



Aprobat per Decret de l'Alcaldia
de data



11 FEB. 2010

Ajuntament
de Ripoll

EL VICESECRETARI,

SISTEMA DE GESTIÓ INTEL·LIGENT PER A LA IL·LUMINACIÓ I CLIMATITZACIÓ EN LA BIBLIOTECA MUNICIPAL

Projecte finançat amb càrrec al fons estatal per l'ocupació i l sostenibilitat local,
aprovat pel RD 13/2009 de 26 d'octubre

Terme Municipal: Ajuntament de Ripoll	Província: Barcelona
L'enginyer autor del projecte: Anja Berglind – Enginyer Col. 15796	Pressupost d'execució material: 141.247,48 €
Enginyer municipal: Gemma Lozano	Pressupost d'execució per contracta: 194.980,58 €

Data de redacció:

Gener 2010

INDEX GENERAL

TÍTOL

SISTEMA DE GESTIÓ INTEL·LIGENT PER A LA IL·LUMINACIÓ I CLIMATITZACIÓ EN LA BIBLIOTECA MUNICIPAL

Projecte finançat amb càrrec al fons estatal per l'ocupació i la sostenibilitat local,
aprovat pel RD 13/2009 de 26 d'octubre

Data de redacció:

Gener 2010



1.- MEMORIA

2.- ANNEXES DE LA MEMORIA

2.1 Pla d'obra

2.2 Estudi de seguretat i salut

2.3 Catàlegs

3.- PLÀNOLS

3.1 PLÀNOL DE SITUACIÓ

3.2 PLANOL ACTUAL D'ENLLUMENAT

3.3 PLANOL SECTORITZAT D'ENLLUMENAT

4.- PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

4.1 Especificacions tècniques generals

4.2 Especificacions tècniques particulars

5.- PRESSUPOSTOS

5.1 Execució material

5.2 Execució per contracte



MEMÒRIA I ANNEXOS

TÍTOL

SISTEMA DE GESTIÓ INTEL·LIGENT PER A IL·LUMINACIÓ I CLIMATITZACIÓ EN LA BIBLIOTECA MUNICIPAL

Projecte finançat amb càrrec al Fons Estatal per l'Ocupació i la Sostenibilitat Local,

aprovat pel RD 13/2009 de 26 d'octubre

Terme Municipal:	Província:
Ripolllet	Barcelona
L'enginyer autor del projecte:	Pressupost d'execució material:
Anja Berglind – Enginyer Col. 15796	141.247,48 €
Enginyer municipal:	Pressupost d'execució per contracta:
Gemma Lozano	194.980,58 €

Data de redacció:

Gener 2010

SISTEMA DE GESTIÓ INTEL·LIGENT PER A IL·LUMINACIÓ I CLIMATITZACIÓ EN LA BIBLIOTECA MUNICIPAL

**Projecte finançat amb càrrec al Fons Estatal per l'Ocupació i la Sostenibilitat Local, aprovat pel RD
13/2009 de 26 d'octubre**

INDEX

1.-	GENERALITATS	7
1.1	ANTECEDENTS	7
1.2	OBJECTE DEL PROJECTE.	8
1.3	DESCRIPCIÓ DE LES OBRES	8
1.4	EXECUCIÓ DE LES OBRES	10
2.-	CRITERIS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.	11
2.1	CRITERI DE SOSTENIBILITAT.	11
2.2	CRITERI D'ESTALVI ENERGÈTIC.	12
2.3	CRITERI D'IMPACTE PER LA INSTAL·LACIÓ.	14
2.4	CRITERI DE CONTROL DE LA IL·LUMINACIÓ.	15
3.-	ESPECIFICACIÓ DELS ELEMENTS DEL SISTEMA. IL·LUMINACIÓ.	27
3.1	SECTORITZACIÓ DEL ENLLUMENAT.	27
3.2	CONTROL I COMMUTACIÓ DE LES LLUMINÀRIES SECTORITZADES.	28
3.3	LÚXMETRES.	30
3.4	SENSORS DE PRESENCIA	31
3.5	POLSADORS I COMMUTADORS.	32
3.6	SISTEMA CENTRALITZAT DE CONTROL.	33
4.-	AVALUACIÓ TEÒRICA DEL ESTALVI.	35

5.-	CLIMATITZACIÓ.	36
5.1	JUSTIFICACIÓ DEL CANVI DE MAQUINARIA.	36
5.2	PROPOSTA DE LA NOVA PLANTA DE CLIMATITZACIÓ.	37
5.3	MILLORES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ I EXPLOTACIÓ DE LA CLIMATITZACIÓ.	39

1.- GENERALITATS

1.1 ANTECEDENTS

La biblioteca municipal de Ripollet disposa actualment d'un sistema de climatització per bomba de calor aire-aigua ; instal·lat l'any 1994. El gas refrigerant utilitzat no compleix els requisits normativa vigent.

En el moment de la seva edificació la supressió de barreres arquitectòniques, no era normativa d'obligat compliment i la biblioteca no disposa d'entrada adaptada per persones amb mobilitat reduïda,i per tant tampoc es compleix la llei d'accessibilitat al espais de publica concurrència.

La distribució en zones del volum únic que conforma la biblioteca, a estat objecte de diferents modificacions al llarg del temps,que s'han fet sense tenir en compte les serveis de climatització i il·luminació. A més l'iluminació no te cap mena de zonificació ni control; operant en forma tot - res, que es força ineficient des de l'òptica del consum energètic.

Tot això fa necessari plantejar unes solucions que per un cantó adaptin els sistemes i funcionament de la biblioteca municipal a la normativa vigent, i per altre, unes solucions que permetin disposar d'un funcionament mes racional i eficient de les instal·lacions, que a mes, ens reportaran un estalvi energètic considerable i per tant, faran l'explotació de la biblioteca mes sostenible.

Aquest Projecte està finançat amb càrrec al Fons Estatal Per L'ocupació I La Sostenibilitat Local, aprovat pel RD 13/2009 de 26 d'octubre

El pressupost total de l'obra és de 168.084,50€ sense IVA i 194.978,02 IVA inclòs.

La inversió està destinada a conservació i rehabilitació concretament la tipologia de la inversió: D1

Per una obra d'instal·lacions elèctriques amb un pressupost total 194.978,02 IVA inclòs es preveu una ocupació aproximada de 7 persones.

- 1 Enginyer per redacció/direcció
- 2 Sistema de control (dels quals un serà l'encarregat de)
- 3 Instal·ladors electricistes
- 1 Instal·lador climatització

Termini d'execució és de **cinc mesos**.

1.2 OBJECTE DEL PROJECTE.

L'objecte del projecte consisteix en la dotació a la Biblioteca Pública Municipal de Ripollet, d'un sistema automatitzat de control de la il·luminació i climatització, a fi de reduir el consum energètic mantenint les condicions de confort.

Es disposarà d'un sistema intel·ligent capaç de adaptar-se a diferents escenaris d'ús, propis de les diferents utilitzacions dels espais que componen la biblioteca. D'aquesta manera, el sistema té que ser capaç d'adaptar-se a diferents condicions i condicionants per obtenir finalment, la màxima eficiència energètica en aquests dos apartats, il·luminació i climatització.

El sistema, a més de poder revertir en un nivell alt d'estalvi energètic, té que ser capaç de controlar els diferents elements que componen els sistemes de il·luminació i climatització remotament, de manera que un operador sigui capaç d'actuar sobre els elements per la seva maniobra i control.

1.3 DESCRIPCIÓ DE LES OBRES

El projecte contempla tres grans apartats, un canvi del grup de climatització per adaptar-lo a la Normativa vigent en quant al gas emprat, la construcció d'una rampa per accedir a la biblioteca les persones amb mobilitat reduïda i la sectorització del enllumenat per assolir major eficiència del sistema.

Per adaptar-se a la Normativa vigent, es substitueix la bomba de calor actual per una de les mateixes característiques però que utilitza un gas ecològic. Aprofitant el canvi de maquinaria, s'incorporaran una sèrie de millores al sistema per millorar

la seva eficiència i assolir estalvi energètic. S'incorporaran recuperadors de calor, a fi de optimitzar el funcionament del sistema, així com regulació als difusors a la sala, que mitjançant sondes de temperatura, donaran mes o menys aportació de fred o calor a la sala i per tant, maximitzaran l'estalvi energètic.

La rampa d'accés a la biblioteca es situarà a la part posterior d'aquesta, assolint juntament amb la rampa, una millor accessibilitat a les persones amb mobilitat reduïda (cadira de rodes, per exemple). Queda intrínsecament obligat de compliment al ser la biblioteca un local de pública concurrència. La rampa s'adequarà al prescrit a normativa, amb una pendent inferior al 12% i facilitant l'accés al local.

Finalment, i donat que l'enllumenat de la biblioteca te manca de control sectoritzat d'elles lluminàries, es realitza una sectorització de les mateixes, de manera que es puguí encendre i pagar aquestes de manera selectiva i no en conjunt. El sistema proposat presenta a més, de sensors que vetllaran per adequar aquesta commutació de lluminàries en funció de la aportació solar exterior, ja que al ser un local ben il·luminat al disposar de finestres a totes les parets, la aportació exterior solar pot ser a determinades hores del dia prou important. El sistema permet a més, disposar de punts de commutació de lluminàries on actualment no es possible ubicar-les, sensors de presència per apagar lluminàries en sales on no hi haguí presència, etc. De manera que el conjunt així plantejat assoleixi racionalitat en el seu funcionament i un estalvi energètic considerable.

Finalment, es de destacar que es planteja una substitució del tipus de lluminària per un altre tecnològicament mes eficient, que ens aportarà, sols en el canvi de tipus de tub de fluorescència, d'un estalvi energètic de mes del 40%.

Tot el sistema quedarà controlat per un equip informàtic, format per un autòmat i un ordinador, que analitzaran en tot moment les millors condicions ambientals i d'ocupació per controlar il·luminació i climatització i assolir el màxim confort i el mínim consum. Aquest sistema de control anirà equipat amb un software de tipus SCADA per facilitar al operador de control la interactuació amb tot el sistema, de manera fàcil i intuïtiva, definit diferents escenaris d'actuació i estratègies de funcionament dels elements controlats.

1.4 EXECUCIÓ DE LES OBRES

Es planteja en el projecte dur a terme les modificacions i instal·lacions descrites amb un mínim impacte sobre la normal activitat de la biblioteca, sent a mes important interferir el mínim possible en les instal·lacions existents. Hi ha manca de informació de com estan aquestes executades, son antigues i en molts casos no es fa recomanable modificar o inferir sobre elles.

Per això es proposa un sistema de sectorització del enllumenat amb un sistema de radio, ja que permet actuar sobre cada elements sense refer el cablejat existent. Una raó de no inferència a les instal·lacions actuals i un estalvi important ja que permet no fer un canvi de cablejat, que repercutiria sobre costos i impacte a la activitat normal de la biblioteca.

La part d'enllumenat es podrà fer per sectors, restringint l'accés a al públic sols a parts concretes de la sala, i d'aquesta manera podent anar fent el canvi sense generar impacte. Tant aviat quedi una zona feta, es podrà habilitar per el seu us i restringint un altre. Al ser un control sectoritzat, sols s'actuarà de sector en sector.

Respecte a la climatització es farà de la mateixa manera, anant canviant els difusors de cada sector sense interferir en el funcionament habitual de la resta de la sala. Els recuperadors de calor i la bomba de calor son externs a la sala, pel que la afectació serà mínima i sols afectant a la manca d'aire fred o calent durant el seu canvi. Com que la maquinaria s'ubica en el mateix lloc que l'actual, no es factible un funcionament en paral·lel mentre es montà la nova.

El sistema proposat permet fer l'obra per sectors, i per tant minimitzant l'impacta sobre la utilització normal de la biblioteca, sols produint-se dies incompatibles d'activitat molt puntuals que a mes es podran reduir mes treballant en caps de setmana on la biblioteca no esta en funcionament.

2.- CRITERIS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.

Per tal de millorar la eficiència energètica de la instal·lació, i adequar-se a les noves directrius d'estalvi i sostenibilitat, es presenta un projecte que contempla diferents aspectes que sumats donaran un alt nivell d'eficiència. Per assolir els objectius, es dividiran les propostes en funció de diferents criteris, que sumats assoleixin al final un elevat grau d'estalvi i confort, tot atenint-se a la reglamentació actual sobre els mateixos.

Els criteris son els següents:

2.1 CRITERI DE SOSTENIBILITAT.

Actualment, la Biblioteca disposa de lluminàries de tubs fluorescents disposades en línies. El sistema de lluminària consisteix amb varis tubs fluorescents de 1500 mm de llargària de 58 Watt de tipus comercial Standard. En l'annex I es pot trobar aquesta disposició i característiques dels tubs. Per l'encesa dels tubs el sistema es l'ordinari, cebador i reactància.

Es proposa com primera mesura de sostenibilitat, un canvi de tipus de tubs. Actualment al mercat es disposen de tubs amb molt menor contingut de mercuri i demes elements contaminants que al final de la vida del element, incorporen menys quantitat de residus contaminants al medi.

A part del tipus de tub, la fluorescència requereix emprar reactàncies i arrencadors que son energèticament poc eficients. Un canvi tecnològic ens donaria a mes, la possibilitat d'anul·lar aquests elements i poder recórrer a emprar arrencadors electrònics molt mes eficients.

Menys residus contaminants i un canvi tecnològic que ens permeti emprar sistemes mes eficients, son les primeres mesures a emprar com a criteri de sostenibilitat.

Tot i el canvi tecnològic presentat, la intensitat de llum es te que mantenir i assolir els nivells establerts per a una biblioteca. En el cas de distribució regular com el

actual, que es pot considerar a nivells de il·luminació com del tipus línia infinita, es recomana un nivell entre els 300 i 700 Lux, sent 500 Lux un nivell aconsellable. Per tant, el canvi dels punts de llum tenen que assolir aquest nivell mínim d'iluminació.

Les alternatives tecnològiques queden en mans dels fabricants, tenint cada un d'ells diferents propostes de tubs de baix contingut en mercuri, cadmi i altres elements contaminants al final de la seva vida útil. En tot cas, seran emprats tubs de baix contingut en metalls. Aquests tubs tindran el sistema d'arracada i alimentació mitjançant sistema electrònic altament eficient.

Es pot emprar també tubs de díodes LED, amb temperatura de color adient i similar a la actual emprada, i garantint el seu nivell de il·luminància. El principal problema d'emprar tecnologia LED es que el cost es encara prou elevat en relació al Lux emès, pel que no es recomanable el seu us en una instal·lació massiva i específica com es aquesta. D'altre banda, la llum que emeten actualment els leds en tub, no es la mes adequada per una activitat intensiva com es la lectura en una biblioteca.

Per tant, per aquest projecte es descarta la utilització de llum tipus LED.

2.2 CRITERI D'ESTALVI ENERGÈTIC.

Actualment, la Biblioteca Municipal te contractada una escomesa de 110 kW per l'edifici. Com a dada històrica, el consum anual queda al voltant dels 98.000 kWh.

L'horari d'obertura de la Biblioteca es de 08:00 a 21:00 tots els dies laborables. Això ens dona que el sistema de il·luminació, com a mínim, estarà encès al menys 13 hores al dia. Prenen com a mitja 260 dies laborables al any, es tindrà:

$$\text{Hores il·luminació} = 260 \text{ dies} \times 13 \text{ hores/dia} = 3.380 \text{ hores}$$
$$\text{il·luminació/any}$$

En aquesta aproximació resten les hores de neteja, manteniment i altres que incrementaran el valor d'hores/any. Per tant es un càlcul a mínims.

Cada tub fluorescent actualment es de 58 Watt, que amb el consum de la reactància i arrencador passen a ser de 72 Watt. Per tant, anualment cada tub representa en consum:

$$P = 72 \text{ Watt} \times 3.380 \text{ hores/any} = 243.360 \text{ Watt-h/any, es a dir, } 24,3 \text{ kW.h/any.}$$

Com es disposen de 261 tubs a la biblioteca, tenim:

$$\text{Consum tubs} = 24,3 \text{ kW.h/any} \times 261 \text{ tubs} = 63.517 \text{ kW.h/any}$$

Es a dir, amb la disposició actual s'obté que sols amb la il·luminació es consumeixen anualment al voltant de **65 kW.h.**

Si agafem com alternativa un tub de baix consum que mantingui el mateix nivell de il·luminància, amb reflector superior per maximitzar el rendiment i amb control i encesa electrònica, obtenim el seu consum unitari:

$$P = 41 \text{ Watt inclòs el sistema d'arracada i alimentació. (Mod. ET135)}$$

Refent els càlculs anteriors, obtenim un consum anual total dels tubs de **36 kW.h**

Per tant, sols canviant els tubs actuals per tubs de baix consum com els indicats, podem obtenir un estalvi elèctric anual de:

$$E = 65 \text{ kW.h} - 36 \text{ kW.h} = 29 \text{ kW.h anuals.}$$

Això representa percentualment, un estalvi sols en consum elèctric dels tubs de:

$$E = 1 - 36 / 65 = 45,6\%$$

En tot cas, hi ha també que fer un balanç entre l'estalvi assolit i el cost d'adquisició, ja que imputarà després directament sobre el cost de manteniment de la instal·lació.

2.3 CRITERI D'IMPACTE PER LA INSTAL·LACIÓ.

Un cop escollit el tipus de lluminària, hi ha que valorar que suposa el canvi d'aquests elements a la instal·lació actual. Criteris com canvis a la instal·lació actual, ubicació d'elements, cablejats nous, variació d'alçades, etc. poden fer que la solució escollida no sigui la mes adient.

Un canvi de tecnologia pot comportar un canvi de lluminària o element de acollida del nou element d'il·luminació. Això pot comportar retocs al sostre per encaixar-los, desmuntatge de les actuals lluminàries per la seva substitució, i altres intervencions que afectaran directament a la explotació de la biblioteca. Per tal de minimitzar aquest impacte, s'opta per un sistema on l'afectació es redueixi a un simple canvi d'element il·luminador, mantenint la resta intacte. No es farà canvi d'ancoratges, intervencions per inserir elements ni altres.

El cablejat no quedarà afectat, ja que amb el nou consum, la intensitat que conduiran serà quasi la meitat, pel que no caldrà redimensionar-lo ni reforçar-lo ni calcular seccions.

Es planteja deixar la distribució actual de lluminàries. De aquesta manera es manté també la instal·lació actual i no es produeixen afectacions.

Per tant, s'opta per un canvi simple de tubs o elements il·luminadors, ja que no introduiran afectacions a la biblioteca, minimitzant per tant el impacte de les obres, i assoliran un estalvi energètic important.

2.4 CRITERI DE CONTROL DE LA IL·LUMINACIÓ.

Donat que actualment la instal·lació d'enllumenat de la Biblioteca es controla amb un sistema de tot o res, es a dir, un sol interruptor que controla les diferents línies de fluorescents, es proposa fer un sistema mes sectoritzat i accessible.

La commutació de les diferents línies de fluorescent es comanden actualment per els magnetotèrmics disposats al quadre de proteccions. Òbviament aquesta no es la funcionalitat dels magnetotèrmics, i la utilització dels mateixos com interruptors sols fa que castigar la seva vida útil, a mes de no ser la manera mes racional de commutar les lluminàries.

Per tant, es substituiran les proteccions megnetotèrmiques per altres de noves, adequant els seus paràmetres a les noves condicions de consum, es a dir, de menor intensitat. Per realitzar la commutació de les línies d'enllumenat es recorrerà a un sistema que sectoritzi la instal·lació.

Un cop regularitzada aquesta particular situació del sistema actual de commutació, es tindrà que escollir quin tipus de sectorització es la mes adient.

En principi, quant mes sectoritzada sigui la instal·lació, mes eficient pot ser en front a estalvis energètics, però a la vegada introdueix mes complexitat a la seva manipulació i instal·lació. En funció de l'ocupació de les sales, es pot encendre sols les línies d'enllumenat que siguin necessàries. Això comporta una tendència infinita, que arribaria a tenir que comandar lluminària a lluminària. Econòmicament no sembla el mes rentable. Per tant, veient el plànol del Annex I, podem veure que sembla apropiat fer una sectorització de 88 grups de lluminàries.

Un cop definits els canvis a fer, i la sectorització mes adient, es planteja com dur a terme un control eficient de la il·luminació.

2.4.1 CONTROL AUTOMATITZAT DE LES LLUMINÀRIES.

Si bé es disposa d'un estalvi considerable fent sols un canvi de tecnologia als tubs, la configuració actual del sistema d'encesa dels tubs es molt deficient i altament millorable.

No hi ha control ben situat per poder fer una encesa sectoritzada de la il·luminació, que com s'ha dit anteriorment, es fa mitjançant els magnetotèrmics.

Es proposa un sistema de control de lluminàries capaç de poder encendre sols la quantitat necessària de punts de llum. Aquest control té que poder assolir un punt important, que es poder sectoritzar la il·luminació amb un impacte mínim a la instal·lació.

A més, el sistema, si té que ser altament eficient, no sols té que dependre d'una commutació a voluntat del usuari o operador, sinó que té que ser capaç de realitzar les maniobres de sectorització d'una manera automàtica que garanteixi que en cada moment es disposarà de la millor disposició de punts de llum, independentment del criteri del operador. Aquest pot no trobar la millor constel·lació, per descuit, manca de dedicació i atenció, o tant sols perquè no es pot pretendre disposar d'una persona dedicada a valorar la millor constel·lació en cada moment.

Per tant, i com es descriurà més endavant, es proposa un sistema automatitzat de control dels punts de llum capaç d'adaptar-se automàticament a les condicions d'ús més eficients possibles.

Per l'obtenció de les constel·lacions més adients en cada cas, el sistema tindrà que avaluar ocupació de la sala, horari, llum exterior, etc.

2.4.2 CONTROL DE PRESENCIA.

En alguns casos es pot donar que el sistema avaluï correctament les millors condicions de sectorització i commuti els punts de llum necessaris per assolir una situació òptima, però aquesta avaluació perd sentit al no quedar la dependència ocupada. De poc serveix optimitzar la il·luminació d'una dependència si aquesta queda buida. El simple decuit d'apagar el llum al sortir d'una dependència ens provoca un consum innecessari que ens gravarà al estalvi final.

A mes, donat que els usuaris d'elles dependències de la biblioteca no tenen costum d'aquest gest al no disposar-ho actualment, fa que el risc de que moltes dependències quedin buides amb la il·luminació encesa es molt alt.

Una mesura correctora d'aquesta situació es resol fàcilment amb control de presència.

Aquest tipus de detecció avalua durant un temps preestablert, si la dependència queda buida o no, i en cas afirmatiu, commuta les lluminàries per apagar-les.

Son detectors de tipus PIR (moviment per infraroig), amb temporització integrada al element. Es disposen a un punt elevat on la visió del element quedi enfocada a l'àrea de màxima probabilitat de presència.

Son configurables en quant al temps que es permet no detectar a ningú abans no commuti. Aquest temps te que ser prou elevat per evita apagades del sistema de il·luminació en front a activitats del ocupant baixes (lectura o treball al ordinador, etc.) i prou ajustat perquè en cas de no presència apagui la il·luminació el mes aviat possible. L'equilibri entre aquestes dues situacions ens farà trobar el punt de treball del sistema òptim.

Per obtenir el punt òptim es pot esperar a la seva posta en marxa, no existint un valor normalitzat. Es un paràmetre variable en funció del tipus d'activitat, geometria de la dependència, etc. Una bona mesura es partir d'un valor prefixat, per exemple 1 minut, i ajustar-lo posteriorment en funció del ús de la dependència.

Aquest sistema de detecció de presència quedarà instal·lat a les dependències annexes a la sala de la biblioteca.

Es vigilarà sempre que en cap cas, el sensor PIR quedi afectat per llum exterior directe (Sol), ja que el alt contingut en infraroig de la llum solar pot fer variar el funcionament del sensor i produir deteccions errònies.

2.4.3 MESURA DE LA IL·LUMINACIÓ EXTERIOR.

El edifici de la Biblioteca Municipal es una construcció aïllada en referència als seus murs exteriors. Això vol dir que pels quatre cantons té entrada directa de llum exterior.

Disposa de finestres des de terra a mitja alçada, el que permet que entri la llum solar de manera difusa i no directe als punts de lectura. El resultat d'aquesta variant arquitectònica es que es disposa de força llum ambiental al interior de la sala i dependències.

Per tant, si es fa un balanç de font de llum a segons quines hores del dia, es podrà observar que l'aportació solar es prou elevada segons dia i època del any. Aquesta aportació ens farà poder disposar d'enllumenat natural al interior del edifici que incidirà en menys lluminàries per assolir nivells de il·luminació suficients. Aquest fenomen ens reportarà en un altre font d'estalvi si es controla eficientment.

Per fer la mesura de la llum rebuda del exterior, es disposaran luxmetres capaços d'avaluar periòdicament l'aportació solar. Aquest luxmetres seran tractats pel sistema d'automatització i en funció del nivell d'aportació i orientació, apagar les lluminàries que quedin cobertes per aquesta aportació solar.

La freqüència de mesura de l'aportació solar serà llegida no més de 1 cop per minut i no menys de 1 cop cada 5 minuts. Aquest interval farà que ocultacions temporals del sol (per núvols, per exemple) no produeixin un efecte d'encesa i apagada intermitent, que sols reportaria molèsties als usuaris i càstig innecessari als elements de control i tubs.

En funció del nombre de tubs apagats per causa de l'aportació solar, el sistema de control podrà avaluar l'estalvi obtingut per aquest punt, fent servir una senzilla algorítmica:

$$\text{Estalvi(\%)} = (\text{nº tubs apagats}) / (\text{nº tubs possibles}) * 100$$

El nº de tubs apagats son els que el sistema apaga donada l'aportació solar.

El nº de tubs possibles son els tubs totals que ho han a la zona susceptibles d'apagar-se.

En aquest cas, l'apaga't de 10 tubs dels 40 possibles ens donaria un estalvi del 25% per aportació de llum solar. L'apaga't dels 40 tubs un 100% i de cap tub un 0% d'estalvi.

Aquest valor d'estalvi es podrà ponderar al llarg del temps de llum solar, i obtenir així, al llarg del temps un valor del estalvi parcial produït per l'aportació externa de llum natural al recinte.

El valor dels elements de lectura te que ser reflectit al sistema de control independentment per cada un d'ells i arxivat un valor mig horari (1 valor mig per sonda i hora).

Perquè el sistema validi la lectura dels sensors, l'algoritmia serà de dos lectures del valor en Lux en menys de 5 segons. Si els valors de la lectura difereixen un màxim d'un 10% es donarà com a bo aquest valor. En cas de que es superi aquest valor, es repetirà la lectura fins trobar una parella de lectures correcte. S'empra aquesta metodologia per evitar lectures de reflexos, llamps, o qualsevol punt de llum aliè al sol que pugui produir una lectura errònia del valor d'aportació solar.

2.4.4 CONTROL CENTRALITZAT.

Per dur a terme el control automatitzat i centralitzat del sistema, i poder donar suport a tots els elements que el componen es necessari comptar amb un sistema que per un cantó faci la recollida de dades, el seu emmagatzemen, i per altre comandi els sistemes per assolir les millors condicions de confort i eficiència energètica.

Donat que a mes de fer aquestes tasques es pretén que un operador pugui accedir d'una manera amigable al sistema per fer la supervisió i les maniobres pròpies d'un operador, es necessari comptar amb un sistema amb entorn gràfic i de fàcil

accés. La millor opció que cobreixi totes aquets requeriments es un sistema PC amb un control SCADA personalitzat per aquesta instal·lació.

Aquesta constel·lació ens permetrà a mes disposar de funcionalitats addicionals que faran al sistema mes flexible i potent que altres opcions que podríem haver pres. De entre elles destaquem les següents:

- Facilitat per establir mes llocs de control i supervisió que el central. El cost de creixement dels lloc de control es prou baix.
- Facilitat per dotar de privilegis i seguretat als llocs clients.
- Cost econòmic molt baix donat que aquesta constel·lació es basa amb elements i equips Standard de mercat, amplament estesos al mercat.
- Facilitat i rapidesa en el manteniment del sistema, tant preventiu com correctiu. Tècnica prou estesa i components fàcilment localitzables.
- Possibilitat de establir llocs remots via wi-fi, Internet, etc.. d'una manera immediata i econòmica. El mercat ofereix elements i equips perifèrics de moltes marques i preus.
- Sistema altament escalable i actualitzable.

Pel tractament dels senyals d'entrada i sortida, la millor opció es un PLC o autòmats, que per robustesa i fiabilitat no te substitut. Aquest PLC serà el interlocutor entre els element de camp i el PC, que es el millor interlocutor amb l'operador. Per tant, s'optimitza la funcionalitat. El PLC per les dades i senyals, i el PC per la interlocució amb l'operador.

Tots els senyals dels sensors i equipament de camp, es centralitzaran a una estació amb arquitectura PLC, on es tractaran i s'enviaran al PC. Fruit del seu tractament, es generaran les ordres i instruccions pels elements de camp de control, que actuaran sobre els element a controlar (llum i clima) per tal d'assolir les condicions perseguides al projecte, confort i eficiència energètica.

El PC disposarà d'un entorn tipus SCADA on es recollirà un esquema de la

instal·lació, amb els elements controlats i els llegits. L'operador podrà actuar sobre aquest esquema per modificar i maniobrar els elements escollits, així com per dur a terme les maniobres que es contemplen al sistema SCADA.

El sistema disposarà d'una pantalla TFT de tamany suficient per fer còmode la visualització del esquema SCADA. Al menys disposarà d'un tamany de 22". El PC serà d'última generació, tenint com a mínim les següents característiques:

- Microprocessador Intel Core Duo o AMD AM3
- 4 GB de memòria RAM
- Sistema RAID de HDD de al menys 2 x 1 TB (Raid 0 -1) amb partició exclusiva de sistema operatiu.
- Comunicacions Wi-Fi de tipus 802n
- Doble sistema de ventilació interior.
- Placa base de marques ASUS, MSI o Gigabyte. (No s'accepten segones marques).
- Sistema operatiu mes actual en funció dels requeriment del sistema SCADA.
- SAI local dedicat al PC i monitor en cascada al SAI central de al menys 1000 VA, on-line i amb software de control d'apagada segura del sistema. Es te que garantir com a mínim una autonomia del doble de temps necessari d'apagada del sistema.
- Sistema de comunicacions Gigabit Ethernet.

El PLC serà de la marca SCHNEIDER o similar, amb les especificacions que es recullen al annexa, Aquest PLC disposarà d'una connexió ethernet per poder comunicar-se amb el PC. El PLC anirà ubicat a un armari on també es disposaran elements d'adequació de senyals, adaptadors, cablejat, alimentadors, etc. i sols requerirà d'una connexió amb cable UTP nivell 5/6 amb el PC.

El sistema quedarà instal·lat al lloc de treball del operador que l'ajuntament designi per aquestes tasques, però es garantirà la possibilitat de poder penjar d'aquest sistema els clients que l'ajuntament sol·liciti. Aquests clients disposaran dels permisos d'usuari que l'ajuntament consideri, tant consultius, operatius, de Back-Up, etc. Aquests usuaris podran físicament estar a les mateixes dependències o no, fent ús per això dels sistemes de comunicació que el sistema disposa, Wi-Fi, Internet, LAN, etc...

La connexió entre clients podrà o no ser operada per els sistemes informàtics del ajuntament, recorrent a la seva xarxa interna o marcant fer una xarxa aliena al ajuntament.

En tot cas, es garanteix que des de qualsevol client autoritzat o sistema central, es podrà actuar sobre la instal·lació i realitzar totes les tasques que el sistema permeti.

2.4.5 DEFINICIÓ D'ESCENARIS.

Per tal de dur a terme el control de la instal·lació d'enllumenat, i assolir un valor de sistema operatiu i racional, cal definir diferents situacions on el sistema te que adaptar-se. Aquestes situacions les denominem escenaris.

Cada escenari contempla situacions ordinàries i sobre tot reals, on es mesclen diferents paràmetres que donen una particularitat única. En general ens podríem trobar amb escenaris de dies festius, de laborables, de manteniment, nocturns, etc. En particular al projecte que ens ocupa ens trobarem amb els següents possibles escenaris:

- Escenari d'explotació : Es la configuració de lluminàries que es determina com l'optima per la operativa normal de la biblioteca, es a dir, per la explotació diària d'aquesta, amb les lluminàries que es considerin necessàries per obtenir la lluminositat adient per la lectura.
- Escenari de neteja: Es la configuració de lluminàries a baix nivell i zonificada per tal de assolir un nivell de llum suficient per dur a terme les labors de neteja però no de lectura.

- Escenari de màxim estalvi: Es la configuració de mínims per tal de assolir un nivell de il·luminació suficient per desplaçar-se pel interior però no dur a terme cap tasca en concret, sols de presència.
- Escenari d'emergència: En cas d'emergència, serà la configuració de màxima il·luminació per tal de garantir que els cossos d'emergència disposin de la màxima visibilitat al interior de la biblioteca.
- Escenari horari: Es definirà en funció de les franges horàries, per tal d'adequar-se a diferents ocupacions, en dies festius, en horari abans i després de la assistència de públic, etc...
- Escenari de manteniment: S'activarà per apagar totes les llums menys les que el mantenidor activi per sensor o per SCADA, zonificant la il·luminació sols en l'àrea on dura a terme les tasques de manteniment.

El sistema a mes, serà capaç de poder programar fins a 10 escenaris mes, que l'operador podrà configurar al sistema assignant-li un nom. Aquesta configuració permetrà definir escenaris molt particulars especialment útils pel client.

Els escenaris permetran actuar sobre els diferents elements de camp, amb total control sobre ells tal i com la configuració permeti. A la vegada, podran llegir els sensors i demes elements per tal d'adaptar-se a les condicions que la configuració persegueixi.

Òbviament, el sistema te que tractar els escenaris definits pel usuari de la mateixa manera que com els nadius, integrant-los al nucli del sistema i incorporant-los a la base de dades del sistema. En cas de reconstrucció de l'aplicació per problemes d'integritat, aquest escenaris definits, es carregaran de la mateixa manera que els nadius, formant sempre part del sistema. De la mateixa manera, en cas de que un escenari fos definit però rarament utilitzat, l'operador te que poder donar-lo de baixa.

Cada escenari, tant els definits com els nadius, mostraran en pantalla quant s'activin o seleccionin, un valor aproximat del consum d'aquella constel·lació.

2.4.6 ELEMENTS ADDICIONALS DE CAMP.

El sistema proposat contempla un control d'elles lluminàries per un cantó, un sistema de anàlisi i control (PC+PLC), i uns equips perifèrics per optimitzar la eficiència del sistema.

Mes endavant s'entrarà en les especificacions i arquitectura d'elles solucions aportades, si bé es menciona en aquest apartat, quin tipus i funcionalitats tenen aquest elements addicionals, quina afectació i beneficis aporten a l'eficiència del sistema, i com tenen que ser integrats al sistema.

2.4.6.1 LÚXMETRES.

Ja s'ha parlat dels luxmetres, que són els sensors de llum que avaluen l'aportació de llum solar a la sala i que permeten apagar lluminàries en compensació a aquesta aportació

Aquests elements tenen que ser identificats en funció de la ubicació on es trobin, per tal d'identificar posteriorment al sistema, quines lluminàries es tenen que commutar.

Són sensors que transmeten una senyal proporcional al flux de llum que detecten, i en el seu tractament, es farà una conversió directa a la quantitat de llum existent a la part de la sala que controlen. La seva senyal té que ser transportada directament al PLC, i sols disposen de flux d'informació unidireccional, és a dir, des del sensor al PLC.

Aquests elements tenen que ser alimentats elèctricament.

2.4.6.2 SENSORS DE PRESENCIA.

Un altre element a destacar són els sensors de presència. Seran els encarregats de detectar a una zona en concret, si hi ha presència d'un usuari o no. Són elements que tenen per principi el moviment de cossos amb emissió d'infraroques, Per tant, la seva ubicació quedarà protegida de la llum directa del sol, i la seva configuració té que contemplar, tal i com s'ha dit anteriorment, un temps de

detecció raonable per evitar apagades intermitents amb presència d'usuari.

Aquests detectors es tenen que col·locar a llocs estratègics del àrea a vigilar. Son equips que també requereixen d'alimentació elèctrica de xarxa o bateries. La seva senyal te que ser recollida per el PLC, de manera unidireccional. Cada element te que disposar d'un identificador que el diferenciï d'ela resta de sensors.

2.4.6.3 POLSADORS I COMMUTADORS.

Donat que la instal·lació no disposa de sectorització i es governa totalment per magnetotèrmics, es proposa dotar a algunes estàncies i ubicacions de polsadors que facin les tasques pròpies d'aquests.

Encara que sigui el sistema qui proposa l'encesa o no de lluminàries, en ocasions es recomanable disposar d'aquest tipus d'element per fer una commutació fora programació. Òbviament el sistema te que tenir el coneixement de la pulsació, i actuar en conseqüència.

Es a dir, encara que el polsador generi una maniobra, serà el sistema qui farà aquesta maniobra a petició del polsador, i no renunciarà en cap moment al control del sistema. Per tant no es permet la col·locació de polsador d'actuació directe a la instal·lació a excepció d'ubicacions molt determinades, com pot ser els banys, En aquest cas en concret, es pot disposar d'un temporitzador per l'apagada de la lluminària del bany, o recórrer directament al sistema de control pel govern de realment totes les lluminàries.

2.4.6.4 WATTÍMETRE.

Per tal de mesurar realment el consum de la instal·lació, es proposa la instal·lació d'un wattímetre connectat a la línia d'enllumenat. Aquest mesurador sols vetllarà pel consum de les lluminàries, sent aliè a ell la resta d'elements de consum, com fotocopiadores, llums de sobretaula i demés elements consumidors que no son objecte d'aquest projecte.

Per tant, el Wattímetre s'instal·larà a la línia d'enllumenat i serà llegit pel PLC. Fent lectures periòdiques, es tindrà informació de com responen els diferent

escenaris al consum, la incidència de l'aportació solar, l'eficiència de les estratègies plantejades, etc.

El wattímetre ens donarà el consum real de la part d'enllumenat, que al ser comparada amb el consum total del edifici, permetrà obtenir conclusions de com ha incidit les mesures d'eficiència i estalvi energètic en la instal·lació, i per tant, avaluar el rendiment obtingut del projecte.

3.- ESPECIFICACIÓ DELS ELEMENTS DEL SISTEMA.

IL·LUMINACIÓ.

Un cop feta una descripció dels aspectes més destacats dels elements que formen el sistema de control del estalvi proposat, i encara que conté en alguns punt les especificacions dels elements que ho formen, a continuació es concreta millor la topologia, la metodologia de la instal·lació, el sistema de comunicacions i commutacions, i tot el relacionat amb els diferents equips que formen el sistema.

3.1 SECTORITZACIÓ DEL ENLLUMENAT.

Per tal de poder assolir diferents escenaris que ens permetin estalviar energia en la encesa de les lluminàries, es planteja respectar part de la distribució actual, es a dir, mantenir independitzades les fileres de lluminàries actuals. D'aquest mode cada filera podrà ser encesa o apagada independentment de les altres.

Això ens donaria una bona independència en direcció al ample de la sala, tallant l'àrea de la sala en porcions d'il·luminació. Ara be, en direcció al llarg de la sala perdem independència, pel que també es tindrà que sectoritzar.

Es proposa independitzar al llarg, cada tres elements, es a dir, cada 4,5 metres de llargària.

D'aquesta manera, podem arribar a tenir un alt grau de nuclis d'il·luminació. De fet, i veient el plànols adjunts, obtindrem a la sala principal de la biblioteca de:

Tenim 14 fileres equivalents al ample de la sala.

Arrodonint l'agrupació actual en grups de 3 lluminàries, augmentant el valor quocient en cas de no ser múltiple, s'obté el nombre de elements independitzats, que son:

67 agrupacions.

Per tant, el sistema de control podrà, en la sala principal de la biblioteca, gestionar la il·luminació com si es tractes de 67 punts de llum independents, per



tal d'adaptar-se als diferents escenaris definits.

A la resta de las dependENCIES de la biblioteca, amb molt menys punts de llum, la gestió i sectorització es farà mantenint el criteri d'agrupar cada 3 lluminàries o múltiple superior. En els casos on es disposin de agrupacions en lluminàries de 4 elements, es prendrà aquestes com a grups independents, sent a mes, de menor llargària. Això es aplicable al despatx de direcció, arxiu, W.C, i sala independent.


Als W.C. es tractaran els punts de llum com si de lluminàries fluorescents es tractes, respectant així el mateix criteri.

A la resta del àrea de biblioteca tindrem:



- W.C., 12 punts de llum no independitzables.
- Arxiu, 4 lluminàries de 4 tubs cada una, que s'independitzen com 4 grups.
- Habitació instal·lacions, 1 punt de llum.
- Despatx, 3 lluminàries de 4 tubs cada una, que s'independitzen com 3 grups.
- Accés a la biblioteca, 6 punts de llum agrupables en 1 unitat.

En total, 21 agrupacions mes als de la sala principal.

Per tant, al edifici de la biblioteca disposem de 88 grups independents
 lluminat.

N = 88 agrupacions sectoritzades.

3.2 CONTROL I COMMUTACIÓ DE LES LLUMINÀRIES SECTORITZADES.

Per dur a terme el control d'aquestes agrupacions que s'han fet, tradicionalment es recorreria a interruptors, si be per el alt nombre de grups que s'han definit, no seria viable (88 interruptors independents).



d'er

Donat que ja s'ha explicat que un sistema central comandarà aquesta sectorització per poder ajustar-se al òptim d'estalvi energètic i de confort, el elevat nombre de sectoritzacions sols afecta a la complexitat tècnica del sistema a emprar.

D'altre banda ja s'ha mencionat que aquest projecte tenia en compte el impacte de la instal·lació d'elements al normal funcionament d'ela biblioteca.

Per tant, es descarta el recablejat dels punts de llum i la modificació de la instal·lació elèctrica existent.

Per donar solució als punt exposats, es planteja fer el control de la instal·lació mitjançant un sistema de bus intel·ligent, paral·lel a la instal·lació existent, i que no interfereixi en cap cas sobre aquesta.

El bus proposat podrà ser de qualsevol tipus, standaritzat i amb equipament fàcilment localitzable al mercat. El nivell de prestacions del bus i equipament serà un criteri de millora per la tria de la millor solució.

Com a sistema preferit, es proposa un bus de tipus radio, anàleg al emprat pels sensors de moviment, luxmetres i demes equipament d'aquest tipus. Com a principal avantatge trobem la de instal·lació de cablejat nul·la.

El sistema de bus proposat, tindrà que admetre com a mínim de 255 adreces pels elements de control (identificació d'equips).

En cas de triar el sistema per radiofreqüència, es tindrà que justificar documentalment el nivell d'immunitat que el sistema presenti en front a interferències externes.

Per la part de commutació, donat que les lluminàries estan en línees de molts elements, es permet l'ús de control en cascada, es a dir, es pot fer la senyal de comandament en radio, per exemple, i la commutació en bus cablejat, ja que es pot fer discórrer el cable del bus per dintre de les lluminàries sense afectar al cablejat ni instal·lacions existents.

El sistema triat, disposarà d'elements de control de les lluminàries de manera

independent, agrupant al mateix mòdul, la part de potencia de comandament, que actuarà sobre la encesa dels tubs sota la emissió d'un bit o byte de control.

Es disposaran, pel control d'elles lluminàries d'un total de 88 mòduls, que seran de commutació de potencia. La resta de mòduls per altres usos, es veuran i amidaran als apartats següents.

3.3 LÚXMETRES.

Donada la geometria del local de la biblioteca, amb bastants punts d'entrada de llum, obliga a disposar de un alt nombre de luxmetres per poder racionalitzar l'ús del enllumenat elèctric per la aportació de llum solar.

El local disposa de quatre encaixos d'entrada de llum, arquitectònics, a un canto de la edificació, i dos, mes grans al altre banda. Això mirat el local en sentit perpendicular als eixos de les lluminàries.

Per tant, es disposaran de sis luxmetres a les immediacions d'aquest encaixos de llum, mostrats en el plànol corresponent. Els luxmetres sols tenen sentit en aquest local a la sala principal.

La seva instal·lació te que vetllar perquè donin un valor efectiu del aportació solar extern, i per tant es disposaran endinsats a la sala, mirant cap a la entrada de llum, i vetllant pel grup de lluminàries de cada encaix. La seva posició permetrà a mes, estimar l'aportació de llum solar al mig de la sala per la lectura de tots els elements.

Les millors ubicacions podran ser determinades en la fase d'instal·lació, si be queden reflectides unes ubicacions recomanables al plano corresponent.

En cas de que els luxmetres es comuniquin en bis de cable, es obligatori que la alimentació elèctrica dels mateixos sigui feta amb cablejat. En cas de que la comunicació sigui feta amb radio, podrà ser alimentat amb bateries, sempre i quant el instal·lador adjunti un full on es reflecteixin les tasques de manteniment i canvi de les bateries.

Característiques mínimes del equip:

Càlcul del promig per punt o per mitja.

Abast de mesura: 0 - 200; 200 - 2.000; 2.000 - 20.000; 20.000 - 50.000 LUX

Resolució $\pm 5\% < 10.000 \text{ LUX} \pm 10\% > 10.000 \text{ LUX}$

Precisó 0,1 LUX

Connexió de dades per bus RS-485, RS-232, RF802

S'instal·laran 6 luxmetres

3.4 SENSORS DE PRESENCIA

La geometria del local permet establir diferents zones ben diferenciades de lectura i d'ús.

Es disposarà un sensor de presència a les habitacions tancades, es a dir, despatx, arxiu, habitació de instal·lacions i annex.

Aquests sensors vetllaran per la presència o no de personal i en cas de que no tingui detecció en un temps raonable, donaran ordre de apagat de llums. Aquest temps es pot establir inicialment en 5 minuts, si be, al ser programable, es podrà ajustar posteriorment per trobar el millor valor de temps.

La ubicació dels sensors serà com sempre en aquests casos, estratègica al pas i us del personal. Es situaran elevats per evitar els obstacles i mobiliari de les habitacions, i mai encarats a la llum solar.

Per tant, per les dependències d'ús, es disposaran de 4 sensors.

Per la sala de lectura, donat que es una superfície diàfana, es fa més complexa la seva distribució. A més, la activitat de lectura no genera moviments de les persones, i aquest es el principi de funcionament d'aquest tipus de sensors.

Vist això, es fa desaconsellable l'os massiu de sensors a la sala de lectura. Vista la

distribució, es preveu la instal·lació de 6 sensors mes, distribuïts segons es pot veure al plànol adjunt al annex.

La activitat de lectura obliga a que el temps de detecció sigui mes elevat, per evitar apagada de llums quant la gent estigui llegint. Un valor doble del anterior en principi, i com valor inicial, sembla aconsellable. Per tant, es programaran per donar un temps de detecció de 10 minuts. Aquest es un valor altament empíric, pel que serà un valor que tindrà que ser afinat un cop estigui en explotació.

A l'entrada de la biblioteca es desaconsellable l'ús de sistemes de detecció o presencia. Per un cantó, es una entrada a un local públic, pel que la normativa d'usos de locals públic no permet situacions d'apagada de llum. Per altre banda, encara que es pugues adaptar el sistema a normativa, no sembla gens recomanable deixar l'entrada de la biblioteca a fosques, ja que la llum de la entrada, quant no hi ha sol i es tarda d'hivern, fa de guia als usuaris. El que si es recomanable es l'ús de llums de baix consum, disposant-se a l'entrada lluminàries fluorescents de baix consum.

Als serveis, es disposarà un sensor per cada tancament, amb un temps programat de 3 minuts. Per tant, es disposarà de 6 sensors. A la resta de superfície dels serveis, no es fa aconsellable emprar sensors de moviment, sent mes recomanable emprar temporitzadors amb polsador.

Per tant, es disposarà un total a la biblioteca de 16 sensors de moviment i quatre temporitzadors amb polsador.

3.5 POLSADORS I COMMUTADORS.

Si el sistema esta pensat perquè un ordinador marqui l'encesa i pagat d'elles lluminàries, ajustant-se a diferents escenaris i confiant en l'ús mes racional del enllumenat, no sembla raonable disposar de polsadors per actuar sobre l'enllumenat a voluntat d'un usuari. Es poden produir situacions contraposades, que el sistema marqui l'apagada d'una lluminària i l'usuari polsi per encendre-la.

El que sempre te que prevaler es que els usuaris sempre tenen preferència. Per

un cantó perquè es pressuposa bon criteri si es polsa una encesa o apagada, i segurament es valora algo que el sistema no pot saber. Per altre cantó, es farà una algorítmica perquè en cas de discrepància, la prioritat sigui del usuari i, el sistema després d'analitzar la situació i en funció del escenari, replantegi la situació.

En cas de falla del bus de comunicacions, o altre situació no controlada, pot ser necessari l'ús de polsadors per forçar l'encesa o apagada dels llums. Per tant, i segons aquest criteri, es planteja el següent:

1. Es disposaran 14 polsadors a les línees de enllumenat, una per cada línea. Aquest polsador forçaran l'encesa o apagada de cada línea.
2. Es disposarà un polsador a cada estància del local fora de la sala principal, es a dir, 4 polsadors per l'arxiu, despatx, sala annex i habitació de instal·lacions.
3. Es disposarà un polsador a l'entrada per l'enllumenat que disposa.
4. Es disposarà un polsador a l'entrada dels serveis. Dintre d'aquests ja s'ha mencionat que es disposaran polsadors amb temporitzador.

3.6 SISTEMA CENTRALITZAT DE CONTROL.

Tal com s'ha comentat en un apartat anterior, el sistema de control estarà format per un autòmat PLC i un ordinador amb arquitectura PC.

El primer s'encarregarà de les comunicacions amb els elements de camp i gestió del bus, i el segon farà d'interfície amb l'usuari i gestió de la aplicació.

El sistema PC disposarà d'un entorn gràfic de tipus SCADA per la gestió del sistema. Inclourà gràficament, tots els elements de camp, les línies de comunicacions, escenaris, consums i tota la informació oportuna per la perfecta gestió del sistema.

Disposarà de gestió d'usuaris, permetent que en funció del usuari es tingui accés a

diferents pantalles i parametritzacions del sistema.

Gestionarà històrics d'actuacions i funcionaments, apagades i enceses, entrada i sortida d'usuaris, paràmetres que intervenen en la gestió del sistema (flux de llum, presències, etc.), hores de funcionament de cada lluminària, i en general, tota la informació que intervé en el funcionament diari del sistema.

El sistema disposarà d'un gestor d'alarmes, reflectint quant un element no funcioni, presenti falles o doni lectures fora d'abast. Recollirà tot tipus d'incidències del sistema.

Tant els històrics com les alarmes quedaran recollides a una base de dades, de tipus SQL o superior, amb capacitat d'emmagatzemar imatges i dades. El sistema SCADA tindrà que poder gestionar la base de dades i disposar d'una aplicació integrada de gestió i consulta de la base de dades.

La resta d'especificacions del sistema queda també recollida al punt anterior 3.4.3. i al annex corresponent.

4.- AVALUACIÓ TEÒRICA DEL ESTALVI.

Vist tot el anterior, es pot veure que partim de dues fonts per assolir estalvi energètic i eficiència del sistema.

Un canvi en el tipus de lluminària, passant a baix consum ens pot donar estalvis del ordre del 45%. Si aquest valor el disminuïm en funció del envelliment, marges i toleràncies i altres factors detrinents, podem agafar com un valor assegurat del 40%.

L'altre font d'estalvi ve donada per la gestió del enllumenat, i aquest es un valor d'estalvi difícilment valorable. Factors com la aportació de llum solar exterior, racionalització del enllumenat en funció de l'ocupació, etc. son valors empírics que sols es coneixeran quant el sistema estigui en plena explotació.

Es pot estimar que la bona gestió del sistema pot aportar un 25% d'estalvi, si be recordem que es un valor totalment empíric.

Vist això podem estimar un estalvi en enllumenat del ordre del 65%.

En la segona aportació, la gestió del enllumenat, no sols contribueix al estalvi, sinó que es el factor que mes incidència te en la valoració de la eficiència del sistema. S'evitarà mantenir llums encesos a dependencies buides durant hores i hores al dia, evitarà tenir llums encesos quant una zona queda banyada per la llum del sol, o be, mantindrà un us raonable del enllumenat en tasques de neteja del local. Per tant, aquest apartat del estalvi, ens dona una gran aportació d'eficiència al sistema.

Un valor del ordre del 65% d'estalvi energètic, i un us mes raonable i eficient del recurs, fan que la inversió quedi àmpliament amortitzada.

5.- CLIMATITZACIÓ.

5.1 JUSTIFICACIÓ DEL CANVI DE MAQUINARIA.

La actual biblioteca disposa d'un sistema ja comentat per la climatització, del any 1994, i que queda fora de normativa. A mes, si es pretén assolir estalvi energètic i eficiència del sistema mitjançant gestió del clima, es té que fer un canvi de maquinaria.

Adicionalment al canvi de maquinaria, es proposaran unes millores simples a la instal·lació, que sense afectar-la ni modificant-la, permetin assolir els objectius proposats amb un mínim cost i impacte de instal·lació.

La normativa vigent ens obliga a proposar una millora, modernització i solució de problemes en instal·lacions existents amb tal afavorir la preservació del medi ambient. A tal efecte s'hauran d'adequar les instal·lacions de climatització realitzant reformes parcials o totals en instal·lacions envellides, per aconseguir una instal·lació que compleixi amb els següents requisits:

1. Emprar la tecnologia i components adequats i actuals
2. Emprar refrigerants de baix impacte sobre l'escalfament global
3. Minimitzar la càrrega de refrigerant
4. Manteniment de la instal·lació
5. Evitar les fuites de refrigerant (disseny de components i del sistema, seguir les pràctiques frigoristes recomanades) per a un correcte funcionament
6. Utilitzar sistemes de control intel·ligent per optimitzar el consum energètic
7. Millorar el disseny del sistema
8. Millorar l'eficiència dels components

En aquestes adequacions no solament es contemplen i preveuen els preceptes

legals ja que s'implanten les tecnologies més modernes en generadors de fred i calor. S'està obligat ha realitzar el canvi del refrigerant R22 per un refrigerant substitutiu permès d'anàlogues propietats ja que a partir de l'1 de gener de 2010, d'acord amb la legislació vigent (**Reglament CE 2037/2000 de 19 de juny de 2000**), estarà prohibida la venda i ús en tots els estats membre de l'UE, de la totalitat dels refrigerants verges del HCFC, el principal exponent del qual és el HCFC R22.

Es proposa la substitució de la planta refrigeradora d'aigua que dona servei als fancoils de les instal·lacions de climatització de la biblioteca del Ripollet, ja que el model de la planta actualment instal·lada realitza el cicle termodinàmic amb refrigerant R-22 que fa malmet la capa d'ozó per una altra amb refrigerant ecològic. Remarquem que la normativa vigent obliga a canviar aquest equip a causa de la desaparició del gas R-22.

5.2 PROPOSTA DE LA NOVA PLANTA DE CLIMATITZACIÓ.

La planta proposada per a la substitució de la actual, és un model equivalent a la actual però que s'adequa a la nova normativa, és un model molt més silenciós i que a més millora l'eficiència i consum de la instal·lació.

DESCRIPCIÓ TÈCNICA DELS EQUIPS:

PLANTA ACTUAL INSTAL·LADA

CIATESA MODEL IWA 630

- Refrigerant: R-22
- Tensió: 400 V - III -50 Hz
- Potència frigorífica: 119,4 kW
- Potència calorífica: 132,0 kW
- Cabal d'aigua en circuit interior: 23,6 m3/h

- Pressió estàtica disponible en circuit interior: 3,4 m.c.a.
- Dimensions (llarg/ample/alt): 2.222/2.192/1.585 mm
- Pes: 1.200 kg

PLANTA PROPOSADA

CIATESA MODELWE 600 U

- Regulació estàndard: Regulació electrònica S92
- Termòstat: Electrònic GESDOM 12P
- Refrigerant: R-410a
- Tensió: 400 V - III -50 Hz
- Potència frigorífica: 118,5 kW
- Potència calorífica: 130,1 kW
- Cabal d'aigua en circuit interior: 20,4 m³/h
- Pressió estàtica disponible en circuit interior: 13,6 m.c.a.
- Dimensions (llarg/ample/alt): 2.198/2.066/1.966 mm
- Pes: 1.623 kg

La nova planta és un equip de la sèrie HIDROPACK, bomba de calor aire-aigua reversible. La carrosseria és de xapa d'acer galvanitzat amb pintura de polièster i xassís autoportant. Ventilador helicoïdal d'acoblament directe amb motor estanc classe F, IP54 i protecció tèrmica interna. Hèlixs equilibrades dinàmicament i reixeta de protecció exterior. Bateria a V de tubs de coure i aletes d'alumini amb safata de recollida de condensats. Intercanviador interior de plaques soldades d'acer inoxidable, aïllat tèrmicament. Compressor hermètic scroll amb aïllament acústic. Vàlvula d'expansió termostàtica amb igualació externa. Resistència de càrter i vàlvula d'inversió de quatre vies.

S'inclourà amb el subministrament el servei de grua, permisos municipals i transport a abocador autoritzat de l'equip substituït per al seu reciclatge. S'adaptarà la bancada al nou equip a instal·lar, subministrant nous elements antivibradors per a l'aïllament de sorolls i vibracions. També s'inclouran les adaptacions corresponents a les connexions frigorífiques d'impulsió i retorn de la planta refrigeradora d'aigua executades amb canonada de ferro negre i folrades amb aïllament de 40 mm d'espessor tipus Armaflex o similar.

La planta refrigeradora estarà adaptada mitjançant connexió RS485 al protocol MODBUS integrable en sistema de control SCADA del sistema de gestió.

Aspectes addicionals a tenir en compte inclosos al subministrament:

- Obres auxiliars de maçoneria, fusteria, pintura i/o pladur
- Dimensionament d'escomesa i línies elèctriques fins als diferents punts de consum.
- Legalitzacions, permisos i impostos.
- Insonorització condensadores si fos necessari.

5.3 MILLORES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ I EXPLOTACIÓ DE LA CLIMATITZACIÓ.

5.3.1 CONDUCTES DE DISTRIBUCIÓ.

La actual instal·lació de climatització consta d'una bomba de calor aire-aigua, marca CIATESA model IWA-630, que subministra aigua freda i calenta a 10 climatitzadors de conductes i un fancoil de terra marca TERMOVEN.

Les successives segregacions de l'espai interior que s'han vingut realitzant amb els anys han provocat que el repartiment interior de l'aire climatitzat, provinent dels 10 climatitzadors, sigui totalment inadequat per a la actual distribució.

El resultat són grans deficiències en confort, amb diferències tèrmiques molt acusades i sense possibilitat de control. Aquestes deficiències provoquen així

mateix un excés de consum per les disparitats que es produeixen.

Els conductes actuals fabricats amb fibra de vidre estan en bon estat, pel que s'aprofitaran i s'adaptaran a la nova distribució.

Els trams de conductes addicionals es realitzaran en obra amb Climaver Plus, fibra de vidre termo - acústica de 25 mm d'espessor amb recobriment interior i exterior de làmina d'alumini per obtenir una menor pèrdua de càrrega i evitar el risc d'arrossegament de partícules de fibra.

Els conductes aniran embocats a nous difusors circulars de mitja inducció amb comportes de regulació de cabal, adequats a la nova distribució.

Es proposa substituir els difusors circulars de cons fixos de baixa inducció actuals, per uns nous difusors de cons fixos de mitja inducció amb comporta de regulació i pont de muntatge.

Amb aquesta substitució millorem el confort de la Biblioteca i evitem l'estratificació de l'aire en mode de calefacció.

5.3.2 VALVULERIA HIDRÀULICA

Per millorar l'eficiència del sistema de climatització, es proposa un control dels elements de sortida de fred o calor des del sistema de control.

S'instal·laran vàlvules de tres vies connectades a actuadors de 220V per a l'obertura i tancament de cabal d'aigua.

S'instal·laran 10 sondes de temperatura ambient integrades en el sistema de control SCADA per el control individual per zones, a fi d'ajustar les temperatures òptimes d'us que marquin els diferents escenaris.

5.3.3 RECUPERACIÓ DE CALOR

Segons especifica el nou RITE (Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis) tot edifici disposarà d'un sistema de ventilació per a l'aportament del suficient cabal d'aire exterior que eviti, als diferents locals en els quals es realitzi

alguna activitat humana, la formació d'elevades concentracions de contaminants, d'acord amb el que s'estableix en l'apartat 1.4.2.2 i següents. Als efectes de compliment d'aquest apartat es considera vàlid el establert en el procediment UNE-EN 13779.

Seguint amb això, per a les instal·lacions de climatització de la biblioteca, cal saber que hauran de disposar de la seva pròpia instal·lació de renovació de l'aire interior que es realitzarà per medis mecànics.

Per altre banda es té que:

IT 1.1.4.2.2 Categories de qualitat de l'aire interior en funció de l'ús dels edificis

En funció de l'ús de l'edifici o local, la categoria de qualitat de l'aire interior (IDA) que s'haurà d'assolir serà, com a mínim, la següent:

- IDA 1 (aire d'òptima qualitat): hospitals, clíniques, laboratoris i guarderies.
- IDA 2 (aire de bona qualitat): oficines, residències (locals comuns d'hotels i similars, residències d'avis i d'estudiants), sales de lectura, museus, sales de tribunals, aules d'ensenyament i assimilables i piscines.
- IDA 3 (aire de qualitat mitja): edificis comercials, cinemes, teatres, salons d'actes, habitacions d'hotels i similars, restaurants, cafeteries. Bars, sales de festes, gimnasos, locals per a l'esport (llevat de piscines) i sales d'ordinadors.
- **IDA 4 (aire de qualitat baixa)**

IT 1.1.4.2.3 Cabal mínim de l'aire exterior de ventilació

El cabal mínim d'aire exterior de ventilació, necessari per assolir les categories de qualitat d'aire interior que s'indiquen en l'apartat 1.4.2.2, en el nostre cas és un local de tipus IDA 2 serà de entre 36 a 54 m³/h per persona.

IT 1.2.4.5.2 Recuperació de calor de l'aire d'extracció

En els sistemes de climatització dels edificis en els quals el cabal d'aire expulsat a l'exterior, per medis mecànics, sigui superior a 0,5 m³/s, es recuperarà l'energia de l'aire expulsat. D'aquesta forma s'aportarà estalvi energètic i la preservació del medi ambient.

A la part de l'aire d'extracció s'instal·larà un aparell de refredament adiabàtic.

Les eficiències mínimes en calor sensible sobre l'aire exterior (%) i les pèrdues de pressió màximes (Pa) en funció del cabal d'aire exterior (m³/s) i de les hores anuals de funcionament del sistema han de ser com a mínim les indicades a la taula 2.4.5.1 del RITE.

Tot el exposat es pot resumir en que la instal·lació haurà de disposar d'equips recuperadors del calor de l'aire extret. Preveient una ocupació global del local de 220 persones, s'haurà d'aportar un mínim de 7.920 m³/h d'aire exterior.

Per tant, per assolir aquestes condicions, es proposa instal·lar 3 recuperadors de calor de la marca FRANCE AIR o similar, dos horitzontals i un vertical, amb una taxa de recuperació de fins el 60% de recuperació.

Consisteixen en recuperadors de calor de doble flux aire/aire amb estructura i plafons en acer zincat, equipat amb un intercanviador de plaques en alumini sobre guies i amb dos filtres G4 sobre guies.

De cada un dels recuperadors instal·lats, s'haurà de fabricar la seva corresponent xarxa de conductes, que conduirà l'aire fins als retorns dels evaporadors per a així complir amb la condició de tractat de l'aire que ens exigeix la normativa.

Les xarxes de conductes d'aportació i extracció es fabricaran en obra amb Climaver Plus, fibra de vidre termo - acústica de 25 mm d'espessor amb recobriment interior i exterior de làmina d'alumini per obtenir una menor pèrdua de càrrega i evitar el risc d'arrossegament de partícules de fibra.

Pel intercanvi amb l'exterior, es realitzarà a través de reixes de ferro d'exterior. Els recuperadors s'embocaran a la esmentada reixa amb conducte Climaver Plus.

El recuperador vertical es situarà en un fals armari a la dependència del arxiu, aquest armari ha de ser insonoritzat. Els dos recuperadors horitzontals es situaran al fals sostre del bany i del Despatx de Direcció.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DELS RECUPERADORS DE CALOR

- Marca: FRANCE-AIR
- Model unitat: VOLCANE II 3500 V
- Consum: 750 W.
- Dimensions: 1.300/1.510/550 (ample/fons/alt)
- Tensió: 230 V monofàsic
- Pressió sonora: 46 dB(A)
- Marca: FRANCE-AIR
- Unitats: 2
- Model unitat: VOLCANE II 800 H
- Consum: 355 W.
- Dimensions: 730/970/360 (ample/fons/alt)
- Tensió: 230 V monofàsic
- Pressió sonora: 37 dB(A)

S'inclouran els adaptadors d'aquests equips amb els elements de camp per al seu control a través de sistema de gestió SCADA amb protocol MODBUS.

5.3.4 DEFINICIÓ D'ESCENARIS I CONTROL DE LA CLIMATITZACIÓ.

Un cop definit el tipus de maquinaria de climatització, sota normativa vigent, i d'última generació, es pot preveure de fet un estalvi energètic sol pel canvi de

tecnologia.

A mes, les millores proposades donaran un funcionament del sistema molt mes eficient, que a part de millorar el confort, donarà al sistema un funcionament molt mes racional.

A cada punt tractat del sistema de climatització (punts 6.X), es fa referència a incloure sempre control de les activitats. S'inclouen mecanismes per tal de actuar sobre els diferents elements per així poder controlar millor el funcionament del sistema general.

Sondes, actuadors, valvuleria i demes elements incorporats permeten assolir un control racional del sistema. Totes aquestes incusions tindran que anar lligades al sistema de control SCADA proposat, perquè així el sistema pugui fer una regulació de la climatització.

S'emprarà un bus de comunicacions per fer la connexió dels elements de control al sistema (PLC), de manera que definit diferents escenaris, tal i com s'ha fet amb la il·luminació, ens permeti assolir importants estalvis i un us mes racional que el actual.

Escenaris de previsió d'arrencada i aturada del sistema en funció dels horaris, en funció de la temperatura externa, en funció de l'ocupació, nocturn, etc. ens permetrà adaptar les inèrcies i funciones del sistema a diferents constel·lacions d'us, millorant notablement el rendiment de la instal·lació.

Es farà especial esforç en preveure quant s'obre i tanca la biblioteca perquè el sistema pugui utilitzar la inèrcia tèrmica, de manera que es pugui aturar el sistema de calor o fred un temps abans d'aquest horari, i així introduir un estalvi que no afecti al confort.

Des del sistema SCADA es monitoritzarà tot el sistema, valvuleria, temperatures, obertures de difusors, recuperadors, etc. a mes del consum del sistema de climatització, que es farà mitjançant un Wattímetre instal·lat a l'escomesa del equip.

Aquest wattímetre serà incremental, donant a més del valor instantani, el valor acumulat d'energia consumida. El sistema SCADA recollirà aquest valor i el mostrarà a la pantalla principal de climatització. A més, serà un dels paràmetres bàsics que formaran part dels històrics.

D'aquesta manera, el sistema sabrà en tot moment el consum atribuïble sols a la climatització.

El monitoratge del sistema permetrà a més de facilitar alarmes de funcionament, aturar o arrencar el sistema de manera controlada i eficient.

