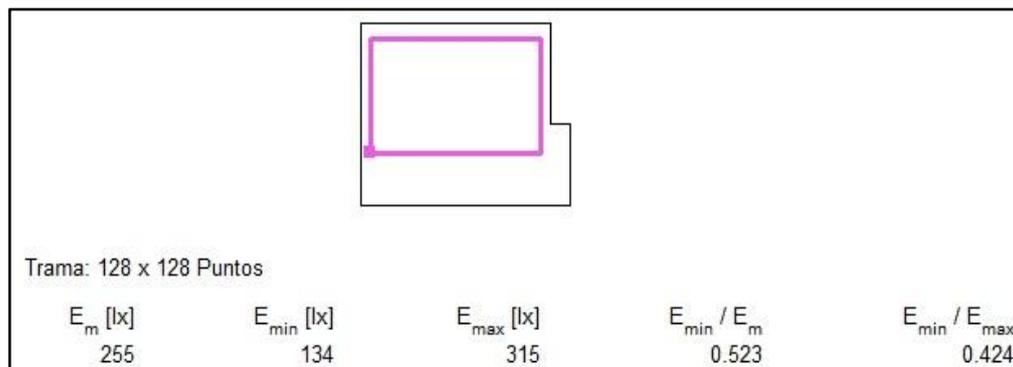
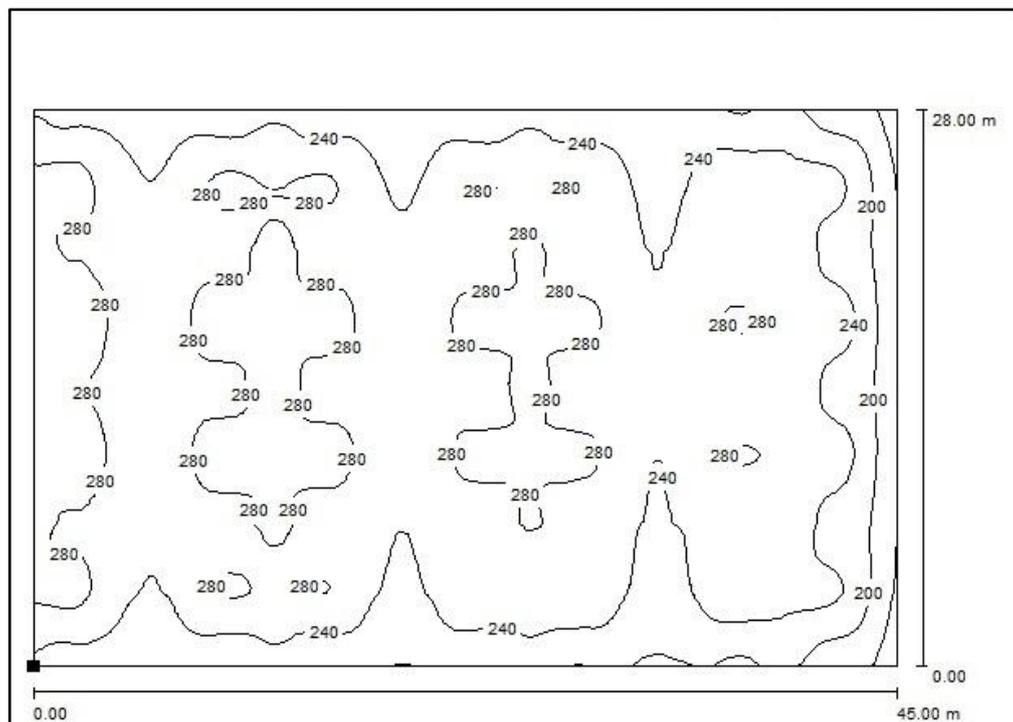


### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>536</b>	<b>0,952</b>	<b>1,91</b>

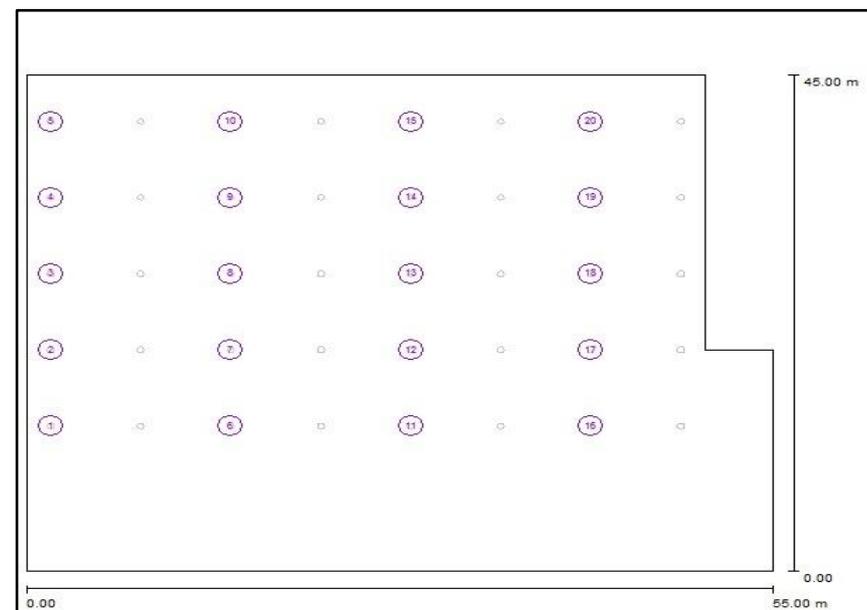
## Iluminación en pista

### Mapa isolíneas en la pista: Entrenamiento



### Resultados obtenidos en el análisis

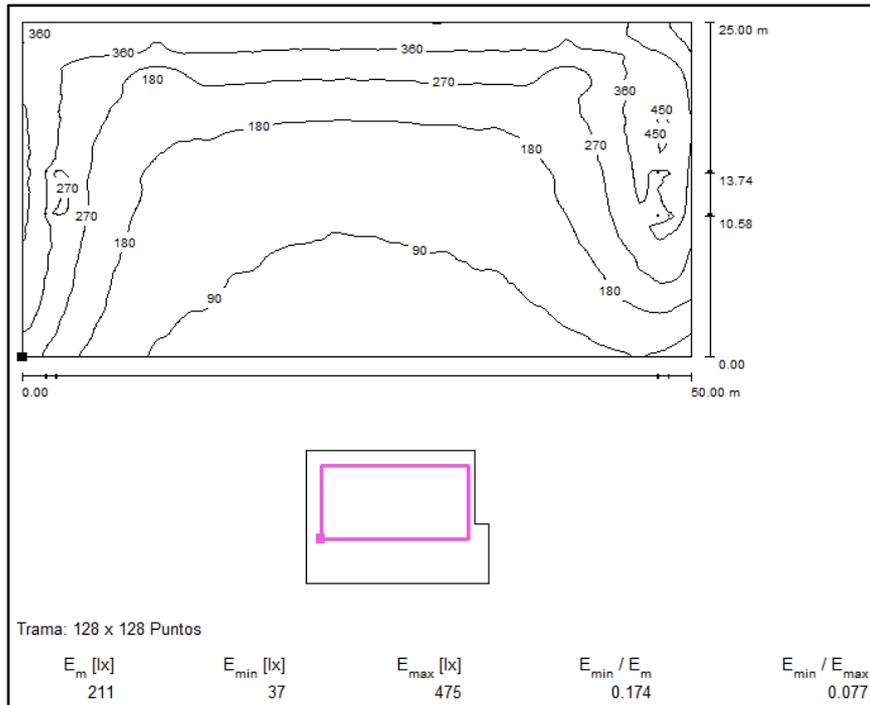
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
255	0,523	1,9



# Análisis de la situación actual.

## Pista con iluminación diurna

### Mapa isolíneas de la zona



### Resultados obtenidos en el análisis

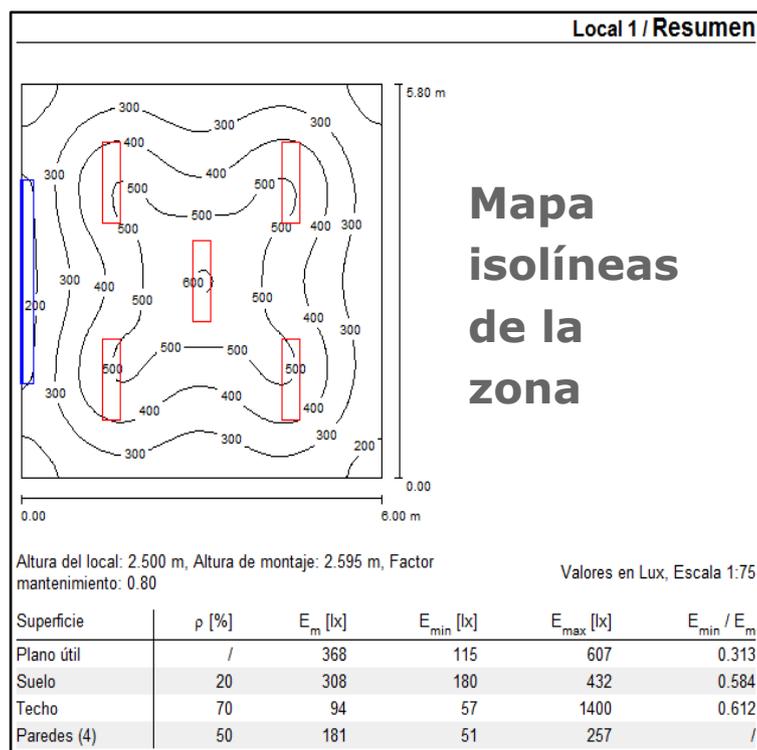
Iluminancia horizontal	Uniformidad
<b>211</b>	<b>0,174</b>

# Propuestas de mejora.

## Iluminación en la recepción

### Uso de nuevas luminarias con una nueva disposición en planta

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Trilux	Liventy Flat 300 OT	Tubos LED	4 x 10 W	No



### Resultados obtenidos en el análisis

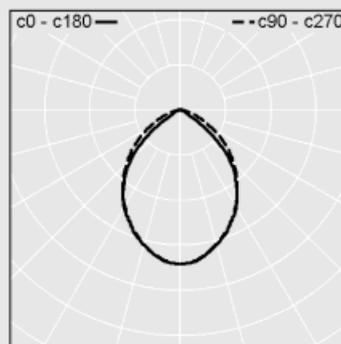
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>368</b>	<b>0,313</b>	<b>1,56</b>

## Iluminación en la recepción

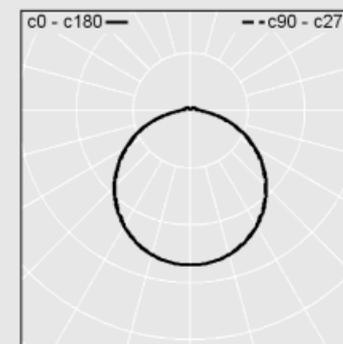
	AtrisPlus M73	Liventy Flat 300 OT
Potencia	4 x 18 W	4 x 10 W
Potencia conjunto	76 W	40 W
Cantidad	5	5
Flujo luminoso	5.200 lm	3.900 lm
Eficacia luminosa	69 lm/W	98 lm/W
Temperatura de color	4.000 K	4.000 K
Ra	75	>80
Duración	7.000 h	50.000 h

Curva fotométrica

AtrisPlus M73 RLE 418  
distribución de la intensidad luminosa



Liventy Flat 600 OT 314 01  
distribución de la intensidad luminosa

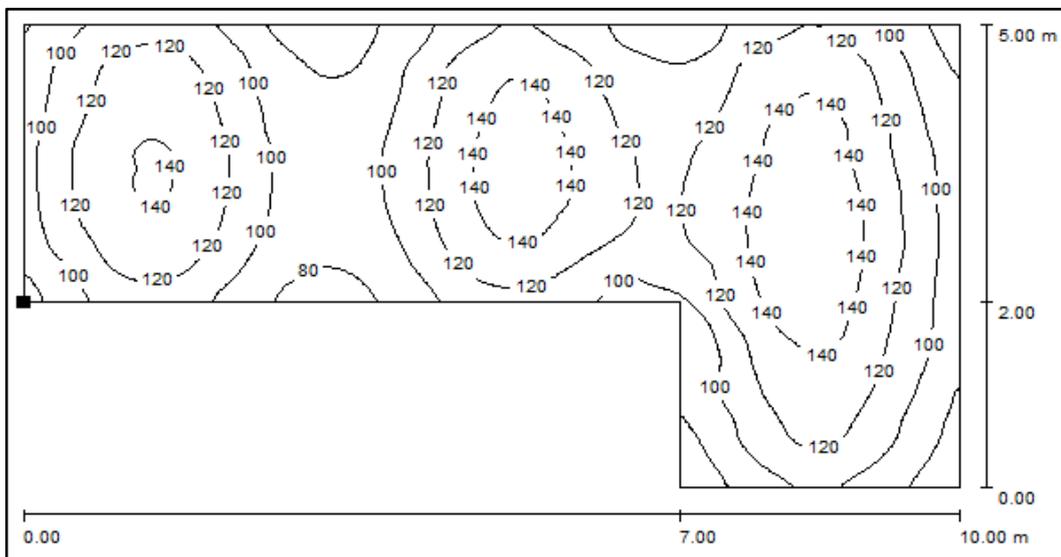


# Propuestas de mejora.

## Iluminación en el vestíbulo

### Uso de nuevas luminarias con una nueva disposición en planta

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Cantidad	Equipo auxiliar
Philips	CoreLine Downlight DN125B 1xLED10S/840	LED	13 W	7	No



Mapa isolíneas de la zona

### Resultados obtenidos en el análisis

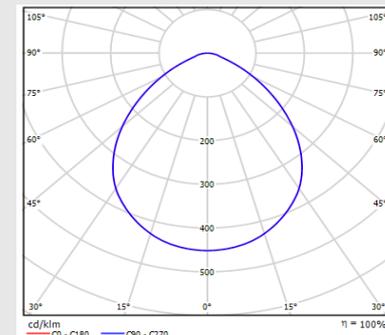
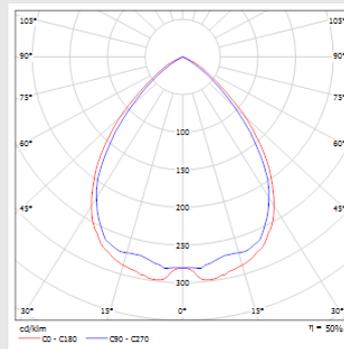
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
116	0,563	2,277

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
116	65	156	0.563

## Iluminación en el vestíbulo

	Philips Fugato FBS 261	Philips CoreLine Downlight DN125B
Potencia	2 x 26 W	13 W
Potencia conjunto	52 W	14 W
Cantidad	14	7
Flujo luminoso	3.500 lm	1.100 lm
Eficacia luminosa	69 lm/W	79 lm/W
Temperatura de color	3.000 K	4.000 K
Ra	83	>80
Duración	10.000 h	30.000 h

Curva Fotométrica



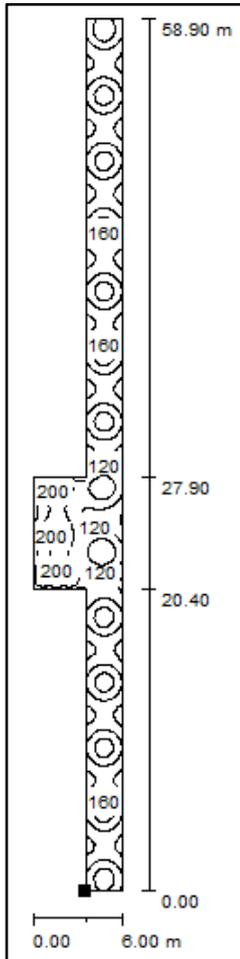
# Propuestas de mejora.

## Iluminación en el pasillo

### Simple sustitución de luminarias por nuevo modelo



### Mapa isolíneas de la zona



Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Cantidad	Equipo auxiliar
Philips	CoreLine Downlight DN125B 1xLED20S/840	LED	24 W	17	No

### Resultados obtenidos en el análisis

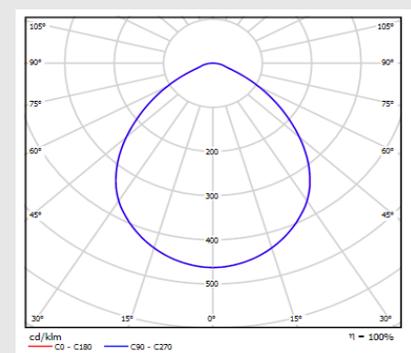
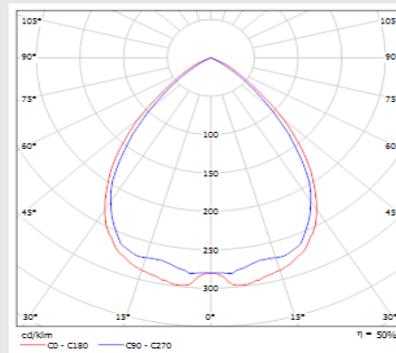
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
125	0,515	1,834

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
125	64	219	0.515

## Iluminación en el pasillo

	Philips Fugato FBS 261	Philips CoreLine Downlight DN125B
Potencia	2 x 26 W	24 W
Potencia conjunto	52 W	27 W
Cantidad	19	17
Flujo luminoso	3.500 lm	2.000 lm
Eficacia luminosa	69 lm/W	74 lm/W
Temperatura de color	3.000 K	4.000 K
Ra	83	>80
Duración	10.000 h	30.000 h

Curva Fotométrica



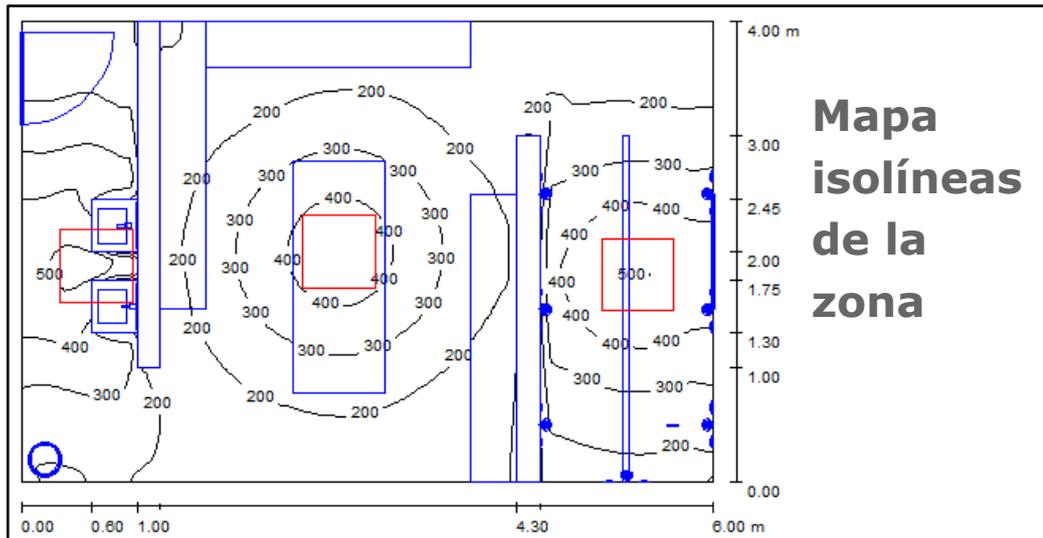
# Propuestas de mejora.

## Iluminación en vestuarios

Marca	Modelo	Lámpara	Grado de Protección	Potencia	Equipo auxiliar
Trilux	Fidesca BS-625 T	Tubos LED	IP 54	50 W	No



### Redistribución de las nuevas luminarias:



**Mapa isolíneas de la zona**

### Resultados obtenidos en el análisis

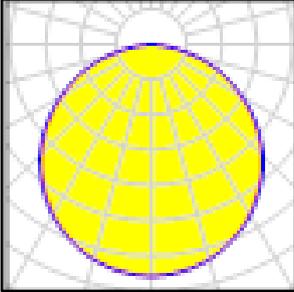
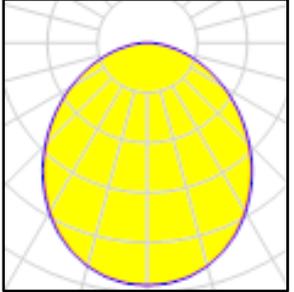
Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>257</b>	<b>0,340</b>	<b>2,43</b>

Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.595 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	257	87	555	0.340
Suelo	55	141	9.05	285	0.064
Techo	70	109	35	245	0.326
Paredes (4)	74	163	16	804	/

## Iluminación en vestuarios

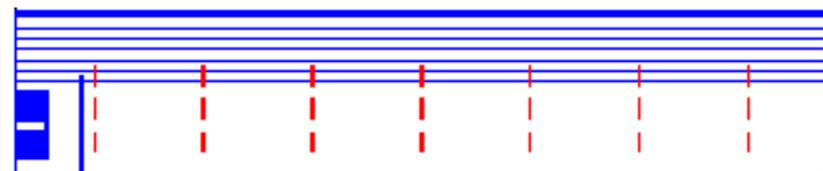
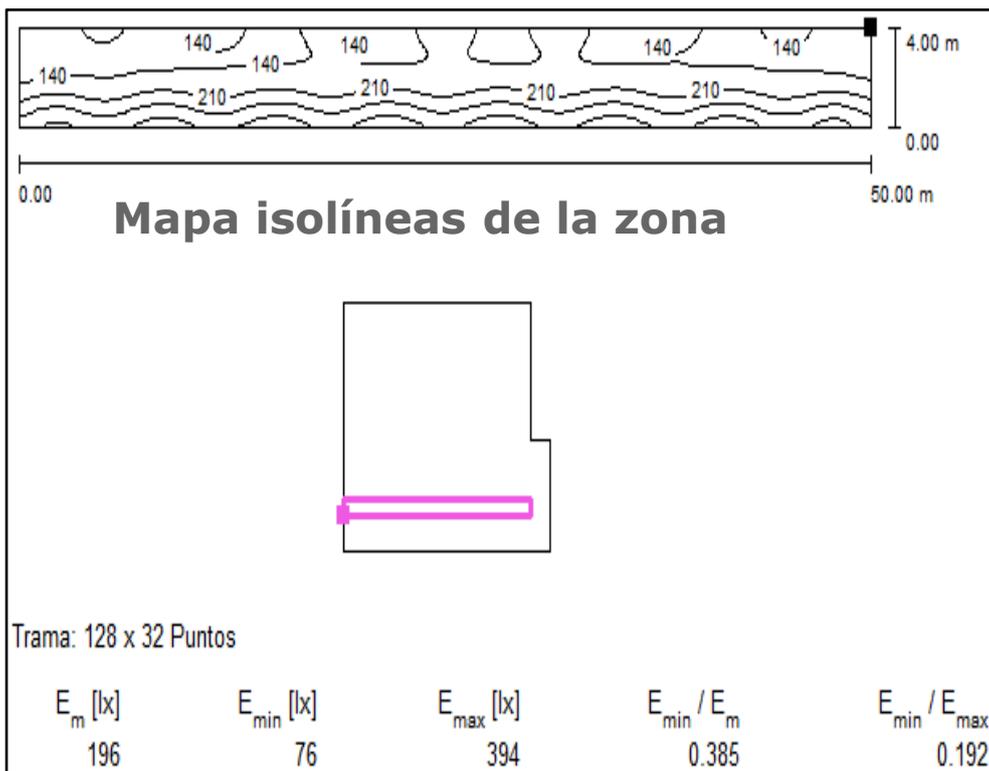
	M73 Enterio M73 OA-IP 418 E	Fidesca BS-625 T
Potencia	4 x 18 W	50 W
Potencia conjunto	76 W	50 W
Cantidad	4	3
Protección	IP 54	IP 54
Flujo luminoso	5.200 lm	3.900 lm
Eficacia luminosa	73 lm/W	98 lm/W
Temperatura de color	4.000 K	4.000 K
Ra	75	>80
Duración	8.000 h	50.000 h
Curva fotométrica		

