

Agència d'Energia de Barcelona

Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals

NOVEMBRE 2011



Ajuntament de Barcelona

GUIA BÀSICA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN EDIFICIS MUNICIPALS





AGÈNCIA D'ENERGIA
DE BARCELONA

Direcció:

Agència d'Energia de Barcelona

Edició:

Ajuntament de Barcelona

Àrea de Medi Ambient i Serveis Urbans

Novembre 2011

Índex

1	Introducció	8
1.1	Objectius de la guia	10
1.2	Públic objectiu de la guia	10
1.3	Estructura de la guia	10
1.4	Fonts de la guia	11
2	Tipologia de centres	12
3	Accions a realitzar en cada tipologia de centres en funció de la seva rehabilitació, obra nova o manteniment	14
4	Mesures en estalvi i eficiència energètica	20
4.1	Importància de la regulació i el control	21
4.2	Instal·lacions tèrmiques i de climatització	21
4.2.1	Confort tèrmic i higiènic	22
4.2.2	Control de la climatització	22
4.2.3	Sistemes de control de la humitat	23
4.2.4	Principals sistemes de climatització	25
4.2.5	Zonificació de la climatització	29
4.2.6	Calefacció	31
4.2.7	Refrigeració	33
4.2.8	Bombes de calor	38
4.2.9	Torres de refrigeració i condensadors evaporatius en instal·lacions aigua-aigua	41
4.2.10	Generació, acumulació i distribució d'acs	43
4.2.11	Ventilació	44
4.2.12	Fitxes de recomanacions en instal·lacions tèrmiques i de climatització	49
4.3	Instal·lacions d'il·luminació	74
4.3.1	Conceptes bàsics	74
4.3.2	Utilització de la llum natural	78
4.3.3	Sistemes de regulació i control	79
4.3.4	Làmpades	81
4.3.5	Lluminàries	85
4.3.6	Sectorització	86
4.3.7	Fitxes de recomanacions en instal·lacions d'il·luminació	87
4.4	Envolupant tèrmica	111
4.4.1	Conceptes bàsics	112
4.4.2	Tancaments opacs	116
4.4.3	Fusteries	116
4.4.4	Tancaments transparents	116
4.4.5	Proteccions solars passives	117



4.4.6	Cobertes verdes	117
4.4.7	Façanes ventilades, hivernacles	118
4.4.8	Integració de renovables en estructura	119
4.4.9	Fitxes de recomanacions en envolupant	120
4.5	Instal·lacions elèctriques	129
4.5.1	Conceptes bàsics	129
4.5.2	Optimització de la contractació	130
4.5.3	Factor de potència i bateries de compensació d'energia	131
4.5.4	Necessitat d'estacions transformadores	132
4.5.5	Etiquetatge elèctric	132
4.5.6	Fitxes de recomanacions en instal·lacions elèctriques	135
4.6	Estalvi d'aigua	139
4.6.1	Conceptes bàsics	139
4.6.2	Reductors de cabal	140
4.6.3	Aixetes (temporitzades, amb sensor i termostàtiques)	140
4.6.4	Airejadors	141
4.6.5	Vàters	141
4.6.6	Lavabos secs	141
4.6.7	Reg	141
4.6.8	Aprofitament aigües pluvials	142
4.6.9	Aprofitament aigües grises	143
4.6.10	Fitxes de recomanacions en instal·lacions d'aigua	144
4.7	Ofimàtica i comunicacions	152
4.7.1	Conceptes bàsics	152
4.7.2	Equips amb ecoetiqueta i etiquetatge energètic	152
4.7.3	Equips d'alta eficiència	155
4.7.4	Sistemes d'estalvi d'energia	155
4.7.5	Tecnologia de fonts d'alimentació i transformació	157
4.7.6	Tipus de sais	158
4.7.7	Fitxes de recomanacions en ofimàtica	160
4.8	Sistemes de monitoratge, comptabilitat i gestió energètica	164
4.8.1	Sistema de gestió energètica (SGE)	164
4.8.2	Fitxes de recomanacions en sistemes de monitoratge, comptabilitat i gestió energètica	166
4.9	Externalització de serveis	168
4.9.1	Manteniment energètic	168
4.9.2	Empreses de serveis energètics (ESE)	168
4.9.3	Finançament per tercers	169
4.9.4	Fitxes de recomanacions externalització de serveis	170
4.10	Altres conceptes de subministrament energètic	171
4.10.1	Cogeneració	171
4.10.2	Cogeneració amb absorció	171
4.10.3	Microcogeneració	171
4.10.4	District heating and cooling	172



4.10.5	Fitxes de recomanacions altres conceptes de subministrament energètic	174
5	Energies renovables	175
5.1	Conceptes bàsics	176
5.2	Energia solar tèrmica	176
5.3	Energia solar fotovoltaica	177
5.4	Energia minieòlica	178
5.5	Energia geotèrmica	178
5.6	Biomassa	179
5.6.1	Tipus de biomassa	180
5.6.2	Calderes de biomassa	180
5.7	Fitxes de recomanacions en instal·lacions renovables	182
6	Sensibilització i conscienciació sobre la cultura energètica dels usuaris dels edificis	188
6.1	Conceptes bàsics	189
6.2	Campanyes de sensibilització	189
6.3	Formació i sensibilització sobre la mobilitat sostenible	190
6.4	Fitxes de recomanacions en sensibilització i conscienciació	191

Annex

1	Plecs de condicions tècniques de tancaments, materials i residus	194
1.1	Normativa de referència	195
1.2	Clàusules respecte als aïllants	195
1.3	Clàusules respecte a les actuacions en els tancaments	196
1.3.1	Façanes	196
1.3.2	Soleres	197
1.3.3	Cobertes	197
1.4	Clàusules respecte a les divisions interiors	198
1.5	Clàusules respecte als ponts tèrmics	198
1.6	Clàusules respecte a les infiltracions	198
1.7	Clàusules respecte als vidres i la fusteria	199
1.8	Clàusules respecte a les proteccions solars	200
1.9	Sobre el compliment de la normativa de referència i de les clàusules ambientals en edificis amb valor patrimonial	200
1.10	Clàusules respecte a la selecció de materials	201
1.10.1	Pintures i vernissos	201
1.10.2	Materials constructius i d'acabats	202
1.10.3	Fusta	202
1.11	Clàusules respecte a la gestió dels residus	203



2	Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions consumidores d'aigua	205
2.1	Normativa d'obligat compliment	206
2.2	Identificació d'elements i canonades	206
2.3	Fontaneria	208
2.4	Instal·lació d'aigua calenta sanitària (ACS)	209
2.4.1	Aspectes generals	209
2.4.2	Característiques dels elements de la instal·lació	209
2.5	Prevenició del risc de la legionel·losi	210
2.6	Aïllaments tèrmics	211
2.7	Elements d'estalvi d'aigua	212
2.7.1	Aspectes generals	212
2.7.2	Sistemes i mesures per a l'estalvi d'aigua	212
3	Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions d'electricitat	215
3.1	Normativa d'obligat compliment	216
3.2	Aspectes generals	216
3.3	Nivell màxim de soroll de la maquinària elèctrica instal·lada en edificis	217
3.4	Instal·lació d'analitzadors de xarxa per al control i gestió de consums	218
3.5	Equipament elèctric i aparellatge interior de l'armari	218
3.6	Canalitzacions per cables	220
3.7	Motors	220
3.8	Millora del factor de potència en el subministrament elèctric	221
3.9	Proteccions elèctriques en l'enllumenat	221
4	Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions d'enllumenat	222
4.1	Normativa d'obligat compliment	223
4.2	Aspectes generals	223
4.3	Paràmetres d'il·luminació recomanats	224
4.4	Tipus de lluminàries recomanades	229
4.5	Tipus de làmpades recomanades	231
4.6	Sistemes de regulació i control	234
5	Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions de climatització i ventilació	236
5.1	Normativa d'obligat compliment	237
5.2	Plec de condicions de les instal·lacions de climatització	238
5.2.1	Aspectes generals	238
5.2.2	Condicions de confort	239
5.2.3	Generadors de fred i calor	239
5.2.4	Temperatura de consigna flotant de les màquines de producció de calor/fred	241
5.2.5	Sistemes VRV	242
5.2.6	Torres de refrigeració i condensadors evaporatius en instal·lacions aigua-aigua	243
5.2.7	Unitats climatitzadores	243
5.2.8	Unitats emissores interiors	245
5.2.9	Zonificació de la climatització	246



5.2.10	Bombes de distribució d'aigua de climatització	247
5.2.11	Equilibrat tèrmic i hidràulic	247
5.2.12	Sistema de control i gestió de climatització	247
5.2.13	Sistemes de control de la humitat	250
5.2.14	Aïllaments tèrmics d'aparells i conduccions	250
5.2.15	Utilització de materials respectuosos amb el medi ambient	251
5.3	Plec de condicions de les bombes geotèrmiques	251
5.3.1	Aspectes generals	251
5.3.2	Generadors de fred i calor	252
5.3.3	Temperatura de consigna flotant de les màquines de producció de calor/fred	252
5.3.4	Disseny dels pous	253
5.4	Plec de condicions de les instal·lacions de ventilació	253
5.4.1	Aspectes generals	253
5.4.2	Regulació d'aportació d'aire en funció de la concentració de co2	254
5.4.3	Free-cooling & free-heating	255
5.4.4	Recuperació de calor de l'aire de renovació	255
5.4.5	Aïllament de xarxes de conductes	256
5.4.6	Utilització de materials respectuosos amb el medi ambient	256
6	Plecs de condicions tècniques d'energies renovables	257
6.1	Normativa de referència	258
6.2	Plec de condicions de les instal·lacions d'energia solar tèrmica	259
6.2.1	Àmbit d'aplicació	259
6.2.2	Aspectes generals	260
6.2.3	Protecció contra les gelades	261
6.2.4	Protecció contra els sobreescalfaments	261
6.2.5	Captadors i connexionat del sistema captador solar	262
6.2.6	Sistema d'acumulació solar	263
6.2.7	Sistema d'intercanvi	263
6.2.8	Circuit hidràulic	263
6.2.9	Sistema elèctric i de control	265
6.2.10	Punts de consum	265
6.3	Plec de condicions de les instal·lacions de biomassa	265
6.3.1	Aspectes generals	265
6.3.2	Generadors de calor	265
6.3.3	Emmagatzematge de biomassa	266
6.4	Plec de condicions de les instal·lacions de mini eòlica	269
6.4.1	Aspectes generals	269
6.4.2	Aerogenerador i torre de l'aerogenerador	269
6.5	Plec de condicions de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica	270
7	Plecs de condicions tècniques d'ofimàtica	271
7.1	Aspectes generals	272
7.2	Proposta de mesures a implantar	272



1

Introducció



El dia 25 de març de 2011 el Plenari Municipal de l'Ajuntament de Barcelona va aprovar, com a mesura de govern, el Pla d'Energia, Canvi Climàtic i Qualitat de l'Aire, en endavant PECQ, una eina que té com a objectiu reduir el consum energètic, reduir les emissions de CO₂, millorar la qualitat de l'aire i millorar la qualitat del subministrament energètic a la ciutat de Barcelona. El PECQ permet a la ciutat tenir definides les estratègies i el full de ruta de les polítiques energètiques per a la propera dècada, essent un clar exponent de la voluntat i la capacitat de Barcelona d'adaptar-se als canvis i progressar cap a un model de ciutat eficient, saludable i competitiva.

Els edificis i equipaments municipals representen al voltant del 50 % del consum energètic municipal total. Així doncs, es considera de vital importància actuar sobre els edificis municipals per tal d'aconseguir un estalvi d'emissions del 20 %, objectiu del PECQ per a la ciutat de Barcelona. Alhora, les actuacions en edificis municipals són una eina clau per a la promoció de les mesures en estalvi i eficiència energètica, pel seu caire exemplificador.

Les mesures d'actuació s'articularen a través del Pla de Millora Energètica dels Edificis Municipals, en endavant PEMEEM, que té com a objectiu l'estalvi d'energia i la incorporació d'energies renovables en els edificis i les instal·lacions municipals, tot posicionant l'Ajuntament de Barcelona com a un ajuntament altament sostenible en la gestió de les seves pròpies instal·lacions.

Per tal d'establir prioritats en les mesures d'actuació en aquests tipus d'edificis i per tal de consensuar-les amb tots els implicats, s'ha creat la Taula de Treball d'Estalvi Energètic de l'Ajuntament de Barcelona, coordinada per l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Barcelona -a través de l'Agència d'Energia de Barcelona, que actua com a assessor

tecnològic-, i pel Departament de Manteniment i Pla de Locals de Serveis Generals, com a referent per a la coordinació territorial. En aquesta taula hi ha representats diversos sectors de l'Ajuntament i les seves entitats públiques.

Des de la Taula s'ha detectat la necessitat de proporcionar eines als gestors d'edificis i als peticionaris de noves construccions o rehabilitacions que els facilitin la tasca de vetllar pel consum d'energia i afavorir l'estalvi i l'eficiència energètica en els seus edificis existents o futurs.

Per establir l'eina més adient en cada cas, cal diferenciar entre els edificis de nova construcció i els ja existents. Els edificis de nova construcció es projecten i s'executen seguint una nova normativa energètica força complerta. Així doncs, les promotores públiques estan sotmeses a una sèrie de requisits mínims energètics quan projecten noves construccions. De tota manera, sovint es podrien incorporar requisits d'eficiència energètica addicionals als de la normativa, si el client ho demanés.

En canvi, els edificis existents sovint són deficitaris en el compliment d'alguns requisits mínims d'energia, i normalment la intervenció és complicada. Així ens trobem que la rehabilitació energètica d'aquests edificis va sovint associada a inversions elevades. Per tant, a nivell d'edificis existents, l'estratègia de millora energètica ha de ser diferent, i ha d'estar dirigida a assolir les exigències mínimes en rehabilitacions i al bon ús i manteniment del propi edifici.

Des de la Taula d'Estalvi Energètic s'ha plantejat l'elaboració de la present Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals, amb una visió que varia segons si es parla de nova construcció, rehabilitació o simplement ús i manteniment.



1.1. Objectius de la guia

Els objectius principals d'aquesta **Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals** són:

- Servir de suport al titulars de noves edificacions municipals ajudant-los a adquirir els coneixements tècnics necessaris que els permetin exigir a les promotores requisits d'eficiència energètica addicionals als normatius.
- Marcar una sèrie de requisits mínims exigibles en l'àmbit de l'eficiència energètica en el cas de rehabilitacions d'edificis municipals ja existents.
- Proporcionar consells de bones pràctiques i bon ús energètic als responsables i usuaris de les instal·lacions municipals existents.

1.2. Públic objectiu de la guia

La Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals està adreçada a tècnics municipals i de districtes, que no acostumen a ser especialistes en temes d'energia, però que són responsables de l'adjudicació d'obres. En aquest sentit, aquesta guia pretén ser una orientació per a aquelles **entitats, àrees o institucions de l'Ajuntament de Barcelona** que gestionen edificis, n'han de rehabilitar o construir-ne de nous, i que són els clients davant les promotores públiques.

La present guia no pretén substituir la normativa energètica edificatòria actual, sinó que apunta idees per intentar anar una mica més enllà del que la normativa estableix, a la vegada que vol formar els usuaris en l'àmbit energètic.

1.3. Estructura de la guia

La guia s'estructura en dos nivells, dissenyats per facilitar la fàcil consulta per part del lector:

1. La **Guia**, el contingut tècnic de la qual es detalla en els capítols 3, 4, 5 i 6.

El capítol 3 està dissenyat de forma que el lector pugui de forma ràpida veure quines mesures d'estalvi i eficiència energètica pot aplicar en cada cas concret, diferenciant entre rehabilitació, obra nova o manteniment.

En els capítols 4, 5 i 6 es detallen les mesures que es poden implantar agrupades segons el tipus d'instal·lació de que es tracti: climatització, il·luminació, ventilació, instal·lacions elèctriques, aigua, ofimàtica, monitoratge, entre altres.

En cada una de les mesures s'incorpora un quadre resum amb la informació clau:

- Tipus de mesura:
 - Gestió: mesures encarades a millorar la gestió energètica i el control de qualsevol equip/instal·lació o mesures relacionades amb la optimització de la contractació dels serveis energètics dels equipaments.
 - Manteniment: mesures relacionades amb el manteniment d'equips o instal·lacions ja existents en els edificis.
 - Substitució: mesures que suposen una substitució parcial o total dels equips o instal·lacions dels equipaments.
 - Nova inversió: mesures que requereixen d'una nova inversió per a portar-se a terme.



- Normativa relacionada.
- Nivell de dificultat que comporta dur-la a terme:
 - Senzill.
 - Requereix aprofitar una rehabilitació menor.
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major.
 - Només implantable en obra nova.
- Indicació orientativa del cost econòmic associat.
- Indicació de l'estalvi en energia primària assolible.

2. Els **Annexos de la Guia** contenen les Clàusules que caldrà que l'Ajuntament incorpori als Plecs tècnics de les licitacions que lideri, per tal de dur a terme les mesures exposades a la Guia.

1.4. Fonts de la guia

Les principals fonts que s'han consultat i pres com a referència per a l'elaboració d'aquesta guia es llisten a continuació:

- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- *Estalvi i eficiència en edificis públics*. Col·lecció quadern pràctic, número 2. Edició octubre 2009. ICAEN.
- *Energia solar tèrmica*. Col·lecció quadern pràctic, número 3. Edició desembre 2009. ICAEN.
- *Manuales de energías renovables. 5 Manuales: Minicentrales hidroeléctricas, Energía eólica, Energía de la biomasa, Incineración de residuos sólidos urbanos, energía solar térmica, Energía solar fotovoltaica*. Anuario del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). *Proyectos de Energías Renovables en España*

(1996). Biblioteca CINCO DIAS 1996.

- Agència d'Energia de Barcelona: <http://www.barcelonaenergia.cat>
- Institut Català de l'Energia (ICAEN): www.gencat.cat/icaen
- Medi ambient de la Generalitat de Catalunya: www.gencat.cat/dmah
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): www.idae.es
- Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITEC): www.itec.es
- Comissió Nacional de l'Energia (CNE): www.cne.es
- Programa Europeu Greenlight: www.eu-greenlight.org

A aquestes referències cal afegir-hi tota aquella normativa relacionada en cadascun dels àmbits que abasta aquesta guia i que s'indica en cadascuna de les fitxes de recomanacions.



2

Tipologia de centres



L'ample ventall dels tipus d'equipaments municipals, en fa necessària la definició i agrupació segons la seva funció, malgrat que en alguns casos dins d'una mateixa tipologia puguin haver diferències notòries.

Així, els diferents centres s'analitzen i es poden agrupar en les següents tipologies:

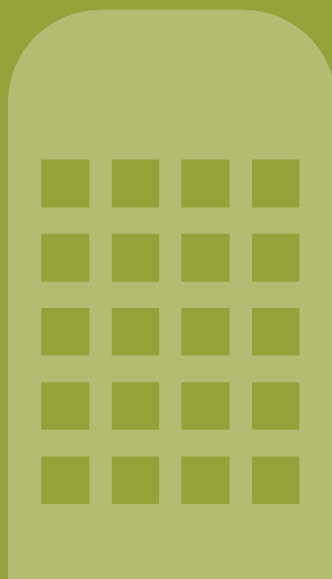
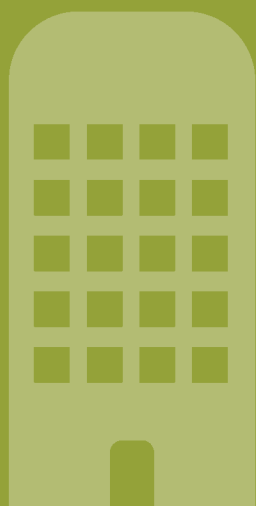
- Equipaments esportius.
- Centres educatius.
- Administració i oficines municipals.
- Centres socioculturals, centres cívics i biblioteques.
- Altres (mercats, cementiris, centres sanitaris, etc.).

Aquesta agrupació d'equipaments ha de permetre al lector d'aquesta guia identificar ràpidament el total de propostes que encaixen en cada tipologia; tot i així, el fet de generalitzar fa que algunes propostes no s'apliquin en tots els casos. Cal doncs, que el lector tingui uns coneixements mínims per poder determinar quines mesures s'escauen en el context requerit.



3

**Accions a dur a terme
en cada tipologia de centres,
en funció de la seva rehabilitació,
obra nova o manteniment**



Aquest capítol està dissenyat de forma que el lector pugui veure de forma ràpida quines mesures d'estalvi i eficiència energètica pot aplicar en cada cas concret, diferenciant si és rehabilitació (R), obra nova (N) o manteniment (M).

Cadascuna d'aquestes mesures es troba explicada en detall en els capítols 4, 5 o 6, segons àmbit.

ÀMBIT DE LES ACCIONS	CODI	PROPOSTES	TIPOLOGIA D'EQUIPAMENTS															
			Equipaments esportius			Centres educatius			Administració i oficines municipals			Centres socio-culturals i biblioteques			Altres (mercats, cementiris, ...)			
			N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	
INSTAL·LACIONS TÈRMiques I DE CLIMATITZACIÓ	1	Canvi equips autònoms per equips inverter								√	√		√	√				
	2	Instal·lació de tancs d'inèrcia	√	√		√	√											
	3	Instal·lació vàlvules termostàtiques radiadors				√	√		√	√		√	√					
	4	Utilització sensors qualitat ambiental						√			√			√				
	5	Optimització rendiment generadors calor			√			√			√			√				√
	6	Substitució caldera per caldera condensació	√	√		√	√		√	√		√	√					
	7	Instal·lació bomba calor amb recuperació calor							√	√		√	√					
	8	Instal·lació recuperador calor aire interior				√	√		√	√		√	√					
	9	Calorifugació conductes aigua calenta			√			√										√
	10	Canvi del sistema de generació d'ACS	√	√														
	11	Regulació temperatures de consigna			√			√			√			√				√
	12	Zonificació instal·lació climatització				√	√		√	√		√	√					
	13	Canvi plantes refredadores per alta eficiència							√	√		√	√					
	14	Utilització variadors freqüència climatitzadors	√	√		√	√		√	√		√	√					
	15	Control de la humitat				√	√		√	√		√	√			√	√	
	16	Control de temperatura radiadors				√	√		√	√		√	√					
	17	Millora control climatització grans instal·lacions	√	√		√	√		√	√		√	√					
	18	Instal·lació control informàtic climatització			√			√			√			√				√
	19	Instal·lació sistema de desconexió			√			√			√			√				√



ÀMBIT DE LES ACCIONS	CODI	PROPOSTES	TIPOLOGIA D'EQUIPAMENTS																	
			Equipaments esportius			Centres educatius			Administració i oficines municipals			Centres socio-culturals i biblioteques			Altres (mercats, cementiris, ...)					
			N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M			
INSTAL·LACIONS D'IL·LUMINACIÓ	1	Regulació per a l'aprofitament de la llum natural			√			√			√			√			√			√
	2	Instal·lació conductes solars	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	3	Substitució làmpades incandescents per fluorescents compactes			√			√			√			√			√			√
	4	Substitució fluorescents per alta eficiència			√			√			√			√			√			√
	5	Substitució fluorescents per tubs LED			√			√			√			√			√			√
	6	Substitució làmpades incandescents per halògenes de baix consum			√			√			√			√			√			√
	7	Substitució Làmpades HD50W per LED7W			√			√			√			√			√			√
	8	Substitució làmpades halògenes dicroïques de 50 W per dicroïques d'alt rendiment de 35 W			√			√			√			√			√			√
	9	Substitució VM per HM			√			√			√			√			√			√
	10	Substitució làmpades exteriors existents per làmpades VSAP			√			√			√			√			√			√
	11	Substitució del balast convencional dels tubs fluorescents per balast electrònic	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	12	Millora sectorització enllumenat	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	13	Dispositius aturada automàtica enllumenat	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	14	Rellotge astronòmic per l'enllumenat exterior	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	15	Instal·lació sistema desconnexió il·luminació			√			√			√			√			√			√



ÀMBIT DE LES ACCIONS	CODI	PROPOSTES	TIPOLOGIA D'EQUIPAMENTS														
			Equipaments esportius			Centres educatius			Administració i oficines municipals			Centres socio-culturals i biblioteques			Altres (mercats, cementiris, ...)		
			N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M
ENVOLUPANT TÈRMICA	1	Reducció pèrdues tèrmiques per porta accés			√			√			√			√			√
	2	Reducció pèrdues tèrmiques pels vidres			√			√			√			√			√
	3	Reducció pèrdues tèrmiques pels tancaments			√			√			√			√			√
	4	Reducció pèrdues tèrmiques per infiltracions			√			√			√			√			√
	5	Cortines cambres frigorífiques												√			√
	6	Cobertes verdes										√			√		
	7	Façanes ventilades, hivernacles										√			√		
	8	Utilització d'elements per al control solar de superfícies envidriades			√			√			√			√			√
INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES	1	Optimització de la contractació			√			√			√			√			√
	2	Unificació dels subministres elèctrics i anul·lació dels innecessaris			√			√			√			√			√
	3	Millora del factor de potència amb la instal·lació de bateries de condensadors			√			√			√			√			√
	4	Compra verda			√			√			√			√			√



ÀMBIT DE LES ACCIONS	CODI	PROPOSTES	TIPOLOGIA D'EQUIPAMENTS														
			Equipaments esportius			Centres educatius			Administració i oficines municipals			Centres socio-culturals i biblioteques			Altres (mercats, cementiris, ...)		
			N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M
ESTALVI D'AIGUA	1	Control sanitari instal·lacions d'aigua emmagatzemada			√			√			√			√			√
	2	Instal·lació de reductors de cabal			√			√			√			√			√
	3	Instal·lació de sistemes d'aixetes eficients	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	4	Instal·lació d'airejadors			√			√			√			√			√
	5	Instal·lació de vàters eficients	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	6	Instal·lació de vàters secs	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	7	Sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials i aigües grises	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	8	Sistemes eficients de reg			√			√			√			√			√
OFIMÀTICA I COMUNICACIONS	1	Apagada automàtic PCs						√			√			√			
	2	Compartir unitats centrals (torres de PCs)						√			√			√			
	3	Interruptors capçalera PCs						√			√			√			
	4	Equips amb ecoetiqueta i etiquetatge energètic	√			√			√			√			√		



ÀMBIT DE LES ACCIONS	CODI	PROPOSTES	TIPOLOGIA D'EQUIPAMENTS														
			Equipaments esportius			Centres educatius			Administració i oficines municipals			Centres socio-culturals i biblioteques			Altres (mercats, cementiris, ...)		
			N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M	N	R	M
SISTEMES DE MONITORATGE, COMPTABILITAT I GESTIÓ ENERGIA	1	Implantació d'un SGE de monitoratge i telelectura			√			√			√			√			√
	2	Implantació d'un SGE de telecontrol avançat			√			√			√			√			√
EXTERNALITZACIÓ DE SERVEIS	1	Contractació de Serveis energètics (ESEs)			√			√			√			√			√
ALTRES CONCEPTES SUBMINISTRAMENT ENERGÈTIC	1	Connexió a district heating i cooling (DH&C)	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
ENERGIES RENOVABLES	1	Instal·lació sistema energia solar tèrmica	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	2	Instal·lació sistema energia solar fotovoltaica	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	3	Instal·lació sistema energia geotèrmica	√			√			√			√			√		
	4	Instal·lació sistema biomassa tèrmica	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
	5	Instal·lació sistema energia minieòlica	√	√		√	√		√	√		√	√		√	√	
SENSIBILITZACIÓ I CONSCIENCIACIÓ	1	Formació sobre l'estalvi energètic			√			√			√			√			√
	2	Campanya de sensibilització			√			√			√			√			√



4

Mesures per a l'estalvi i l'eficiència energètica



4.1. Importància de la regulació i el control

L'optimització de la regulació i el control és una mesura clau a l'hora d'implementar una estratègia d'estalvi i eficiència energètica en qualsevol instal·lació o equipament, per diverses raons:

- És una eina d'eficiència aplicable a qualsevol tipus de sistema (climatització, il·luminació, ofimàtica, comunicacions, aigua, etc.).
- Garanteix reduccions en el consum energètic sense pèrdua de qualitat del servei prestat, i augmenta la vida útil de les instal·lacions.
- Repercuteix en un estalvi econòmic tant pel que fa a la reducció de la factura elèctrica com a la reducció del manteniment necessari.

En concret, un sistema de regulació i control és un conjunt d'elements físics connectats de tal manera que poden realitzar el comandament, direcció o regulació d'un sistema determinat segons unes consignes normalment programades.

L'objectiu d'un sistema de control és poder realitzar quatre tipus diferents de funcions:

1. Mantenir unes condicions de disseny. Els controladors mantenen el sistema en les condicions per a les quals ha estat dissenyat (temperatura, humitat), en un espai determinat.
2. Reduir la quantitat de mà d'obra necessària per fer funcionar i mantenir els sistemes d'un edifici, reduint també així els costos d'explotació i els errors humans.
3. Minimitzar costos d'energia i d'ús.
4. Mantenir els equips operatius dins els nivells de seguretat.

Els sistemes de control es poden classificar en:

- Digitals o analògics.
- Llaç obert (acció independent de la sortida) o llaç tancat (l'entrada es compara amb la sortida per donar senyal d'error, si s'escau).

- Pel nombre de dispositius sota control (des de 10 fins a 100 punts de control).
- Pel protocol de transmissió de les dades de control.
- Segons el tipus d'instal·lació que controlin (il·luminació, climatització, tancaments, seguretat, etc.).

En aquesta guia, en cadascun del apartats de recomanacions, s'han incorporat fitxes que fan referència a actuacions relacionades amb la regulació i el control dels sistemes tractats a l'apartat. Així, es poden consultar fitxes sobre el control de l'encesa i apagada de l'enllumenat, la regulació de la climatització o l'apagada automàtica d'equips informàtics.

4.2. Instal·lacions tèrmiques i de climatització

El condicionament ambiental o climatització és el procés mitjançant el qual s'optimitzen les condicions ambientals de cadascuna de les dependències interiors d'un edifici. En aquest procés es tracta i controla de manera simultània, la temperatura, la humitat, la puresa i la distribució de l'aire, per tal de proporcionar el confort, benestar i higiene necessaris a les persones que l'utilitzen.

El procés de climatització doncs no només inclou escalfar o refredar l'ambient interior sinó també mantenir els nivells correctes de ventilació i filtració, de qualitat d'aire i de confort, i de soroll. El procés de climatització inclou, per tant, la regulació i el control simultani dels principals paràmetres responsables del confort.

La climatització de locals és un punt crític en el consum energètic d'una instal·lació. En aquest sentit, la calefacció i la generació d'aigua calenta poden representar fins a dos terços del consum



total d'un edifici. A més, en els darrers anys s'ha registrat un gran creixement en la instal·lació de sistemes de refrigeració, tant a les llars com als llocs de treball.

Tot i l'ampli ventall d'equips disponibles al mercat, sovint la tria final no és la més òptima, des del punt de vista d'estalvi energètic i econòmic d'exploació.

La climatització d'un determinat espai està directament relacionada amb l'aïllament tèrmic, la temperatura interior i exterior i, sobretot, l'ús personal que en realitzen els usuaris. Per tant, l'eficiència i el consegüent estalvi d'energia del sistema de climatització estan directament relacionats amb els elements següents:

- Els tancaments de l'edifici.
- El disseny adequat, la correcta elecció i instal·lació dels elements del sistema de climatització:
 - El sistema de producció de fred i/o calor.
 - El sistema de distribució.
 - El sistema de tractament d'aire i ventilació.
 - El sistema de gestió i control de la climatització.
- Les bones pràctiques en l'ús i el manteniment del sistema.

4.2.1. Confort tèrmic i higiènic

L'ambient interior d'un edifici ha d'assolir tots els tipus de confort: tèrmic, higiènic, acústic i lumínic. Aquest capítol se centra únicament en els apartats de confort tèrmic i higiènic, relacionats més estretament amb l'estalvi i l'eficiència energètica de les instal·lacions.

El **confort tèrmic** es refereix a la temperatura interior d'un edifici. El cos humà contínuament genera calor a partir de l'oxidació dels aliments (metabolisme), amb una ràtio de producció que varia entre els

100 W i els 1.000 W, en funció del tipus d'activitat realitzada. La temperatura del cos humà s'ha de mantenir en un marge molt estret si es vol evitar la sensació de desconfort. Les dues vies de què disposa l'ésser humà per evitar el desconfort són:

- Les respostes fisiològiques amb què el cos s'adapta a l'ambient, és a dir, els mecanismes de termoregulació.
- La regulació de l'ambient, del grau d'activitat i del tipus de roba.

El **confort higiènic** es refereix principalment a la qualitat de l'aire interior dels edificis. L'aire de l'interior d'un edifici ha de complir dos requisits:

- Tenir la qualitat adequada per evitar riscos per a la salut.
- Ésser percebut pels ocupants com aire fresc.

El cos humà percep la qualitat de l'aire a través de l'olfacte, sensible als compostos olorosos, i de les membranes mucoses del nas i els ulls, sensibles als compostos irritants. Una quantitat important d'edificis no compleixen aquests requisits i els ocupants pateixen diferents símptomes degut a una manca de qualitat de l'aire, com l'assecamment de les membranes de la mucosa o mals de cap a causa d'ambients molt carregats de CO₂ i altres emissions.

La influència de la qualitat de l'aire exterior també és important per definir les necessitats de ventilació. Si l'aire exterior està en males condicions, caldrà purificar-lo abans d'utilitzar-lo.

4.2.2. Control de la climatització

Les variables que s'han de gestionar varien en funció de les necessitats i possibilitats de cada cas, però hi ha una sèrie d'elements clau a tenir en compte:



equip central de control, unitats perifèriques per a recepció i transmissió de dades a unitat central, software de gestió energètica, programació de manteniment i emmagatzematge de dades. Amb tot això s'obté una quantitat molt important de dades que permeten una millora substancial en el manteniment i control de les instal·lacions de climatització.

Tot seguit es llisten les aplicacions principals:

- **Control dels equips:** Engendada/aturada, manual o automàtica, en funció de dates i horaris. Permet també el control integrat de la regulació, i permet utilitzar totes les funcions analògiques monitoritzades (reajustaments, compensacions, govern de vàlvules, registres, ventiladors, etc.). Es pot realitzar l'ajust automàtic dels punts de consigna d'acord amb l'ús de l'edifici/dependències.
- **Estalvi d'energia:** Optimització de l'engendada/aturada de la climatització, segons dates, horaris i temperatures, humitat i inèrcia de l'edifici, a fi d'aconseguir el nivell ideal de comoditat durant el període d'ocupació. El percentatge de temps de desconexió estarà en funció del valor de la temperatura ambient i de l'època de l'any (estiu o hivern), amb l'objectiu que si la temperatura ho permet, el percentatge de temps de desconexió s'incrementi automàticament.
- **Comprovació de les instal·lacions:** Visualització per pantalla o bé impressió de variables analògiques (màximes, mínimes, mitjanes i puntuals) com: temperatura, humitat relativa, pressió, etc., d'acord amb el període que es determini. Visualització de forma automàtica d'alarmes i avaries amb determinació de data, hora i minut de l'anomalia.
- **Manteniment:** L'enregistrament diari i l'acumulació mensual de totes les variables existents

fa possible la localització d'avaries i alarmes. Textos amb informació precisa que facilitin el manteniment de les instal·lacions de forma addicional.

4.2.3. Sistemes de control de la humitat

Certs edificis requereixen una climatització amb control de temperatura i humitat relativa a la vegada. Aquest tipus de control es fa indispensable en el cas d'edificis que contenen obres d'art, per tal de garantir-ne les condicions òptimes.

En aquests casos els conceptes clau a tenir en compte són:

- **Humectació**
La humitat és la quantitat d'aigua continguda en l'aire. La quantitat d'aigua que una massa d'aire pot contenir no és constant, sinó que varia en funció de la temperatura i la pressió de l'aire. Per a un lloc determinat, amb les mateixes condicions atmosfèriques, cada 10°C d'augment de temperatura fan duplicar aproximadament la capacitat de contenir vapor d'aigua en l'aire ambiental.
- **Humitat absoluta** o contingut de vapor d'aigua en l'aire, normalment s'expressa en grams d'aigua per quilogram d'aire sec i no varia amb l'escalfament o refredament de l'aire.
- **Humitat relativa** o contingut percentual de vapor d'aigua en l'aire, sobre el màxim possible a una temperatura determinada. La humitat relativa disminueix en escalfar l'aire i augmenta al refredar-lo.

D'entre els diferents sistemes d'humectació existents destaquen:



- **Humectadors d'evaporació:** Sistema d'humectació adiabàtica per contacte d'aigua i aire. L'aigua en fase líquida pren l'energia necessària per vaporitzar, del mateix aire que s'humidifica i refreda alhora. És el mateix procés natural que succeeix sobre la superfície de rius, llacs i mars.
 - Avantatges: Molt poc consum d'energia.
 - Inconvenients: Cal dur a terme controls de legionel·la. Requereixen grans superfícies de contacte, per tant, es tracta de grans climatitzadors.
- **Humectadors d'atomització:** Sistema d'humectació adiabàtica igual que l'anterior però on l'aigua es pulveritza en petites partícules (aerosols) mitjançant discs giratoris amb una corona dentada perimetral contra la qual xoquen les gotes d'aigua desplaçades per la força centrífuga (**atomitzador centrífug**), o les partícules d'aigua es desprenen per la vibració a molt alta freqüència d'un cristall piezoelèctric (**humectadors d'ultrasons**).
 - Avantatges: Bon rendiment en relació a l'energia consumida.
 - Inconvenients: Requereixen control de legionel·la. Poden requerir descalcificadors degut a l'emissió de sals contingudes a l'aigua.
- **Humectadors de vapor:** Sistema d'escalfament de l'aigua fins a convertir-la en vapor. L'humectador disposa d'un dipòsit d'aigua i mitjançant resistències calefactores o elèctrodes, escalfa l'aigua i genera vapor.
 - Avantatges: Permeten un control precís de la humitat. No requereixen control de legionel·la, ja que en escalfar l'aigua fins a convertir-la en vapor s'eliminen els bacteris.
 - Inconvenients: Elevat cost energètic. Requereixen descalcificador. Poden patir moltes avaries en aigües dures.

Tots aquests humectadors (d'evaporació, d'atomització i de vapor) disposen d'una safata o dipòsit on s'acumula l'aigua. Els més petits no disposen d'instal·lació automàtica d'aportació d'aigua, és a dir, no estan connectats a cap xarxa de subministrament d'aigua, sinó que els seus dipòsits o safates són emplenats manualment pels usuaris.

Pel que fa als sistemes de deshumectació, cal diferenciar:

- **Deshumectació química.**

La disminució de la humitat de l'aire es produeix mitjançant l'ús d'adsorbents (carbons activats, gel de sílice, etc.) o absorbents (clorurs, bromurs, etc.). En el procés s'allibera calor i la temperatura de l'aire augmenta. En climatització industrial habitualment s'utilitzen deshumectadors mecànics amb rotors amb gel de sílice. La regeneració del gel del rotor es produeix per escalfament de l'aire exterior que passa a través del rotor extraient la humitat continguda.

En els equipaments culturals (museus, sales d'exposicions, ...) de l'Institut de Cultura de Barcelona és habitual trobar aquest tipus de deshumectadors amb control de la humitat amb gel de sílice.

- **Deshumectació per refredament.**

La disminució de la humitat de l'aire es produeix com a conseqüència d'una disminució de la temperatura per sota de la seva temperatura de rosada provocant la condensació. Les bateries de fred dels climatitzadors experimenten aquest procés, i refreden l'aigua de circulació mitjançant l'addició de glicol per tal que la temperatura d'entrada de la bateria estigui entre 1° i 5°C i la de retorn entre 4° i 8°C.



4.2.4. Principals sistemes de climatització

Els sistemes de climatització engloben tots els elements, l'objectiu dels quals és mantenir les condicions termodinàmiques desitjades en un local.

Un sistema de climatització té per finalitat les tasques següents:

- Controlar la temperatura del local i de l'aire (escalfar o refredar).
- Controlar la humitat de l'aire (humidificar o extreure humitat).
- Controlar la qualitat de l'aire (ventilar amb aire exterior, filtrar partícules, gasos).

El disseny del sistema de climatització ha de garantir que ni la velocitat d'aire impulsat ni el soroll del propi equip quan el fluid circula pels conductes o a la sortida pels difusors, molesti els usuaris de l'edifici.

Un sistema de climatització està format pels elements següents:

- Generadors o productors de fred i/o calor. Representen el nucli del sistema, ja que generen l'energia tèrmica que necessita l'edifici per tal de ser condicionat.
- Unitat de tractament d'aire (UTA) o climatitzador. És una unitat que fa el tractament de l'aire que cal subministrar al local o edifici, ja sigui amb aire de recirculació o de l'exterior.
- Unitats terminals (UT) o emissors. Reben els fluids primaris de la central de tractament i transmeten les condicions tèrmiques requerides a les diferents estances de l'edifici. Garanteixen que la velocitat de l'aire sigui la correcta i són responsables del nivell sonor que produeix la instal·lació de clima.
- Elements intermedis. Totes les canalitzacions

(conductes i canonades) i accessoris (caixes de ventilació, comportes, bombes, vàlvules...).

- Equips de control, regulació i seguretat. Garanteixen que el funcionament de la instal·lació sigui el correcte, per tal d'obtenir el confort, la higiene i la seguretat requerides.

Alguns conceptes bàsics que cal conèixer a l'hora d'analitzar o projectar un sistema de climatització són:

- *Free-cooling* i *free-heating*: aprofitament del fred/calor de l'aire exterior en els sistemes de condicionament d'aire.
- Refredament adiabàtic en recuperadors de calor: s'augmenta la humitat relativa de l'aire d'extracció abans de l'intercanvi energètic amb l'aire d'aportació (en aquest cas la humitat relativa no augmenta).
- Calor sensible: temperatura.
- Calor latent: humitat.
- Comparació entàlpica: comparació de les condicions de temperatura i humitat d'un sistema.
- VRV (volum de refrigerant variable): qualsevol sistema o equip que presenti la possibilitat de modificar el cabal del fluid refrigerant, en funció de les demandes.

Una climatització típica es basa en l'ús d'equips autònoms per climatitzar zones puntuals amb necessitat de potències petites o mitjanes: de 1.200 a 120.000 W. En un sistema autònom, la unitat de producció de fred o calor i la unitat de tractament d'aire estan incloses en el mateix aparell, el qual s'ubica normalment a la mateixa zona que es vol climatitzar. Aquests equips unitaris estan compostos, almenys, dels elements següents: condensador, evaporador, circuit frigorífic, compressor, controls automàtics, filtres i ventiladors. També formen part del sistema integrat les anomenades unitats split o partides, en què s'ha separat la unitat condensadora de l'evaporadora.



Els sistemes de climatització es poden classificar de forma genèrica en funció del fluid utilitzat per transportar l'energia tèrmica (fred o calor) i que s'introdueix als locals a través dels equips o elements terminals per tal de controlar les variables esmentades.

Així, els sistemes de climatització segons el fluid utilitzat es poden classificar en:

- Sistemes tot aire (d'aire i temperatura constant o variable).
- Sistemes tot aigua (d'aeroterms a 2 tubs, a 4 tubs, de radiadors o de terra o sostre radiant).
- Sistemes aire-aigua (d'inducció, d'aeroterms –fan coils– amb aire suplementari, de superfícies radiants amb aire complementari).
- Sistemes d'expansió directa o de refrigerant (amb unitats compactes, sistemes partits -splits i multisplits- o amb volum de refrigerant variable).

Hi ha altres criteris per classificar els sistemes d'aire condicionat com, per exemple, pel tipus de tractament d'aire o segons la regulació.

4.2.4.1. Sistemes tot aire

En un sistema tot aire s'utilitza un cabal d'aire tractat per tal d'aconseguir les condicions de confort del local.

Les unitats terminals d'aquest sistema són unitats de difusió: difusors i reixetes, així com, en certs casos, unitats de control de la quantitat d'aire a subministrar, com les comportes.

La unitat central és la unitat de tractament d'aire (UTA) o climatitzador on té lloc el tractament de l'aire que s'impulsa al local. Una UTA consta dels components següents:

- L'aire de retorn procedent del local és aspirat pel **ventilador d'aspiració**. Una part d'aquest aire s'expulsa a l'exterior, i entra aire de renovació fresc de l'exterior. Entre aquests dos cabals d'aire es pot intercalar un **bescanviador de calor** per tal de preescalfar l'aire exterior de renovació. A la caixa de mescla es barregen l'aire de renovació exterior amb la part d'aire de retorn que no ha estat expulsat.
- Després, l'aire passa a través d'un **filtre** per eliminar partícules de pols i altres impureses.
- A continuació, l'aire passa a través d'una **bateria de calor o de fred**, per l'interior de la qual hi circula aigua/líquid calent o fred. La bateria de calor pot utilitzar aigua calenta, vapor o gas refrigerant. Segons sigui el fluid caloportador, estarà alimentada per una caldera (d'aigua o vapor) o per una bomba de calor.
- Finalment, abans de subministrar l'aire al local, pot ser necessari un **humectador**.

Els principals avantatges dels sistemes tot aire són:

- Centralització: elimina conduccions elèctriques i d'aigua.
- Permeten el *free-cooling* (explicat en l'apartat 4.1.9 d'aquesta guia).
- Facilitat de recuperació d'energia.
- Control de la humitat.

Els principals inconvenients són:

- