

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Elèctrica

Títol: Il·luminació interior i exterior d'un hotel

Document: 1. Memòria

Alumne: Marc Cadanet Brujats

Tutor: Miquel Rustullet Reñe

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): setembre/2020

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	4
1.1. Antecedents	4
1.2. Objecte	4
1.3. Especificacions i abast	4
2. ESTUDI LUMÍNIC INTERIOR.....	6
2.1. Passadís	10
2.1.1. Resultats DIALux passadís	11
2.2. Lavabo	12
2.2.1. Simulació del lavabo	13
2.2.2. Resultats simulació lavabo	15
2.2.3. Estudi de l'UGR del lavabo	15
2.3. Estudi de la llum natural del dormitori	16
2.3.1. Simulació llum natural dormitori.....	18
2.4. Enllumenat general del dormitori.....	21
2.4.1. Simulació de l'enllumenat general del dormitori.....	22
2.4.2. Resultats de l'enllumenat general del dormitori	24
2.5. Enllumenat tauletes de nit	24
2.6. Làmpada de treball del dormitori	25
2.6.1. Estudi dels diferents aplics	26
2.6.2. Simulació làmpada de treball del dormitori	28
2.6.3. Estudi de l'UGR de la taula de treball	30
2.7. Balcó.....	31
2.8. Valor d'eficiència energètica de la instal·lació	32
2.9. Estudi energètic de la nova instal·lació	33
3. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE L'HABITACIÓ	34
3.1. Previsió de càrrega	34
3.2. Seccions dels cables de la instal·lació elèctrica	34
3.3. Dimensionament de les proteccions i elements de mesura	35
3.3.1. Diferencials	35
3.3.2. Magnetotèrmics.....	35
3.3.3. IGA de l'habitació	36

3.4. Dimensionament dels conductes.....	36
4. DOMÒTICA DE L'HABITACIÓ	37
4.1. Selecció dels dispositius de la instal·lació domòtica.....	40
4.1.1. Polsadors	41
4.1.2. Contactors magnètics.....	42
4.1.3. Tancament elèctric	43
4.1.4. Detector de fum i calor	44
4.1.5. Mòdul Ekinex per aplicacions d'hotel.....	46
4.1.6. Termòstat Ekinex	47
4.1.7. Card "reader" Ekinex	48
4.1.8. Card "holder" Ekinex	49
4.1.9. Font d'alimentació	50
4.2. Topologia	51
4.2.1. Direccions físiques	54
4.3. Connexionat dels dispositius entre ells	56
4.4. Adreces de grups.....	57
4.5. Assignació de les direccions de grup amb els dispositius	61
4.6. Proteccions de la instal·lació domòtica.....	64
5. IL·LUMINACIÓ EXTERIOR	66
5.1 Estudi lumínic exterior.....	66
5.2 Estudi dels controladors.....	68
5.3 Estudi dels protocols Art-Net i sACN.....	73
5.4 Software pel control dels leds	74
5.5 Especificació dels elements de la instal·lació exterior	82
5.5.1. Tires de Leds	82
5.5.2. Fonts d'alimentació.....	83
5.5.3. Dispositius MADRIX Nebula.....	83
5.5.4. Caixes de protecció.....	84
5.5.5. Switchs.....	84
5.6. Muntatge i distribució de la instal·lació exterior	85
6. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA EXTERIOR.....	88
6.1. Previsió de càrrega exterior	88
6.2. Seccions dels cables de la instal·lació elèctrica exterior	88

6.3. Dimensionament de les proteccions i elements de mesura exteriors	89
6.3.1. Diferencials de la instal·lació exterior	89
6.3.2. Magnetotèrmics de la instal·lació exterior	89
6.3.3. IGA de la instal·lació exterior	90
6.4. Dimensionament dels conductes de la instal·lació exterior	90
7. RESUM EL PRESUPOST	91
8. CONCLUSIONS	92
9. RELACIÓ DE DOCUMENTS	93
10. BIBLIOGRAFIA	94
11. GLOSSARI	95
A. CÀLCULS INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	96
A.1. Càlculs de la secció	96
B. COMPARATIVA DE PRODUCTES KNX	98
B.1. Dispositius KNX diferents marques	98
B.1.1. Entrades	98
B.1.2. Controlador de fan coil	99
B.1.3. Termòstat	100
B.1.4. Actuadors	101
B.1.5. Card “reader”	102
B.1.6. Card “holder”	103
B.2. Dispositius Ekinex	104
B.2.1. Mòdul Ekinex per aplicacions d’hotel	105
B.2.2. Termòstat Ekinex	106
B.2.3. Card “reader” Ekinex	107
B.2.4. Card “holder” Ekinex	108
B.3. Estudi econòmic	109
B.4. Decisió dels dispositius	110
C. CÀLCULS PER ESCOLLIR LA FONT D’ALIMENTACIÓ DE L’HABITACIÓ	111
D. ESTUDI AMPLIAT DELS PROTOCOLS ART-NET I sACN	112
E. CÀLCULS LEDS PART EXTERIOR	116
E.1. Càlcul de les fonts d’alimentació de les tires de led exterior	117
E.2. Comprovació de Màdrix Nebula i càlcul d’universos	118
E.3. Càlcul de secció dels cables de la instal·lació exterior	121

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

A la Costa Brava Centre, al municipi de Platja d'Aro, es troba ubicat un hotel que requereix d'una modificació lumínica per poder actualitzar i donar valor afegit a les seves instal·lacions actuals. La seva necessitat principal radica en renovar la instal·lació lumínica interior i exterior i domotitzar els dispositius de les habitacions.

Es demana un estudi lumínic previ d'una sola habitació, la seva domotització i una proposta lumínica exterior de l'edifici que sigui innovadora.

1.2. Objecte

L'objecte d'aquest projecte, consistirà en fer un estudi de l'actual il·luminació d'una habitació estàndard i millorar-ne l'eficiència energètica. Implementar domòtica a l'habitació per a facilitar-ne el control. S'ha de crear una il·luminació espectacular a l'exterior de l'edifici per diferenciar-se de la resta d'hotels del sector.

1.3. Especificacions i abast

L'hotel no és un edifici de nova construcció, així doncs, es mirarà d'aprofitar el màxim la instal·lació lumínica actual. Tanmateix per fer la instal·lació domòtica.

La línia principal elèctrica de l'hotel està preparada per a noves connexions.

La part domòtica també es centrarà en l'habitació escollida per a l'estudi. En el dormitori es disposa de climatitzador que s'adaptarà dins la domotització. La resta de dispositius com els pulsadors, sensor de fum i calor, contactor magnètic... es compraran. Per a la compra d'aquests dispositius es farà un estudi dels components que més s'adaptin a la nova instal·lació, on s'inclourà una comparativa entre dispositius de marques diverses de domotització general i una marca especialitzada en productes de domòtica per a hotels, que afegeix funcionalitats específiques dins d'aquest àmbit.

Finalment per a la part d'il·luminació exterior, es farà un petit estudi de mercat pel que fa a instal·lació de leds exteriors que es puguin programar i permetin oferir una solució innovadora i visualment atractiva.

La programació de les tires de leds es farà mitjançant una empresa externa.

2. ESTUDI LUMÍNIC INTERIOR

En aquest apartat del projecte, primerament s'hi farà un estudi per comprovar si la tecnologia lumínica que s'està utilitzant a les habitacions de l'hotel és la millor opció del mercat en quan a potència, eficiència i rendiment energètic. En cas que no sigui la millor opció, s'escollirà la més adient. Posteriorment i per tal d'optimitzar logísticament la nova il·luminació de l'habitació, s'utilitzarà el software DIALux que és un programa que ens permet simular l'objecte d'estudi amb els càlculs adients per trobar-hi la millor distribució lumínica. Finalment s'analitzaran les dades obtingudes seguint els paràmetres especificats del DBHE, la norma UNE 12464.1 i el CTE HE3.

A les habitacions de l'hotel, hi ha instal·lades bombetes tipus incandescents per les làmpades de paret i halògenes pel sostre. Actualment, aquest tipus de tecnologia queda regulada per la normativa de la Directiva Europea Ecodesign 2009/125/CE, entrada en vigor l'1 de setembre del 2012, que prohibeix la fabricació i venda de bombetes incandescents per la seva baixa eficiència i el ErP (CE) nº 244/2009, que va entrar en vigor l'1 de setembre de 2018, que prohibeix la venda d'algunes làmpades no direccionals ja ineficients com algunes halògenes.

S'estudiarà com de millor és la tecnologia actual contrastant les bombetes incandescents i halògenes, regulades per la normativa citada anteriorment, i CFL i led, que són les principals il·luminàries del mercat. Amb aquest estudi, s'escollirà la millor opció lumínica per a l'habitació de l'hotel, prioritzant la vida útil de la bombeta i la seva eficiència energètica per a garantir un menor impacte en el medi ambient i un major estalvi econòmic.

A la taula següent es presentarà una comparativa de les lluminàries genèriques relacionant els punts més importants a l'hora de triar-les. La tecnologia de les lluminàries es presenten d'esquerra a dreta de més antiga a més actual. S'hi mostrarà la mitjana de vida útil d'aquets tipus de bombetes, la mitjana de rendiment lumínic i quantes bombetes necessariem treballant 10.000h.

Tecnologia	Incandescent	Halogen	CFL	Led
Vida útil (h)	1.000	2.000 – 4.000	7.000 – 9.000	50.000
Rendiment lumínic (lm/W)	12 - 17	18 - 22	55 - 60	110 - 130
nº de bombetes necessàries treballant 10.000h	10	4	2	1

Taula 1. Comparativa lumínica

Tal i com es pot comprovar a la taula 1, la tecnologia led és la millor en tots els aspectes. Si ens centrem en les hores de vida, quasi quintupliquen les hores de les bombetes CFL que serien les segones més duradores, fent abaixar el número de bombetes que es necessitarien com a recanvi. El seu rendiment lumínic també destaca respecte la resta, fet que interessa molt ja que és la relació entre el flux de llum emesa i la potència consumida per la bombeta. Com més elevat sigui el rendiment lumínic, més eficient és la bombeta i per tant, normalment, més estalvi ens aporta. És per aquest motiu que a continuació es farà una relació de la potència necessària consumida de la bombeta per flux de lluminositat emesa.

A la següent taula, es fa una recopilació estimada de potències consumides a diferents fluxos de llum, per extreure'n una gràfica i poder visualitzar millor la relació. Es pot veure el resultat a la figura 1.

Flux de potència (lm)	Potència (W)			
	Incandescent	Halogen	CFL	Led
250	25	17	8	3
450	40	29	12	5
800	60	43	14	9
1100	75	54	19	12
1600	100	70	26	15
2000	125	86	33	18
2600	150	116	48	22

Taula 2. Relació de rendiment lumínic

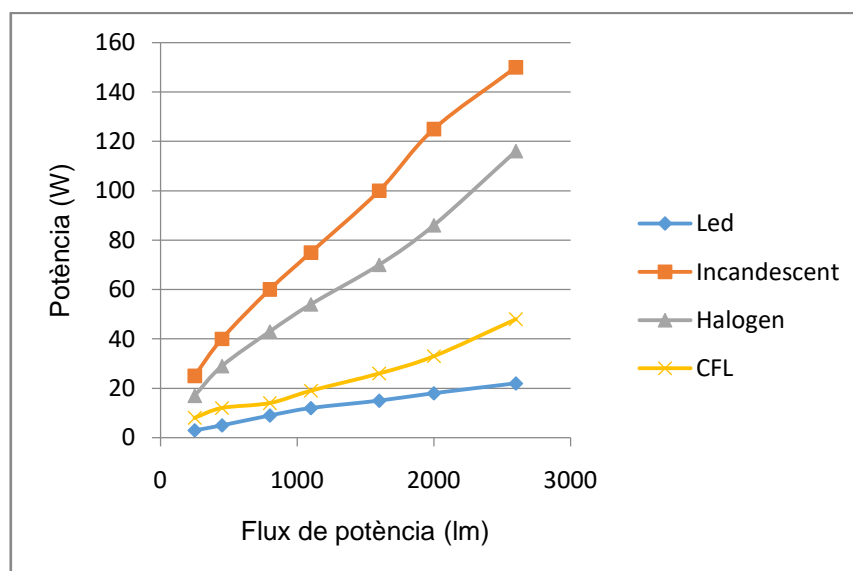


Figura 1. Rendiment lumínic

Es pot apreciar clarament com la tecnologia led continua sent superior als altres tipus de bombetes ja que encara que s'incrementi el flux, la potència consumida és molt baixa i això ens indica que el led és molt eficient. Podem observar, que el pitjor tipus de bombeta és la incandescent, ja que genera moltes pèrdues per escalfament i per tant és poc eficaç.

Per finalitzar la comparativa dels tipus de bombetes, s'ha fet un estudi del cost que podria suposar una bombeta de 2.000lm, que són les que més ens interessin per l'habitació de l'hotel, treballant 10.000h. i un cost elèctric valorat en 0.11€/kW*h. Veiem aquesta comparativa a la taula següent:

Tecnologia	Potència (W)	Temps (h)	Cost elèctric (€/kW*h)	Cost total (€)
Incandescent	125	10.000	0,11	137,5
Halogen	92	10.000	0,11	101,2
CFL	30	10.000	0,11	33,0
Led	18	10.000	0,11	19,8

Taula 3. Cost d'una bombeta treballant 10.000h

El tipus de lluminària que surt més econòmic a llarg termini, és la tipus led. En un hotel amb un elevat número d'habitacions, un mínim estalvi per habitació, representa un gran estalvi quan s'extrapola al conjunt de totes les habitacions al llarg de l'any.

Amb l'estudi anterior, es pot comprovar que la bombeta led es presenta com a millor opció tecnològica per la resolució lumínica de les habitacions. Es per això que la lluminària que es triarà per aquest projecte, serà lluminària tipus led tant per les làmpades de paret com per les del sostre. Un cop escollida la tecnologia de la bombeta, es procedirà a triar els diferents aplics o làmpades específics per a cada punt de l'estança.

Un cop decidida la tecnologia que s'utilitzarà, es triarà la nova lluminària i es farà l'estudi amb el software DIALux, tenint present que l'habitació és un tipus de local molt net, ja que es fa neteja a diari, que està enfocada al sud amb una longitud de 3° i una latitud de 41,8°, i que el pla de treball que s'utilitzarà serà a 0,85m del terra si no s'indica el contrari. Per a poder fer millor l'estudi, dividiré l'habitació en 4 parts; passadís, lavabo, dormitori i balcó. A la figura següent es mostrarà un petit croquis d'aquesta distribució.

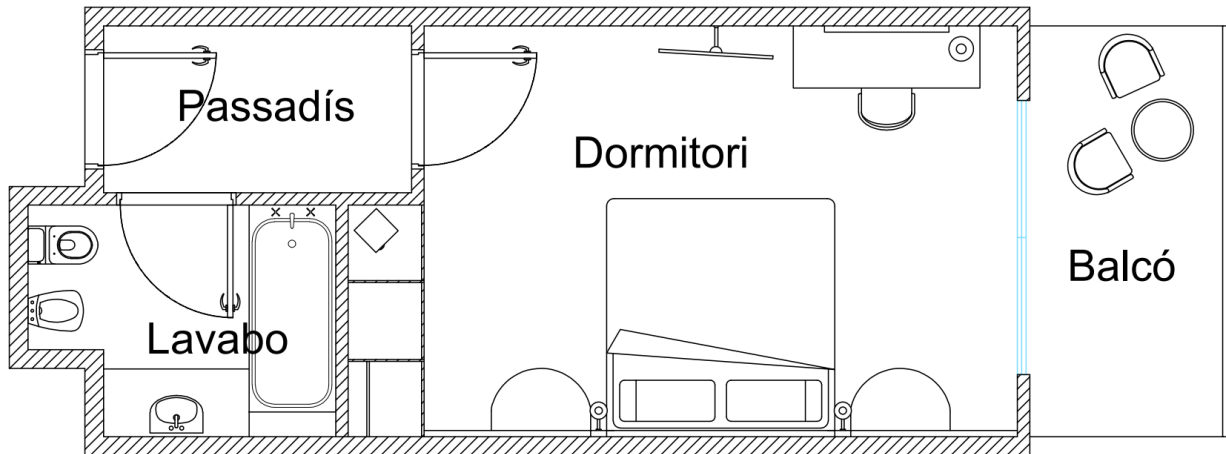


Figura 2. Distribució habitació

Dins el dormitori distingirem 3 il·luminacions diferents. La general, ubicada al sostre, la de la taula de treball situada sobre l'escriptor, i la d'ambient o tauletes de nit col·locades a cada costat del llit. A la figura següent es mostrarà un croquis d'aquesta repartició.

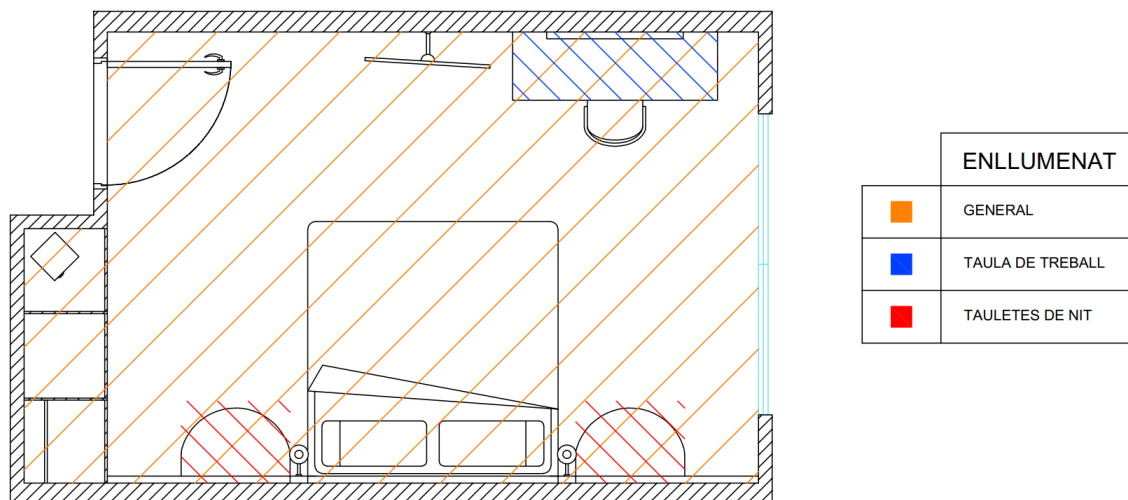


Figura 3. Distribució enllumenat dormitori

Altrament les habitacions disposen d'un gran finestral, que permet l'entrada de llum natural, per aquest motiu també es farà un estudi del nivell de lluminositat que ens aporta aquest element arquitectònic i que ens pot contribuir a un estalvi energètic.

Les simulacions amb enllumenat artificial es representaran una amb la lluminària del sostre de l'habitació encesa i l'altre amb una làmpada de treball que hi ha situada a la taula que es troba al costat del televisor, a la que se li exigiran més luxs pel seu ús.

A l'apartat de la lluminària de la taula de treball del dormitori, s'hi farà un estudi entre diferents possibles aplics, triats prèviament, per tal d'escollir el que millor s'adapti a l'entorn.

La lluminària de les tauletes de nit, es considera lluminària auxiliar o de suport i és per això que no s'hi farà simulació amb el programa.

Pel què fa a l'estudi de la lluminària que aporta la llum natural que entra pel finestral, es tindrà en compte l'orientació de l'estança i es comprovarà a diferents hores del dia i pels dos solsticis del planeta, és a dir al 22 de juny i al 22 de desembre.

2.1. Passadís

El passadís és la connexió entre l'exterior de l'habitació, el lavabo i el dormitori. S'hi col·locarà una lluminària amb una temperatura de color compresa entre 2.800°k i 3.500°k per tal de donar-hi un toc càlid i acollidor amb una il·luminància uniforme de 100lx mínim per assegurar un pas clar al llarg d'aquest.

El punt de llum que s'instal·larà per aquesta estança serà la LuxSpace encastable DN570B LED20S/830 PSD-VLC-E C WH de Philips Lighting. És un tipus d'il·luminària basada en tecnologia led d'alta eficiència i elevat estalvi energètic. Aquesta lluminària, s'encastarà al sostre i la seva posició es presenta als plànols. A la taula següent es mostren les seves característiques de rendiment principals.

Rendiment inicial (IEC)	
Flux lumínic inicial	2.200 lm
Tolerància de flux lumínic	+/-10 %
Eficiència de la lluminària led inicial	116 lm/W
Índex inicial de temperatura de color	3.000 °k
Inic. Índex de reproducció de calor	>80
Cromacitat inicial	(0,43, 0,40) SDCM <3
Potència d'entrada inicial	19 W
Tolerància de consum energètic	+/-10 %

Taula 4. Rendiment LuxSpace 830

La seva corba de distribució lluminosa és la següent:

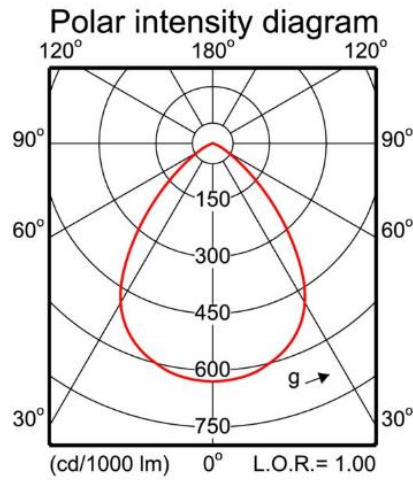


Figura 4. Diagrama polar LuxSpace 830

Donat que en el passadís no hi ha un pla de treball, ja que és simplement una zona de pas que comunica diferents estances, no caldrà fer-ne la simulació. De totes formes s'extrauran els resultats per avaluar-los amb la normativa vigent establerta per la norma UNE 12464.1.

2.1.1. Resultats DIALux passadís

Mitjançant DIALux s'extreuen els resultats i es mostren a la figura següent:

Altura del local: 2.670 m, Altura de montaje: 2.448 m, Factor mantenimiento: 0.80						Valores en Lux, Escala 1:18	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m		
Plano útil	/	378	144	585	0.382		
Suelo	20	246	170	290	0.692		
Techo	70	68	48	83	0.705		
Paredes (8)	50	128	44	413	/		

Plano útil:		
Altura:	0.850 m	
Trama:	64 x 32 Puntos	
Zona marginal:	0.000 m	

Lista de piezas - Luminarias					
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	2200	19.0
			Total: 2200	Total: 2200	19.0

Valor de eficiencia energética: 5.76 W/m² = 1.52 W/m²/100 lx (Base: 3.30 m²)

Figura 5. Resultats DIALux passadís

Les dades que més interessin per l'estudi, des del punt de vista del pla de treball, són: el nivell d'il·luminació màxim que és de 585lx, el mínim de 144lx i el mig de 378lx. El passadís supera els valors mínims exigits per la norma UNE 12464.1, que valora una il·luminació mitjana de 100lx per les zones de pas.

El valor d'eficiència energètica del passadís és de 1,52W/m² per cada 100lx.

2.2. Lavabo

S'ha buscat una lluminària amb una temperatura de color neutra o freda, ja que representa de manera més exacte els colors i és la més semblant a la llum natural. Així doncs s'hi col·locarà una lluminària amb una temperatura de color compresa entre 3.800°k i 4.500°k i amb una il·luminància uniforme de 150lx mínim, ja que la recomanable està entre 50 i 300lx.

S'ha triat la LuxSpace encastable DN570B LED20S/840 PSD-VLC-E C WH de Philips Lighting. És una lluminària que combina perfectament l'eficiència, comoditat i disseny, sense renunciar al rendiment lumínic. Aquesta lluminària, s'encastarà al sostre i la seva posició es presenta als plànols.

A la taula següent es mostren les seves característiques de rendiment principals:

Rendiment inicial (IEC)	
Flux lumínic inicial	2.200 lm
Tolerància de flux lumínic	+/-10 %
Eficiència de la lluminària led inicial	126 lm/W
Índex inicial de temperatura de color	4.000 °k
Inic. Índex de reproducció de calor	>80
Cromacitat inicial	(0,38, 0,37) SDCM <3
Potència d'entrada inicial	17,4 W
Tolerància de consum energètic	+/-10 %

Taula 5. Rendiment LuxSpace 840

La seva corba de distribució lluminosa es mostra a la figura següent:

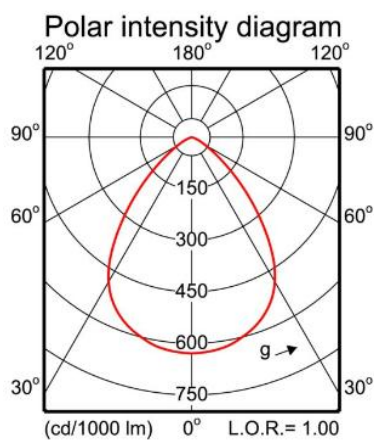


Figura 6. Diagrama polar LuxSpace 840

2.2.1. Simulació del lavabo

Es simula el lavabo de l'habitació i s'hi col·loca la lluminària proposada deixant que el programa optimitzi la seva distribució tenint en compte que s'hi vol una luminància uniforme de 150lx mínim tal i com s'ha esmentat anteriorment.

Veiem els resultats simulats a la figura següent:

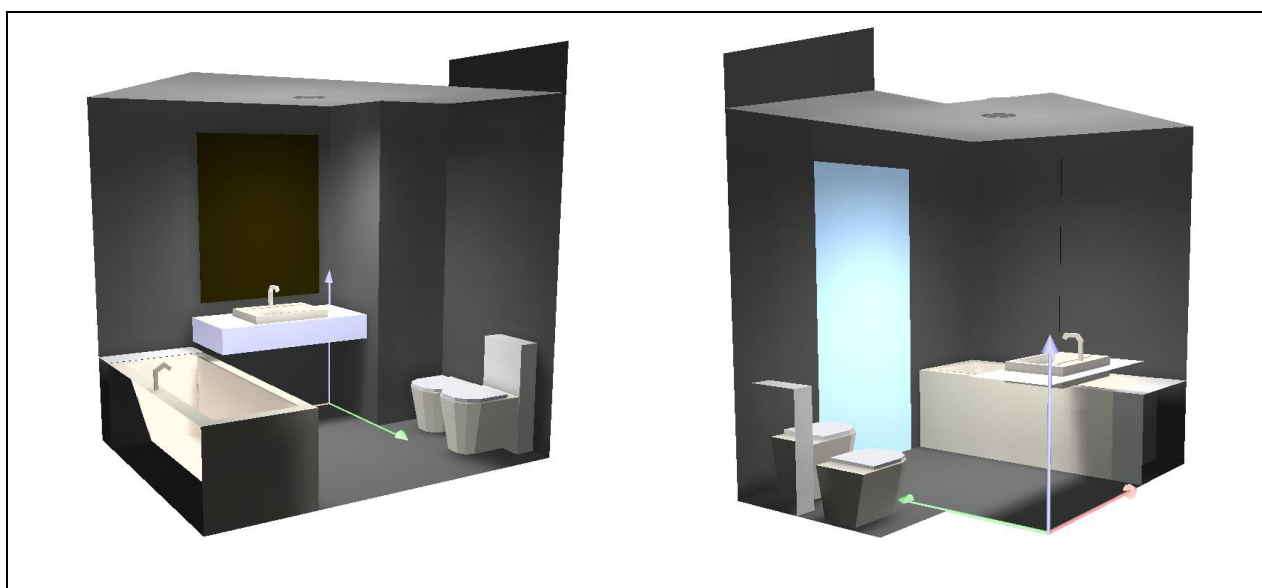


Figura 7. Simulació lavabo

Aplicarem un filtre per poder visualitzar les isolínies, figura 8, que ens permetrà veure la repartició de luxs al pla útil.

Seguidament, es farà una representació dels colors falsos, figura 9, per completar la simulació del lavabo i poder apreciar la distribució lumínica amb més detall.

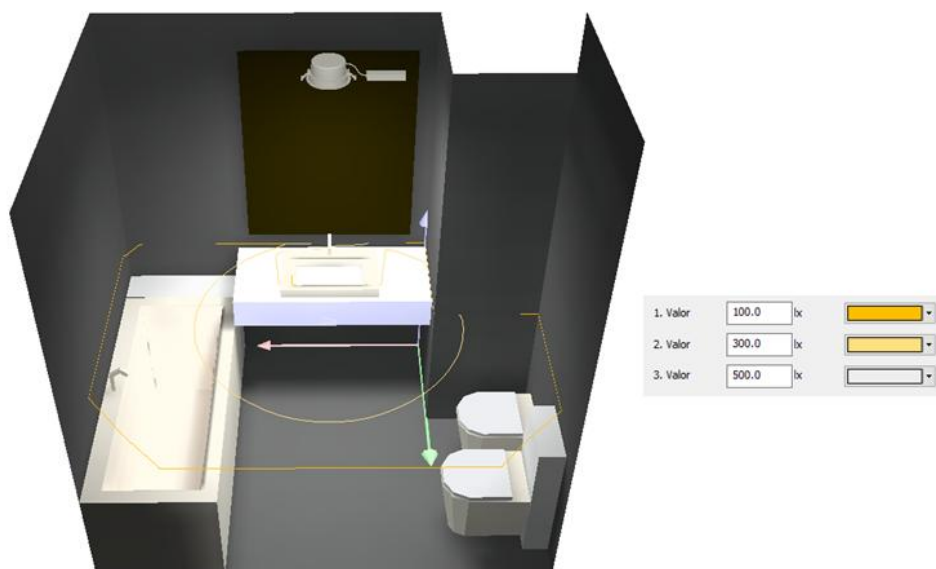


Figura 8. Isolínies lavabo

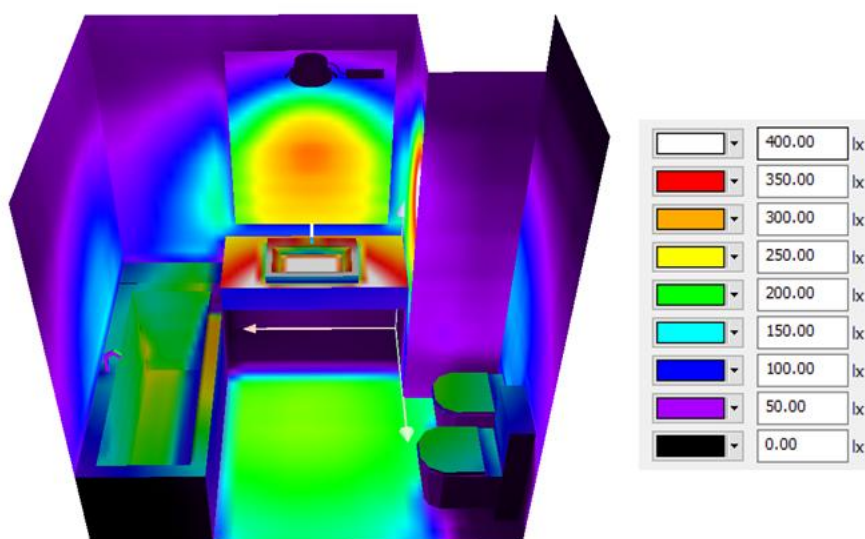


Figura 9. Representació de colors falsos lavabo

2.2.2. Resultats simulació lavabo

Mitjançant DIALux s'extreuen els resultats i es mostren a la figura següent:

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	272	57	504	0.208
Suelo	20	95	0.45	228	0.005
Techos (3)	70	33	0.93	48	/
Paredes (7)	16	55	1.34	437	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/840 C (1.000)	2200	2200	17.8
			Total: 2200	Total: 2200	17.8

Valor de eficiencia energética: $4.24 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.20 m^2)

Figura 10. Resultats DIALux lavabo

Les dades que més interessin per l'estudi, des del punt de vista del pla de treball, són: el nivell d'il·luminació màxim que és de 504lx, el mínim de 57lx i el mig de 272lx. La instal·lació lumínica del lavabo supera els valors exigits anteriorment de 150lx mínims de mitjana. Els valors més alts d'il·luminància queden repartits davant del mirall, cosa que interessa, ja que és on es vol més claror. Per comprovar que no hi hagi enlluernament en aquest punt, es farà un estudi del UGR del lavabo. El valor mínim de lux queda repartit en alguna cantonada de l'estança. Aquestes afirmacions queden reforçades per les simulacions del lavabo anteriors.

El valor d'eficiència energètica del lavabo és de $1,56 \text{ W/m}^2$ per cada 100lx.

2.2.3. Estudi de l'UGR del lavabo

Fent l'ús del programa DIALux, comprovarem l'índex d'enlluernament unificat en l'àrea davant del mirall. És una punt que requereix atenció visual i és important evitar malestars per reflexes de llum a fi d'obtenir un confort visual. Per aquest càlcul, es farà ús de les indicacions de la norma UNE 12464-1. En aquest espai, la normativa, recomana una UGR igual o inferior a 25.

A la figura següent es mostra un recull dels resultats obtinguts amb DIALux en l'àrea especificada a 1.7m del terra, que seria l'alçada de la vista.

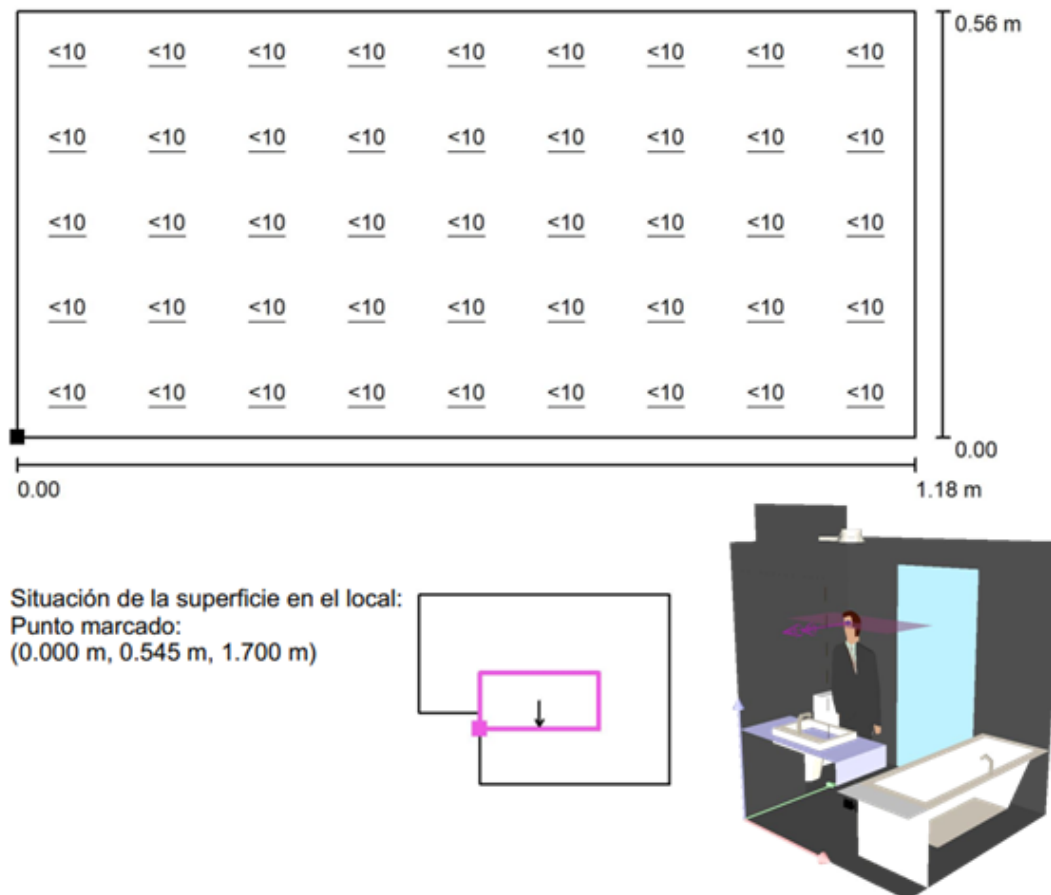


Figura 11. Resultats del càlcul UGR amb perspectiva de la situació

Amb l'estudi realitzat es confirma que els valors de l'UGR són inferiors a 10. Així doncs, es pot afirmar que els resultats de l'UGR compleixen amb la normativa UNE 12464-1.

2.3. Estudi de la llum natural del dormitori

Per fer l'estudi de la llum natural del dormitori es simularan els nivells d'iluminància que aporta la llum natural que entra pel gran finestral de l'habitació segons la seva orientació i coordenades. Es calcularà a diferents hores del dia i pels dos solsticis de l'any. D'aquesta manera es podran comprovar les hores de llum natural aprofitables que poden contribuir en l'eficiència energètica, sempre que el client faci un ús responsable de les llums artificials de què disposa.

A continuació es presenta la taula 6 dels valors obtinguts d'iluminàncies mitjanes amb el software DIALux, per a diferents hores del dia pels dos solsticis anuals i s'obté la seva representació gràfica, tal com mostra la figura 12:

Hora	Em (lx)	
	Estiu	Hivern
6:00	0	0
7:00	97	0
8:00	228	0
9:00	358	93
10:00	477	192
11:00	578	266
12:00	653	309
13:00	698	319
14:00	710	294
15:00	687	236
16:00	631	150
17:00	547	41
18:00	439	0
19:00	315	0
20:00	184	0
21:00	54	0
22:00	0	0

Taula 6. Valors d'iluminància diürna

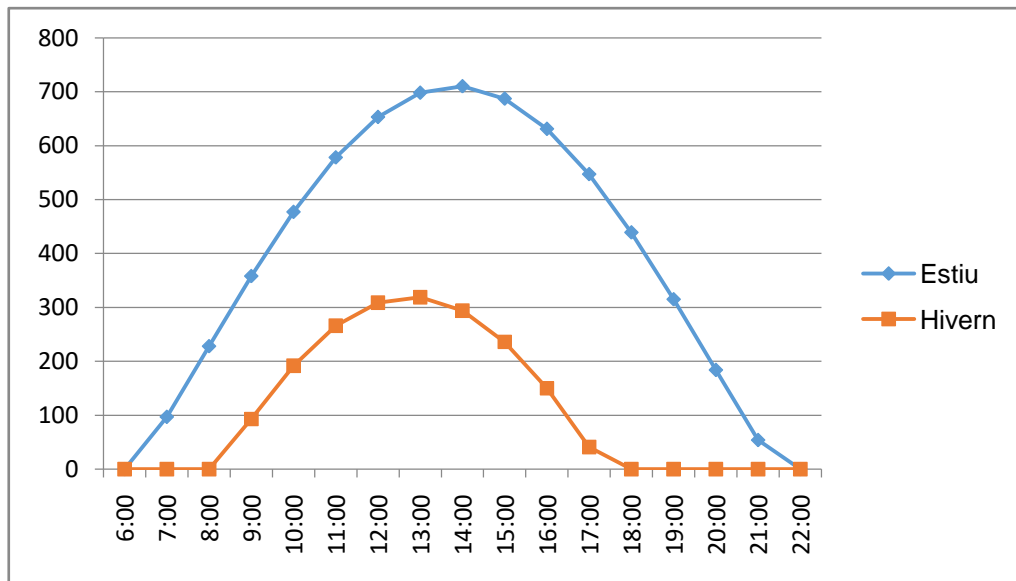


Figura 12. Representació dels valors d'iluminància de llum natural

Considerant que a partir de 250lx la il·luminància de l'habitació és suficient per no haver d'utilitzar enllumenat artificial segons els nivells d' il·luminància recomanats per la norma UNE 12464.1, es pot observar amb la gràfica extreta anteriorment que a l'estiu les hores aprofitables de sol, es troben en el interval que va des de les 8:30h fins les 19:30h. Al hivern, aquest interval es troba entre les 10:30h fins les 15:00h.

2.3.1. Simulació llum natural dormitori

En aquest apartat es veurà l'evolució de la llum diürna al matí, migdia i tarda tant al hivern com a l'estiu. Utilitzant el software DIALux per simular la il·luminància diürna que arriba del finestral a l'estança. Per distingir millor com es reparteix la llum també s'hi aplicarà la representació dels colors falsos seguint la mateixa distribució de colors que es pot veure a la figura següent.

	500.00 lx
	437.50 lx
	375.00 lx
	312.50 lx
	250.00 lx
	187.50 lx
	125.00 lx
	62.50 lx
	0.00 lx

Figura 13. Llegenda colors falsos

Simulació pel 22 de juny a les 9:00AM, 1:00PM i 5:00PM a la figura 14, 15 i 16 respectivament.

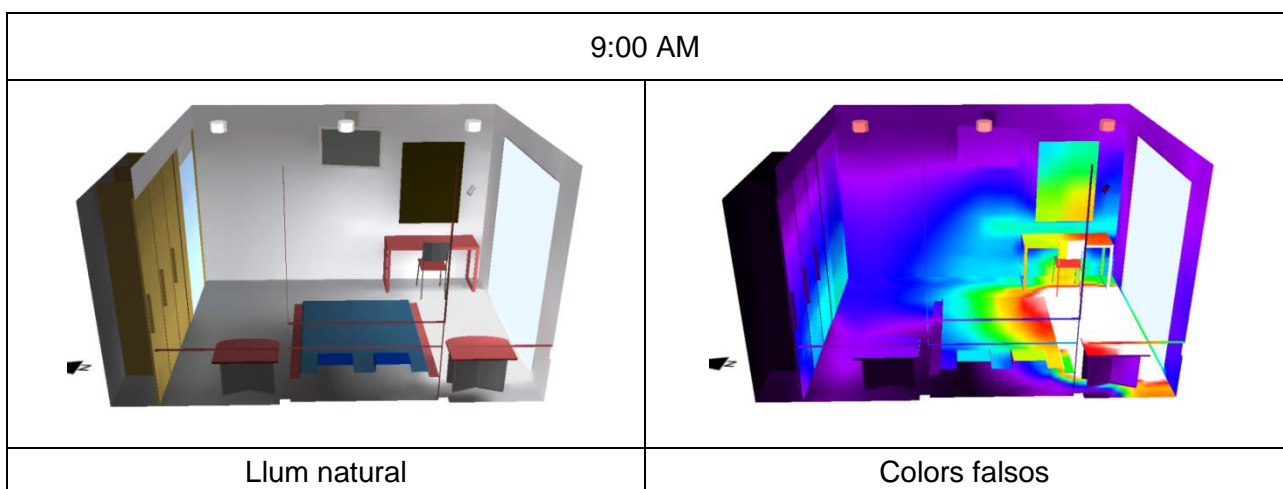


Figura 14. Simulació llum diürna 22 de juny 9:00AM

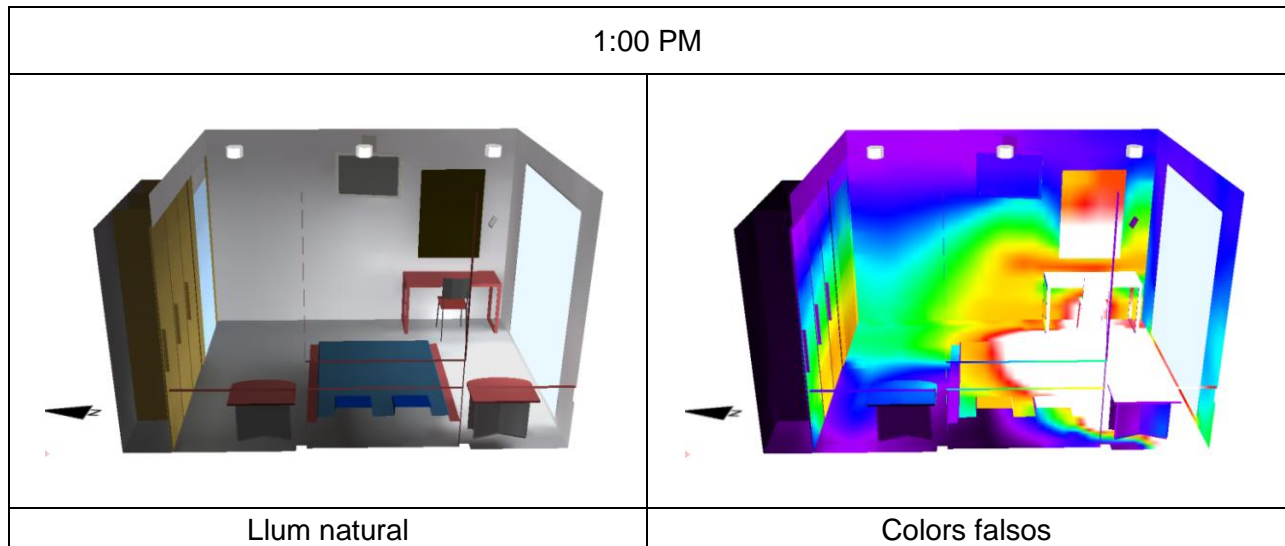


Figura 15. Simulació llum diürna 22 de juny 1:00PM

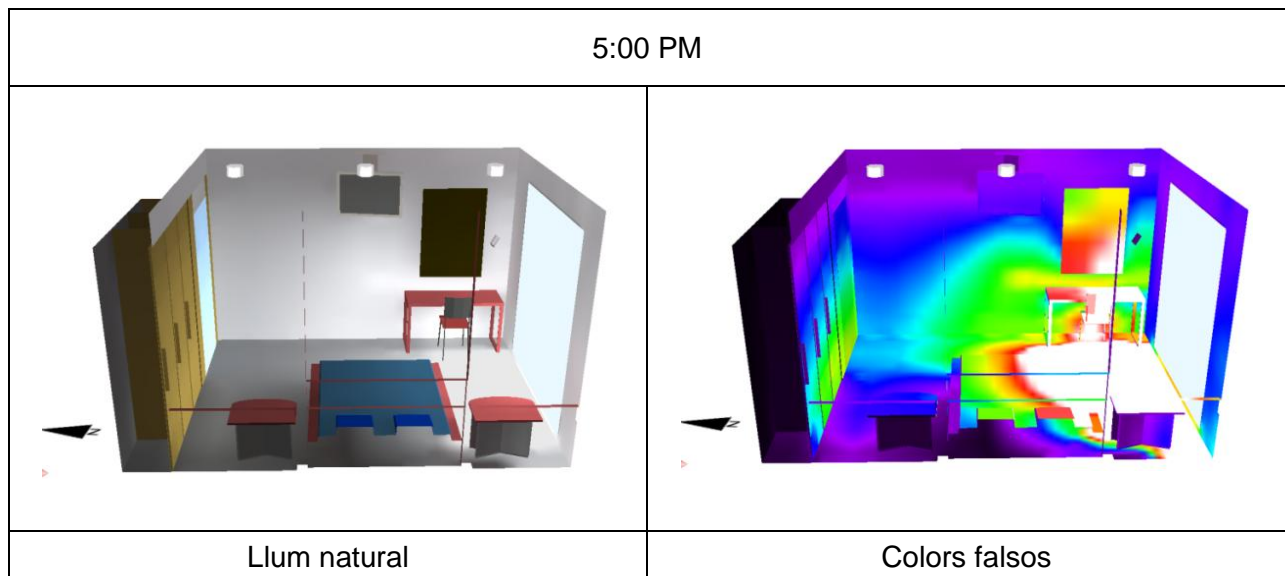


Figura 16. Simulació llum diürna 22 de juny 5:00PM

Es pot apreciar visualment com a mesura que avança el dia la llum incident a l'habitació es va accentuant fins arribar el seu pic més alt d'il·luminància, que és passat el migdia i a partir d'aquesta pic començar a disminuir i per tant a entrar menys llum diürna al dormitori.

A continuació es mostraran els resultats de les simulacions pel 22 de desembre a les 9:00AM, 1:00PM i 5:00PM a la figura 17, 18 i 19.

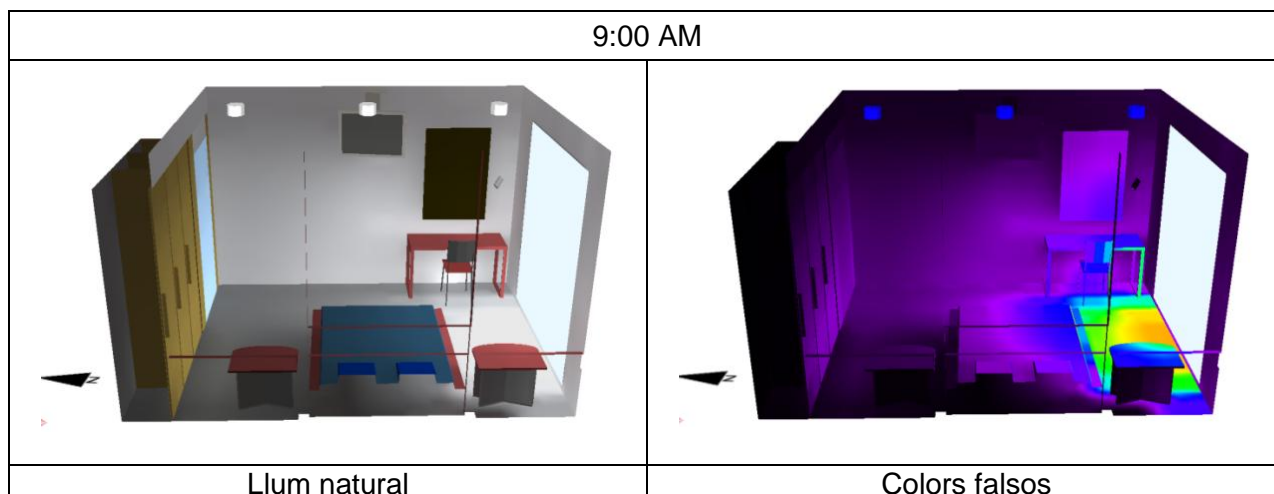


Figura 17. Simulació llum diürna 22 de desembre 9:00AM

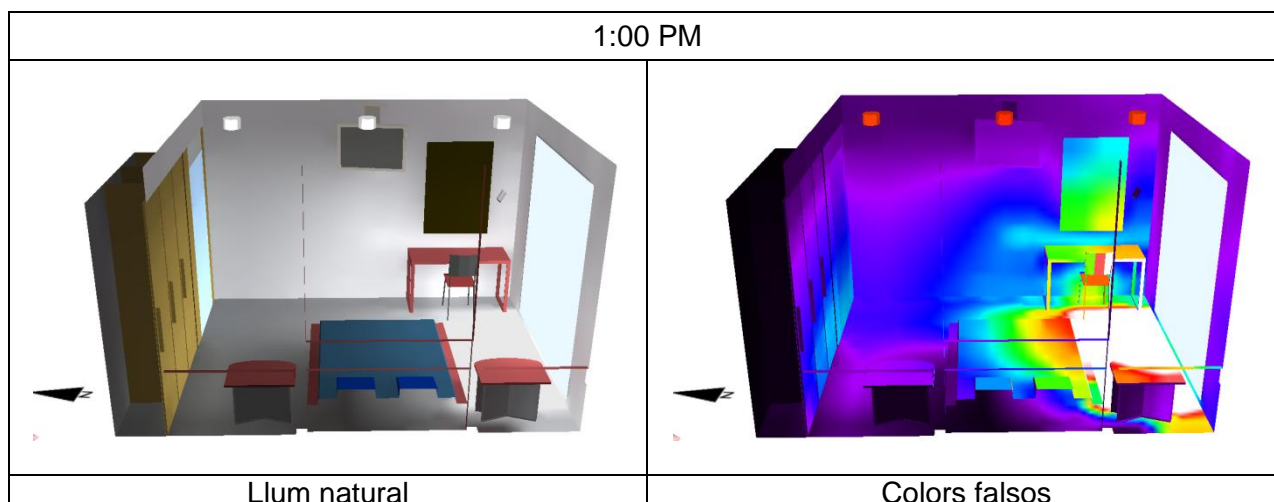


Figura 18. Simulació llum diürna 22 de desembre 1:00PM

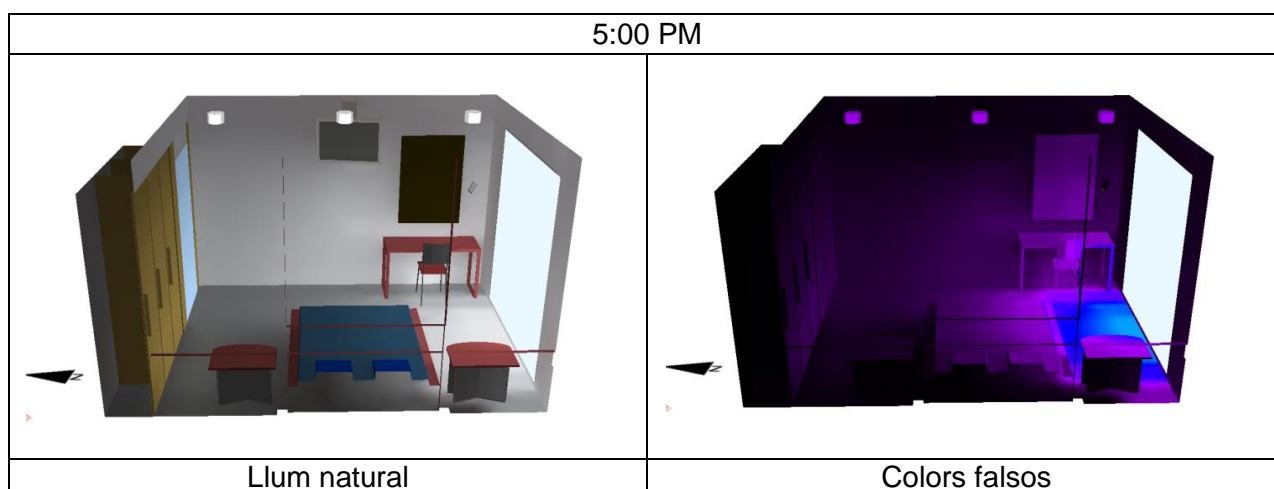


Figura 19. Simulació llum diürna 22 de desembre 5:00PM

Es pot observar com a les imatges anteriors de la simulació al desembre, comparades amb les simulacions diürnes fetes pel juny, la incidència de llum al dormitori és molt menor.

L'obertura que proporciona el gran finestral i l'orientació de l'edifici permeten, com s'observa en les simulacions, l'aprofitament de la llum natural. Per aquest motiu s'ha inclòs en l'estudi des del punt de vista lluminós, donat que aquest element en el disseny de les habitacions, proporciona un important impacte sobre l'eficiència lumínica de l'edifici.

2.4. Enllumenat general del dormitori

La lluminària general del dormitori de l'hotel comptarà amb una il·luminació càlida, per tal d'establir un ambient confortable dins l'habitació fent que el client s'hi senti més acollit. Així doncs, s'hi col·locarà una lluminària amb una temperatura de color compresa entre 2.800°K i 3.500°K amb una il·luminància recomanable uniforme de 150lx.

S'utilitzarà la lluminària LuxSpace encastable DN570B LED20S/830 PSD-VLC-E C WH de Philips Lighting. És un tipus d'il·luminària basada en tecnologia led d'alta eficiència i elevat estalvi energètic. Aquesta lluminària, s'encastarà al sostre i la seva posició es presenta als plànols.

A la taula 7 es mostren les seves característiques de rendiment principals:

Rendiment inicial (IEC)	
Flux lumínic inicial	2.200 lm
Tolerància de flux lumínic	+/-10 %
Eficiència de la lluminària led inicial	116 lm/W
Índex inicial de temperatura de color	3.000 °k
Inic. Índex de reproducció de calor	>80
Cromacitat inicial	(0,43, 0,40) SDCM <3
Potència d'entrada inicial	19 W
Tolerància de consum energètic	+/-10 %

Taula 7. Rendiment LuxSpace 830

La seva corba de distribució lluminosa es mostra a la figura següent:

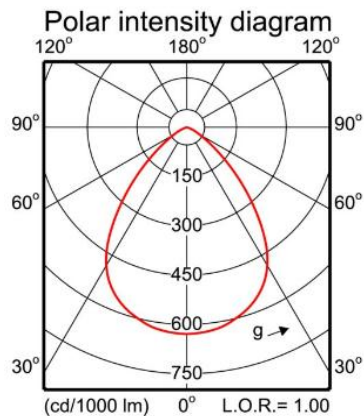


Figura 20. Diagrama polar LuxSpace 830

2.4.1. Simulació de l'enllumenat general del dormitori

Es simula el dormitori de l'habitació i s'hi col·loca la lluminària proposada deixant que el programa optimitzi la seva distribució tenint en compte que s'hi vol una il·luminància uniforme de 150lx mínim tal i com s'ha esmentat anteriorment.

Veiem els resultats simulats a la figura següent:

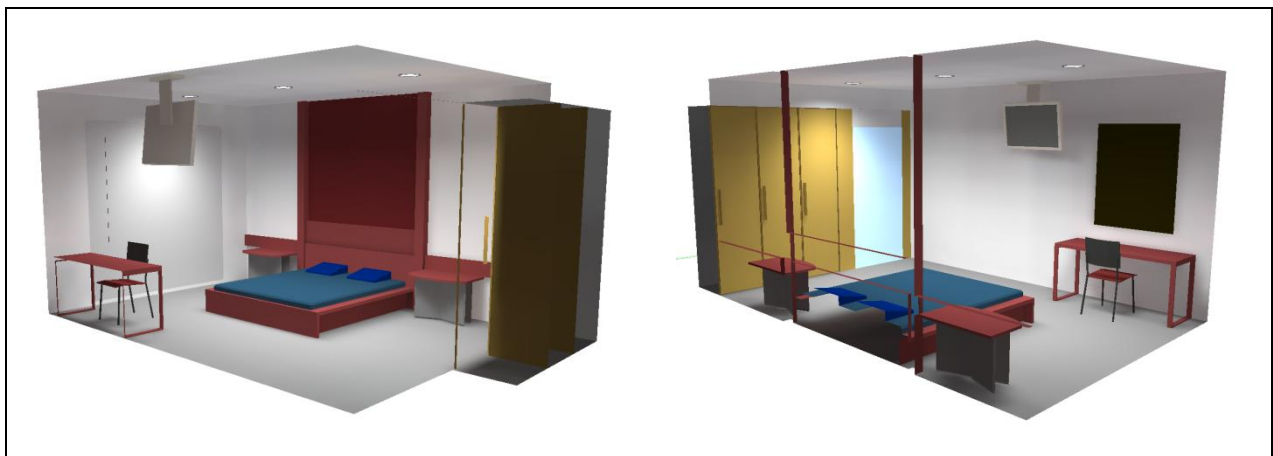


Figura 21. Simulació dormitori lluminària general

Aplicarem un filtre per poder visualitzar les isolínies, figura 22, i així comprovar la repartició de luxs al pla útil. Tot seguit s'hi farà una representació dels colors falsos, figura 23, per tenir una

millor sensació visual de com es distribueix la il·luminació en el dormitori per acabar de completar les simulacions de l'habitació principal de l'estança.

Simulació del dormitori amb isolínies.

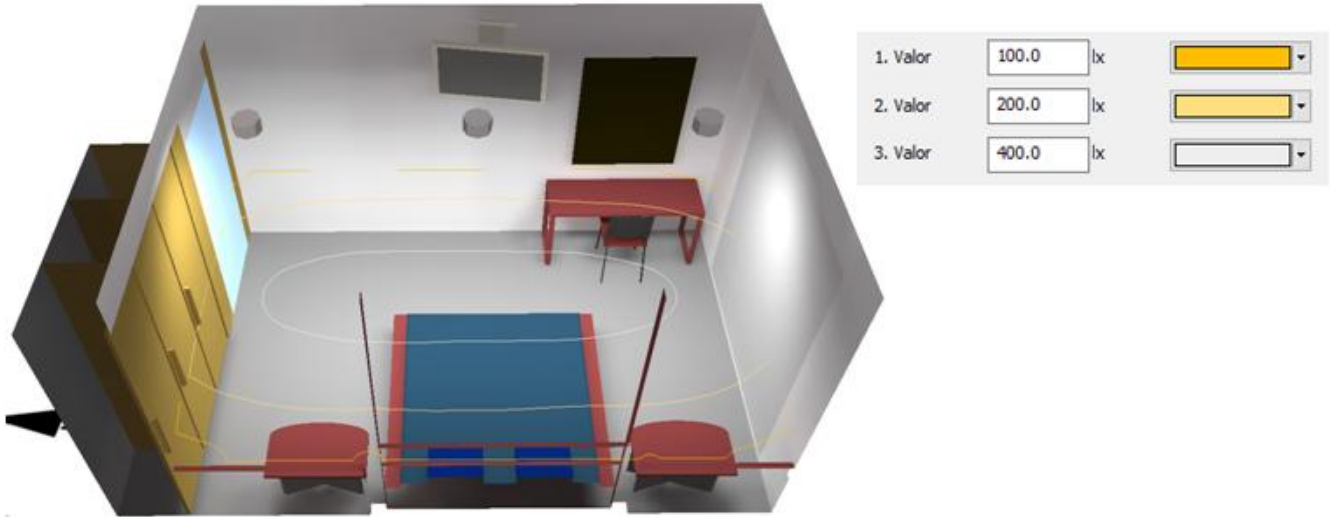


Figura 22. Isolínies dormitori Il·luminària general

S'aprecia a la figura anterior la repartició lumínica del pla de treball. Es pot observar com la il·luminància queda repartida al centre de l'habitació i es va atenuant cap a les vores del dormitori.

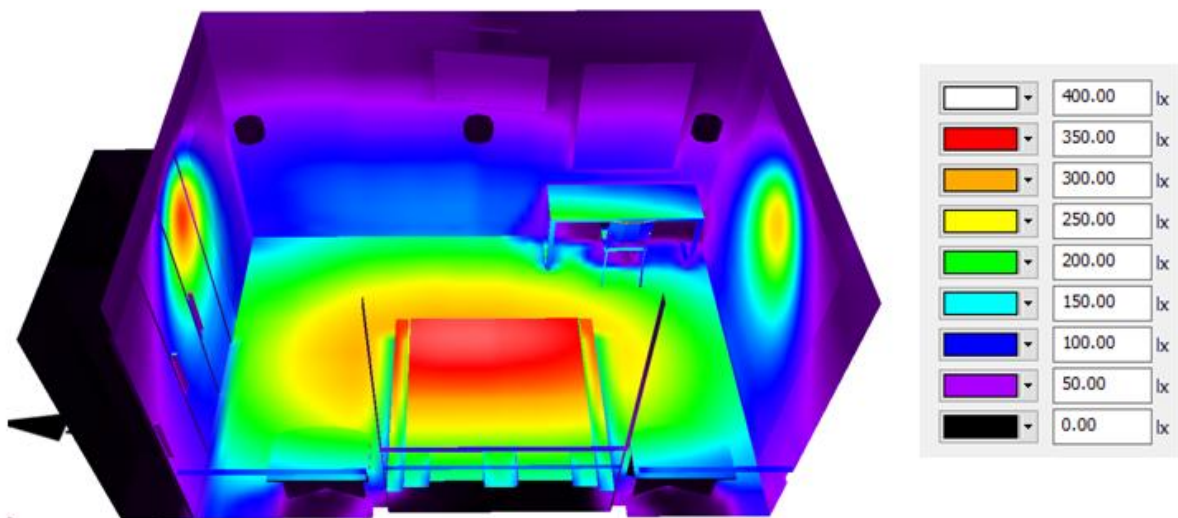


Figura 23. Representació de colors falsos dormitori Il·luminària general

A la figura anterior, s'observa la distribució lumínica dels colors falsos del dormitori amb la lluminària general.

2.4.2. Resultats de l'enllumenat general del dormitori

Mitjançant DIALux s'extreuen els resultats i es mostren a la figura següent:

Superfície	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	282	64	475	0.229
Suelo	30	144	0.74	305	0.005
Techos (3)	70	29	3.99	73	/
Paredes (10)	49	44	0.67	298	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	2200	19.0
			Total: 6600	Total: 6600	57.0

Valor de eficiencia energética: $3.38 \text{ W/m}^2 = 1.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.85 m^2)

Figura 24. Resultats DIALux dormitori

Les dades més interessants per l'estudi, sempre des del punt de vista del pla de treball, són: el nivell d'il·luminació màxim que és de 475lx, el mínim de 64lx i el mig de 282lx. La instal·lació lumínica del dormitori supera els valors exigits anteriorment de 150lx mínims de mitjana. Així doncs, la lluminària del dormitori ha quedat distribuïda homogèniament per l'habitació donant bona sensació de caliu i bona visibilitat de tot l'entorn.

El valor d'eficiència energètica del dormitori és de $1,20\text{W/m}^2$ per cada 100lx.

2.5. Enllumenat tauletes de nit

Als dos portalàmpades, de les tauletes de nit, se'ls hi substituiran les bombetes, actualment incandescents, per bombetes LED que seran molt més eficients i contribuiran en estalvi energètic. Per aquests punts de llum, es busca una lluminària discreta i a l'hora càlida, bàsicament per si el client volgués llegir una mica abans d'anar a dormir o per tenir una petita llum encesa a l'hora de desplaçar-se per l'habitació sense encendre la lluminària general.

Les bombetes triades són les Classic LEDCandle D 5-32W BA35 E14 822 GOLD de Philips Lightning, que són bombetes amb una vida útil molt llarga, molt eficients energèticament parlant

i amb un disseny en forma de flama d'espelma, que encaixa amb el mobiliari actual i que emetran una llum suau i càlida amb un nivell màxim de lluminositat instantani.

Les seves dades tècniques són les descrites a la taula següent:

Dades tècniques de la Classic LEDCandle	
Codi de color	822 [CCT de 2.200°K]
Flux lumínic	350lm
Designació de color	Flama
Temperatura de color amb correlació (nom.)	2.200°K
Eficiència lumínica	70lm/W
Consistència de color	<6
Índex de reproducció cromàtica – IRC (nom.)	80
Llmf al final de la vida útil nominal (nom.)	70%

Taula 8. Dades Classic LEDCandle

La seva corba de distribució lluminosa és la següent:

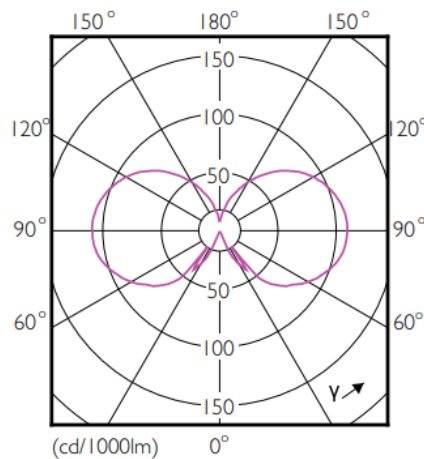


Figura 25. Diagrama polar Classic LEDCandle

2.6. Làmpada de treball del dormitori

Dins d'aquest apartat es farà un estudi entre diferents propostes d'aplics prèviament escollits per triar l'opció que millor s'adapti a les necessitat d'aquest entorn de l'habitació.

Per aquesta àrea de treball, es busca una lluminària uniforme compresa entre 400lx i 600lx en el pla de treball amb una temperatura de color de llum neutra - freda, compresa entre 3.800°K i

4.500°K, per tal de mantenir el client estimulat i enfocat a la feina, en cas contrari, si s'utilitzés una lluminària més càlida, afavoriríem a la relaxació i la desconcentració amb més facilitat, disminuint l'eficiència i rendiment.

En els apartats següents es triarà l'aplic que millor s'ajusti a aquestes característiques.

2.6.1. Estudi dels diferents aplics

Tenint en compte la premissa anterior, es recollirà a la taula següent les característiques principals que defineixen cada aplic per tal de comparar-los entre ells.

Nom de l'aplic	Marca	Tecnologia	Pote. Nominal (W)	Flux total (lm)	Ef. Lumínica (lm/W)	CCT (K)	CRI
Stylid Evo	Philips Lightning	LED	14,4	1.800	125	4.000	≥80
Luxor	Psmlighting	LED	13,0	1.000	61	4.000	≥80
Novo Round	Regent Lightning	LED	13,0	1.000	77	4.000	≥90
Fobo 1	Arcluce	LED	14,0	1.000	71	4.000	≥90
Diana	Megalite	LED	10,0	1.000	100	4.000	≥80
High spot-in	Arcluce	LED	14,0	500	36	4.000	≥80

Taula 9. Característiques dels aplics

A simple vista qualsevol d'aquests aplics podrien servir per a les característiques desitjades. Totes tenen entre 3.800°K i 4.500°K, tenen potències similars, oscil·lant entre 14W, 13W i 10W, bones relacions de flux total, fluctuant entre 1.800lm i 500lm. És per aquest motiu que s'han simulat cada un d'aquests aplics amb DIALux, reduint el pla de treball a les mides de la taula, i situant-lo a una alçada de 0,73m, per acotar millor els resultats obtinguts. D'aquesta simulació, s'extrauran les il·luminàncies mitges, mínimes, màximes, la relació entre $E_{mínima}$ i E_{mitja} i el valor d'eficiència energètica per finalment decidir la millor opció d'aplic. A la taula 10, es mostrarà el recull dels resultats obtinguts amb el programa al pla de treball esmentat.

Nom de l'aplic	E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{max} (lx)	E_{min}/E_m	VEE (W/m^2)
Stylid Evo	886	185	2.010	0,21	0,85
Luxor	263	118	343	0,45	0,77
Novo Round	267	140	367	0,52	0,77
Fobo 1	352	168	530	0,48	0,83
Diana	206	96	289	0,47	0,42
High spot-in	102	82	114	0,80	0,83

Taula 10. Dades de les simulacions dels aplics

Un cop simulats tots els aplics, amb els resultats extrets, podem concloure que la Stylid Evo assumeix uns valors d'iluminància exagerats per l'aplicació que se li vol donar. Amb la High spot-in ens passa el cas contrari, no assumeix valors suficientment elevats pel pla de treball. Així doncs, l'aplic que millor s'ajusta per aquesta situació, dels aplics restants, és la Fobo 1. Manté una bona relació d'iluminàncies, la E_{min} i E_{max} no adopten valors molt llunyans a E_m i és la que més s'apropa als valors desitjats de 500lx de mitjana.

Per acabar d'ajustar millor aquesta repartició de luxs als valors de 500lx de mitjana i que la iluminància sigui més uniforme i regular a tota l'àrea de treball, es col·locaran dos aplics de la Fobos 1 i es tornarà a repetir la simulació. Veurem els resultats a la figura a continuació per comprovar si ha millorat la iluminància i així assumir els nivells lumínics recomanats.

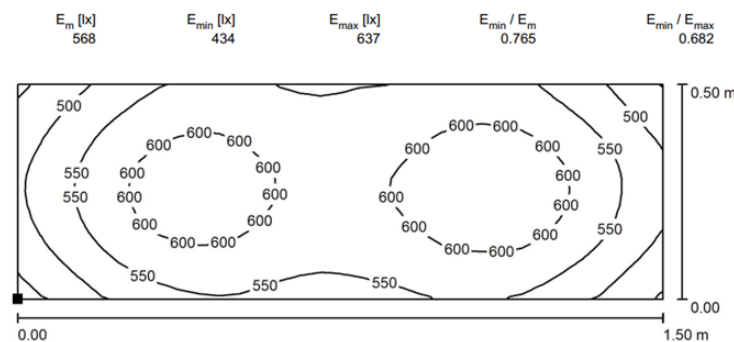


Figura 26. Resultats de la simulació amb dos Fobos 1

S'observa en la figura anterior com queden repartits els valors d' iluminància sobre l'escriptori. S'aprecia que els valors no són exageradament elevats ni molt baixos, repartint-se entre 637lx i 434lx, ajustant-se perfectament als valors recomanats de 500lx de mitjana desitjats.

El valor d'eficiència energètica obtingut per aquests dos aplics al dormitori és de 1,66W/m² per cada 100lx.

Amb l'estudi fet anteriorment, s'ha comprovat que la millor opció, per aquesta àrea, és la lluminària Fobo 1. És un tipus de il·luminària ideal per la seva eficiència energètica i el focus de llum que pot oferir. A més a més el seu estil i disseny encaixen perfectament amb l'arquitectura de l'hotel. Aquesta lluminària, s'encastarà al sostre i la seva posició es presenta als plànols.

Es resumiran les seves característiques de rendiment principals a la taula següent:

Rendiment inicial (IEC)	
Flux lumínic inicial	1.000 lm
Tolerància de flux lumínic	+/-10 %
Eficiència de la lluminària led inicial	71 lm/W
Índex inicial de temperatura de color	4.000 °k
Inic. Índex de reproducció de calor	≥90
Cromacitat inicial	(0,434, 0,403) SDCM <3
Potència d'entrada inicial	14 W
Tolerància de consum energètic	+/-10 %

Taula 11. Rendiment StyliD Evo

La seva corba de distribució lluminosa és la següent:

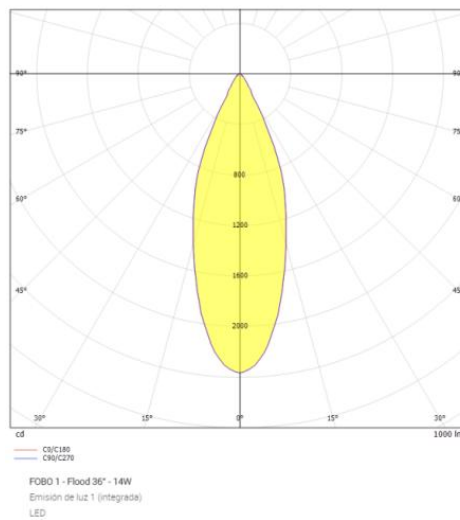


Figura 27. Diagrama polar Fobo 1

2.6.2. Simulació làmpada de treball del dormitori

Es mostrarà a continuació la simulació dels dos aplics Fobos 1 col·locats sobre la taula de treball, encastats al sostre.

Veiem els resultats simulats a la figura següent:



Figura 28. Simulació Iluminària taula de treball

Es pot apreciar en la imatge anterior que el focus de llum sobre la taula, fa la funció per la qual ha sigut dissenyada, aporta un punt extra de llum per tal d'acomodar al client en un entorn de concentració i poques distraccions. Aplicarem un filtre per poder visualitzar les isolínies, figura 29, corroborant les dades extretes anteriorment per visualitzar la repartició de luxs al pla útil sobre la simulació. Tot seguit s'hi farà una representació dels colors falsos, figura 30, per tenir una millor sensació visual de com es distribueix la il·luminació pel pla de treball, o taula.

Amb les Isolínies podem fer-nos una millor idea de la repartició de luxs al pla de treball.



Figura 29. Isolínies dormitori Iluminària taula de treball

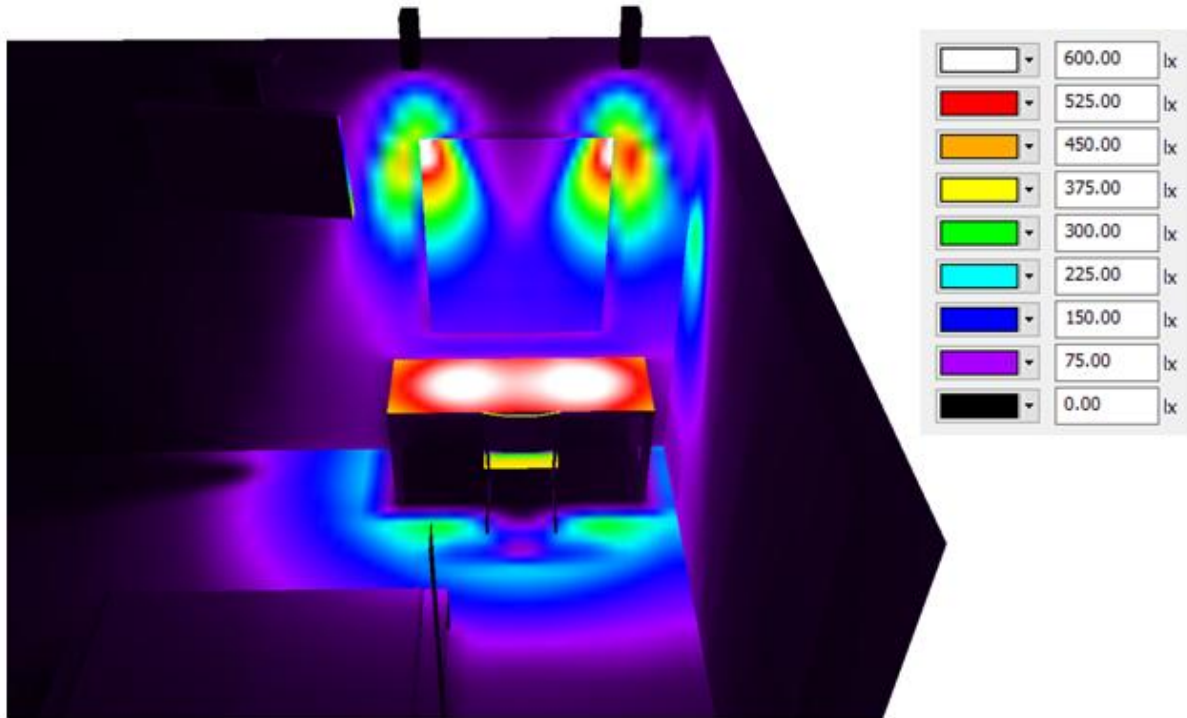


Figura 30. Representació de colors falsos de l'enllumenat de la taula de treball

A la figura anterior, s'aprecia la distribució lumínica dels colors falsos sobre la taula de treball.

Donat que és una zona de treball pensada per a escriptura o lectura, reforçarem l'estudi comprovant que no hi hagi enlluernaments i així assegurar que l'usuari podrà realitzar la seva tasca sense esforç o fatiga visual.

2.6.3. Estudi de l'UGR de la taula de treball

Fent l'ús del programa DIALux, comprovarem l'índex d'enlluernament unificat en l'àrea de l'escriptori. Per aquest càlcul, es farà ús de les indicacions de la norma UNE 12464-1. En aquest espai, la normativa, recomana una UGR igual o inferior a 19.

A la figura 31 es mostra un recull dels resultats obtinguts amb DIALux en l'àrea especificada, simulant l'alçada d'una persona asseguda davant de l'escriptori, a 1.2m del terra, a l'alçada de la vista.

Es farà el càlcul de l'UGR amb la llum general encesa juntament amb la de l'escriptori per comprovar que cap de les dues sigui molesta per l'usuari assegut

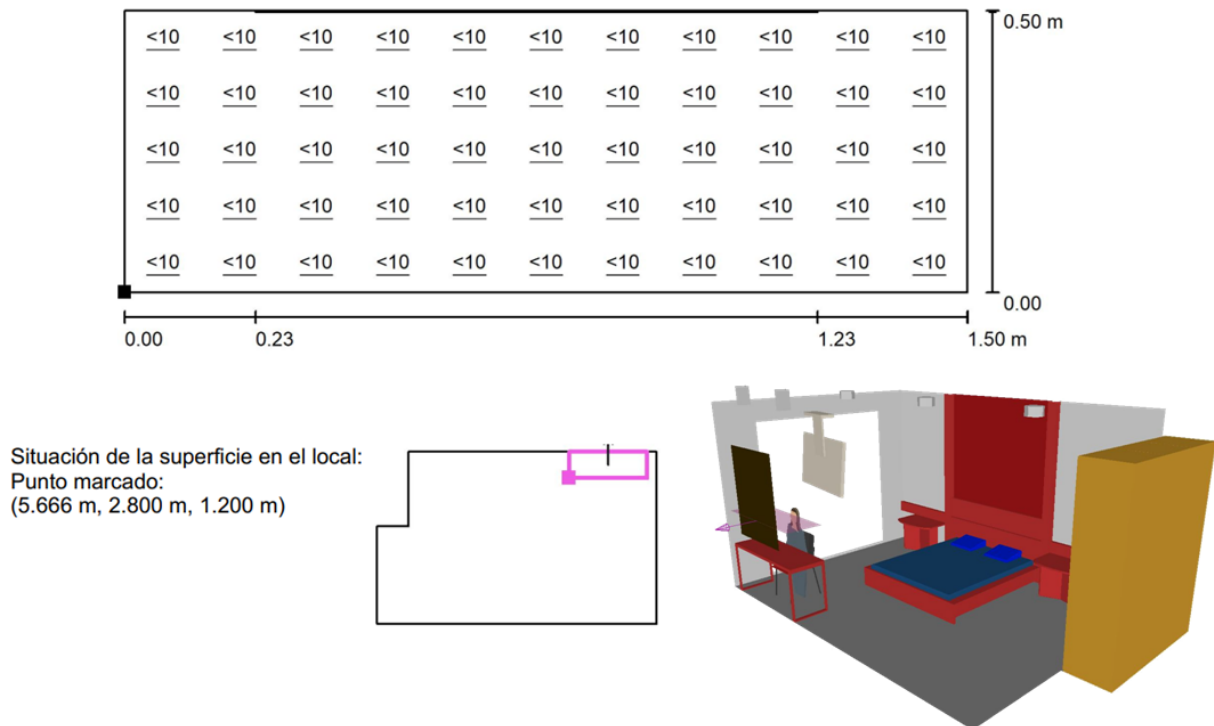


Figura 31. Resultats de càlcul UGR amb perspectiva de la situació

Amb l'estudi realitzat es confirma que els valors de l'UGR són inferiors a 10. Així doncs, podem afirmar que els resultats de l'UGR compleixen amb la normativa UNE 12464-1.

2.7. Balcó

Pel balcó, s'ha buscat una lluminària que a l'hora d'eficàç, tingui una IP de 65 ja que es troba a l'exterior i per tant s'ha de protegir correctament de la pols i l'aigua. Com que es tracta d'una llum d'exterior que normalment s'encendrà de nit, s'hi ha triat una lluminària suau i confortable que tindrà un baix, però suficient flux lumínic i una temperatura de color càlida, entre 2.800°K i 3.500°K.

S'ha triat la CoreLine Aplique WL131V LED34S/830 PSR MDU WH de Philips Lighting. És una lluminària que combina llum de qualitat amb un substancial estalvi energètic, molt fàcil d'instal·lar i mantenir amb un alt IP.

A la taula següent es mostren les seves característiques de rendiment principals.

Rendiment inicial (IEC)	
Flux lumínic inicial	3.400 lm
Tolerància de flux lumínic	+/-10 %
Eficiència de la lluminària led inicial	90 lm/W
Índex inicial de temperatura de color	3.000 °k
Inic. Índex de reproducció de calor	80
Cromacitat inicial	(0,44, 0,41) SDCM <3
Potència d'entrada inicial	38 W
Tolerància de consum energètic	+/-10 %

Taula 12. Rendiment CoreLine Aplique

La seva corba de distribució lluminosa és la següent:

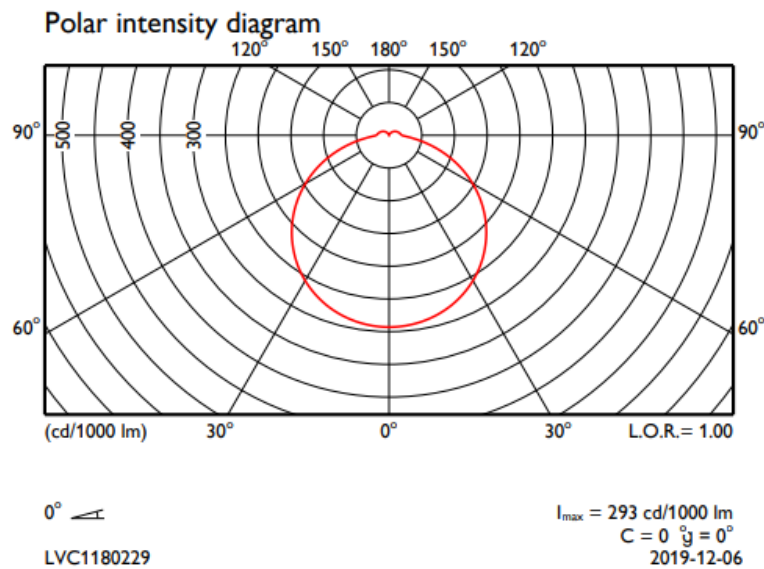


Figura 32. Diagrama polar CoreLine Aplique

En aquest cas, no es farà simulació del balcó amb la lluminària corresponent.

2.8. Valor d'eficiència energètica de la instal·lació

Es recollirà a la taula 13 els valors d'eficiència energètica que hem obtingut per comprovar que aquesta instal·lació compleix normativa del CTE HE 3.

Estança	VEE (W/m ²)
Passadís	1,52
Lavabo	1,56
Dormitori general	1,20
Dormitori làmpada taula	1,66
Total	5,94

Taula 13. Recull de VEE

Es comprova el valor màxim exigít pel CTE HE 3, que és com a màxim 10 W/m² per habitacions d'hotel, per tant aquesta instal·lació compleix amb la normativa vigent.

2.9. Estudi energètic de la nova instal·lació

Coneixent la lluminària proposada per a la nova instal·lació, es farà un estudi energètic per calcular la diferència de potència que l'hotel estalviarà per habitació. A continuació es mostrarà a la següent figura un recull de la lluminària que l'hotel disposa actualment a les habitacions i es compararà amb la que s'ha proposat. A la taula es mostrarà el tipus de bombeta, el seu consum energètic i finalment la quantitat d'energia que es consumeix total.

Estança	Lluminària actual				Lluminària proposada				
	Tipus de bombeta	Quantitat	Potència consumida unitària (W)	Potència consumida (W)	Tipus de bombeta	Quantitat	Potència consumida unitària (W)	Potència consumida (W)	
Passadís	Halògena	1	110,00	110,00	Led	1	19,00	19,00	
WC	Halògena	1	112,00	112,00	Led	1	17,40	17,40	
Dormitori	General	Halògena	2	112,00	224,00	Led	3	19,00	57,00
	Taula de tret	Incandescent	1	78,00	78,00	Led	2	14,00	28,00
	Tauleta de n	Incandescent	2	32,50	65,00	Led	2	4,00	8,00
Balcó	Incandescent	1	200,00	200,00	Led	1	38,00	38,00	
Total				789,00	Total				167,40

Figura 33. Comparativa de potència lumínica

Es pot apreciar que canviant la lluminària actual per la proposada, hi ha un estalvi energètic de 621,60W per habitació. S'ha reduït la potència consumida un 78,78%.

3. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE L'HABITACIÓ

3.1. Previsió de càrrega

Recollirem a la taula 14 el inventari dels diferents circuits que podem trobar en aquesta instal·lació especificant les línies a les que corresponen. A la taula 15, s'hi especifica el tipus de línia, la potència unitària, les unitats, els factors d'utilització (F_u), els factors de simultaneïtat (F_s) i finalment la potència total. Tot aquest càlcul vindrà regulat per la ITC-BT 25.

Especifiquem la utilització de cada circuit per habitació estàndard a la següent taula:

Línia	Circuit	Descripció
L1	C1	Destinat a alimentació de punts de llum.
L2	C2	Destinat a preses de corrent d'us general i nevera.
L3	C5	Destinat a preses de corrent dels lavabos i com a base auxiliar de l'espai de cuina.

Taula 14. Especificació dels circuits

Línia	nº de circuits	P_{prev} (W)	F_s	F_u	P_{calc} (W)
L1	7	200	0,75	0,50	525,0
L2	7	3.450	0,20	0,25	1.207,5
L3	1	3.450	0,40	0,50	690,0
Potència total prevista per habitació					2.422,5

Taula 15. Previsió de potència total

Els factors d'utilització i simultaneïtat no tabulats, han sigut prèviament escollits raonant les hores del dia que els equips estan treballant i les possibilitats que tenen d'estar funcionant a la vegada. Les vàlvules de fred i calor i el ventilador del fan coil, s'han tingut en compte a L2.

3.2. Seccions dels cables de la instal·lació elèctrica

Per alimentar els diferents elements elèctrics de l'habitació estàndard s'utilitzaran diverses línies de distribució. Per tal de dimensionar els conductors d'aquestes línies, es seguirà la normativa de l'ITC-BT-19 per baixa tensió tenint en compte que els cables són de coure amb aïllant 3xXLPE en cables multiconductors encastats en obra, muntatge tipus B2 segons l'REBT.

Recollim i comparem en la taula següent les seccions que ens han sortit dels càlculs per escalfament i per caiguda de tensió efectuats a l'annex. Escollim la secció més restrictiva.

Línia	S per escalfament (mm ²)	S per caiguda de tensió (mm ²)	Escollida (mm ²)
L1	1,5	1,5	1,5
L2	2,5	2,5	2,5
L3	2,5	2,5	2,5

Taula 16. Secció dels conductors

3.3. Dimensionament de les proteccions i elements de mesura

Hem de tenir correctament protegida la instal·lació per prevenir incidents que puguin succeir com: sobrecarregues, curtcircuits, contactes indirectes, ...

El quadre general de protecció i comandament, de cada habitació, estarà col·locat al costat de l'entrada a l'esquerra a 1,5m del terra, complint la normativa i especificacions de la ITC-BT-17.

3.3.1. Diferencials

La sensibilitat dels diferencials seguiran les especificacions de l'ITC-BT-24 per a la protecció contra contactes directes i indirectes, així doncs, s'utilitzarà un interruptor diferencial de 16A, 30mA, ja que es busca el màxim de protecció amb la sensibilitat més alta.

3.3.2. Magnetotèrmics

Els interruptors magnetotèrmics, són de tall omnipolar i resisteixen els corrents de curtcircuit que poden presentar-se.

Triem les diferents intensitats dels magnetotèrmics, recollits en la següent taula.

Línia	Secció de conductor	I _{calc.} (A)	< Magnetotèrmics I _N <	I _{adm.} (A)
L1	1,5	2,28	10	16
L2	2,5	5,25	16	22
L3	2,5	3,00	16	22

Taula 17. Intensitat nominal dels magnetotèrmics

3.3.3. IGA de l'habitació

S'instal·larà un magnetotèrmic general per a cada habitació per aportar més protecció i a l'hora, permetrà tallar el subministrament elèctric general quan sigui necessari. Els magnetotèrmics escollits com a IGA per l'estança seran de 16A.

3.4. Dimensionament dels conductes

Tal i com s'indica a la ITC-BT-21, els tubs estaran dimensionats de tal manera que hauran de tenir un diàmetre tal que permeti un fàcil allotjament i extracció dels cables i conductors aïllats. Són tubs corbables regulats per la norma UNE-EN 50086-2-2. La instal·lació i posada en obra d'aquests, vindrà regulada per les indicacions de la norma UNE 20.460-5-523 i les especificacions de les ITC-BT-19 i ITC-BT-20.

Es mostra en la taula a continuació el recull dels diferents tubs que s'han d'instal·lar.

Línia	Diàmetre mínim	Diàmetre escollit
L1	16	20
L2	20	25
L3	20	25

Taula 18. Diàmetre dels tubs protectors

S'escullen aquests diàmetres de tubs sobredimensionats, ja que si mai es volgués passar més cable es podria passar pel mateix tub sense haver-hi incompliment de la normativa.

4. DOMÒTICA DE L'HABITACIÓ

Per gestionar la llum, climatització, control d'accés i presència de cada estança, d'una manera còmode, sostenible i segura, es domotitzaran les habitacions amb la tecnologia KNX.

KNX és un software que garanteix la comunicació i monitorització de tots els components mitjançant un llenguatge comú i d'una manera intel·ligent. Tanmateix, aquesta domotització, permetrà satisfer les expectatives dels clients de l'hotel sense malbaratar l'energia.

Aquest sistema és un sistema de bus que controla dispositius i permet domotitzar edificis. Tots els dispositius utilitzen el mateix mitjà de comunicació per intercanviar informació a través del bus comú. Això vol dir que s'ha de regular l'accés al bus i que la majoria de dades transmeses són dades de direcció, és a dir, qui envia la informació i a qui va dirigida. Cada dispositiu disposa del seu microprocessador i això permet la descentralització, de manera que, si un dispositiu falla la resta de la instal·lació seguirà funcionant.

Per a transmetre les dades del bus, es necessita un medi de comunicació, KNX ofereix una ampla gama de sistemes de transmissió de dades. El mitjà de comunicació escollit per portar a terme aquest projecte, és el parell de fils trenat o TP1 on tots els participants estan connectats entre ells mitjançant el bus. S'ha triat aquest tipus de cable ja que el seu cost és baix i fàcil d'instal·lar.

El cable bus que s'utilitzarà en el projecte serà el CERVICOM BUS EIB-KNX LSHF CPR de Cervi. És un tipus de cable no propagador de flama, lliure d'halògens, baixa emissió de gasos corrosius i baixa emissió de fums. A més a més disposa d'una protecció electromagnètica per evitar interferències. Compleix els requisits de la normativa Europea CPR, proporcionant la màxima seguretat per a persones i equips elèctrics. Es mostra la secció del cable a la figura 34.

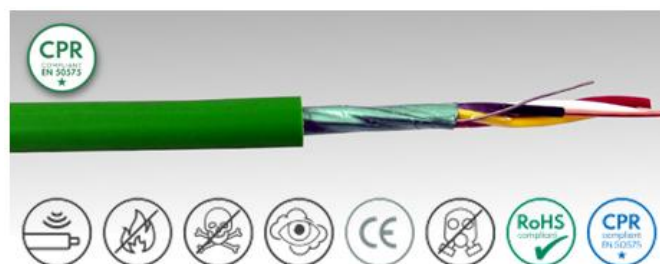


Figura 34. Secció del cable bus

La instal·lació seguirà la normativa vigent del REBT. Els cables del bus es col·locaran sobre safates separades dels cables elèctrics per evitar interferències i mal funcionament del sistema seguint els requisits d'instal·lació KNX. Aquestes safates aniran per sobre el fals sostre seguint les indicacions dels plànols.

Els elements que es troben connectats al bus, poden ser elements sensors o elements actuadors. Els sensors són els elements que detecten les accions i les envien al bus, mentre que els actuadors, executen les ordres rebudes a través del bus. Caldrà determinar els elements de l'habitació i classificar-los com a sensors o actuadors.

Així doncs a la taula següent es mostrarà una classificació resum dels elements que actuaran com a sensors o com a actuadors, havent tingut en compte els polsadors i contactors magnètics que es puguin posar en paral·lel per reduir entrades i que s'especificaran més endavant.

	Element	nº elements
Sensors	Polsadors	8
	Detector de fum	1
	Contactador magnètic de superfície	1
	Card "reader"	1
	Card "holder"	1
	Entrades climatitzador	1
	Sensor de temperatura	1
Actuadors	Sortides climatitzador	1
	Llisquet electrònic de la porta	1
	Lluminària	7

Taula 19. Resum d'elements sensors/actuadors.

Alhora d'escollir els elements que s'utilitzaran en el projecte, cal tenir en compte que hi ha elements que les seves característiques tècniques permeten una connexió directa al bus o altrament necessiten un intèrpret de senyal o BCU per a poder ser connectats. Escollir un element o un altra comporta que el preu variï i també les hores de muntatge. Si ja està preparat per ser incorporat a una instal·lació KNX és més car, altrament si l'element no incorpora la tecnologia, serà més econòmic però haurem d'afegir-hi un dispositiu que ens permeti la seva connexió a KNX, fet que elevarà el temps d'instal·lació.

Tenint en compte aquests punts anteriors i que hi ha elements que no cal programar sinó que la seva finalitat és únicament emetre senyals simples, en aquests casos, triarem els elements més econòmics. És el cas dels polsadors i contactors magnètics de superfície que es col·locaran a les finestres. Pel que fa a la resta de sensors o actuadors s'escolliran els que millor s'adaptin a la necessitat de la nostra instal·lació.

A continuació, s'explicarà la domotització de l'habitació estàndard amb finestra, que és l'objecte d'aquest projecte. S'acompanyarà amb la figura següent per il·lustrar el text. En aquesta representació gràfica els elements que s'indiquen com a grup, es col·locaran en paral·lel, que com s'ha especificat anteriorment, permetrà reduir inputs i outputs.

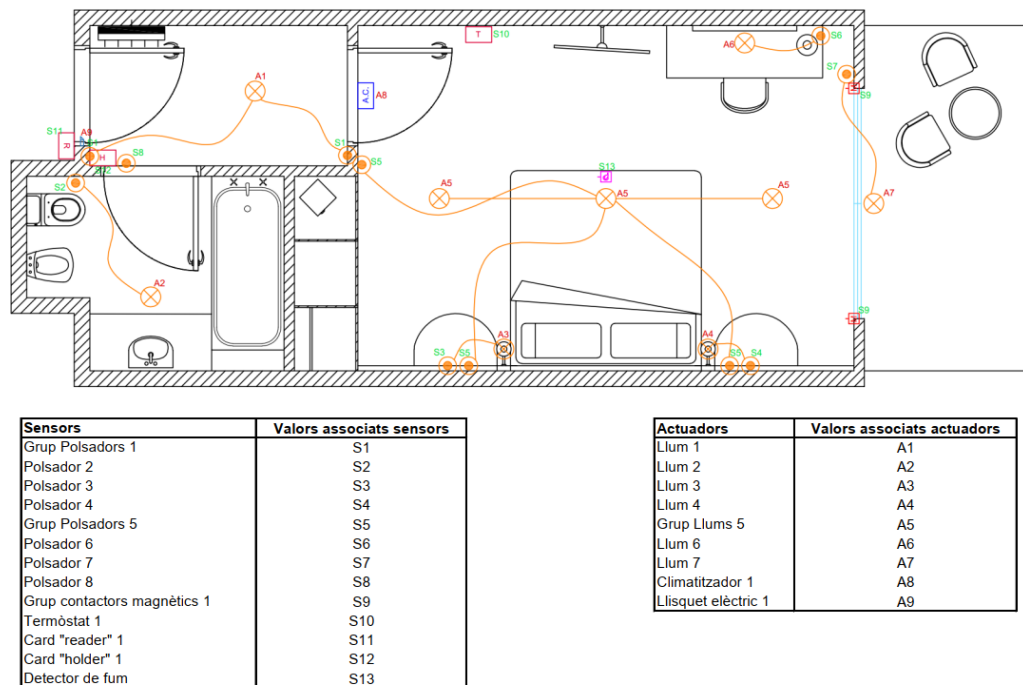


Figura 35. Domotització de l'habitació estàndard

La solució que es planteja amb els dispositius escollits i la seva domotització amb KNX, permetrà un control de l'accés a les habitacions mitjançant l'element "card reader", que en la figura s'etiqueta com a "S11", en el que caldrà passar la targeta proporcionada a la recepció de l'hotel perquè s'activi el passador electrònic de la porta d'accés a l'habitació, element "A9", i permeti obrir la porta. Un cop dins l'habitació, aquesta mateixa targeta s'haurà de dipositar en el "card holder", element "S12" de la figura, que activarà, com a elements de cortesia, el llum del passadís "A1". L'usuari podrà encendre i apagar els llums utilitzant els polsadors ubicats a

diferents punts de l'habitació i que estan etiquetats a la nostra figura com a "S1", "S2", "S3", "S4", "S5", "S6" i "S7". Cada polsador permetrà l'encesa o apagat dels llums a qui van connectats. Així doncs, "S1" permetrà l'encesa o apagat del llum del passadís, etiquetat com a "A1", i que si observem la figura 35 veurem que es pot encendre o apagar des de dos polsadors diferents, ubicats a dos punts oposats de tota la llargada del passadís, un col·locat al principi i l'altra al final. L'interruptor "S2", activarà o desactivarà el llum del quarto de bany, etiquetat com a "A2". Els polsadors "S3" i "S4" activaran l'encesa i apagat dels llums de les tauletes de nit, "A3" i "A4" respectivament. L'encesa dels llums generals del dormitori, etiquetats com a "A5", es poden activar o desactivar des de 3 ubicacions diferents, els etiquetem com a "S5" i són dos polsadors ubicats a cada costat de les tauletes de nit i un polsador al costat de l'entrada del dormitori. L'interruptor "S6" controlarà el llum de l'escriptori que s'etiqueta com a "A6" i l'interruptor "S7" encendrà o apagarà el llum de la terrassa, etiquetat com a "A7" a la figura.

També es disposarà d'un detector de fums, l'"S13" ubicat al sostre del dormitori, que permetrà detectar un possible inici d'incendi a l'habitació. Quan el sistema detecti el fum, s'activarà una consigna que avisarà de l'alarma.

Finalment disposarem de dos sensors que detectaran si el finestral del dormitori és obert. S'ubicaran a cada costat de l'obertura, estan etiquetats com a "S9" a la figura. S'activaran en el moment en què el finestral estigui obert, emeten una senyal que apagarà les vàlvules del fan coil. En cas que s'intenti engegar el fan coil amb el finestral obert, s'apagarà novament. Altrament l'aire condicionat també es regularà des del termòstat, "A8", podent triar entre 3 velocitats diferents i la consigna de la temperatura. Com que el fan coil instal·lat és de 2 tubs, des de manteniment es regularà si l'aire surt fred en cas de l'estiu o calent en cas de l'hivern.

Per últim a l'entrada de l'habitació al costat del "card holder", s'hi situarà un polsador "S8" que quan es premi, s'enviarà una consigna a recepció indicant que l'hoste vol que es netegi l'habitació. En el moment en que es retiri la targeta del "card holder", s'apagaran tots els llums automàticament i les sortides de l'aire condicionat.

4.1. Selecció dels dispositius de la instal·lació domòtica

En aquest apartat es detallaran els diferents dispositius que formaran part de la instal·lació i es farà una descripció de la seva funcionalitat, característiques i muntatge.

Per a fer aquesta selecció s'ha fet una comparativa prèvia amb dispositius de marques varies i dispositius de la marca Ekinex, que ofereix productes d'aplicació KNX amb funcionalitats específiques pel sector hoteler. Es detalla aquesta comparativa en l'annex B del projecte.

El resultat final de la comparativa ens fa decantar clarament pels dispositius Ekinex, donat que resulten més econòmics que agafant els dispositius d'altres marques. A més a més, els dispositius Ekinex presenten funcionalitats específiques per a l'hotel i característiques tècniques garantides per l'estàndard KNX. Tanmateix és una empresa, que des del 2013, s'ha anat situant com a marca referent en protocols KNX i això ens dóna confiança i seguretat en la compra d'aquests productes per a la nostra instal·lació. Altrament el disseny dels elements escollits quedarà molt integrat dins les estances i permetrà adaptar-se a qualsevol renovació dels interiors de les habitacions que es puguin fer en un futur. Són productes que tècnicament ofereixen solucions integrades que permetran reduir considerablement les hores i el muntatge de components addicionals en la nostra instal·lació tècnica.

4.1.1. Polsadors

A l'hora d'escollir els polsadors per les habitacions, s'ha optat pel polsador amb contacte NA de la marca Berker. Aquests polsadors es complementaran amb un embellidor i tecla proporcionats per la mateixa marca que són resistents i amb un disseny atemporal que s'incorpora perfectament a la decoració de l'habitació. Se'n mostra una imatge de l'acabat a la següent figura i s'especificaran les característiques més importants del polsador, que són: la tensió nominal, intensitat de contacte, dimensions i tipus de connexió, que es mostraran a la taula 20.



Figura 36. Acabat del polsador Berker

Tensió nominal	250 V	
Intensitat nominal	10 A	
Dimensions	Profunditat	41,6 mm
	Profunditat de muntatge	30,0 mm
	Amolada	71,0 mm
Tipus de connexió	Secció de conductor	màx. 2,5 mm ²
	Borns d'unió	segons IEC60669-1
	Terminals de connexió	segons VDE 0632-1

Taula 20. Característiques del polsador Berker

El seu muntatge serà encastat en caixa de mecanisme a una altura de 110cm de paviment a 15cm del marc de la porta. S'haurà de prestar especial interès en la correcta fixació de la caixa de mecanisme, havent d'estar ben anivellada i enrassada, de forma que permeti que la placa dels mecanismes quedi perfectament adossada a la paret tal i com es regulat en la normativa vigent. Es col·locaran als punts indicats als plànols.

4.1.2. Contactors magnètics

Els contactors magnètics escollits són els contactors de portes/finestres de superfície-S blancs de la marca Zennio. S'han triat aquests contactors per la senzillesa i discreció del seu disseny que no destaca i passa molt desapercebuts. Es mostren a la següent figura.

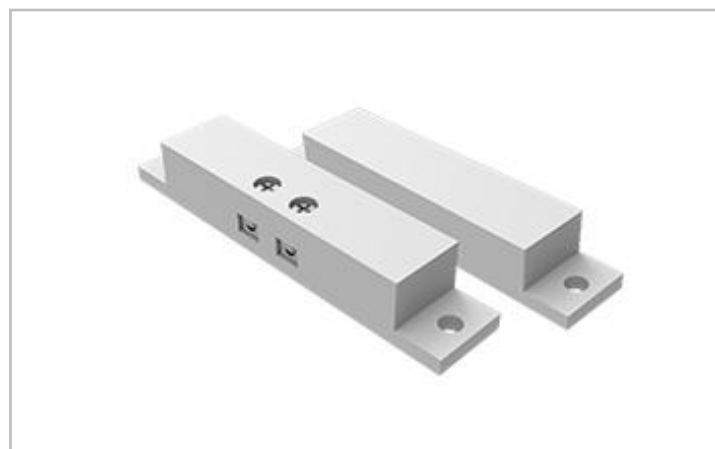


Figura 37. Contactor magnètic de finestra blanc

Les seves característiques més interessants són la tensió màxima, intensitat màxima, potència màxima, separació màxima entre imant i contactor, tipus de sortida, mètode de sortida, secció de cable, el seu grau de protecció i les seves dimensions.

Visualitzem-les a la taula següent.

Tensió màxima	100 V	
Intensitat màxima	0,5 A	
Potència màxima	10 W	
Separació màxima entre imant i contactor	24 mm	
Tipus de sortida	Contacte lliure de tensió	
Mètode de sortida	Borneres amb cargols	
Secció de cable	0,5mm ² (IEC) / 24-20AWG (UL)	
Grau de protecció	IP20, ambient net	
Dimensions	Imant	51x10x8 mm
	Contactor	51x10x8 mm

Taula 21. Característiques dels contactors magnètics

Es muntaran de forma superficial amb quatre cargols, dos pel imant i dos pel contactor, a la part superior de cada extrem del finestral a 3cm de l'escaire del marc.

4.1.3. Tancament elèctric

Com a passador elèctric per a la porta d'accés a les habitacions, escollirem els de la marca JIS amb la referència, 812/902/D. És una sèrie econòmica, adequada per a portes de fusta. Aquest model presenta un passador regulable i reversible, amb obertura només mentre dura el impuls elèctric. Els seu frontal disposa d'entrada de llisquet per si l'usuari vol tancar la porta des de dins de l'habitació, tal com els seu funcionament permet actualment. Donat que s'aprofitaran els panys actuals de les portes de les habitacions, escollirem l'acabat dels passadors amb color alumini daurat per a mantenir l'equilibri estètic. La maneta externa del pany quedarà fixada, per tal que només es pugui obrir la porta des de fora quan la tanca elèctrica rebí el senyal d'obertura. La maneta de la part interna de l'habitació es mantindrà lliure de moviment per tal de poder obrir la porta des de dins obviant la tanca elèctrica.

A continuació es mostra una imatge del tancador elèctric, amb les seves mides, a la figura següent.

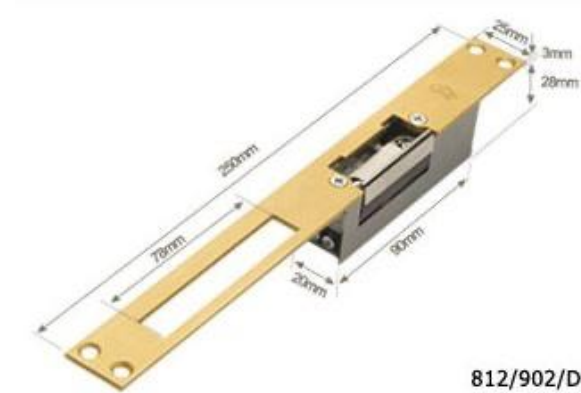


Figura 38. Tancament elèctric daurat

S'exposaran les seves característiques més importants a la taula 22, que són: tensió nominal, potència, tractament anticorrosiu i el material.

Tensió nominal	12 V AC/DC
Potència	0,6 W
Tractament anticorrosiu	Si
Material	Zamak

Taula 22. Característiques del tancament elèctric

Es pot observar que la seva tensió nominal és de 12V, per tant, necessitarà un transformador o font d'alimentació extern pel seu correcte funcionament. S'especificarà aquest transformador o font d'alimentació més endavant.

4.1.4. Detector de fum i calor

El detector de fum i calor escollit és el TSD-1 de la marca Satel. S'ha triat aquest aparell ja que és un sistema dotat de detecció fotoelèctrica de fum visible i sensor diferencial de temperatura que garanteix una sensibilitat elevada, no direccional. A més a més disposa d'un filtre d'acer inoxidable que protegeix de l'entrada d'impureses i petits insectes. A diferència d'altres detectors, aquest aparell, no funciona a piles sinó que s'ha d'alimentar amb una font de 12V. El detector, compleix les normatives EN 54-7: detecció de humo i EN 54-5: detecció de temperatura.

Es mostra una imatge del detector a la figura 39.



Figura 39. Detector de fum

Les seves característiques més importants per aquesta instal·lació, són la tensió d'alimentació, el rang de temperatura de treball, el consum de la corrent elèctrica en mode disponible, el consum màxim de corrent, el seu grau de protecció, la temperatura estàtica mínima i màxima de notificació de l'alarma i les seves dimensions. Es mostrarà a la taula a continuació.

Tensió d'alimentació		12 V DC
Rang de temperatura de treball		*-10°... +55 °C
Consum de la corrent en mode disponible		250 µA
Consum màxim de corrent		24mA
Grau de protecció		IP20
Temperatura estàtica mínima de notificació de l'alarma		54 °C
Temperatura estàtica màxima de notificació de l'alarma		65 °C
Dimensions	Diàmetre	108 mm
	Alçada	61 mm

Taula 23. Característiques del detector de fum i temperatura

El seu muntatge es farà al dormitori, encastat al sostre a la posició indicada als plànols.

4.1.5. Mòdul Ekinex per aplicacions d'hotel

El controlador que s'escollirà per a les entrades i sortides és el de referència EK-HO1-TP. És un mòdul que ofereix entrades i sortides que permeten gestionar totes les funcions bàsiques d'una habitació d'hotel. A continuació es mostrarà una imatge d'aquest element a la següent figura:

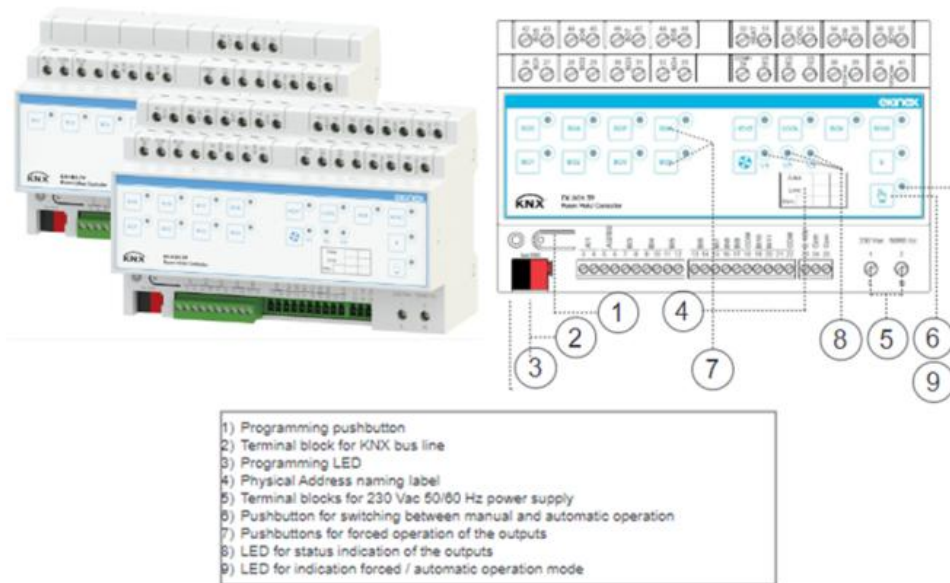


Figura 40. Mòdul Ekinex EK-HO1-TP

És un mòdul de 4 entrades analògic/digitals, 4 digitals que es poden usar individualment o acoblades i 5 digitals que es poden usar com a: contactor de placa, control d'accés extern, per a contactor de finestra, per a contacte d'emergència o trucada d'assistència i per a indicar que es netegi l'habitació.

També disposa d'11 sortides digitals on 4 d'elles amb 5(3)A que controlen persianes o es poden usar com a commutadors ON/OFF senzills, 6 d'individuals amb 16(10)A com a commutadors de càrrega ON/OFF, 1 com a controladora de pany elèctric de 12/24 Vac i 1 sortida analògica de 0-10V com a controlador de fan coil. A més a més aquest mòdul està condicionat amb 3 terminals especials per a 3 velocitats de fan coil, un terminal de vàlvula de fred i un terminal de vàlvula de calor, ajustant-se correctament al fan coil instal·lat.

Disposa d'un mòdul integrat de comunicació de bus KNX i Compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

Té un grau de protecció IP20 i les seves dimensions són de 70mm de fondària, 90mm d'alçada i 144mm d'amplada, pensat per a muntatge en carril DIN (EN 60715). Es muntarà en carril DIN a pressió dins el quadre de domòtica ubicat fora de l'habitació, ocult en el passadís de l'hotel.

4.1.6. Termòstat Ekinex

Escollim el termòstat de referència EK-EQ2-TP que permetrà mesurar i controlar la temperatura i la humitat relativa mitjançant sensors integrats. Disposa de 2 entrades que es poden configurar com a digitals o analògiques i també disposa d'alimentació de bus. A la figura següent es mostra una imatge d'aquest dispositiu.



Figura 41. Termòstat EK-EQ2-TP amb acabats de color negre

Presenta una pantalla LCD il·luminada amb dos botons. Caldrà completar l'aparell amb un conjunt de botons quadrats de 40mmx40mm que s'utilitzaran com a superfície de funcionament del termòstat. L'acabat dels botons, s'escollirà en material de plàstic de color blanc.

Regulació manual ON/OFF o proporcional amb control de ventilador de 3 velocitats i diferents modes de funcionament, per a calefacció o refrigeració.

Permet ajustar punts diferents per a calefacció i refrigeració amb control automàtic o manual de la unitat de fan coil amb alimentació hidràulica de 2 o 4 tubs, i pot canviar de manera

automàtica el seu funcionament segons la presència d'obertura de les finestres. Permet comunicar al bus si el fan coil es troba dins o fora de la zona de confort.

El seu muntatge es farà a una altura de 150cm i es col·locarà al punt indicat al plànol. Fora de l'abast de fonts de calor properes i evitant està sotmès a la llum solar directa provinent del finestral. Complint les especificacions de muntatge de la peça.

4.1.7. Card “reader” Ekinex

S'escollirà el model de Card Reader de referència EK-TR2-TP-10 que disposa de tecnologia RFID per al control d'accés amb comunicació de bus KNX. Equipat amb un relé biestable (4A 24Vac / dc) i amb entrada per contacte lliure de potencial que habilitarà l'accés a l'habitació després de validar la targeta.

Aquest model presenta un LED frontal en 3 colors (blanc, verd i vermell) per autorització d'accés i comunicació d'informació. Veiem un figura il·lustrativa d'aquest lector de targetes a continuació.



Figura 42. Card “reader” EK-TR2-TP amb acabats de color negre

S'escollirà amb acabat de color blanc i es complementarà amb un marc de plàstic també de color blanc.

Disposa de funcions que permeten habilitar l'accés en funció del check-in/check-out de la reserva del client, també pot gestionar serveis basats en franges horàries o basant-se amb un codi d'accés i fins i tot bloquejar la sortida.

Les seves mides són de 44,8mm d'alçada, 44,8mm d'amplada i 43,3mm de fondària. Compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

S'instal·larà a dins d'una caixa enquestada a la paret de 45mm de fondària, ubicada al costat dret de la porta d'accés de l'habitació, a una alçada de 110cm i a una distància 15cm del marc de la porta, tal com s'indica en els plànols.

Necessitarà un font d'alimentació externa de 12/24V DC i màxim de pic 1W pel seu correcte funcionament.

4.1.8. Card "holder" Ekinex

S'escollirà el model de Card holder de referència EK-TH2-TP que disposa de tecnologia RFID de control de presència després de posar la targeta al suport frontal. Disposava de comunicació de bus KNX. Equipat amb un relé biestable (4A 24Vac / dc) i amb entrada per contacte lliure de potencial. Veiem el format d'aquest dispositiu en la figura que es mostra a continuació.



Figura 43. Card "holder" EK-TH2-TP amb acabats de color negre

S'escollirà amb acabat de color blanc i es complementarà amb un marc de plàstic també de color blanc.

Permet configurar un retard de l'extracció de targetes per a la gestió de la llum de cortesia. Disposava d'un LED blanc col·locat a la part frontal del dispositiu que parpelleja quan no s'insereix la targeta al suport, i s'apaga en inserir-la.

Presenta funcions que permeten habilitar l'accés en funció del check-in/check-out de la reserva del client, també pot gestionar serveis basats en franges horàries o basant-se amb un codi d'accés i fins i tot bloquejar la sortida.

Les seves mides són de 44,8mm d'alçada, 44,8mm d'amplada i 47,4mm de fondària. Compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

S'instal·larà a dins d'una caixa enquestada a la paret de 50mm de fondària, ubicada a una altura de 110cm, tal com s'indica en els plànols.

Necessitarà un font d'alimentació externa de 12/24V DC i màxim de pic 1W pel seu correcte funcionament.

4.1.9. Font d'alimentació

S'ha escollit el model TF4 de la marca Dorcas, que ens permetrà subministrar un corrent de 12V DC a 0,8A, per cada 2 habitacions, sempre que l'arquitectura de l'edifici ho permeti. Els càlculs de la intensitat necessària per habitació i per cada dues habitacions es detallen en l'apartat C de l'annex del projecte.

Veiem a continuació a la figura 44 una imatge de l'aparell:

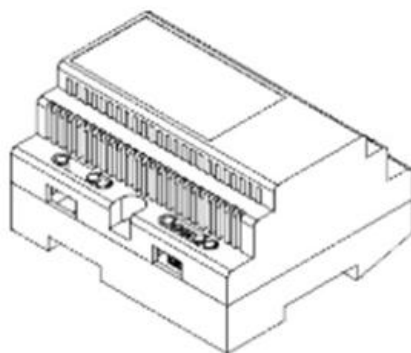


Figura 44. Font d'alimentació TF4

Les característiques tècniques d'aquest dispositiu s'especificaran a la taula següent:

Entrada	230 Vac
Tensió de sortida	12 V DC
Corrent de sortida	0,8 A
Potència de sortida	10 VA
Tipus de Subjecció	Carri DIN. M6
Pes	0,45 Kg
Temperatura de treball	-20°C a 70°C
Normativa	UNE-EN 61558-2-6
Dimensions (mm)	105x59x90

Taula 24. Característiques del font d'alimentació

S'instal·larà al carril DIN (EN 60715), amb pinça de fixació, dins el quadre de domòtica.

4.2. Topologia

La unitat bàsica de qualsevol instal·lació KNX TP és una línia que contindrà una font d'alimentació i un màxim de 64 dispositius connectats. La font d'alimentació i el bus permetran alimentar als dispositius amb la tensió necessària i possibilitaran el intercanvi de telegrams o informació entre tots els elements participants.

El cable bus es podrà estendre lliurement i podrà ramificar-se en qualsevol dels seus punts de connexió, a fi de poder obtenir una estructura d'arbre oberta, que permetrà adaptar-se amb molta flexibilitat a qualsevol situació de projecte.

Cada línia secundària també disposarà de la seva font d'alimentació pels seus components. D'aquesta manera es pot garantir que tots els components reben l'alimentació adequada, i en cas de fallada d'una línia, la resta del sistema continuarà en funcionament.

La font d'alimentació proporcionarà a cada component de la línia una corrent continua de 30V i suportarà fins a 640mA. A més a més, té limitacions tant de tensió com d'intensitat i és resistent als curtcircuits. Les interrupcions breus de la xarxa d'alimentació es salven amb un temps d'esmoreïment de 100ms.

A la taula següent es mostrarà un quadre amb les intensitats que necessiten els dispositius KNX de cada habitació per al seu correcte funcionament. Amb aquesta informació confirmarem quants dispositius es poden abastir amb una mateixa font garantint el senyal.

Dispositiu	Intensitat màxima (mA)
Card "reader"	10
Card "holder"	10
Termòstat	13
Mòdul entrades/sortides	30
Intensitat total	63

Taula 25. Taula d' intensitats de dispositius d'una habitació de l'hotel

Així doncs, per cada font de 30V de potència a 640mA, podem garantir la intensitat a un conjunt de 10 habitacions alhora.

Per a decidir la topologia concreta d'aquesta instal·lació s'ha dividit l'edifici en 2 talls, tall A i tall B. El tall A, constarà de 4 plantes amb 31 habitacions per planta. El tall B, disposarà de 3 plantes amb 28 habitacions per planta. Com s'ha esmentat anteriorment, les habitacions tindran 4 dispositius de sistema: card "reader", card "holder", termòstat i mòdul Ekinex. Així doncs, el tall A constarà de 124 components per planta i el tall B de 112 components per planta. Atès que una línia de KNX es limita 640mA d'intensitat i que, tal com s'ha especificat en el text anterior, amb una font es pot arribar a subministrar corrent a una màxim de 10 habitacions, es muntarà una estructura on es distribuirà una línia per planta i cada línia, s'ampliarà amb amplificadors de línia, segmentant cada línia amb 4 fonts. Aquesta topologia permetrà distribuir les plantes del tall A en tres agrupaments de 8 habitacions per font i un agrupament de 7 habitacions. En el cas del tall B es distribuirà una font per cada un dels 4 grups de 7 habitacions per grup. Amb aquesta estructura garantim l'alimentació dels 124 components per cada planta del tall A i dels 112 components per planta del tall B. Tanmateix també garantim l'èxit de la transmissió dels senyals en la instal·lació.

Els amplificadors de línia i acobladors de línia consumeixen una intensitat de 10mA cadascun. Tenint en compte que cada segment de línia disposarà d'un màxim de 8 grups d'habitacions on la intensitat necessària per habitació, tal com s'ha indicat a la taula 25 és de 63mA. Cada grup de 8 habitacions consumirà 504mA on sumarem els 10mA que necessita l'acoblador o

amplificador de línia, resultant un total de 514mA que no superen els 640mA que subministra la font per línia o segment de línia.

Aquesta instal·lació domòtica, estarà formada per una sola Àrea, que anomenarem Àrea 0. Aquesta Àrea constarà de la línia principal o línia 0, que s'alimentarà d'una font d'alimentació, i s'amplificarà amb 7 línies connectades a ella corresponents a 1 línia per cada tall de cada planta, segons la divisió que s'ha fet de la instal·lació.

S'il·lustrarà amb la figura 45 com es distribuirà el tram de línies a fi de clarificar el text anterior.

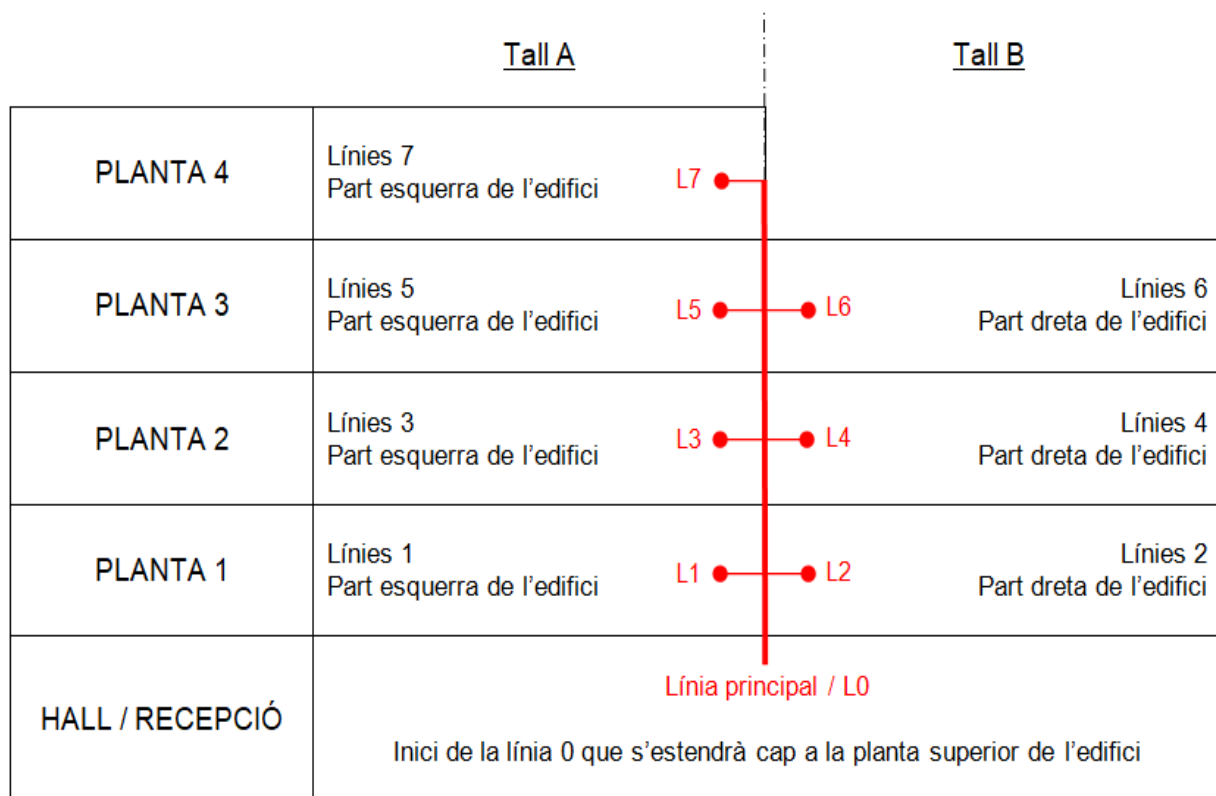


Figura 45. Distribució de línies secundàries de la instal·lació domòtica de l'hotel

Per comunicar els diferents components de les línies connectades a la línia principal, s'instal·larà un acoblador de línia per a cada línia secundària. Tanmateix, cada línia secundària disposarà de la seva pròpia font d'alimentació i alhora per a cada amplificador de línia que s'hi connecti també s'afegirà una nova font d'alimentació, aquests elements s'ubicaran dins els quadres domòtics de la instal·lació.

Pel que fa als quadres domòtics, s'ha optat per a seguir un disseny descentralitzat. Es disposarà d'un quadre domòtic per a cada 2 habitacions de l'hotel. Els components de cada habitació estaran el més a prop possible del seu quadre de control i així es facilitarà el manteniment alhora de detectar fallades d'alguns dels components d'una de les dues habitacions o alhora d'ampliar la instal·lació amb més dispositius.

Per tal que no hi hagi interferències i evitar retard en les comunicacions, s'han fet les següents comprovacions:

Les distàncies entre les fonts d'alimentació i els dispositius de bus no superaran mai els 350m, en aquesta instal·lació la màxima distància entre font i dispositiu, calculada, no supera els 70m.

La distància màxima entre dos dispositius de bus no superarà mai els 700m, en la nostra instal·lació la distància màxima no superarà mai els 60m.

La longitud màxima d'un segment de línia no superarà els 1000m, en el nostre cas el segment de línia més llarg no serà de més de 90m.

4.2.1. Direccions físiques

Les adreces físiques identifiquen cada dispositiu de la instal·lació de manera única i s'assignarà en funció de la seva ubicació dins la topologia del bus. Constarà de 3 xifres separades per punts, on la primera xifra indicarà el número d'àrea, la segona xifra indicarà el número de la línia i la tercera xifra indicarà un número de dispositiu correlatiu dins de la línia. Caldrà tenir en compte que als acobladors de línia, per indicar al sistema que són acobladors, els hi assignarem sempre el número 0 i als amplificadors de línia, per indicar la seva funció, els hi atribuirem un número d'adreça física que serà un múltiple de 64 i fins a 192.

A la figura 46 es mostrarà una imatge de la topologia i direccionalment físic que seguirà el projecte, on: A.L.x indicarà acoblador de línia, AM.L.x indicarà amplificador de línia, F.A. s'atribuirà a les fonts d'alimentació i Disp.x identificarà un dispositiu domòtic:

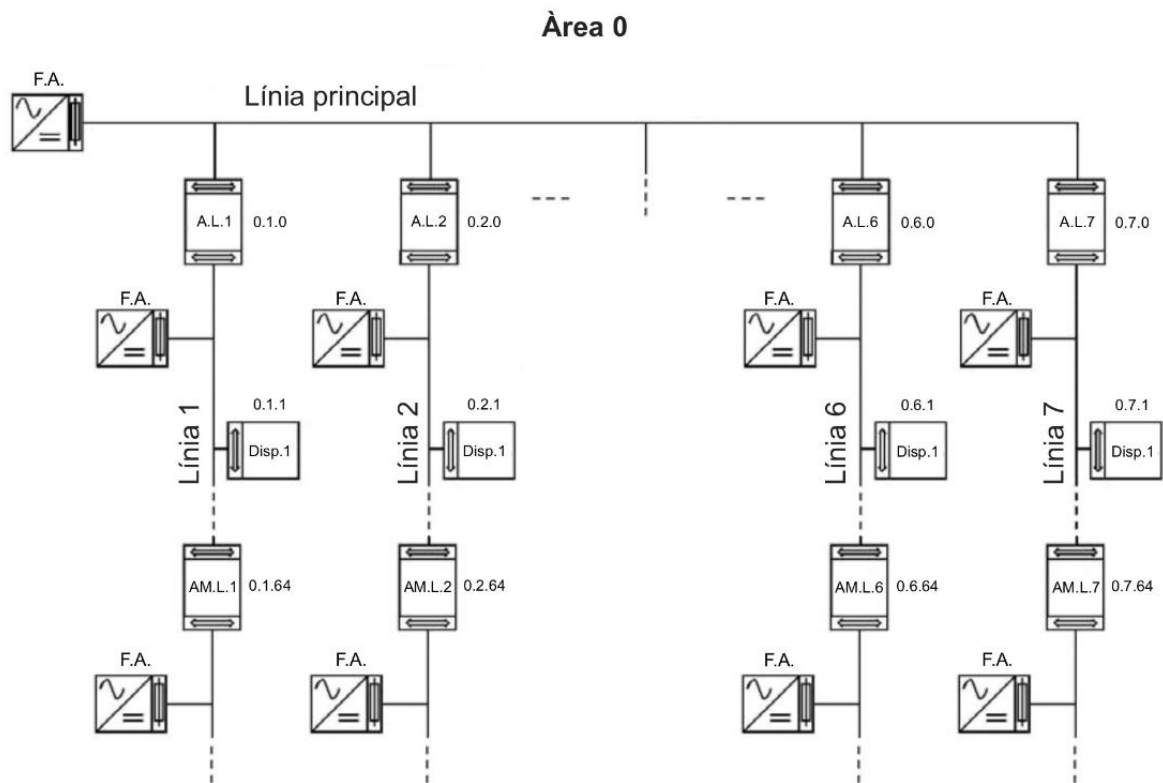


Figura 46. Topologia i adreces físic

Ja que en domòtica es podrà extrapolar la configuració d'una habitació a la resta d'habitacions, a continuació i com a exemple, es presentaran a la següent taula les adreces físiques assignades als dispositius d'una habitació de la planta 3 del tall A de la línia 5.

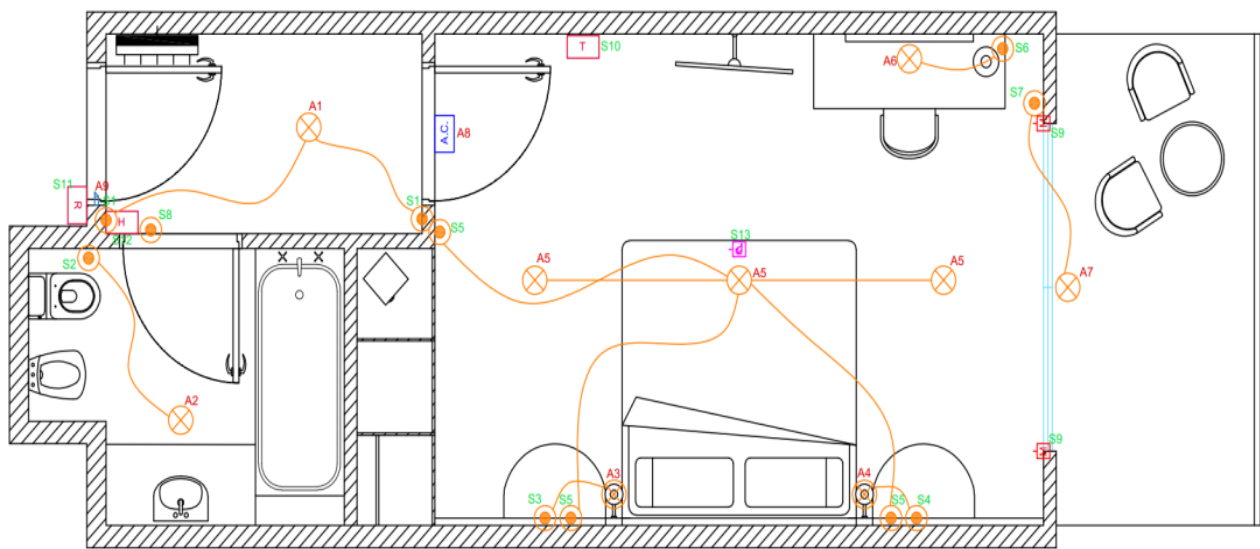
Dispositiu	Adreça física assignada
Acoplador de línia	0.5.0
Amplificador de línia	0.5.64
Mòdul Ekinex (EK-HO1-TP)	0.5.69
Termòstat (EK-EQ2-TP)	0.5.70
Card "reader" (EK-TR2-TP)	0.5.71
Card "holder" (EK-TH2-TP)	0.5.72

Taula 26. Exemple d'adreces físiques assignades

4.3. Connexionat dels dispositius entre ells

A continuació s'especificaran les connexions que prendran entre ells els dispositius d'una habitació de la instal·lació. Totes les connexions lliures de potencial es faran amb cable de 0.5mm² de secció i les destinades a lluminària amb cable de 1,5mm². L'instal·lador qualificat, se n'ocuparà de connectar els diferents elements als mòduls, optimitzant el recorregut dels cables i aprofitant les caixes de connexions existents.

Es recordarà a continuació la figura 47 de l'apartat 4.Domòtica de l'habitació, per a aclarir el connexionat.



Sensors	Valors associats sensors
Grup Polsadors 1	S1
Polsador 2	S2
Polsador 3	S3
Polsador 4	S4
Grup Polsadors 5	S5
Polsador 6	S6
Polsador 7	S7
Polsador 8	S8
Grup contactors magnètics 1	S9
Termòstat 1	S10
Card "reader" 1	S11
Card "holder" 1	S12
Detector de fum	S13

Actuadors	Valors associats actuadors
Llum 1	A1
Llum 2	A2
Llum 3	A3
Llum 4	A4
Grup Llums 5	A5
Llum 6	A6
Llum 7	A7
Climatitzador 1	A8
Llisquet elèctric 1	A9

Figura 47. Domotització de l'habitació estàndard

A la taula 27 es mostraran les connexions dels elements al mòdul EK-HO1-TP:

EK-HO1-TP			
Inputs			
Sensor	Valors associats al sensor	Terminal	Nom del terminal
Grup de pulsadors 1	S1	3-4	BI1
Pulsador 2	S2	5-6	BI2
Pulsador 3	S3	7-8	BI3
Pulsador 4	S4	9-10	BI4
Grup de pulsadors 5	S5	11-12	BI5
Pulsador 6	S6	13-14	BI6
Pulsador 7	S7	15-18	BI7
Pulsador 8	S8	20-22	BI11
Detector de fum	S13	16-18	BI8
Outputs			
Actuadors	Valors associats als actuadors	Terminal	Nom del terminal
Llum 1	A1	42-43	BO5
Llum 2	A2	44-45	BO6
Llum 3	A3	30-31	BO3
Llum 4	A4	32-33	BO4
Grup Llums 5	A5	46-47	BO7
Llum 6	A6	48-49	BO8
Llum 7	A7	54-55	BO9
Llisquet elèctric	A9	26-27	BO1
Climatitzador 1	A8	34-35	V1
		34-36	V2
		34-37	V3
		50-51	HEAT
		52-53	COOL

Taula 27. Connexions EK-HO1-TP

A continuació s'adjunta la taula 28 amb les connexions del mòdul EK-EQ2-TP

EK-EQ2-TP			
Inputs			
Sensor	Valors associats al sensor	Terminal	Nom del terminal
Grup contactor magnètics	S9	1-2	Terminal for input connection

Taula 28. Connexions EK-EQ2-TP

4.4. Adreces de grups

La comunicació entre els dispositius d'aquesta instal·lació, es realitzarà mitjançant adreces de grup de 3 nivells. Això significa que dins les adreces de grup hi haurà una estructura de grup principal, grup intermig i subgrup. La direcció de grup X/X/0 quedarà reservada per la transmissió de missatges de multidifusió. A la taula següent es mostraran les adreces de grup que s'han creat per la domotització de l'habitació estàndard.

Grup principal	Grup intermig	Subgrup
0 Reservat	-	-
1 Il·luminació	1/0 Reservat	-
	1/1 ON/OFF Llums (1bit))	1/1/1 Llum 1 → Control llum 1
		1/1/2 Llum 2 → Control llum 2
		1/1/3 Llum 3 → Control llum 3
		1/1/4 Llum 4 → Control llum 4
		1/1/5 Llum 5 → Control llum 5
		1/1/6 Llum 6 → Control llum 6
		1/1/7 Llum 7 → Control llum 7
	1/1 Estat ON/OFF Llums (1bit)	1/1/1 Llum 1 → Estat llum 1
		1/1/2 Llum 2 → Estat llum 2
		1/1/3 Llum 3 → Estat llum 3
		1/1/4 Llum 4 → Estat llum 4
		1/1/5 Llum 5 → Estat llum 5
		1/1/6 Llum 6 → Estat llum 6
1/1/7 Llum 7 → Estat llum 7		
2 Llisquet ele.	2/0 Reservat	-
	2/1 ON/OFF Llisquet ele. (1bit)	2/1/1 Llisquet ele. → Control llisc. ele.
3 Detector de fum	3/0 Reservat	-
	3/1 Detector de fum (1bit)	3/1/1 Detector de fum → Fum/NOfum i estat
4 Fer l'habitació	4/0 Reservat	-
	4/1 Fer l'habitació (1bit)	4/1/1 Fer l'habitació
5 Clima	5/0 Reservat	-
	5/1 Velocitat dels ventiladors (1bit)	5/1/1 Velocitat 1
		5/1/2 Velocitat 2
		5/1/3 Velocitat 3
	5/2 Activar/Desactivar vàlvula de l'hab. (1bit)	5/2/1 Activar Desactivar vàlvula hab.
5/3 Temperatura estat consigna (2bytes/Word)	5/3/1 Temperatura ESTAT consigna	
5/4 Temperatura estat real (2bytes/Word)	5/4/1 Temperatura ESTAT real	
6 Clima general	6/0 Reservat	-
	6/1 Fred/Calor general (1bit)	6/1/1 Fred/Calor general
7 Card Holder	7/0 Reservat	-
	7/1 Transmissió Client dins/fora (1bit)	Client IN/OUT hab → Transmissió per recepció
	7/2 Retirar targeta (1bit)	Retirar targeta comunicació → Desactivar Fan Coil
	7/3 Estat Retirar targeta (1bit)	Estat Retirar targeta comunicació → Desactivar Fan Coil
8 Contactor magnètic finestres NC	8/0 Reservat	-
	8/1 Contactor magnètic finestres (1bit)	8/1/1 Contactor magnètic finestres engegar/parar fan-coil
9 Escena	9/0 Reservat	-
	9/1 Escena sortida "CH" (1byte)	9/1/1 Escena sortida
	9/2 Escena entrada "CH" (1byte)	9/2/1 Escena entrada

Taula 29. Resum de les adreces de grup

Amb les adreces de grup podrem enllaçar els dispositius de comunicació entre els diferents dispositius del projecte utilitzant el programa ETS. Veiem a les figures a continuació com queden distribuïdes dins el software ETS.

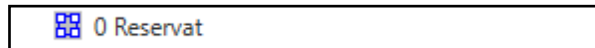


Figura 48. Adreça de grup reservat



Figura 49. Adreça de grup il·luminació

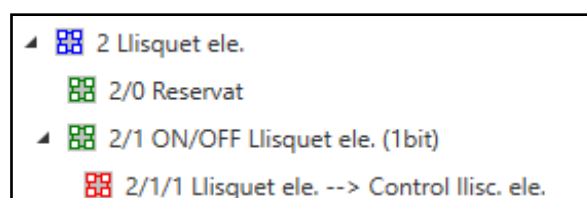


Figura 50. Adreça de grup llisquet elèctric

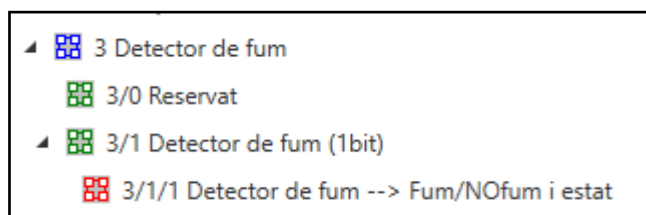


Figura 51. Adreça de grup detector de fum

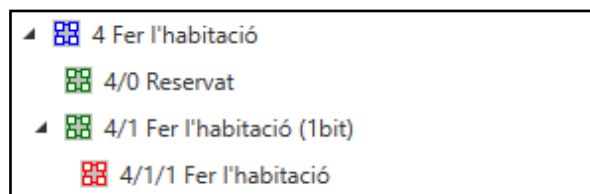


Figura 52. Adreça de grup fer l'habitació

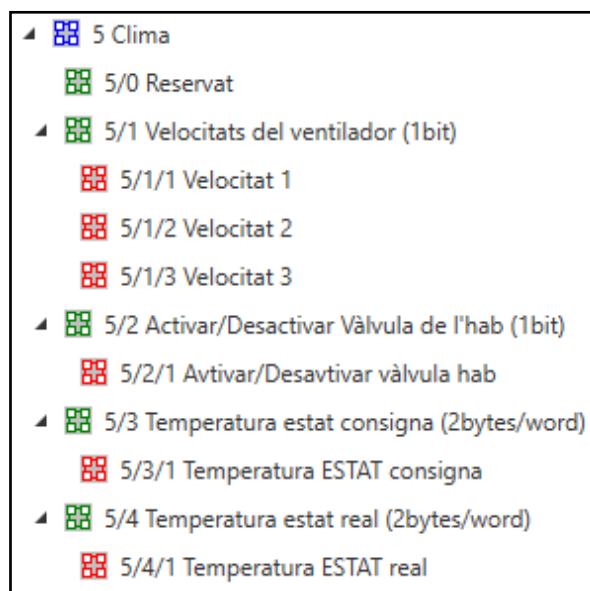


Figura 53. Adreça de grup clima

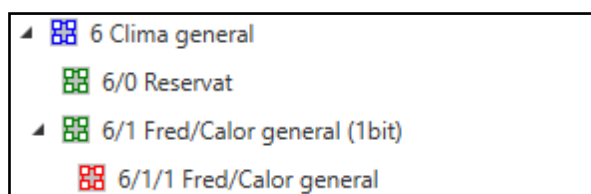


Figura 54. Adreça de grup clima general

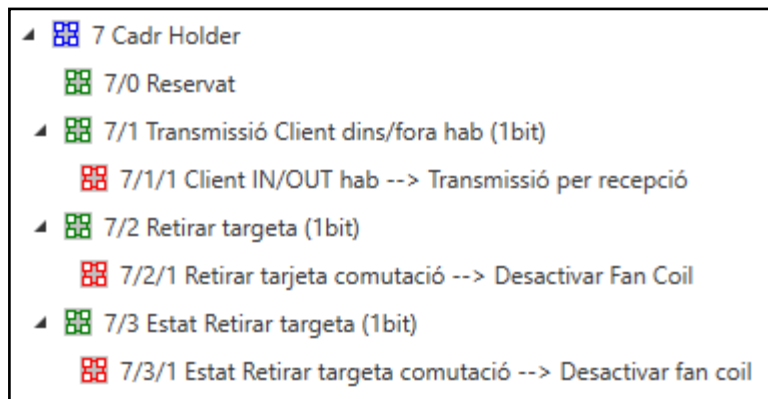


Figura 55. Adreça de grup card "holder"



Figura 56. Adreça de grup contactor magnètic de finestres NC

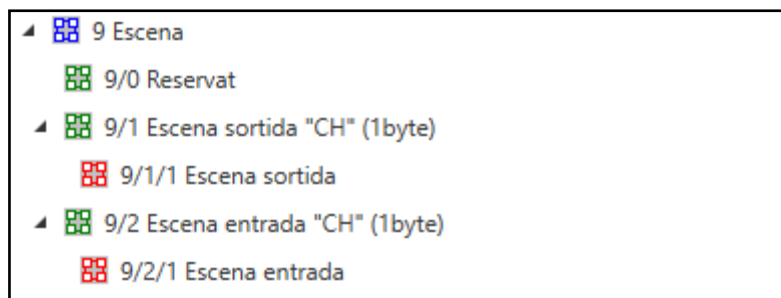


Figura 57. Adreça de grup escenes

4.5. Assignació de les direccions de grup amb els dispositius

En aquest apartat es mostrarà com s'han assignat les direccions de grup, creades a l'apartat anterior, als objectes de comunicació dels sensors i actuadors de l'habitació.

En tot moment s'han seguit les indicacions de l'apartat 4. Domòtica de l'habitació, d'aquest document on s'especifica com interactuaran entre ells els dispositius del projecte.

Així doncs, és mostraran a les figures 58, 59, 60 i 61 les diferents associacions amb les direccions de grup.

Primerament es mostraran les associacions fetes amb el mòdul de l'habitació.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de Grupo	Longitud	C	R	W	T	U	Tipo de Datos	Prioridad
196	Output BO5 - Scene number		Escena sortida	9/1/1, 9/2/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
216	Output BO9 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
172	Output BO3 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
201	Output BO6 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
211	Output BO8 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
206	Output BO7 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
177	Output BO4 - Scene number		Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-	scene number, scene control	Bajo
264	Heating/cooling valve disable from bus		Contactar magnètic finestres engegar/parar fan-coil	8/1/1, 7/2/1	1 bit	C	-	W	-	-	enable	Bajo
262	Fan disable from bus		Contactar magnètic finestres engegar/parar fan-coil	8/1/1, 7/2/1	1 bit	C	-	W	-	-	enable	Bajo
240	Heating/cooling status out		Fred/Calor general	6/1/1	1 bit	C	R	-	T	-	cooling/heating	Bajo
231	Heating/cooling changeover command		Activar/Desactivar vàlvula hab	5/2/1	1 bit	C	-	W	-	-	cooling/heating	Bajo
228	Third fan speed command		Velocitat 3	5/1/3	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
227	Second fan speed command		Velocitat 2	5/1/2	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
226	First fan speed command		Velocitat 1	5/1/1	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
130	Input B11 - Room cleaning request status		Fer l'habitació	4/1/1	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
116	Input B18 - Switching status 1-bit object 1		Detector de fum --> Fum/NOfum i estat	3/1/1	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
144	Output BO1 - On/off command		Llisquet ele. --> Control Illic. ele.	2/1/1	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
212	Output BO9 - On/off command		Llum 7--> Estat llum 7	1/2/7	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
213	Output BO9 - On/off status		Llum 7--> Estat llum 7	1/2/7	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
208	Output BO8 - On/off status		Llum 6--> Estat llum 6	1/2/6	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
203	Output BO7 - On/off status		Llum 5--> Estat llum 5	1/2/5	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
174	Output BO4 - On/off status		Llum 4--> Estat llum 4	1/2/4	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
169	Output BO3 - On/off status		Llum 3--> Estat llum 3	1/2/3	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
198	Output BO6 - On/off status		Llum 2--> Estat llum 2	1/2/2	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
193	Output BO5 - On/off status		Llum 1--> Estat llum 1	1/2/1	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
106	Input B17 - Switching status 1-bit object 1		Llum 7--> Control llum 7	1/1/7, 1/2/7	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
207	Output BO8 - On/off command		Llum 6--> Control llum 6	1/1/6	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
92	Input B16 - Switching status 1-bit object 1		Llum 6--> Control llum 6	1/1/6, 1/2/6	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
202	Output BO7 - On/off command		Llum 5--> Control llum 5	1/1/5	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
78	Input B15 - Switching status 1-bit object 1		Llum 5--> Control llum 5	1/1/5, 1/2/5	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
173	Output BO4 - On/off command		Llum 4--> Control llum 4	1/1/4	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
64	Input B14 - Switching status 1-bit object 1		Llum 4--> Control llum 4	1/1/4, 1/2/4	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
168	Output BO3 - On/off command		Llum 3--> Control llum 3	1/1/3	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
50	Input B13 - Switching status 1-bit object 1		Llum 3--> Control llum 3	1/1/3, 1/2/3	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
197	Output BO6 - On/off command		Llum 2--> Control llum 2	1/1/2	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo
36	Input B12 - Switching status 1-bit object 1		Llum 2--> Control llum 2	1/1/2, 1/2/2	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
22	Input B11 - Switching status 1-bit object 1		Llum 1--> Control llum 1	1/1/1, 1/2/1	1 bit	C	R	W	T	U	switch	Bajo
192	Output BO5 - On/off command		Llum 1--> Control llum 1	1/1/1	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Bajo

Figura 58. Enllaç dels objectes de comunicació del mòdul de l'habitació amb les adreces de grup

A la figura següent es mostrarà la relació dels objectes de comunicació del termòstat de l'habitació.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de Grupo	Longitud	C	R	W	T	U	Tipo de Datos	Prioridad
126	Window contact sensor (from input 1)		Contactar magnètic finestres engegar/parar fan-coil	8/1/1	1 bit	C	R	-	T	-	scene	Bajo
3	Temperature value		Temperatura ESTAT real	5/4/1	2 bytes	C	R	-	T	-	temperature (°C)	Bajo
152	Actual setpoint		Temperatura ESTAT consigna	5/3/1	2 bytes	C	R	-	T	-	temperature (°C)	Bajo
161	Heating and cooling out command		Activar/Desactivar vàlvula hab	5/2/1	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
170	Fan speed 3		Velocitat 3	5/1/3	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
169	Fan speed 2		Velocitat 2	5/1/2	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo
168	Fan speed 1		Velocitat 1	5/1/1	1 bit	C	R	-	T	-	switch	Bajo

Figura 59. Enllaç dels objectes de comunicació del termòstat amb les adreces de grup

La relació dels objectes de comunicació del card “reader” queda representat a la figura a continuació.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de Grupo	Longitud	C	R	W	T	U	Tipo de Datos	Prioridad
0	Commutazione	Commutazione	Ilisquet ele. --> Control llisc. ele.	2/1/1	1 bit	C	-	W	-	-		Bajo

Figura 60. Enllaç dels objectes de comunicació del card “reader” amb les adreces de grup

Per últim es mostrarà la relació dels objectes de comunicació del card “holder” enllaçats amb les adreces de grups.

Número	Nombre	Función del Objeto	Descripción	Dirección de Grupo	Longitud	C	R	W	T	U	Tipo de Datos	Prioridad
9	Scenario inserimento tessera clienti	Scenario ins. tessera...	Escena entrada	9/2/1	1 byte	C	-	-	T	-		Bajo
1	Uscita	Scenario	Escena sortida	9/1/1	1 byte	C	-	W	-	-		Bajo
2	Uscita	Stato commutazione	Estat Retirar targeta comutació --> Desactivar fan coil	7/3/1	1 bit	C	R	-	T	-		Bajo
0	Uscita	Commutazione	Retirar targeta comutació --> Desactivar Fan Coil	7/2/1, 7/3/1	1 bit	C	-	W	-	-		Bajo
3	Ciente in stanza	Ciente in stanza	Client IN/OUT hab --> Transmissió per recepció	7/1/1	1 bit	C	-	-	T	-		Bajo

Figura 61. Enllaç dels objectes de comunicació del card “holder” amb les adreces de grup

A l'hora d'enllaçar els dispositius, s'han tingut en compte que els actuadors poden escoltar a varies direccions de grup, no obstant, els sensors només poden enviar una sola direcció de grup per telegrama. Els DTP (data point type) han de coincidir i la longitud del telegrama enviat o rebut també.

Tots els paràmetres dels dispositius, s'han modificat per tal que actuïn de forma correcte i desitjada.

A continuació s'especificaran les funcions de les adreces de grup que s'han creat. Les adreces 1 d'il·luminació, enllacen els polsadors amb les seves lluminàries corresponents. També s'ha creat una adreça de grups d'estat per tal que el mòdul pugui reconèixer si el llum esta obert o apagat i per tant actuar en conseqüència.

L'adreça 2, enllaça el “card reader” amb el llisquet elèctric, que aquest no comptarà amb estat ja que funcionarà per temporització. El llisquet, rebrà el senyal del “card reader”, s'obrirà durant 5s i tornarà a l'estat OFF.

Pel que fa l'adreça 3 detector de fum, s'enllaça amb un servidor on quan rebí la senyal, doni l'alerta de perill a recepció. Quan tot torni a la normalitat des de recepció, posaran l'estat de alarma a la normalitat.

L'adreça 4, fer l'habitació, igual que l'anterior, s'enllaça amb un servidor on avisa a recepció que l'hoste vol que es faci l'habitació. Des de recepció retornaran l'estat normal d'aquesta adreça de grups un cop l'habitació estigui feta.

L'adreça 5, relaciona les diferents velocitats del fan coil, serveix per llegir l'estat de la consigna i l'estat real de la temperatura. Que a l'hora estaran connectats al servidor per si s'han de modificar des de recepció.

L'adreça 6 de clima general, serveix per determinar si el fan coil està en mode fred o mode calor, ja que és un fan coil de 2 vàlvules i només pot oferir o fred o calor, regulat des de la sala de comandament i que el room controller sàpiga en quin mode està treballant.

L'adreça 7, es relacionada amb el "card holer" i les seves funcions. Tindrem una direcció per conèixer si el client està dins o fora de l'habitació, informació que s'enviarà al servidor i es podrà veure des de recepció. Els altres dos subgrups, serveixen per activar o desactivar l'aire condicionat en cas que s'introdueixi o es tregui la targeta del forat respectivament. Un fa la commutació i l'altre és l'estat d'aquesta.

L'adreça 8, enllaça els contactors magnètics col·locats a les finestres amb l'activació i desactivació del clima de l'habitació.

L'adreça 9 està especialment feta per les escenes de l'habitació, fent que al sortir (enretirant la targeta de la ranura) s'apaguin totes les llums i al entrar (introduint la targeta a la ranura), s'engegui la llum del passadís com a llum de cortesia, seguint les indicacions del funcionament de l'habitació explicades anteriorment.

Es pot afirmar que tal i com s'ha muntat la programació domòtica, el sistema funcionarà correctament sense errors.

4.6. Proteccions de la instal·lació domòtica

S'instal·larà un magnetotèrmic-diferencial superimunitzat de 10A, 30mA, corba tipus C, per cada font d'alimentació de 30V, 640mA, amb la finalitat de tenir sectoritzades les línies domòtiques. S'ha triat superinmunitzat per poder filtrar els possibles harmònics generats per la font commutada. Partint de la base que una font gasta 19,2W els càlculs fets per dimensionar

les proteccions seran negligibles, així doncs, s'han dimensionat de 10A, seguint el mínim estipulat en la ITC-BT-24 i ITC-BT-51 del REBT.

Les proteccions escollides, es col·locaran dins els quadres de domòtica, al carril DIN, al costat de cada font de 30V i es connectaran a les fonts mitjançant un cable de 1,5mm² de secció del tipus de XLPE.

5. IL·LUMINACIÓ EXTERIOR

La intenció de la nostra proposta d'il·luminació exterior, tal com s'ha comentat en apartats anteriors, és aportar un valor afegit a l'hotel a fi que pugui destacar de la resta d'hotels de la zona potenciant el seu atractiu comercial.

El muntatge s'ubicarà a una zona exterior, dins el propi recinte de l'hotel, on hi ha una gran piscina a l'aire lliure. És una ample àrea de bany, que ofereix també servei de bar i cocteleria, on el client en pot gaudir, tant durant el dia, com durant les agradables nits d'estiu.

Així doncs, la il·luminació en aquest espai, pren un paper important. La proposta de llum, crearà un ambient especial i atractiu en aquesta zona exterior i alhora permetrà transmetre als clients diferents emocions, segons el resultat que es vulgui obtenir en cada ocasió, jugant amb els llums que es podran programar perquè aportin efectes artístics, fent ús de la tecnologia escollida.

5.1 Estudi lumínic exterior

La zona exterior que cal il·luminar en el nostre projecte, presenta dues grans façanes plenes de balcons que envolten la zona de bany i oci dins el recinte de l'hotel. Donat que és una àrea interior, la il·luminació que s'incorpori a les façanes, descarta qualsevol possible contaminació lumínica en edificis veïns. Altrament aquest nou enllumenat aportarà un aire innovador pels clients que gaudeixin d'aquest espai. Il·lustrem el text anterior amb la figura 62 que, a vista d'ocell, permet apreciar les dues façanes de balcons que s'il·luminaran i que es ressalten dins una àrea vermella.



Figura 62. Vista d'ocell de l'hotel obtinguda amb el programa Google Earth

El mercat ofereix la possibilitat de diferents sistemes d'emissió de llum de tipus led aptes per a il·luminar grans façanes. De fet, podríem escollir sistemes d'enllumenat diversos com ara projectors de llum de tipus led o tires de leds lineals... Nosaltres ens decantem per a les tires de led, ja que, ens crearan un efecte elegant i net i permetran resseguir i ressaltar les diferents alçades de les diverses plantes de l'edifici, afegint suavitat a l'estructura i creant atractiu visual.

Així doncs, es centra la nostra proposta lumínica en llums d'emissió luminescents de tipus led, són llums fredes que permeten jugar amb diferents colors i, crear escenaris visuals diversos, fent ús de controladors. Altrament, també destacarem que aporten una llum sostenible y eficient, tal com s'ha vist en l'estudi realitzat en l'apartat de l'estudi lumínic interior.

Tenint en compte que el color repercuteix en les sensacions de les persones i que els llums led, ens podran aportar configuracions de color múltiples. Un cop feta la instal·lació, es podrà modificar l'ambient d'aquesta àrea segons la combinació de colors que es reproduïx per a les diferents ocasions. La calidesa i tranquil·litat es podrà aconseguir amb colors ataronjats o vermellorsos i la sensació de fredor, amb colors verds o blavosos. Amb tot aquest ventall de possibilitats de color, si a més a més, s'hi afegeix so, el resultat final pot ser espectacular i ple de sensacions diferents per als hostes de l'hotel.

Per a poder realitzar el control de les tires de led, dins del ventall de l'oferta de mercat, s'han escollit dos dispositius que han resultat d'interès per aquest projecte. procedirem a fer un estudi comparatiu, per tal d'escollir l'opció més òptima per aquesta instal·lació.

5.2 Estudi dels controladors

Els dispositius que compararem són, el controlador Pixel Controller Art-Net deskontroller LITE 16 universos de Deskontrol Electronics, i el controlador Madrix Nebula de l'empresa Madrix Lighting Control, que a partir d'ara anomenarem com a Deskotroller i Nebula respectivament. Veiem a la figura 63 i 64 una imatge dels dos dispositius.



Figura 63 . Dispositiu controlador Deskontroller



Figura 64. Dispositiu controlador Nebula

Per facilitar la comparativa recollirem en una taula diverses característiques dels dos controladors. A continuació presentem la taula 30 la comparativa entre Deskontroller i Nebula, tal com hem anunciat anteriorment.

	Deskroller	Nebula
Nº universos per dispositiu	16	8 universos
Velocitat de refresc	20ms	20ms
Convertidor integrat SPI per a connectar-se directament a la xarxa Ethernet i als leds	✓	✓
Sortides RJ45	2	2
Protocols	Art-Net	Art-Net / Streaming ACN (Es poden escollir diferents protocols de sortida per a cadascun dels dos ports)
Modes de sincronització compatibles	Madrix® Sync y Art-Net® Sync.	Madrix® Sync y Art-Net® Sync.
Configuració del dispositiu mitjançant un navegador	✓	✓
Certificat	Electrònica fabricada a Europa sota la norma ISO9001.	CE, FCC, RoHS
Alimentació	7,5 V DC	5 - 24 V DC
Programes amb els que pot funcionar	Tot els programes que suportin el protocol Art-Net®	Tot els programes que suportin el protocol Art-Net® i Streaming ACN.
Versions compatibles	Suporta Art-Net I, Art-Net II, Art-Net III, Art-Net IV	Suporta Art-Net I, Art-Net II, Art-Net III, Art-Net IV
Tipus de leds que es poden suportar	APA102 / DM413 / D705 / D707 / D708 / GE8812 / GS8206 / GS8208 / LPD1101 / LPD6803 / LPD6813 / LPD8803 / LPD8806 / P9813 / P9816 / SK6812 / SK9822 / SM16703 / SM16716 / SM16726 / TM1803 / TM1809 / TM1812 / TM1814 / TM1903 / TM1914 / UCS1903 / UCS1903B / UCS2903 / UCS2909 / UCS2912 / UCS3903 / UCS5903 / UCS6909 / UCS6912 / UCS7009 / UCS8903 / WS2801 / WS2803 / WS2811 / WS2812 / NEOPIXEL / WS2812B / WS2812S / WS2813 / WS2813A / WS2813B / WS2813C / WS2813D / WS2815 / WS2818	APA101 / APA102 / APA104 / APA106 / GS8207 GW6201 / GW6205 / LPD1882S / LPD6803 / LPD8806 MBI6120 / P9883 / SJ1221 / SK6812 / SK6822 SM16703 / SM16716 / TLS3001 / TLS3008 / TM1804 / TM1809 / TM1812 / TM1814 / TM1829UCS1903 / UCS2903 / UCS512B3 / UCS8904 / UCS9812SWS2801 / WS2803 / WS2811 / WS2811S / WS2812 / WS2812B / WS2813 / WS2815 / WS2818 WS2822S / WS2822S
Preu amb IVA inclòs	363,00€	365,00€

Taula 30. Taula comparativa de dispositius

Amb la taula comparativa anterior observem com el dispositiu Deskontroller doble el número d'universos disponibles respecta Nebula i suporta un ventall més ampli de leds compatibles amb ell.

Un punt important a l'hora de decidir el dispositiu que finalment acabarem triant pel projecte és com es distribueixen les sortides i reparteixen els universos.

Amb Deskontroller, disposem de 8 sortides RJ45, que mitjançant cables de xarxa estàndard, s'estendran fins el punt de la col·locació de les tires de leds. A cada sortida del controlador, s'hi connectarà un adaptador que desdoblarà la connexió en dos universos diferents on s'hi podran connectar fins a 170 leds RGB a cadascuna. A continuació es mostra una figura del dispositiu i els 8 adaptadors.



Figura 65. Connexions dispositiu Deskontroller

Nebula, disposa de 2 sortides de 4 universos cadascuna, connectades directament a les tires de leds. A cada sortida s'hi podran connectar fins a 682 leds RGB.

Veiem a la figura 66 una imatge il·lustrativa que visualitza les connexions.



Figura 66. Connexions dispositiu Nebula

Amb Deskontroller, es poden ramificar millor les tires de leds, gràcies al cable de xarxa, que les permet col·locar fins a un màxim d'entre 50-80m del controlador. Per altre banda, es pot perdre informació en la tirada de cable de xarxa si es supera la distància recomanada, augmentant la presència de possibles interferències que afectin al sistema i comportin problemes de comunicació.

A la figura següent s'il·lustra una imatge representativa per ajudar a entendre el text anterior.

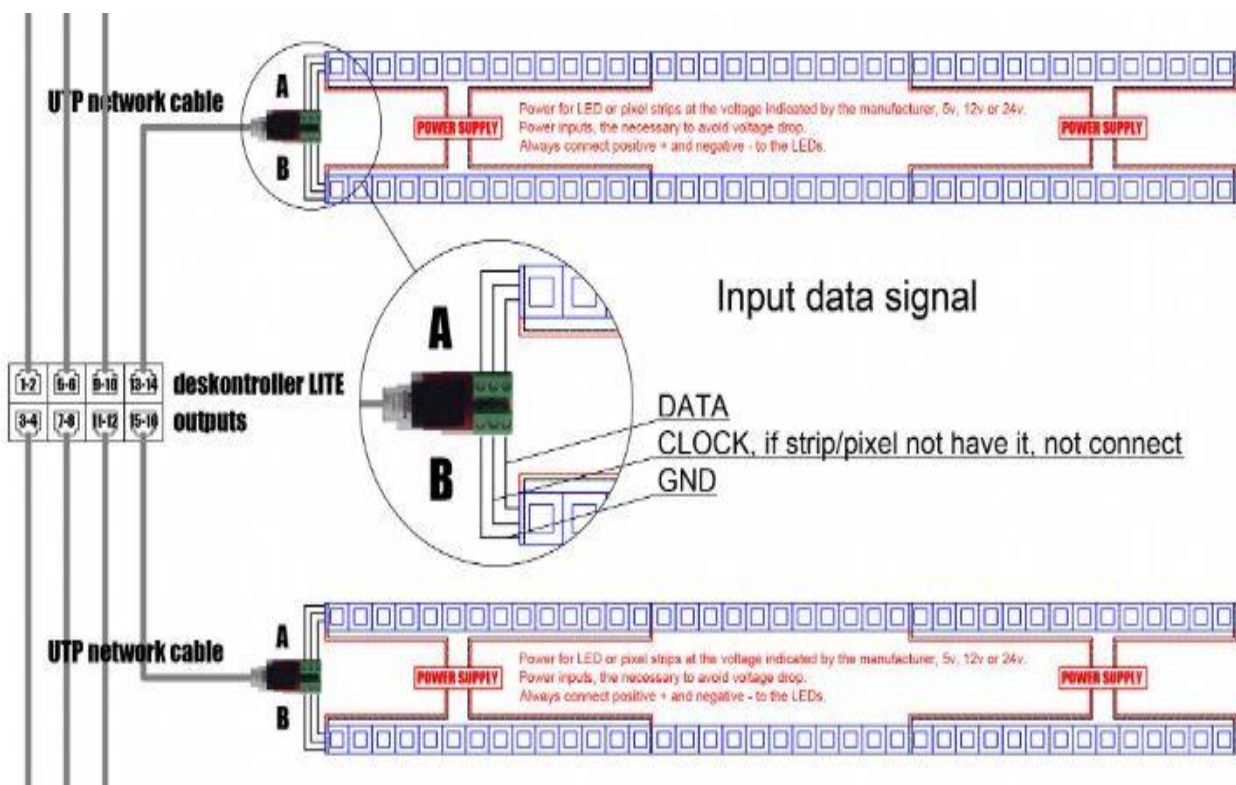


Figura 67. Connexionat Deskontroller

Amb Nebula el muntatge és més lineal ja que es connecten les tires de leds directament a la sortida del dispositiu. Els problemes que poden aparèixer esdevenen en el moment en què es necessiten tirades de leds molt llargues i lluny del controlador. És un dispositiu pensat per ser col·locat prop del muntatge amb els leds per tal de minimitzar problemes de comunicació i optimitzar la funcionalitat.

Veiem a continuació una figura il·lustrativa de com es connecten els leds al controlador Nebula.

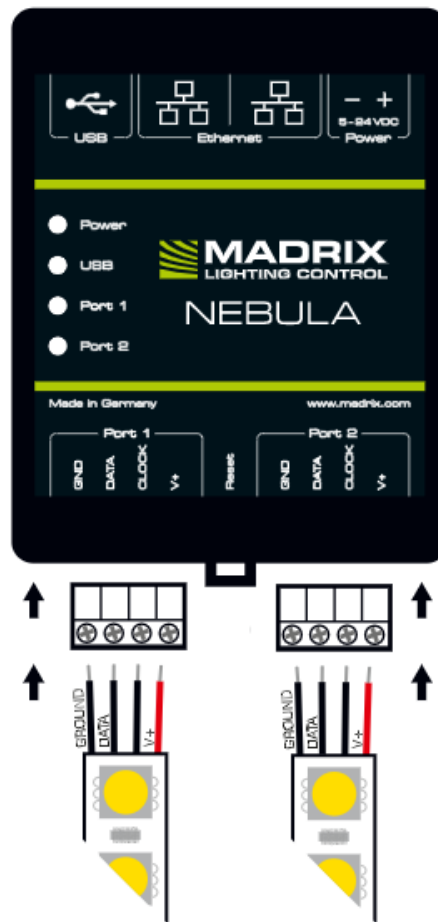


Figura 68. Connexió Nebula

Un altre punt a tenir en compte, són les hores que s'invertiran en el muntatge de la instal·lació. El fet de ser una façana de 4 pisos, no podem obviar la seva perillositat. Amb Deskontroller, necessitarem passar més cable que no pas amb Nebula. La instal·lació amb Deskontroller, requerirà passar cable de xarxa i tires de leds, fet que comporta un augment en les hores de muntatge. Amb Nebula, només caldrà passar tires de leds, estalviant el cable de xarxa i minimitzant les hores d'instal·lació i el risc dels instal·ladors.

Tot i que Deskontroller ofereix 16 universos per controlador, davant dels 8 que n'ofereix Nebula, la diferència de preu que pot comportar la compra dels dispositius requerits pel nostre projecte, es compensarà amb cablejat i hores de muntatge necessaris.

Així doncs, donat que la instal·lació que es vol portar a terme, no necessitarà de grans distàncies des del controlador fins a les tires de led, ens decantarem per Nebula. S'adaptarà millor a les necessitats del projecte ja que es col·locaran els controladors quasi tocant les tires de leds lineals que envoltaran els balcons de les façanes. Es reduirà la despesa en cable de xarxa i hores d'instal·lació de llargues extensions de cablejat i, alhora, es minimitzarà el temps de risc dels operaris que facin la instal·lació.

5.3 Estudi dels protocols Art-Net i sACN

A l'annex, apartat D, s'ha fet un estudi complet amb història dels protocols Art-Net i sACN. A continuació s'exposaran les conclusions que se n'han extret.

Art-Net és un protocol de comunicacions, dissenyat per Artistic License Holdings Ltd, que permet transportar universos DMX-512 i RDM a través d'Ethernet. Actualment la última versió, Artnet 4, permet suportar fins a 32.768 universos DMX, cadascun amb 512 canals. Utilitza una estructura de paquets IP basada en el protocol UDP, simple i unidireccional, fet que evita retransmissions i, per tant, possibles retards per càrrega afegida a la xarxa, proporcionant un flux de dades eficient i baix.

sACN o també anomenat Streaming ACN, és comparable a Art-Net en molts aspectes. És un protocol estàndard desenvolupat per ESTA que també permet transportar dades a través d'IP i UDP per enviar senyals DMX512 a través del protocols Ethernet IEE 802.3. Pot transportar fins a 63.999 universos DMX cadascun amb 512 canals, superior a Art-Net.

Dels diferents mètodes d'enviament de paquets a través de xarxa, Unicast, Multicast i Broadcast, tal com s'especifica amb detall a l'annex apartat D, Unicast és el mètode més eficient pel que fa al tràfic de dades de xarxa, ja que les dades només s'envien a un sol receptor. En el nostre projecte, el mètode Unicast, seria el més adequat, donat que es tracta d'enviar senyals a una gran quantitat de pixels mitjançant un sol controlador que els dirigeix. D'aquesta manera el controlador d'il·luminació gestionarà eficientment la xarxa evitant l'enviament de dades redundants.

Tant Art-Net com sACN poden utilitzar els tres mètodes, però Art-Net està especialment dissenyat per a enviament amb el mètode Unicast, mentre que, sACN està especialment dissenyat per a enviament amb el mètode Multicast.

Donat que Art-Net està especialment dissenyat per a enviament Unicast i que el nombre d'universos que necessitem pel nostre projecte no superarà els 32.768 universos DMX que suporta aquest protocol, ens decantarem per Art-Net com a protocol a utilitzar en el nostre projecte.

5.4 Software pel control dels leds

En el nostre projecte exterior, s'instal·laran tires de led que delimitaran i ressaltaran la façana i els balcons de l'espai, generant il·luminació d'ambient, contorn arquitectònic i efectes de color diversos. Aquestes tires de leds estaran enllaçades amb controladors que permetran, tal i com el seu nom indica, controlar l'estat d'aquestes lluminàries leds prèviament mapejades en un software adequat per aquesta finalitat.

Amb aquests programaris, es podran crear diferents atmosferes sense necessitat de fer grans modificacions físiques en l'espai exterior, donat que, es podrà canviar l'ambient de la zona en funció dels factors visuals que s'apliquin.

La majoria d'aquests softwares especialitzats per a control de lluminària, permeten crear escenes i seqüències amb els leds seleccionats, entenent com a escena, cadascuna de les posicions i combinacions de llum de les tires de led instal·lades, i com a seqüència la combinació de diverses escenes. Així doncs, podem entendre les seqüències, com a escenes en moviment.

Disposen de funcions que permeten mapejar la posició de cada un dels leds de la instal·lació, tant en 2D com en 3D. Presenten un munt d'efectes integrats amb característiques que es podran variar segons el resultat que es desitgi, de manera que podríem dir, que disposem d'infinites possibilitats de configuració d'efectes visuals resultants. La disponibilitat i facilitat d'afegir capes del programari, permetrà augmentar les possibilitats creatives finals. La majoria també permeten crear llistes de reproducció automàtiques.

Es valorarà la disponibilitat d'eines, en la pròpia interfície, que permetin combinar l'experiència final amb àudio. Normalment disposen d'una configuració per a l'usuari amb Crossfader, que permet fer variacions en el volum a diverses peces musicals encadenades per a l'acompanyament musical del projecte.

La major part d'aquests softwares de control lumínic led, estan contemplats per a Mac o PC, fins i tot per a programari Linux. Alhora d'escollir el software definitiu, ens decantem per una instal·lació en maquinari PC i Sistema Operatiu Windows 10. Caldrà doncs, valorar els requeriments necessaris per a una bona instal·lació i resultat òptim del funcionament.

També és interessant que es disposin d'una interfície completa amb previsualització en temps real dels efectes que es volen aplicar.

El preu del programari i les tipus de llicència que s'ofereixen seran factors que també es valoraran alhora de decidir el programari definitiu pel nostre projecte. Tanmateix la disponibilitat de suport tècnic i manuals informatius disponibles que serviran tant per a la instal·lació com per a la resolució de dubtes o consulta.

Dins el mercat actual podem trobar una ampla gama de softwares compatibles amb el model de controlador led que hem escollit pel nostre projecte i que ens facilitaran enormement la tasca de dissenyar un sistema d'il·luminació led. Podríem parlar de, Madrix 5 Software, Resolume Arena, MadMapper, TouchDesigner, MagicQ PC, LightFactory, xLights, Glediator, Qlight, Lightjams, Enttec light mapper, Jinx, Mapio... i de fet, qualsevol software que suporti els protocols Art-Net® o sACN, podria anar bé.

A continuació s'ha aprofundit amb alguns d'aquests programes que presenten més sortida per a la indústria escènica, a tall comparatiu, i que ens permetrà decidir el que serà més adequat per a programar els diferents ambients o seqüències de la instal·lació de leds proposada. Hauran de ser compatibles amb el controlador Madrix Nebula i instal·lables en un PC amb Sistema Operatiu Windows 10. Els programes que s'han escollit per a la comparativa es recullen a la taula 31.

Programa	Dissenyadors
Touch Designer	Derivative
MadMapper	Garatge Cube
MADRIX 5	Madrix
MagicQ PC	Chamsys

Taula 31. Programes a comparar

Iniciem l'estudi amb el programa Touch Designer, de TouchDesigner by Derivative. TouchDesigner ofereix la possibilitat d'instal·lació tant en Sistema operatiu Windows com Mac.

Disposa de qualsevol de les característiques descrites anteriorment i presenta les eines necessàries per crear sistemes completament personalitzats. A més a més, permet ampliar la seva funcionalitat a les necessitats de qualsevol tipus de projecte, donat que existeix la possibilitat de codificar necessitats funcionals en llenguatge C++.

La Suite de funcions i opcions de personalització de TouchDesigner asseguren la solució a qualsevol propòsit de disseny lumínic, però com a solució pel nostre projecte, el descartem, donat que està més pensat per a companyies que volen desenvolupar projectes majoritàriament personalitzats.

Veiem a continuació, a la figura 69, una imatge general de la seva interfície de treball:

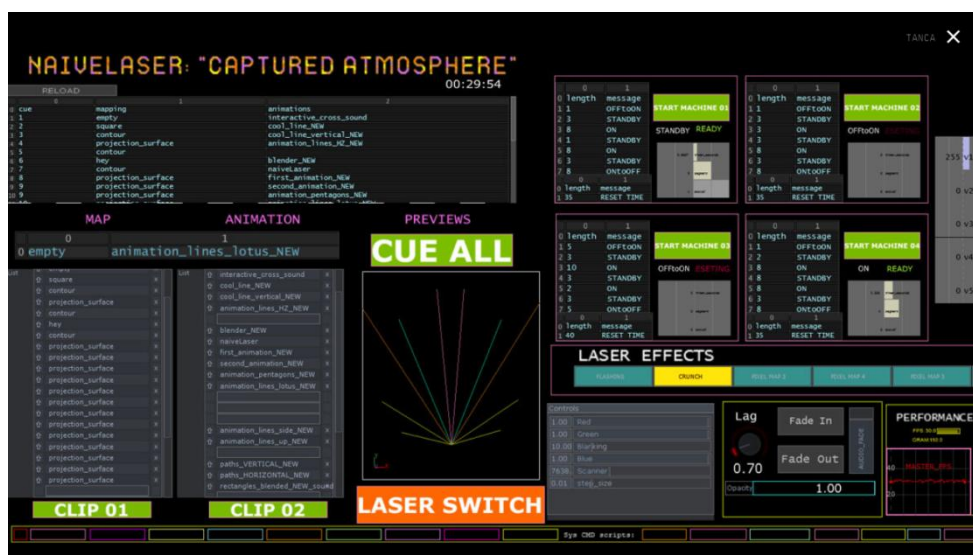


Figura 69. Interfície de treball de Touch Designer

Continuem el nostre estudi amb el programa MadMapper, dissenyat per GaratgeCube. MadMapper és considerat una eina avançada pel mapeig de vídeo i leds. Adaptat per a diversos camps, com ara la projecció de vídeo arquitectònica, instal·lació d'art, escenografia i espectacle en directe. És un programa de mapeig ràpid, potent i fàcil d'utilitzar.

Disposa d'un munt de funcionalitats per a professionals, es pot usar com a reproductor de vídeo ultra ràpid. Permet fer projeccions múltiples amb efectes d'entrada i sortida per a les escenes. Disposa també d'efectes per a vídeo. Presenta una biblioteca d'efectes en línia. Permet treballar amb diferents protocols, entre ells Art-Net. Suporta l'entrada de vídeo en directe, permet la cartografia led, l'escanejat de leds, importa i calibra objectes 3D i també disposa de

funcions que permeten ajustar la geometria de l'espai a la pantalla. Disposa de la possibilitat d'entrada d'àudio i funciona com a gravadora DMX entre d'altres característiques... Presenta també un editor de codi per a poder generar necessitats funcionals personalitzades.

El màxim d'Universos suportat per MadMapper a Artnet és de fins a 2.048 universos o 1.048.576 canals, el que permet mapapejar píxels fins a 349.525 píxels RGB en DMX .

Hi ha la possibilitat d'instal·lació tant en Windows com en Mac i es pot obtenir una llicència perpètua per a un sol Pc a partir d'uns 370€ amb IVA inclòs.

MadMapper, permet mapejar tires de leds, matrius i fins i tot controlar píxels aïllats.

Veiem a la figura 70 una imatge del programa amb el detall d 'una àrea de leds mapejada i la configuració lumínica que se li aplica.

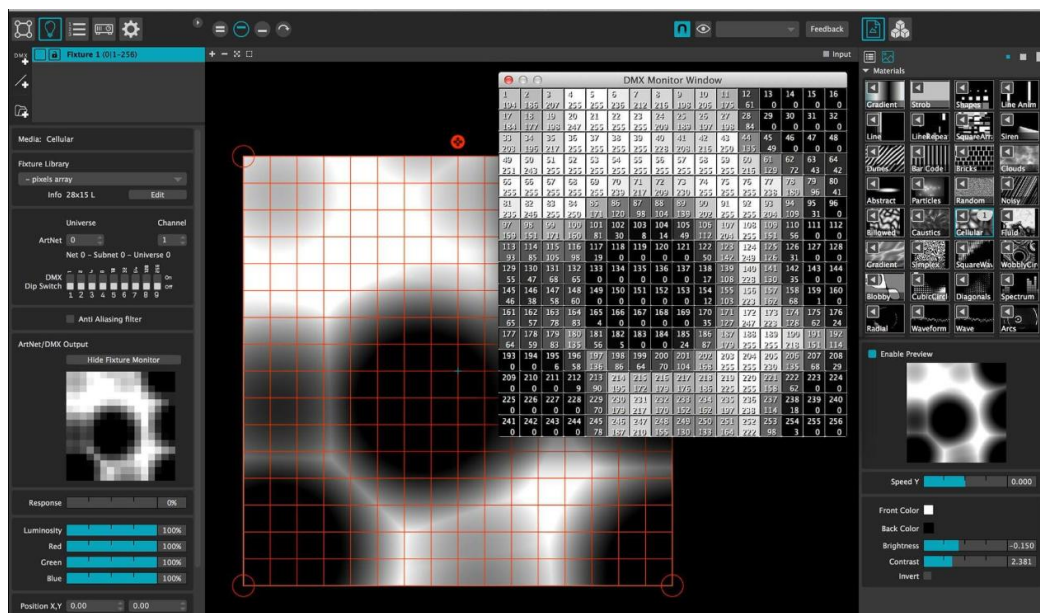


Figura 70. Detall d'una interfície de treball de MadMapper

MadMapper, està disponible per a ordinadors amb S.O. Windows 1 0 amb 64 bits. Requereix d'un PC amb una unitat SSD de mínim 500 Mb i almenys 2 GB de memòria RAM, amb una unitat de processament gràfic compatible amb OpenGL 3.3.

No el descartem.

Seguim el nostre estudi amb el programa MADRIX 5 Software desenvolupat per Madrix. És una eina per generar efectes visuals, compatible amb una àmplia gamma de leds i controladors LED.

MADRIX 5 pot produir un espectacle de llum LED complet des d'un PC de sobretaula o des d'un portàtil normal basat en Sistema Operatiu Windows 10 de 64 bits. Pot programar desenes de milers de leds sense problemes. Permet controlar gairebé qualsevol pantalla led en 2D i també en 3D. És de fàcil configuració, tant alhora de crear una matriu de llums led, com de realitzar cartografies píxel a píxel. Presenta una gran varietat d'efectes integrats i es poden programar efectes d'àudio Crossfader. També, permet crear filtres de color, llistes de reproducció automàtiques...

Admet molts estàndards i protocols que es poden trobar a la indústria de la comunicació actuals. Suporta la interfície Art-Net entre d'altres.

En la seva interfície disposa de 2 maquetes i un crossfader, a més de 3 àrees de previsualització en temps real. Veiem una imatge de la interfície del programa en la següent figura:



Figura 71. Detall de la interfície de treball MADRIX 5

Donat que aquest programari ha estat creat pels mateixos dissenyadors del controlador Nebula que s'ha triat per la nostre instal·lació, si escollim aquest software, ens podem garantir la perfecte compatibilitat i sincronització amb el nostre controlador.

Altrament disposa de llicències adaptables a diferents necessitats i de per vida. La llicència es subministra amb un format de pendrive USB que activa el programari a qualsevol PC on es connecti, a fi de que existeixi la possibilitat de treballar des de diferents Pc's i evitar la vinculació a un sol sistema. En el nostre cas, la llicència que millor s'adaptaria a les nostres necessitats, seria la llicència de tipus ultimate, de temps il·limitat i capaç de donar una sortida de fins a 512x512 canals DMX i fins a 2.097.152 Vòxels DVI, que serien l'equivalent als píxels en 2D. Estem parlant d'un cost d'uns 7.435,00€ aproximadament amb IVA inclòs.

Els requisits mínims de sistema serien d'un Pc amb processador de doble nucli a 2,0 GHz, targeta gràfica amb OpenGL 2.1 de tipus NVIDIA, 2 GB de RAM, 1 GB d'espai lliure al disc dur, resolució del monitor de 1280 x 768, targeta de xarxa, targeta de so, USB 2.0. Donat que els requisits òptims de sistema solen ser superiors, nosaltres optaríem per una RAM de 16 GB i amb un Sistema Operatiu de Microsoft Windows 10 de 64 bits.

Pensem que és el millor candidat, perquè ens garanteix la compatibilitat i sincronització amb els controladors. Tot i que el preu és elevat.

Per acabar la nostra cerca del programa adequat, fem una ullada a les prestacions del software MagicQ PC de l'empresa Chamsys, que es presenta com a una solució completa per a una il·luminació espectacular.

És un software Instal·lable en un S.O Windows i compatible amb el protocol Art-Net, permet mapejar imatges, pel·lícules i text en directe.

Es pot treballar amb múltiples capes i es poden aplicar múltiples efectes. També disposa d'interfície d'àudio on es poden configurar efectes de so.

Té la possibilitat d'aplicar funcions per a mapejar en 3D amb disponibilitat d'una biblioteca que presenta múltiples efectes de fàcil aplicació.

També permet la visualització prèvia dels resultats.

El programari MagicQ ofereix un control d'il·luminació per a fins a 256 universos amb mapeig de píxels i reproducció de suports HD.

Es pot connectar a moltes interfícies externes mitjançant protocols estàndard de la indústria com ara MIDI, SMPTE o MIDI Show Control, permetent així construir espectacles de llum amb so.

La seva interfície està pensada per aquells professionals acostumats a treballar amb consoles. Fins i tot presenta un mode de presentació de la interfície que simula el format d'una consola de control de llum a fi que els professionals puguin fer el canvi d'un sistema a l'altra sense problema.

Molt utilitzat per a la creació d'espectacles, presentacions, parcs temàtics i per a crear jocs de llum en instal·lacions arquitectòniques.

Veiem a la figura a continuació una imatge de la seva interfície de treball:



Figura 72. Interfície de treball de MagicQ PC

Chamsys, destaca que MagicQ PC és una solució que es complementa molt bé amb l'ús de taules per a control d'il·luminació, com la MagicQ Pro o la MagicQ Xpert que ofereix el propi fabricant.

Finalment per acabar de fer la comparativa es recull en una taula les propietats que s'han considerat més interessants dels programes que s'estudien. En aquesta taula s'hi recull la compatibilitat amb Nebula, la disponibilitat per a PC amb S.O. Windows 10 de 64 bits, la permissivitat d'edició de codi, els requeriments de la instal·lació dels programes, el nº màxim d'universos que pot suportar, si es permet la visualització en temps real dels efectes que s'apliquen, el preu, si disposen de suport tècnic/manuals, si són combinables amb àudio i finalment s'anotaran algunes observacions que es semblin d'interès. Tots aquests punts són importants a l'hora de decidir el programa a escollir, de totes formes ens centrarem en la compatibilitat amb el dispositiu Nebula ja que és l'instrument amb el qual comunicarem els leds, el nº d'universos que ofereixen pel fet d'ajustar el millor possible a les necessitats dels nostres dispositius, els requeriments de la instal·lació i la disponibilitat per a instal·lar-se en S.O. Windows 10 de 64bits ja que si un d'aquests programes no tingues aquestes facilitats quedaria automàticament descartat. A continuació es presenta a la figura 73 el resum de la comparativa dels programes.

Programa	TouchDesigner	MadMapper	Madrix 5 professional	MagicQ PC
Creadors	Derivative	GaratgeCube	Madrix	Chamsys
Compatible amb el controlador Nebula	✓	✓	✓	✓
Disponible per a PC amb S.O. Windows 10 de 64 bits	✓	✓	✓	✓
Permet l'edició de codi	✓	✓	x	x
Requeriments de la instal·lació	Com més RAM millor. Bona tarjeta gràfica	Disc SSD mínim 500Mb i Mínim 2GB RAM i processament gràfic	Com més RAM millor. Bona tarjeta gràfica	Mínim 2 GB de RAM i bona tarjeta gràfica
Màxim d'universos	Programable amb C++	2048	512	256
Visualització en temps real dels efectes que s'aplicaran	✓	✓	Disposa de 3 àrees	✓
Disposició d'efectes visuals online	✓	✓	✓	✓
Preu	A partir de 500€ i fins a 2.200€	A partir de 370€	7.435 €	Gratuït però amb pagaments internes
Suport tècnic / Manuals	✓	✓	✓	✓
Combinable amb àudio.	✓	✓	✓	✓
Observacions	Existeix la possibilitat de codificar necessitats funcionals en llenguatge C++. Utilitzat per a programadors especialitzats	Recomanat per a projectar imatges en superfícies.	Idoni pel projecte donat que ens assegurem que es garanteix la compatibilitat i sincronització amb el controlador	Solució integrada per a treballar amb les consoles MagicQ Pro i MagicQ Xpert.

Figura 73. Propietats dels softwares a estudi

Després d'aquest estudi, concloem que el programa que millor s'adapta a les necessitats del projecte, és el MADRIX 5 Software de Madrix, encara que sigui el més car dels programes comparats, és el que millor s'adapta al nostre requeriment d'instal·lació en un PC amb Sistema Operatiu Windows 10 i, sobretot i el més important, que ens garanteix al cent per cent la completa sincronització amb els controladors escollits.

5.5 Especificació dels elements de la instal·lació exterior

A continuació s'especificarà els diferents elements que formen part de la millora lumínica exterior.

5.5.1. Tires de Leds

S'han triat les tires LED HYCSOYES de 5m/tira blanques per camuflar-les millor en l'estructura de l'hotel. Tenen les següents característiques mostrades a la taula a continuació:

Característica	Valor
Tensió de funcionament	5 V DC
Font led	SMD 5050 RGB
Led xip	Epistar
nº de leds RGB per metre	30 leds/m
Potència per metre	9 W/m
Escala de gris	256/Color
Àngle de sortida del feix de llum	120 °
Dimensions	10x10x2.4 mm
IP	67

Taula 32. Característiques de les tires de led escollides

Sobretot es remarcarà l'alta ip dels leds ja que és un muntatge que està pensat per a l'exterior, la classe ws2811ic que els fa perfectament compatibles amb els controladors Nebula, la potència, que posteriorment servirà per els càlculs de les tires i el fet que siguin RGB ja que en la programació és podrà jugar amb una ampla gamma de colors.

Remarcar també que hi ha la possibilitat de tenir 60 leds/m però que pel projecte que es vol dur a terme les tires de 30 leds/m faran menys carregosa la instal·lació i lluiran molt més.

A continuació s'especificarà a la figura 74 com s'han de fer les connexions entre tires de leds. En els entroncaments, s'utilitzarà silicona per tal que continuïn mantenint aquesta elevada ip que tenen i evitar l'aigua, la pols,

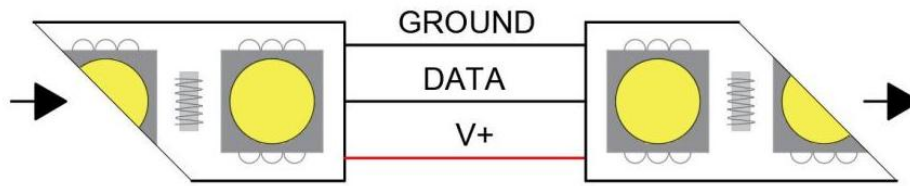


Figura 74. Connexió dels entroncaments de leds tires led

5.5.2. Fonts d'alimentació

Les fonts d'alimentació que s'utilitzaran per alimentar les tires led són de la marca Yishuo, són fonts de 5V DC de diferents potències, ja que no tots els trams de tirades de led són de la mateixa mida. El càlcul del dimensionament de les fonts d'alimentació es troba a l'annex apartat E.1. Així doncs es recollirà a la taula següent el nº de fonts que s'hauran de col·locar, la seva potència i l'amperatge que proporcionen.

nº font d'alimentació 5V	Potència (W)	Intensitat (A)
22	150	30
1	200	40
10	300	60
4	350	70

Taula 33. Fonts d'alimentació a col·locar

Totes les fonts d'alimentació estan sobre dimensionades pel correcte funcionament del sistema. En total s'instal·laran 37 fonts de diferents potències.

5.5.3. Dispositius MADRIX Nebula

Tal i com s'ha pogut apreciar en l'estudi fet anteriorment, en aquest projecte, ens hem decantat pel controlador MADRIX Nebula. Aquest dispositiu es connecta directament a les tires de led i amb el seu avançat descodificador SPI rep les dades de control a través de la xarxa Ethernet o USB.

En total es col·locaran 24 Nebulas repartits en la façana de l'hotel utilitzant un total 192 universos. Així doncs s'haurà de comprar la llicència de MADRIX 5 Licences Ultimate que permet treballar amb fins a 512 universos, cobrint amb garantia les necessitats del projecte. Els

càlculs per determinar i comprovar els Nebulas i el nº d'universos a utilitzar, es troben a l'annex apartat E.2.

5.5.4. Caixes de protecció

Per tal de mantenir les fonts d'alimentació i els Nebulas protegits de l'exterior, es col·locaran dins les caixes de protecció. Les caixes triades per a la instal·lació exterior, són de la marca Utility Electrical CO., són unes caixes amb un elevat índex de protecció i estanquitat (ip6) construïdes d'alumini. S'han triat d'alumini ja que ajudaran a la dissipació del calor efectuat pels aparells que contindran. S'instal·laran 2 models de caixes de protecció diferents. Una de més grossa que contindrà font d'alimentació i el dispositiu Nebula i una de més petita que contindrà només una font d'alimentació. A la taula següent es fa un recull de les dimensions d'aquestes caixes.

Model		Dimensions (mm)
AL-28	Alçada	100
	Allargada	210
	Fondària	295
AL-31	Alçada	80
	Allargada	160
	Fondària	240

Taula 34. Models de caixa de protecció

Es col·locaran 13 caixes model AL-28 i 24 caixes del model AL-31.

Les mides estan pensades per tal que els elements que contindran puguin respirar entre ells i no quedin molt atapeïts per evitar problemes d'escalfament i evitar mal funcionaments.

5.5.5. Switchs

Per poder realitzar el muntatge dels controladors Nebula i a fi de que convergeixin en un sol punt de connexió i reduir les distàncies màximes recomanades segons l'estàndard ANSI/TIA-568 de 100m pel que fa a les tramades de fil de xarxa, s'utilitzaran 2 switchs.

Un dels switches disposarà de 48 ports i l'altre de 16 ports. Seran de la marca TP-Link models TL-SG1048 i TL-SG1016D respectivament. Són dispositius de nova generació i compten amb les últimes tecnologies innovadores d'eficiència energètica que poden ampliar en gran mesura la seva capacitat de xarxa amb molta menys potència. S'ajusten automàticament el consum d'energia per limitar els residus de carboni a la xarxa. També compleixen amb la DE RoHS de la UE, que prohibeix l'ús de certs materials perillosos. Són de fàcil instal·lació.

El switch de 48 ports s'utilitzarà per a connectar els 34 punts de connexió Ethernet dels 17 Nebula que s'instal·laran a la façana esquerra de l'edifici i al switch de 16 ports s'hi connectaran els 14 punts de connexió Ethernet dels 7 dispositius Nebula de la façana dreta de l'edifici més el switch de 48 ports, i alhora servirà de pont per a enllaçar amb el programa. Els ports de què disposen aquests switches, són bàsics de commutació RJ-45 Fast Ethernet (10/100/1000Mbps).

El cable de xarxa que s'utilitzarà serà de tipus Cat5e, donat que és perfectament compatible amb la resta de dispositius de la instal·lació i és una opció fiable, amb velocitat de transmissió d'1Gb/s i un índex de transmissió de 100MHz.

S'ha comprovat que les tramades de cable no superin els 90m de recorregut. Altrament i donat que l'hotel disposa d'un recorregut de tubs específics per a comunicacions que tenen el diàmetre suficient per allotjar els cables de xarxa de la nostra instal·lació, s'aprofitaran per a la distribució del nostre enxarxat Ethernet. Són tramades de tubs separats dels tubs que contenen cablejat elèctric per evitar interferències i descartar problemes de comunicacions amb els dispositius.

El cable recorrerà la mínima distància fins el seu destí i s'ha comprovat que les tramades de cable no superaran els 90m de distància.

5.6. Muntatge i distribució de la instal·lació exterior

A continuació s'especificarà el muntatge dels elements que formen part de la millora lumínica exterior.

Per distribuir tots els elements que formen part del muntatge de llums espectacular, que delimitarà les dues façanes i els balcons del pati interior, dividirem la instal·lació en tramades horitzontals i verticals per les baranes dels balcons de l'edifici, tal i com es mostra en l'esquema de la figura següent, que divideix les dues façanes del pati interior en tall A i tall B.

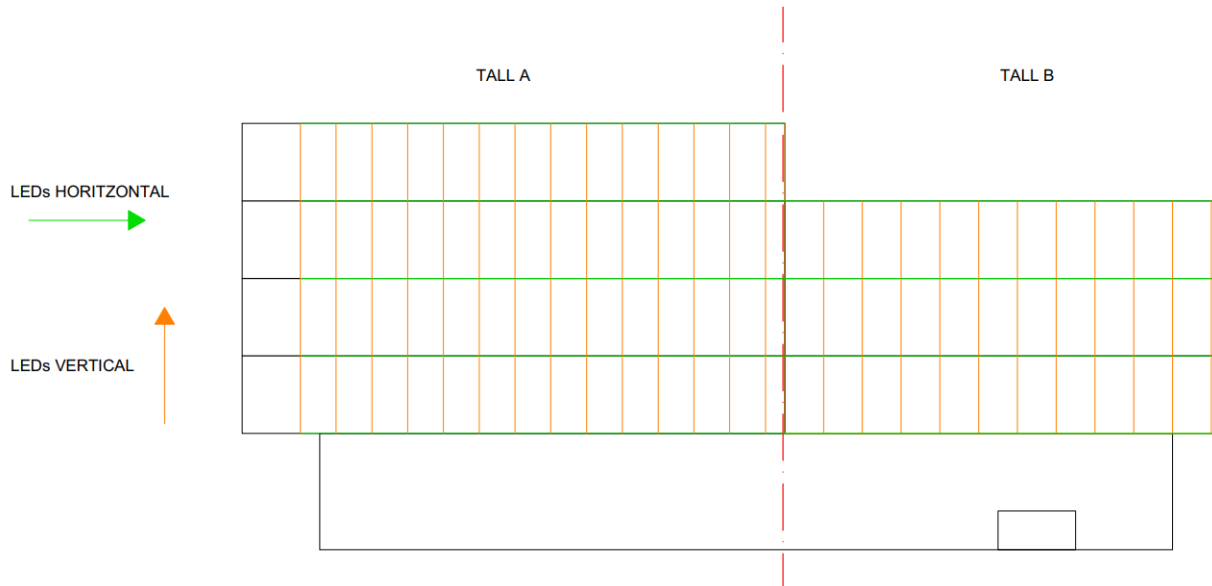


Figura 75. Distribució de les tires de leds

Es col·locaran les tires de leds superficialment sobre les baranes metàl·liques i es subjectaran utilitzant brides. Aquest muntatge a l'hora de quedar discret, també ajudarà a dissipar calor ja que la tira de led estarà en contacte directe amb el metall.

Tal i com es pot apreciar en els plànols, es poden diferenciar dos tipus de muntatge diferents. L'horitzontal o per files i el vertical o per columnes.

Les caixes de protecció amb els elements que contenen a dins es col·locaran sota els balcons a una distància de la paret de 30cm, seguint les indicacions dels plànols.

Tots els cables que podrien quedar a la vista, es passaran sota canaletes quadrades i blanques que es dissimularan amb el color de l'edifici.

Es segellaran amb silicona els entroncaments efectuats per evitar l'entrada de pols, aigua o altres elements perillosos que podrien provocar un mal funcionament del sistema.

A l'hora de triar la distribució i quantitat de Nebulas que s'instal·laran, s'ha prioritzat l'optimització i la facilitat de la instal·lació del cablejat, ja que és un muntatge en façana exterior i per tant de risc pels instal·ladors. Tot i que aquest tipus de muntatge requereix de més controladors, amb aquesta distribució s'aconseguirà minimitzar el nombre de punts de connexió entre cable i tires de leds, on és més probable que apareguin problemes de transmissió o comunicació, optimitzant el correcte funcionament del sistema. S'estalviaran hores de muntatge i es facilita la instal·lació augmentant la seguretat dels operaris.

S'especifiquen en els plànols totes les connexions que s'han d'efectuar entre fonts d'alimentació, tires de led i Nebulas. També s'indica com es relacionen les diferents caixes que s'han de col·locar i el seu contingut, indicant si a l'interior hi haurà un controlador i una font o només una font d'alimentació.

El switch de 48 ports, s'ubicarà en una petita habitació que s'utilitza actualment per emmagatzemar estris de manteniment i neteja, situada a la part central de la 2a. planta del tall A de l'edifici. El switch de 16 ports, s'ubicarà en una altra d'aquestes petites habitacions ubicada també a la part central de la 2a. planta però del tall B de l'edifici. Són habitacions ventilades i fresques que evitaran el sobreescalfament d'aquests aparells.

A continuació es mostra a la figura següent una simulació de nit de com quedaria la façana interior de l'edifici amb el muntatge de leds instal·lat un cop programat.



Figura 76. Simulació il·luminació espectacular

6. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA EXTERIOR

6.1. Previsió de càrrega exterior

En aquest apartat tal i com s'ha fet en altres punts del projecte, dividirem l'hotel en dues parts. El tall A, part esquerra de l'edifici mirat de cares des del pati interior i el tall B, part dreta de l'edifici mirat de cares des del pati interior, per tenir un millor control específic de l'energia elèctrica que subministra les fonts d'alimentació, que distribuïran l'energia elèctrica a les tires de led de cada ala de l'edifici. Amb aquesta distribució, es reduirà també la secció de cable.

Recollirem a la taula 35 l'inventari de les línies d'aquest apartat de la instal·lació. On s'hi mostra la potència unitària, les fonts a col·locar per tall, els factors d'utilització (F_u), els factors de simultaneïtat (F_s) i finalment la potència calculada. Tot aquest càlcul vindrà regulat per la ITC-BT 25. S'ha estimat una potència de 220W de potència per font.

Línia	nº de fonts a col·locar	P_{prev} (W)	F_s	F_u	P_{calc} (W)
Línia exterior tall A	24	220	0,75	0,50	1.980
Línia exterior tall B	13	220	0,75	0,25	975

Taula 35. Previsió de potència de les línies exteriors

Els factors d'utilització i simultaneïtat, han sigut prèviament escollits raonant les hores del dia que els equips estan treballant i les possibilitats que tenen d'estar funcionant a la vegada.

6.2. Seccions dels cables de la instal·lació elèctrica exterior

Com s'ha anunciat anteriorment, utilitzarem 2 línies de distribució elèctriques per alimentar les diferents fonts d'alimentació per a les tires led. Per tal de dimensionar els conductors d'aquestes línies, es seguirà la normativa de l'ITC-BT-19 per baixa tensió tenint en compte que els cables són de coure amb aïllant 3xXLPE en cables multiconductors encastats en obra, muntatge tipus B2 segons l'REBT.

Recollim i comparem en la taula 36 les seccions que ens han sortit dels càlculs per escalfament i per caiguda de tensió efectuats a l'annex. Escollim la secció més restrictiva.

Línia	S per escalfament (mm ²)	S per caiguda de tensió (mm ²)	Escollida (mm ²)
Línia exterior tall A	1,5	6,0	6,0
Línia exterior tall B	1,5	1,5	1,5

Taula 36. Secció dels conductors de les línies exteriors

El cable conductor de la línia general fins a la PIA situada a la caixa de comandament i protecció de la línia elèctrica exterior, serà de 6mm².

6.3. Dimensionament de les proteccions i elements de mesura exteriors

Hem de tenir correctament protegida la instal·lació per prevenir incidents que puguin succeir com: sobrecarregues, curtcircuits, contactes indirectes, ...

El quadre general de protecció i comandament de la instal·lació exterior, estarà col·locat en una estança propera a la recepció, al costat dels altres quadres de l'hotel a 1,5m del terra, complint la normativa i especificacions de la ITC-BT-17.

6.3.1. Diferencials de la instal·lació exterior

La sensibilitat dels diferencials seguiran les especificacions de l'ITC-BT-24 per a la protecció contra contactes directes i indirectes, així doncs, s'utilitzarà un interruptor diferencial de 16A, 30mA, ja que es busca el màxim de protecció amb la sensibilitat més alta.

6.3.2. Magnetotèrmics de la instal·lació exterior

Els interruptors magnetotèrmics, són de tall omnipolar i resisteixen els corrents de curtcircuit que poden presentar-se.

Triem les diferents intensitats dels magnetotèrmics , recollits en la següent taula.

Línia	Secció de conductor	I _{calc.} (A)	< Magnetotèrmics I _N <	I _{adm.} (A)
Línia exterior tall A	6,0	8,61	16	37
Línia exterior tall B	1,5	4,24	10	16

Taula 37. Intensitat nominal dels magnetotèrmics de les línies exteriors

6.3.3. IGA de la instal·lació exterior

S'instal·larà un magnetotèrmic general per aportar un extra de protecció i alhora, permetrà tallar el subministrament elèctric general quan sigui necessari. Els magnetotèrmics escollits com a IGA per les línies exteriors serà de 16A.

6.4. Dimensionament dels conductes de la instal·lació exterior

S'utilitzaran els conductors existents a l'edifici. S'ha comprovat que els tubs elèctrics que passen per l'hotel, tenen el diàmetre suficient per permetre un fàcil allotjament i extracció dels cables i conductors aïllants. Són tubs corbables regulats per la norma UNE-EN 50086-2-2. La instal·lació i posada en obra d'aquests, vindrà regulada per les indicacions de la norma UNE 20.460-5-523 i les especificacions de les ITC-BT-19 i ITC-BT-20.

Els nous cables, s'instal·laran recorrent la mínima distància des del punt de subministrament fins al punt de connexió.

7. RESUM EL PRESUPOST

En aquest projecte s'ha fet la instal·lació elèctrica de l'habitació estandard de l'hotel, juntament amb un estudi i millora lumínica. A més a més s'ha portat a terme la domotització d'aquesta estança. Finalment s'ha fet una millora lumínica exterior amb tires de led recorrent els balcons per tal d'aportar un toc innovador i atractiu a l'hotel.

El import total del projecte és de vint-i-vuit mil set-cents trenta euros amb trenta-dos cèntims, sense IVA.

8. CONCLUSIONS

Aquest document descriu adequadament i en profunditat els procediments a executar per a la correcta instal·lació elèctrica de l'habitació, la domòtica i la instal·lació exterior complint amb el reglament vigent.

S'ha millorat l'actual il·luminació d'una habitació estàndard fent uns estudis previs de lluminària i buscant els resultats òptims per tal que, a la par de buscar màxima eficiència energètica i alt rendiment dels llums, l'hoste de l'hotel es trobi en un entorn lumínic favorable, evitant la falta de lluminositat o enlluernaments en els punts més cítrics com podria ser el bany o la taula de treball. S'ha comprovat que amb la nova instal·lació lumínica, l'hotel passa de tenir un consum energètic a l'habitació estàndard de 789W a 167,40W, augmentant molt la seva eficiència energètica.

La domòtica que s'implementarà a l'habitació en facilitarà el control. També contribuirà a un estalvi de consums innecessaris, evitant el malbaratament de l'energia, ajudant a minimitzar l'empremta de carboni que pugui generar l'hotel i contribuint a la millora del medi ambient.

Amb la instal·lació de leds a la façana del pati exterior de l'edifici, s'aconseguirà diferenciar l'hotel de la resta d'hotels de la zona essent pioner en l'ús d'aquestes tecnologies.



Marc Cadanet Brujats
Grau en Enginyeria Elèctrica

Girona, 10 d'agost de 2020

9. RELACIÓ DE DOCUMENTS

El projecte en qüestió està format pel conjunt de cinc documents: Memòria, Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidament i Pressupost.

10. BIBLIOGRAFIA

Bueno González, B. Reglamento Electrónico para Baja Tensión (Sexta edición). Barcelona: Marcombo. 2020.

Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE, Ahorro de Energía. (<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DB HE.pdf>, 17/11/2019)

Curso de iniciación al KNX. (<http://iknx.es/archivos/documental/2890738d8b7e3b998b994114caa6b7a4.pdf>, 12/02/2020)

Gallardo Vázquez, S. Configuración de instalaciones domóticas y automáticas. (Segunda edición). Madrid:Paraninfo. 2013.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología led de alumbrado exterior. (https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Requerimientos_LED_REV-4-120815_81a949fd.pdf, 20/11/2019)

Martín Monroy, M. Manual de iluminación. (<https://m2db.files.wordpress.com/2014/09/manual-1-iluminacion.pdf>, 02/03/2020)

KNX conocimientos básicos. (https://www.knx.org/wAssets/docs/downloads/Marketing/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_es.pdf, 14/02/2020)

11. GLOSSARI

AC: Corrent altern.

CC: Corrent continu.

CDT: Caiguda de tensió.

CTE: Código técnico de la edificación.

DPT: Datapoint type (Tipus de dades).

IGA: Interruptor general automàtic.

PIA: Pequeño interruptor automático.

REBT: Reglamento electrónico de baja tensión.

RGB: Red Green Blue.

UGR: Unified Glare Rating (Índex d'enlluernament).

VEE: Valor d'eficiència energètica.

A. CÀLCULS INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

A.1. Càlculs de la secció

En aquest apartat s'haurà de tenir en compte que caldrà fer el càlcul per caiguda de tensió i per escalfament.

Tal i com s'ha comentat en el seu apartat, els cables que utilitzem són cables de coure aïllats en 3xXLPE en cables multiconductors empotrats en obra.

Fórmula de la intensitat:

$$I_{\text{calculada}} = \frac{P_{\text{calculada}}}{U} \quad (\text{Eq. 1})$$

$I_{\text{calculada}}$ Intensitat dels conductors calculada
 $P_{\text{calculada}}$ Potència calculada
 U Tensió dels conductors 230V (monofàsic)

Recollim en la següent taula les $P_{\text{calculada}}$, $I_{\text{calculada}}$, $I_{\text{admissibles}}$ i la secció dels conductors per escalfament.

Línia	Circuit	$P_{\text{calculada}}$ (W)	$I_{\text{calc.}}$ (A)	$I_{\text{adm.}}$ (A)	$S(\text{mm}^2)$
L1	C1	525,0	2,28	16	1,5
L2	C2	1.207,5	5,25	16	1,5
L3	C5	690,0	3,00	16	1,5

Taula 38. Secció per escalfament

Fórmula de la secció per caiguda de tensió:

$$S_{\text{calc}} = \frac{2 \cdot \rho \cdot L_{\text{max}} \cdot I_{\text{calc}}}{e} \tag{Eq. 2}$$

- S_{calc} Secció calculada
- ρ Resistivitat del coure (0,0206 Ohm*mm²/m)
- L_{max} Longitud màxima del fil conductor del circuit
- I_{calc} Intensitat dels conductors calculada
- e Màxima caiguda de tensió permesa per enllumenat (3% del voltatge)
- e Màxima caiguda de tensió permesa per altres usos (5% del voltatge)

Recollim en la següent taula les $L_{\text{màximes}}$, $I_{\text{calculades}}$, $S_{\text{calculades}}$, $I_{\text{admissibles}}$ i les seccions estandarditzades escollides.

Circuit	$L_{\text{màx.}}$ (m)	$I_{\text{calc.}}$ (A)	S(mm2)	$I_{\text{adm.}}$ (A)	$S_{\text{est.}}$ (mm ²)
C1	9,8	2,28	0,13	16	1,5
C2	11,0	5,25	0,21	16	1,5
C5	6,0	3,00	0,06	16	1,5

Taula 39. Seccions per caiguda de tensió

A la taula 11 es fa un recull de les seccions per escalfament, seccions per caiguda de tensió i seccions mínimes que s'han de complir per la ITC-25. S'escolliran les seccions més restrictives.

Circuit	S per escalfament (mm ²)	S per caiguda de tensió (mm ²)	$S_{\text{mínima}}$ per reglament (mm ²)
C1	1,5	1,5	1,5
C2	1,5	1,5	2,5
C5	1,5	1,5	2,5

Taula 40. Secció final

B. COMPARATIVA DE PRODUCTES KNX

A mesura que s'ha avançat el projecte en la cerca dels productes que ofereix el mercat en instal·lacions KNX, s'ha trobat la marca Ekinex, que és especialista en productes aplicats per a la domotització d'hotels. És innovadora i comporta més simplicitat a l'hora d'enllaçar els elements al bus. Donat que ens pot oferir una alternativa als elements d'altres marques, a continuació es presentarà una selecció de dispositius que podem substituir pels d'aquesta marca i en el següent apartat es farà una comparativa de les dues solucions per poder escollir quina és l'opció idònia per a la nostra instal·lació.

B.1. Dispositius KNX diferents marques

En el següent apartat es descriurà els dispositius del bus de diferents marques adients per a la instal·lació. S'hi farà una descripció de la seva funcionalitat i característiques.

B.1.1. Entrades

Com a punt d'interconnexió pels elements domòtics que no es connecten al bus o no són sensors convencionals, s'han escollit els dispositius d'entrada RailQUAD8 i BIN 2X de la marca Zennio. Se'n trien dos ja que amb un de sol no podem abastir el número d'entrades necessàries que són 10.

El RailQUAD8 és un mòdul de 8 entrades analògic-digitals configurables com entrades binàries multifuncions, per sensors i pulsadors lliures de potencial. Adjuntem una imatge a la figura següent.

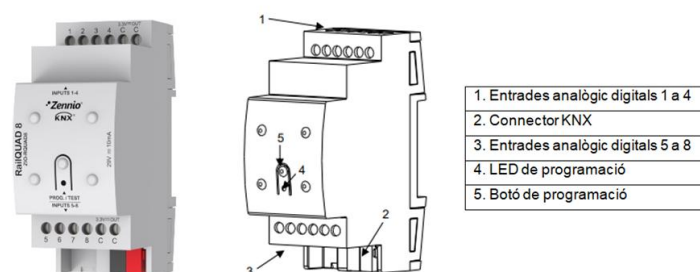


Figura 77. Entrades RailQUAD8

Les característiques d'aquest dispositiu són: 8 entrades analògic/digitals configurables com a sonda de temperatura, sensor de moviment o entrada binària, 8 termòstats, desada de dades completa en cas de fallada bus KNX, BCU KNX integrat, muntatge en carril DIN (EN 60715) a pressió i les seves dimensions són de 67mm de fondària, 90mm d'alçada i 35mm d'amplada (2 unitats DIN). Aquest component compleix amb les directives CE.

El BIN 2X és un mòdul de 2 canals configurables com a entrades binàries o sortides LED. Les entrades binàries poden ser configurables com a sensors, interruptors o pulsadors lliures de potencial. Adjuntem una imatge a la figura següent.

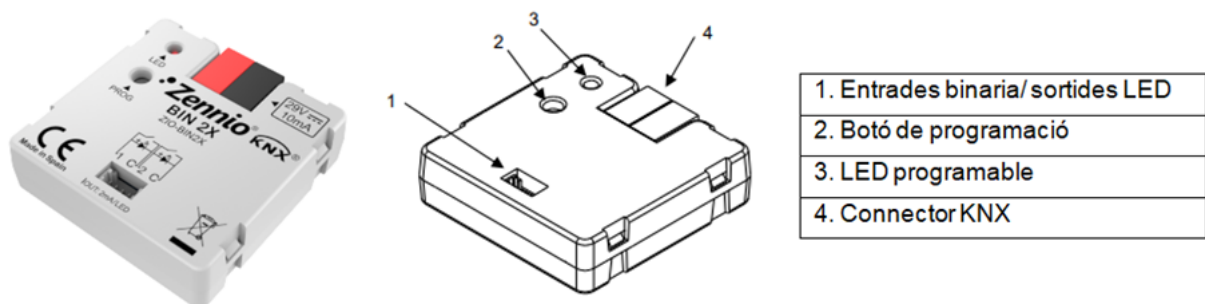


Figura 78. Entrades BIN 2X

Les característiques d'aquest dispositiu són: 2 entrades binàries, desat de dades complert en cas de pèrdua d'alimentació, BCU KNX integrat, dispositiu per muntatge en l'interior de caixes de derivació o de mecanismes i les seves dimensions són de 39mm de fondària, 39mm d'alçada i 10,5mm d'amplada. Aquest component compleix amb les directives CE.

B.1.2. Controlador de fan coil

A l'hotel hi ha instal·lat el fan coil de la sèrie FH-EC, de la marca Dimatek. Presenta un motor brushless DC de corrent continua gestionat amb un microprocessador que li permetrà un estalvi energètic amb una modulació contínua del cabal d'aire. Es connecta directament a la xarxa elèctrica a 230V + 10% 50/60Hz, té un índex de protecció de IP42, és de classe B, temperatura d'ambient màxima de 50°C senyal d'entrada d'1V...10V DC, velocitat variable de 300rpm a 1,500rpm, amb protecció de sobrecàrrega i una vida útil de 50,000h aproximades.

El controlador de fan coil seleccionat, és el MAXinBOX FC 0-10V VALVE de la marca Zennio, que s'adapte a les característiques del fan coil que hi ha instal·lat. És un mòdul de dues sortides de 0-10V DC per control de vàlvula actuadora. Es mostra una imatge a la següent figura.

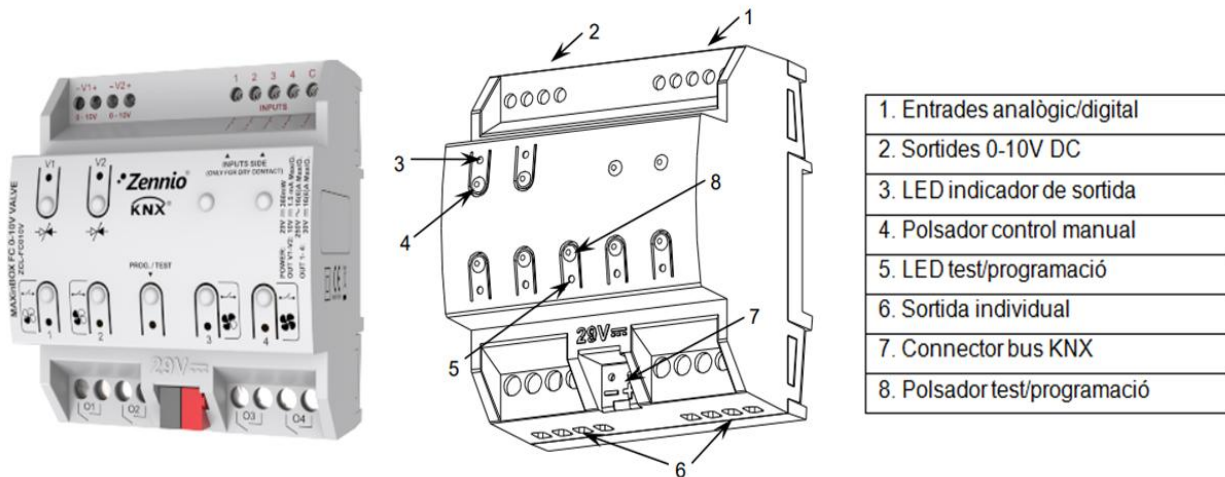


Figura 79. Controlador de fan coil MAXinBOX FC 0-10V VALVE

Les característiques que presenta aquest element són: 2 sortides 0-10V per control de vàlvula, 4 sortides individuals destinades al control de ventiladors de fins a 4 velocitats, 4 entrades analògic/digitals, control manual de les sortides 0-10V DC i individuals, BCU KNX integrat, funcions lògiques, temporitzacions en les sortides, desada de dades completa en cas de fallada bus KNX, possibilitat de connectar fases diferents en sortides adjacents, muntatge en carril DIN (EN 60715) a pressió i les seves dimensions són de 67mm de fondària, 80mm d'alçada i 80mm d'amplada (4,5 unitats DIN). Aquest component compleix amb les directives CE.

B.1.3. Termòstat

És tria el termòstat TRD LS 9248 WW de la marca Jung. És un termostat per fan coil amb un mòdul sensor per manipular ventiladors elèctrics per instal·lacions KNX, permet mesurar i regular la temperatura ambient. El seu disseny minimalista i acabat de color blanc s'integraran molt bé en l'entorn del dormitori. A continuació es mostra a la figura següent una imatge d'aquest termòstat.

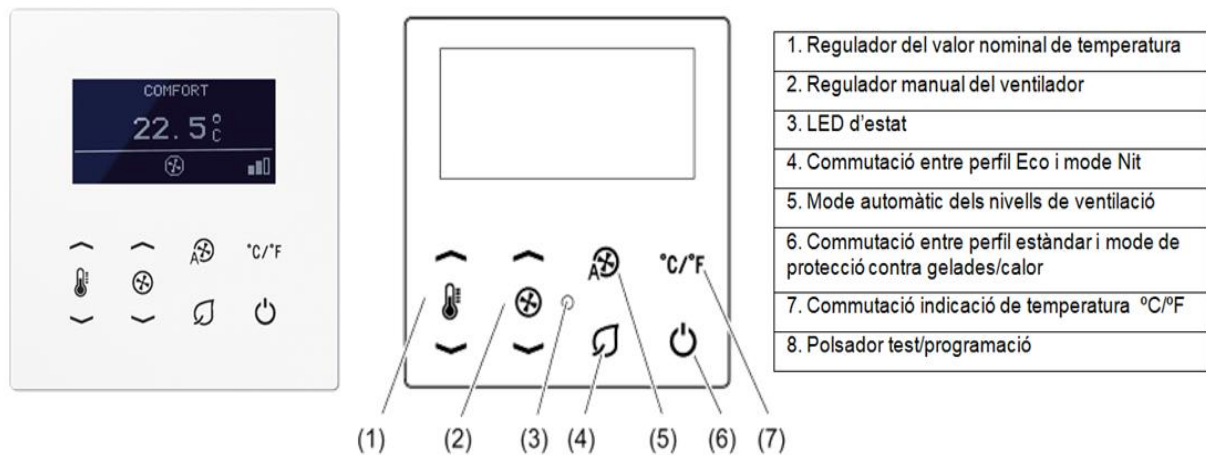


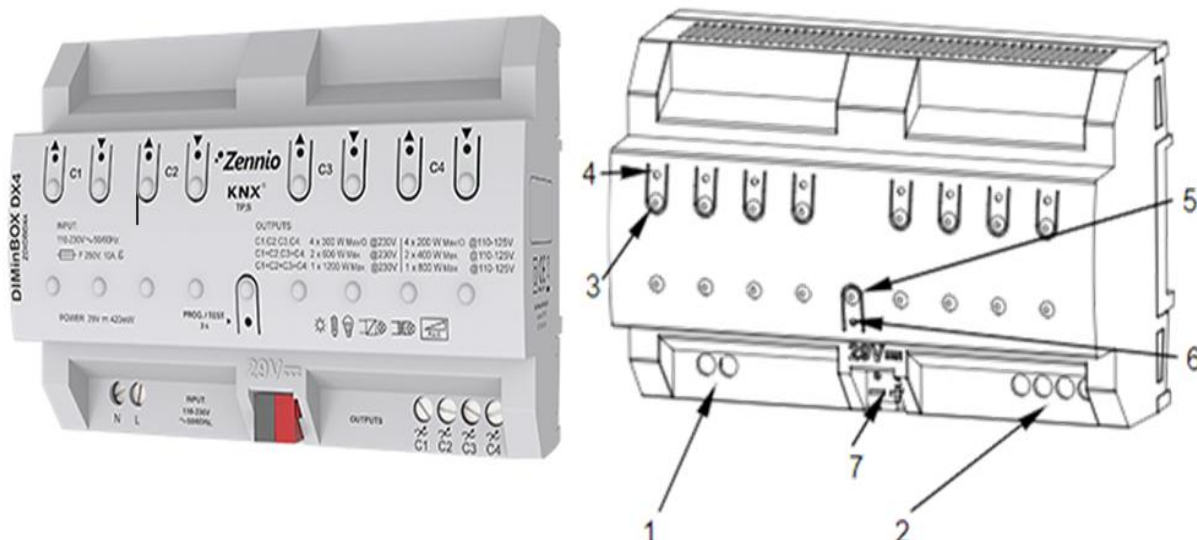
Figura 80. Termòstat TRD LS 9248 WW

A la figura anterior, podem observar que la pantalla indicadora mostra la temperatura real, el nivell de ventilació i el mode de servei. És un termòstat senzill d'usar, amb un nivell d'operació i 2 nivells de menú. Una característica interessant de cares al seu ús en un establiment públic és que els nivells de menú es poden bloquejar.

Aquest dispositiu presenta 8 tecles sensibles capacitives, sensor de temperatura intern i sensor de temperatura extern avaluable, control de ventiloconvectors, mode de calefacció/refrigeració, disposa de fins a 3 nivells de ventilació controlables, té una funció que regula la temperatura ambient i permet preseleccionar el nivell d'energia actual mitjançant 4 modes de servei opcionals segons l'estàndard KNX. Pot operar com a estació auxiliar de regulador de temperatura i té un acoblador de bus integrat.

B.1.4. Actuadors

Com a actuadors pel nostre sistema, hem escollit 2 models DIMinBOX DX4 de la marca Zennio. Se'n trien dos ja que amb un de sol, amb les sortides de que disposa, no podríem abastir el número de dispositius que ens cal regular o activar en l'habitació. Se'n mostra una imatge a la figura 81 a continuació.



1. Entrada d'alimentació	4. LED d'estat de sortida	7. Connector KNX
2. Canals de sortida	5. Botó programació/test	
3. Botó de control manual	6. LED de programació/test	

Figura 81. Actuator DIMinBOX DX4

Les característiques que presenta l'actuator escollit són: 4 canals de càrrega tipus R L C i/o làmpades regulables LED, detecció automàtica del tipus de càrrega R L C, detecció automàtica de freqüència, elecció de corbes de regulació per a baix consum i LED, possibilitat de control manual de regulació, desada de dades completa en cas de fallada bus KNX, BCU KNX integrada i les seves dimensions són de 67mm de fondària, 90mm d'alçada i 140mm d'amplada (8 unitats DIN). Aquest component compleix amb les directives CE.

B.1.5. Card “reader”

Alhora d'escollir el Card “reader”, ens decantem pel model MTN6903-6019 de la marca Schneider Electric. És un lector RFID de control d'accés KNX de material de vidre esmaltat en blanc, que permet llegir targetes a distàncies de fins a 30mm respecte la part davantera. Es presenta una imatge d'aquesta targeta a la figura 82:



Figura 82. Card Reader model MTN6903-6019

Disposa de 2 entrades binàries lliures de potencial que poden procedir de contactes externs i que permeten avisar de diferents estats, com per exemple l'estat de porta oberta. Té 2 sortides de relé que poden ser usades per a qualsevol aplicació, en el nostre cas una d'elles s'usarà per a desbloquejar la porta d'accés a l'habitació. Presenta 4 LEDs d'estat a la part del davant, 3 d'ells programables lliurament. Necessita una font d'alimentació de 12/24V de AC/DC amb una intensitat inferior a 150mA. Les seves mides són de 78mm d'alçada, 110mm d'amplada i 12,1mm de fondària. Compleix la directiva RoHS UE.

Es pot observar que la seva tensió nominal és de 12V, per tant, necessitarà un transformador o font d'alimentació externs pel seu correcte funcionament.

B.1.6. Card “holder”

El Card “holder” seleccionat és del model MTN6903-6119 de la marca Schneider Electric. És un suport de targeta RFID de control gràcies a una targeta que se li insertarà, quan hi hagi alguna persona dins l'habitació. Amb control KNX i de material de vidre esmaltat en blanc. Veiem una imatge d'aquest dispositiu a la figura 83 següent:



Figura 83. Card holder model MTN6903-6119 de la marca Schneider

Disposa de 2 entrades binàries lliures de potencial que poden procedir de contactes externs i que permeten avisar de diferents estats. Té 2 sortides de relé que poden ser usades per a qualsevol aplicació, en el nostre cas una d'elles s'usarà per a activar la lluminària de l'habitació. Amb suport il·luminat a la part davantera per a facilitar la seva orientació. Necessita una font d'alimentació de 12/24V de AC/DC amb una intensitat inferior a 150mA. Les seves mides són de 78mm d'alçada, 110mm d'amplada i 37,1mm de fondària. Presenta un grau de protecció IP20 i Compleix la directiva RoHS UE.

Es pot observar que la seva tensió nominal és de 12V, per tant, necessitarà un transformador o font d'alimentació externs pel seu correcte funcionament.

B.2. Dispositius Ekinex

Ekinex, és una empresa Italiana que desenvolupa sistemes de control per a habitatges i edificis combinant molt bé la tecnologia de la domòtica i la innovació sense oblidar l'estètica del disseny i el detall. Ofereix productes per a KNX que destaquen per la seva funcionalitat i amb les característiques tècniques garantides per l'estàndard KNX.

A continuació s'especificaran els elements escollits d'aquesta marca, com a solució per a l'actual instal·lació.

B.2.1. Mòdul Ekinex per aplicacions d'hotel

El controlador que s'escollirà per a les entrades i sortides és el de referència EK-HO1-TP. És un mòdul que ofereix entrades i sortides que permeten gestionar totes les funcions bàsiques d'una habitació d'hotel. A continuació es mostrarà a la figura 84 una imatge d'aquest element:

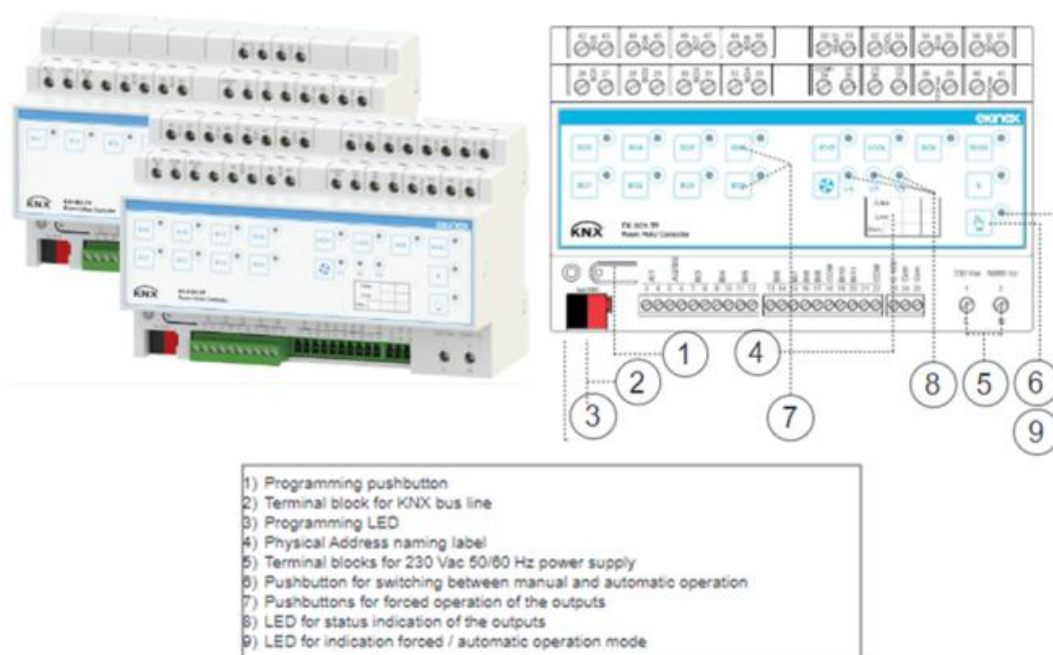


Figura 84. Mòdul Ekinex EK-HO1-TP

És un mòdul de 4 entrades analògic/digitals, 4 digitals que es poden usar individualment o acoblades i 5 digitals que es poden usar com a: contactor de placa, control d'accés extern, per a contactor de finestra, per a contacte d'emergència o trucada d'assistència i per a indicar que es netegi l'habitació.

També disposa d'11 sortides digitals on 4 d'elles amb 5(3)A que controlen persianes o es poden usar com a commutadors ON/OFF senzills, 6 d'individuals amb 16(10)A com a commutadors de càrrega ON/OFF, 1 com a controladora de pany elèctric de 12/24 Vac i 1 sortida analògica de 0-10V com a controlador de fan coil per motors brushless. A més a més aquest mòdul està condicionat amb 3 terminals especials per a 3 velocitats de fan coil, un terminal de vàlvula de fred i un terminal de vàlvula de calor, ajustant-se correctament al fan coil instal·lat, esmentat anteriorment.

Disposa d'un mòdul integrat de comunicació de bus KNX i compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

Té un grau de protecció IP20 i les seves dimensions són de 70mm de fondària, 90mm d'alçada i 144mm d'amplada, pensat per a muntatge en carril DIN (EN 60715).

B.2.2. Termòstat Ekinex

Escollim el termòstat de referència EK-EQ2-TP que permetrà mesurar i controlar la temperatura i la humitat relativa mitjançant sensors integrats. Disposa de 2 entrades que es poden configurar com a digitals o analògiques i també disposa d'alimentació de bus. A la figura següent es mostra una imatge d'aquest dispositiu.



Figura 85. Termòstat EK-EQ2-TP amb acabats de color negre

Presenta una pantalla LCD il·luminada amb dos botons. Caldrà completar l'aparell amb un conjunt de botons quadrats de 40mmx40mm que s'utilitzaran com a superfície de funcionament del termòstat. L'acabat dels botons, s'escollirà en material de plàstic de color blanc.

Regulació manual ON/OFF o proporcional amb control de ventilador de 3 velocitats i diferents modes de funcionament, per a calefacció o refrigeració.

Permet ajustar punts diferents per a calefacció i refrigeració amb control automàtic o manual de la unitat de fan coil amb alimentació hidràulica de 2 o 4 tubs, i pot canviar de manera automàtica el seu funcionament segons la presència d'obertura de les finestres. Permet comunicar al bus si el fan coil es troba dins o fora de la zona de confort.

B.2.3. Card “reader” Ekinex

S'escollirà el model de Card Reader de referència EK-TR2-TP-10 que disposa de tecnologia RFID per al control d'accés amb comunicació de bus KNX. Equipat amb un relé biestable (4A 24Vac / dc) i amb entrada per contacte lliure de potencial que habilitarà l'accés a l'habitació després de validar la targeta.

Aquest model presenta un LED frontal en 3 colors (blanc, verd i vermell) per autorització d'accés i comunicació d'informació. Veiem un figura il·lustrativa d'aquest lector de targetes a continuació.



Figura 86. Card “reader” EK-TR2-TP amb acabats de color negre

Disposa de funcions que permeten habilitar l'accés en funció del check-in/check-out de la reserva del client, també pot gestionar serveis basats en franges horàries o basant-se amb un codi d'accés i fins i tot bloquejar la sortida.

Les seves mides són de 44,8mm d'alçada, 44,8mm d'amplada i 43,3mm de fondària. Compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

Necessitarà un font d'alimentació externa de 12/24V DC i màxim de pic 1W pel seu correcte funcionament.

B.2.4. Card “holder” Ekinex

S'escollirà el model de Card holder de referència EK-TH2-TP que disposa de tecnologia RFID de control de presència després de posar la targeta al suport frontal. Disposa de comunicació de bus KNX. Equipat amb un relé biestable (4A 24Vac / dc) i amb entrada per contacte lliure de potencial. Veiem el format d'aquest dispositiu en la figura que es mostra a continuació.



Figura 87. Card “holder” EK-TH2-TP amb acabats de color negre

Permet configurar un retard de l'extracció de targetes per a la gestió de la llum de cortesia. Disposa d'un LED blanc col·locat a la part frontal del dispositiu que parpelleja quan no s'insereix la targeta al suport, i s'apaga en inserir-la.

Presenta funcions que permeten habilitar l'accés en funció del check-in/check-out de la reserva del client, també pot gestionar serveis basats en franges horàries o basant-se amb un codi d'accés i fins i tot bloquejar la sortida.

Les seves mides són de 44,8mm d'alçada, 44,8mm d'amplada i 47,4mm de fondària. Compleix amb les directives CE de baixa tensió (2014/35 / UE) i CE de compatibilitat electromagnètica (2014/30 / UE). Segueix la normativa KNX.

Necessitarà un font d'alimentació externa de 12/24V DC i màxim de pic 1W pel seu correcte funcionament.

B.3. Estudi econòmic

En aquest apartat s'hi fa un estudi econòmic dels dispositius que estem comparant, vegem-lo a les taules 41 i 42. En aquestes taules apareix la funcionalitat, el tipus de dispositiu, la marca, la quantitat de dispositius que en són necessaris, el preu unitari i l'importa total.

Funció	Elements no Ekinex				
	Dispositiu	Marca	Quantitat	Preu unitari (€)	Import
Entrades	RailQuad8	Zennio	1	149,00	149,00
	BIN 2X	Zennio	1	52,00	52,00
Sortides	DIMinBOX DX4	Zennio	2	377,39	754,78,00
Sortides fan coil	MAXinBOX FC 0-10V VALVE	Zennio	1	249,00	249,00
Entrades fan coil	TRD LS 9248 WW	Jung	1	180,00	180,00
Card "reader"	MTN6903-6019	Schneider Electric	1	208,58	208,58
Card "holder"	MTN6903-6119	Schneider Electric	1	207,70	207,70
Total					1.801,06

Taula 41. Pressupost dispositius varis

Es pot observar en la taula anterior com el preu total per habitació dels dispositius seleccionats de diferents marques, puja a 1.801,06 €.

Funció	Elements Ekinex			
	Dispositiu	Quantitat	Preu unitari	Import
Entrades	EK-HO1-TP	1	634,40	634,40
Sortides				
Sortides fan coil				
Entrades fan coil	EK-EQ2-TP	1	314,27	314,27
Card "reader"	EK-TR2-TP	1	334,04	334,04
Card "holder"	EK-TH2-TP	1	334,04	334,04
Total				1.616,74

Taula 42. Pressupost dispositius Ekinex

El preu total per habitació dels dispositius Ekinex equival a 1.616,74 €.

B.4. Decisió dels dispositius.

Es pot veure clarament com Ekinex resulta més econòmic que agafant els dispositius d'altres marques. A més a més, els dispositius Ekinex presenten funcionalitats específiques per a l'hotel i característiques tècniques garantides per l'estàndard KNX. Tanmateix és una empresa, que des del 2013, s'ha anat situant com a marca referent en protocols KNX i això ens dóna confiança i seguretat en la compra d'aquests productes per a la nostra instal·lació. Altrament el disseny dels elements escollits quedarà molt integrat dins les estances i permetrà adaptar-se a qualsevol renovació dels interiors de les habitacions que es puguin fer en un futur. Són productes que tècnicament ofereixen solucions integrades que permetran reduir considerablement les hores i el muntatge de components addicionals en la nostra instal·lació tècnica.

C. CÀLCULS PER ESCOLLIR LA FONT D'ALIMENTACIÓ DE L'HABITACIÓ

Per poder escollir la font d'alimentació adequada, cal tenir en compte el voltatge i la demanda d'intensitat dels dispositius d'un estança. Els dispositius escollits requereixen d'una font externa de 12V DC pel seu correcte funcionament. Així doncs, es comprovarà la intensitat necessària de cada dispositiu, per a finalment poder calcular la totalitat de corrent que cal subministrar, com a mínim, des de la font d'alimentació escollida.

A la taula següent es mostren els dispositius a tenir en compte, amb les intensitats necessàries individualment:

$$I_{\text{dispositiu}} = \frac{P_{\text{dispositiu}}}{V} \tag{Eq. 3}$$

Dispositiu	Potència (W)	Voltatge (V)	Intensitat (A)
Card "reader"	1,0	12	0,083
Card "holder"	1,0	12	0,083
Llisquet electrònic	0.6	12	0,050
Sensor de fum i calor	0,3	12	0,024
Total per habitació			0,240

Taula 43. Càlcul de la intensitat dels dispositius connectats a la font d'alimentació.

La intensitat del corrent total calculat per habitació és de 0,240A.

S'escull la font d'alimentació TF4 de la marca Dorcas que subministra 12V DC a 0,8A. Amb la intensitat que subministra aquest aparell, podem abastir 2 habitacions alhora, donat que, el requeriment de dues habitacions és de, com a màxim, 0,480A.

Així doncs, es col·locarà una font d'alimentació de 12V per a cada dues habitacions. En el tall A de l'edifici, com que disposa de 31 habitacions per planta, es col·locaran 15 fonts d'alimentació per abastir 30 habitacions i una font d'alimentació de més per alimentar l'habitació sobrant. En el tall B, es col·locaran 14 fonts d'alimentació per planta per aportar el subministrament necessari a les 28 habitacions.

D. ESTUDI AMPLIAT DELS PROTOCOLS ART-NET I SACN

La indústria d'il·luminació ofereix sistemes cada vegada més evolucionats pel seu control i la seva programació.

El sistema DMX512, amb el que iniciem el nostre estudi, va ser reconegut com a estàndard i aprovat per ANSI al novembre de 2004, és un sistema de protocol electrònic, que s'utilitza en luminotècnia pel control de dispositius d'il·luminació professional i que permet la comunicació entre els equips de control de llums i les pròpies fonts de llum de diferents fabricants. Es basa en la utilització de canals per a transmetre les ordres de control als aparells que hi hagi connectats. Aquest protocol presenta la limitació de que funciona amb un màxim de 512 canals o univers, que ofereixen un control de nivell de resolució de 8 bits, és a dir de 0 i fins a 256 nivells de resolució. Si ens centrem en el fet que en el bus DMX512 viatja la informació de 512 canals, cada dispositiu haurà de ser configurat a fi de poder escoltar aquells canals que necessiti. Normalment els dispositius utilitzen varis canals i s'identifiquen amb el codi del canal d'inici, quedant la resta de canals a partir d'aquest primer, reservats per aquest dispositiu. L'únic que cal tenir en compte és que les adreces dels aparells mai s'han de superposar.

Un univers DMX512 utilitza una topologia múltiple amb nodes connectats en cadena entre ells. Una xarxa consta d'un únic controlador DMX512, que és el mestre, i un o més dispositius esclaus. Cada dispositiu esclau té un connector d'entrada DMX512 i generalment també un connector de sortida. Des del connector de sortida del primer aparell es connecta un altre cable DMX512 que es dirigeix al connector d'entrada del següent aparell i així successivament...

Veiem a la següent figura, un diagrama de blocs que mostra com es connectarien 3 dispositius, esclaus, amb el seu controlador, el mestre. Al final de l'enllaç DMX512, en el connector de sortida de l'últim aparell, sempre és recomanable col·locar un acabat, que tanqui l'enllaç i que en la figura d'exemple, es mostra amb l'etiqueta "Terminator"

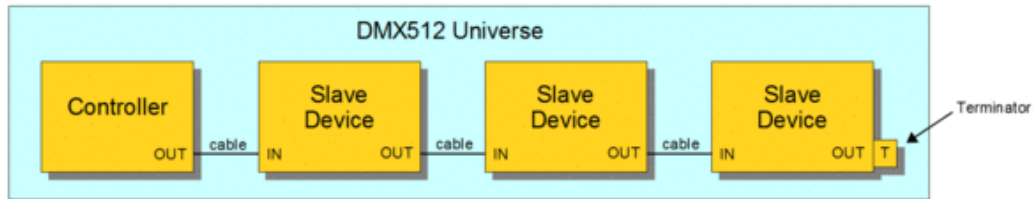


Figura 88. Diagrama de blocs que mostra una xarxa simple d'un controlador i tres esclaus.

Avui en dia, davant la necessitat d'utilitzar aparells que cada vegada necessiten més canals per a la seva connexió, la limitació que ofereix DMX-512 a un sol univers de 512 canals esdevé un problema i és per aquesta raó, que es necessiten protocols nous que superin aquest tipus de restricció.

La connexió de DMX512 segueix l'estàndard RS-485. La senyal DMX512 no és bidireccional, per la qual cosa cada connexió cal definir-la com a entrada DMX o com a sortida DMX. Aquest protocol requereix una interfície que sigui capaç de transmetre el senyal DMX entrant a la senyal necessària pel control de l'aparell al que estigui connectat. És un protocol útil per al control de leds RGB.

RDM és un protocol de millora de DMX512 que la seva principal avantatge recau en què permet una comunicació bidireccional entre el sistema de llums i el sistema controlador. Això permet la identificació i classificació dels dispositius connectats, la presentació d'informes d'estat i el direccionament dels dispositius controlables. Es comunica per la mateixa línia estàndard de connexions DMX.

Amb la finalitat d'ampliar el nombre d'universos en un mateix cable, molts fabricant van coincidir en què la interfície que en podria donar la solució seria Ethernet. Així doncs, aparèixen fabricants com Strand amb el protocol ShowNet, ETC amb el protocol EtcNet II, Artistic License amb el protocol Art-Net, Entertainment Services and Technology Association amb el protocol Streaming-ACN...

Centrarem la nostra comparativa amb els dos protocols de més prestigi i que alhora admet el dispositiu escollit pel nostre projecte, que són sACN i Art-Net.

Art-Net és un protocol de comunicacions, dissenyat per Artistic License Holdings Ltd, que permet transportar universos DMX-512 i RDM a través d'Ethernet. La primera versió va

aparèixer el 1998, i ha anat evolucionant al llarg del temps amb versions més potents. Actualment la última versió, Artnet 4, permet suportar fins a 32.768 universos DMX, cadascun amb 512 canals. Utilitza una estructura de paquets IP basada en el protocol UDP, simple i unidireccional, fet que evita retransmissions i per tant possibles retards per càrrega afegida a la xarxa, proporcionant un flux de dades eficient i baix.

sACN o també anomenat Streaming ACN, és comparable a Art-Net en molts aspectes. És un protocol estàndard desenvolupat per ESTA que també permet transportar dades a través d'IP i UDP, per enviar senyals DMX512 a través del protocols Ethernet IEE 802.3. Pot transportar fins a 63.999 universos DMX cadascun amb 512 canals, superior a Art-Net.

Tal com s'ha especificat anteriorment, tant Art-Net com sACN utilitzen UDP i IP. Hi ha tres mètodes d'enviament de paquets a través de xarxa, Unicast, Multicast i Broadcast. Unicast, comunica un únic emissor i un únic receptor a través de la xarxa, Multicast comunica un únic emissor i diversos receptors de la xarxa i Broadcast que comunica un únic emissor amb tots els receptors que estiguin connectats a la xarxa. Vegem-ho a la figura següent.

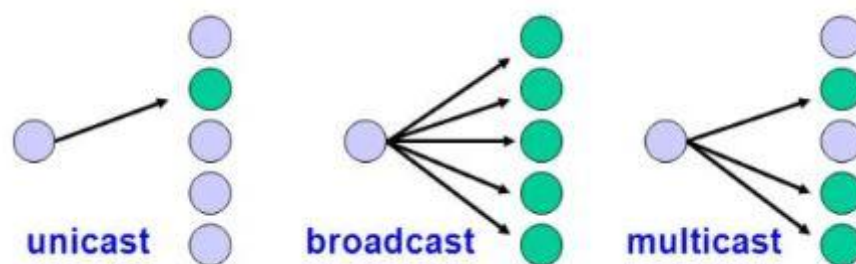


Figura 89. Esquema de models d'enviament de paquets

Broadcast, s'utilitzarà en el cas d'haver de controlar pocs sistemes i universos, donat que tots els aparells connectats a la xarxa, veuran les dades i els usaran si els necessiten. Multicast permetrà que el controlador enviï les dades a una adreça IP diferent per a cada univers i Unicast permetrà que les dades només s'enviïn a un sol receptor. Aquest últim mètode és el més eficient pel que fa al tràfic de dades de xarxa, ja que les dades només s'envien a un sol receptor. En el nostre projecte, el mètode Unicast, seria el més adequat, donat que, es tracta d'enviar senyals a una gran quantitat de pixels, mitjançant un sol controlador que els dirigeix. el controlador d'il·luminació gestionarà eficientment la xarxa evitant l'enviament de dades redundants.

Tant Art-Net com sACN poden utilitzar els tres mètodes, però Art-Net està especialment dissenyat per a enviament amb el mètode Unicast, mentre que, sACN està especialment dissenyat per a enviament amb el mètode Multicast.

Donat que Art-Net està especialment dissenyat per a enviament Unicast i que el nombre d'universos que necessitem pel nostre projecte no superarà els 32.768 universos DMX que suporta aquest protocol, ens decantarem per Art-Net com a protocol a utilitzar en el nostre projecte.

E. CÀLCULS LEDS PART EXTERIOR

En aquest apartat s'haurà de tenir en compte la distribució de tramades que s'han fet per a dur a terme la instal·lació de leds exterior. Seguidament es mostraran a les figures 90 i 91 uns esquemes amb la disposició dels trams que es tenen en compte. En la figura 90 s'especifiquen els trams verticals de leds per les dues façanes, que hem anomenat tall A i tall B, del pati interior i a la figura 91 s'especifiquen els trams horitzontals de leds per cada façana.

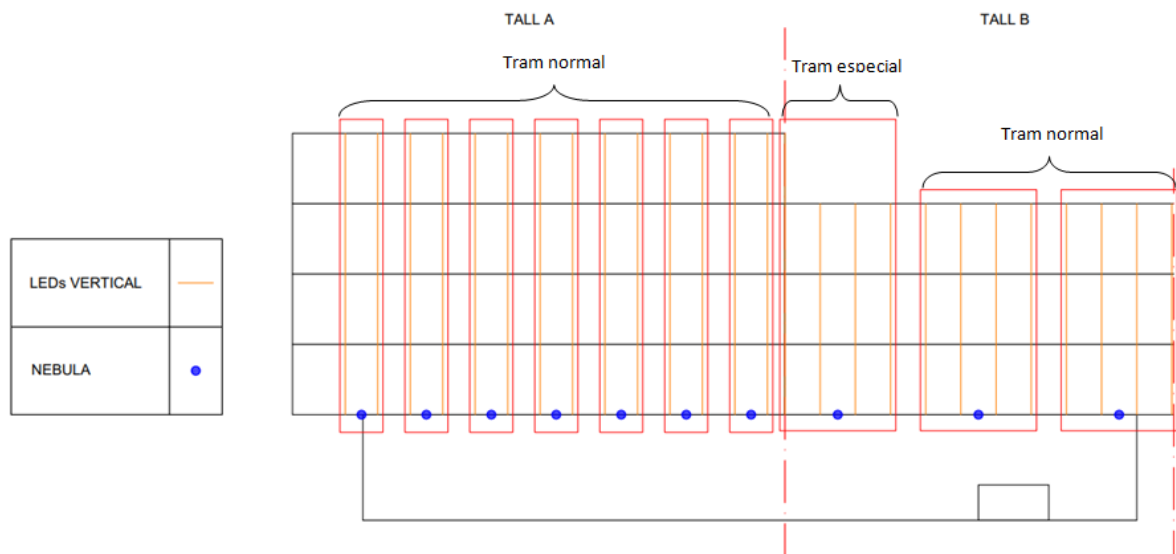


Figura 90. Especificació de trames de leds verticals

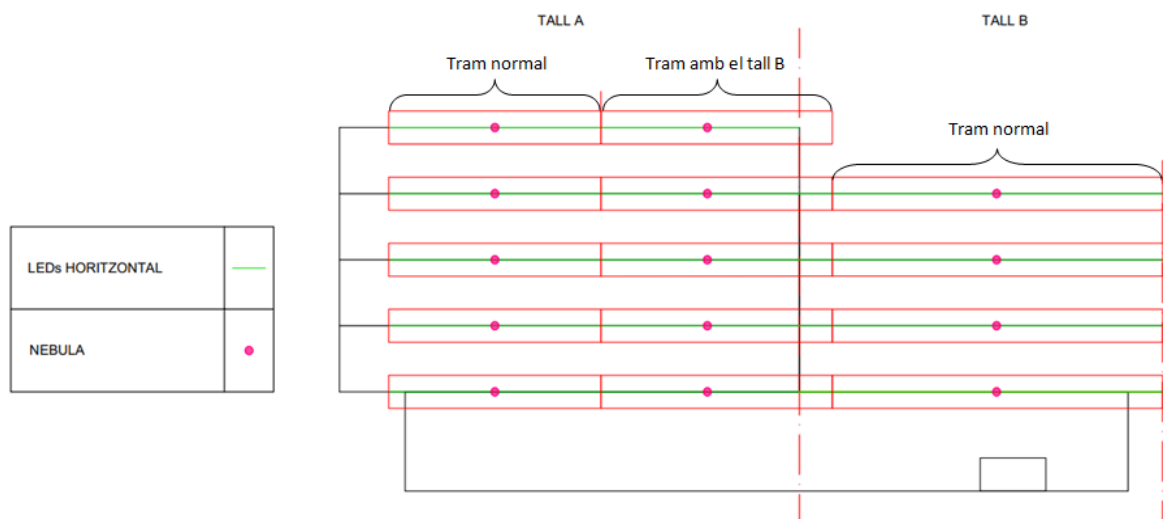


Figura 91. Especificació de tramades de leds horitzontals

E.1. Càlcul de les fonts d'alimentació de les tires de led exterior

En aquest apartat s'hi faran els càlculs necessaris per tal de dimensionar correctament les fonts que alimentaran tot el muntatge de leds exterior i els controladors dels leds.

Tal i com s'ha especificat en el seu apartat, s'han triat tires de 5V RGB de 30 leds per metre.

Càlcul de la intensitat consumida:

$$I_{\text{consumida}} = L_{\text{FAL}} * n^{\circ}_{\text{led/m}} * I_{\text{led}} \tag{Eq. 4}$$

- $I_{\text{consumida}}$ Intensitat necessària pel tram de tira de leds escollit
- L_{FAL} Distància de la tira de leds alimentada per la font
- I_{led} Intensitat per led RGB
- $n^{\circ}_{\text{led/m}}$ Leds per metre

En cas que el dispositiu controlador dels leds, Màdrix Nebula, es connecti a la mateixa font, se li haurà de sumar a la fórmula anterior el seu consum, que és de 0.3A.

Recollim en la següent figura les $I_{\text{consumida}}$, L_{FAL} , I_{led} , $n^{\circ}_{\text{led/m}}$ i consum del Màdrix Nebula, especificant els trams dels leds i si s'hi ha de sumar el controlador o no.

		Amb/Sense Nebula	L_{FAL} (m)	$n^{\circ}_{\text{led/m}}$	I_{led} (A)	C. Nebula (A)	$I_{\text{consumida}}$ (A)
Tall A Files	Tram normal	Caixa amb Nebula	23,10	30	0,06	0,3	41,88
	Tram amb el tall B	Caixa amb Nebula	22,59	30	0,06	0,3	40,95
Tall B Files		Caixa amb Nebula	33,00	30	0,06	0,3	59,70
Tall A Columnes		Caixa amb Nebula	12,24	30	0,06	0,3	22,33
		Caixa sense Nebula	11,54	30	0,06	0,0	20,77
Tall B Columnn	Tran normal	Caixa amb Nebula	12,24	30	0,06	0,3	22,33
		Caixa sense Nebula	12,24	30	0,06	0,0	22,03
	Tram especial	Caixa sense Nebula	14,95	30	0,06	0,0	26,91

Figura 92. Càlcul de les intensitats consumides

A la taula 44 es fa un recull de les intensitats necessàries i les fonts escollides per cada tram. Les fonts es sobredimensionaran, per tal que, en cas que hi hagi pèrdues o fluctuacions la instal·lació no es vegi afectada i tot funcioni correctament.

		Amb/Sense Nebula	Intensitat necessària (A)	Intensitat font triada (A)
Tall A Files	Tram normal	Amb Nebula	41,88	60
	Tram amb el tall B	Amb Nebula	40,95	60
Tall B Files	-	Amb Nebula	59,70	70
Tall A Columnes	-	Amb Nebula	22,33	30
	-	Sense Nebula	20,77	30
Tall B Columnes	Tram normal	Amb Nebula	22,33	30
		Sense Nebula	22,03	30
	Tram especial	Sense Nebula	26,91	40

Taula 44. Intensitat de les fonts d'alimentació triades

A la taula següent es farà un recull del total de fonts d'alimentació juntament amb les seves potències corresponents necessàries per a la instal·lació de leds exterior.

nº fonts d'alimentació 5V	Potència (W)
22	150
1	200
10	300
4	350

Taula 45. Fonts d'alimentació de la instal·lació

Per aquesta instal·lació en necessitaran un total de 37 fonts.

E.2. Comprovació de Màdrix Nebula i càlcul d'universos

Tal i com s'ha esmentat en el seu apartat corresponent, el dispositiu Màdrix Nèbula disposa de fins un màxim de 8 universos, 4 per sortida. S'haurà de comprovar que no superem aquest número d'universos per controlador.

A l'hora de triar la distribució i quantitat de Nebulas que s'instal·laran, s'ha prioritzat l'optimització i la facilitat de la instal·lació del cablejat, ja que és un muntatge en façana exterior i per tant de risc pels instal·ladors. Tot i que aquest tipus de muntatge requereix de més controladors, amb aquesta distribució s'aconseguirà minimitzar el nombre de punts de connexió entre cable i tires de leds, on és més probable que apareguin problemes de transmissió o comunicació, optimitzant el correcte funcionament del sistema. S'estalviaran hores de muntatge i es facilita la instal·lació augmentant la seguretat dels operaris.

La distribució de Nebulas escollida per aquest projecte, queda representada al croquis de la figura següent.

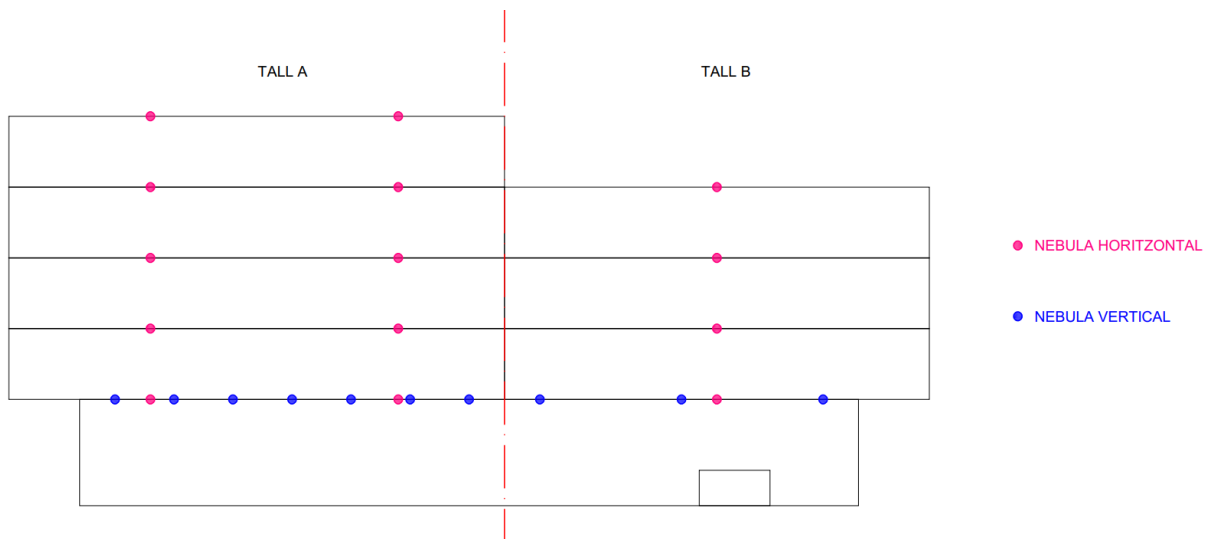


Figura 93. Distribució dels controladors led

Es clarifica el nº de Nebulas requerits en la taula següent.

	nº Nebulas tall A	nº Nebulas tall B
Horitzontal/Files	10	4
Vertical/Columnes	7	3
Subtotal	17	7
nº de Nebulas total	24	

Taula 46. Nebulas totals

Es calcularan els canals i universos necessaris per tram de tires de leds diferent per fer la comprovació.

Càlcul dels canals.

$$n^{\circ} \text{ de canals} = L * n^{\circ}_{\text{led/m}} * I_{\text{led}} \tag{Eq. 5}$$

L Distància de la tira de leds
 C_{led} n^o de canals per led
 n^o_{led/m} Leds per metre

Un univers són 512 canals, per tant, per conèixer el n^o d'universos necessaris s'hauran de dividir per 512.

A continuació s'han recopilat a la taula següent els càlculs de l'equació anterior, mostrant la distància del recorregut de les tires de led, els leds per metre, els canals per led, els canals resultants i per últim el n^o d'universos mínims necessaris per recorregut per tall i tram.

		L (m)	n ^o _{led/m}	C _{led}	n ^o de canals	Universos
Tall A Files	Tram normal	23,10	30	3	2079,00	4,06
	Tram amb el tall B	22,59	30	3	2032,65	3,97
Tall B Files	Tram normal	33,00	30	3	2970,00	5,80
Tall A Columnes	Tram normal	23,78	30	3	2140,20	4,18
Tall B Columnes	Tram normal	36,72	30	3	3304,80	6,45
	Tram especial	39,43	30	3	3548,70	6,93
Total					16075,35	-

Taula 47. Càlcul d'universos per tram diferent de tires de led

Es pot comprovar amb la taula anterior com cap tram supera els 8 universos màxims dels requisit del Madrix Nebula.

Així doncs, coneixent el n^o d'universos necessaris per tram, multiplicarem pel número de controladors que s'hi instal·laran per conèixer el total d'universos que es necessitaran pel projecte.

A la taula 48 es fa un recull dels universos calculats anteriorment, n^o de Nebulas necessaris per tram i obtenció dels universos totals per tall i tram.

		Universos	nº de Nebules	Universos Totals
Tall A Files	Tram normal	4,06	5	20,30
	Tram amb el tall B	3,97	5	19,85
Tall B Files	Tram normal	5,80	4	23,20
Tall A Columnes	Tram normal	4,18	7	29,26
Tall B Columnes	Tram normal	6,45	2	12,91
	Tram especial	6,93	1	6,93
Total			24	112,46

Taula 48. Càlcul d'universos totals del projecte

Podem observar a la taula anterior que es necessitaran un mínim de 112,46 universos perquè la instal·lació lumínica exterior amb leds funcioni correctament. Com que cada Nebula treballa amb 8 universos i s'instal·laran 24 Nebulas, tindrem un total de 192 universos. Així doncs s'haurà de comprar la llicència de Madrix 5 Licences Ultimate que permet treballar amb fins a 512 universos, cobrint amb garantia les necessitats d'aquest projecte.

E.3. Càlcul de secció dels cables de la instal·lació exterior

En aquest apartat s'haurà de tenir en compte que caldrà fer el càlcul per caiguda de tensió i per escalfament. Per tal de tenir sectoritzat l'edifici es distingiran 2 línies diferents, la línia del tall A i la línia del tall B de l'edifici.

Tal i com s'ha comentat en el seu apartat, els cables que utilitzem són cables de coure aïllats en 3xXLPE en cables multiconductors en muntatge superficial en tubs o encastats en obra.

Per a calcular la intensitat necessària per el correcte dimensionament dels conductors, s'han tingut en compte el nº de fonts a col·locar per tall, en l'A 24 i en el B 13, i la mitjana de potència de les fonts. S'utilitza l'equació 1 de l'apartat A.1. de l'annex, per calcular la intensitat. Recollim en la següent taula les $P_{calculada}$, $I_{calculades}$, $I_{admissibles}$ i la secció dels conductors per escalfament.

Línia	$P_{calculada}$ (W)	$I_{calc.}$ (A)	$I_{adm.}$ (A)	S(mm ²)
Línia exterior tall A	1.980	8,61	16	1,5
Línia exterior tall B	975	4,24	16	1,5

Taula 49. Secció per escalfament

S'utilitza l'equació 2, de l'apartat A.1. de l'annex, per calcular la secció per caiguda de tensió. Recollim en la següent taula les $L_{m\grave{a}ximes}$, $I_{calculades}$, $S_{calculades}$, $I_{admissibles}$ i les seccions estandarditzades escollides.

Línia	$L_{m\grave{a}x.}(m)$	$I_{calc.}(A)$	$S_{calculades}(mm^2)$	$I_{adm.}(A)$	$S(mm^2)$
Línia exterior tall A	90	8,61	4,63	37	6,0
Línia exterior tall B	50	4,24	0,76	16	1,5

Taula 50. Seccions per caiguda de tensió

A la taula 51 es fa un recull de les seccions per escalfament, seccions per caiguda de tensió i seccions mínimes que s'han de complir per la ITC-25. S'escolliran les seccions més restrictives.

Línia	S per escalfament	S per caiguda de tensió	$S_{m\grave{i}nima}$ per reglament
Línia exterior tall A	1,5	6,0	1,5
Línia exterior tall B	1,5	1,5	1,5

Taula 51. Secció final