# Propuestas de mejora.

## Iluminación en gradas

### Redistribución de la disposición en planta de las nuevas luminarias

Marca	Modelo	Lámpara	Potencia	Equipo auxiliar
Philips	BN120C	LED	21 W	No



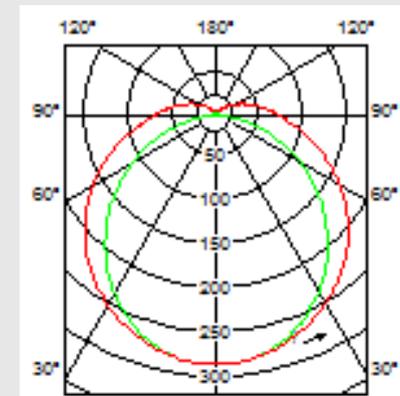
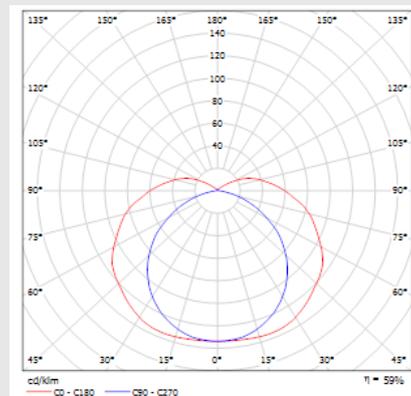
### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>196</b>	<b>0,385</b>	<b>2</b>

## Iluminación en gradas

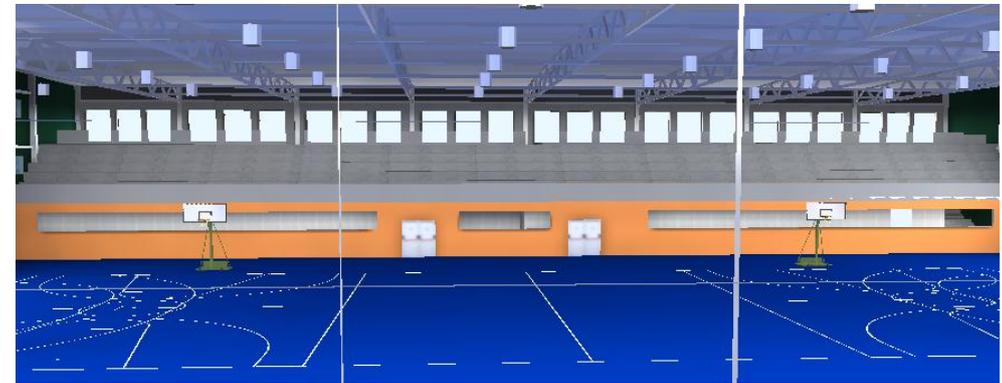
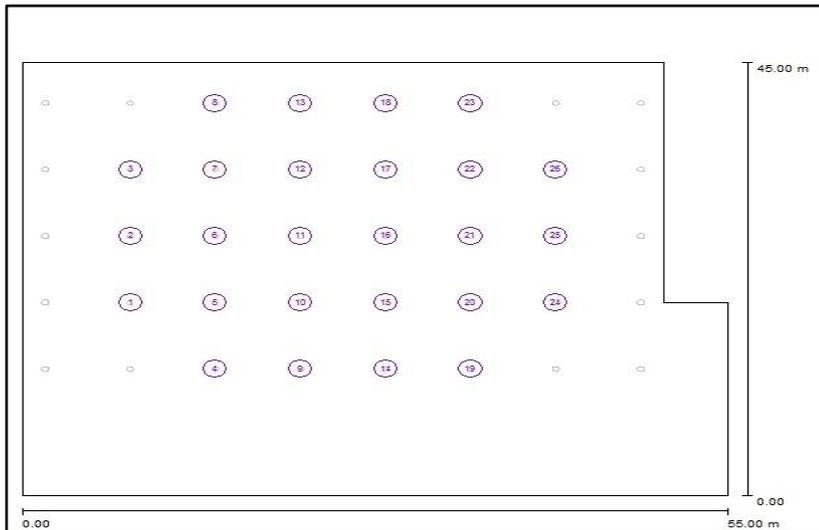
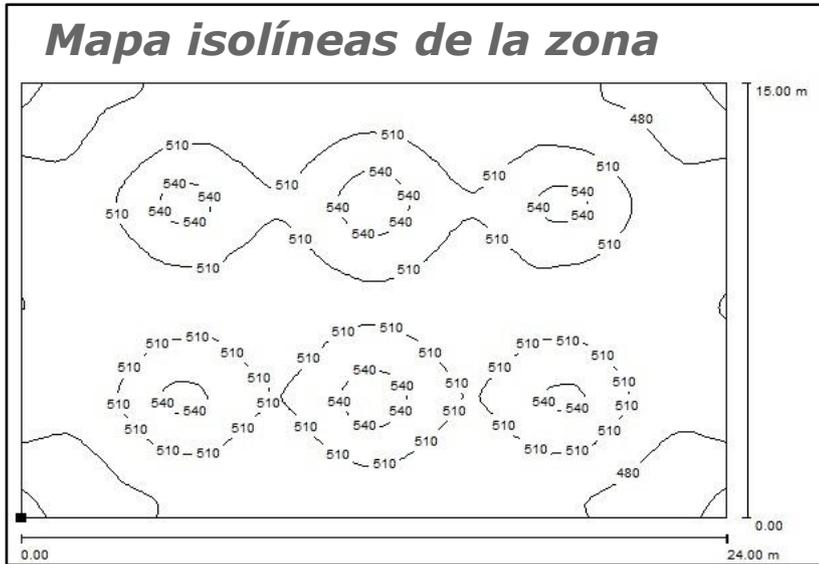
	Philips TCW060	Philips BN120C
Potencia	2 x 58 W	1 x 21 W
Potencia conjunto	116 W	21 W
Cantidad	21	21
Flujo luminoso	5.200 lm	2.000 lm
Eficacia luminosa	69 lm /W	95 lm/W
Temperatura de color	4.000 K	4.000 K
Ra	75	>80
Duración	12.000 h	40.000 h

Curva fotométrica



## Iluminación en pista

### Apagado selectivo de focos por exceso de iluminación



### Resultados obtenidos en el análisis

Iluminancia horizontal	Uniformidad	VEEI
<b>503</b>	<b>0,874</b>	<b>1,75</b>

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	26	SIMON LIGHTING IN20 1xME400 E40 D526AL (1.000)	26370	31000	400.0
			Total: 685624	Total: 806000	10400.0

Valor de eficiencia energética:  $4.43 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 2350.00 m<sup>2</sup>)

## Balance de potencia utilizada antes y después de la auditoría

Zona	Antes			Ahora		
	Luminarias	Potencia lámpara	Potencia total	Luminarias	Potencia lámpara	Potencia total
Recepción	5	4 x 18 W	380 W	5	4 x 10 W	200 W
Vestíbulo (x3)	14	2 x 26 W	756 W	7	13 W	91 W
Pasillos	19	2 x 26 W	1.026 W	17	24 W	408 W
Vestuario (x6)	4	4 x 18 W	304 W	3	50 W	150 W
Grada	21	2 x 58 W	2.436 W	21	21 W	441 W
Campo	40	400 W	16.000 W	26	400 W	10.400 W
	Potencias totales		23.934 W			12.622 W

## *Pabellón “Ciutat Esportiva” de Castelló.*

**Del presente estudio de mejora del diseño de una instalación de alumbrado relativamente reciente se pueden extraer las siguientes conclusiones:**

- *A pesar de tratarse de una instalación nueva, el avance continuo de la tecnología permite mejorar la eficiencia energética con la introducción de nuevos equipos casi de forma permanente (nuevos equipos LED).*
- *Los estudios previos de diseño no siempre se cumplen durante la fase de construcción por lo que se puede llegar a incumplir, de forma puntual, la normativa vigente a pesar de presentar un buen diseño inicial.*
- *La luz diurna no siempre se aprovecha de la forma deseada.*



Energy  
Efficiency Foundation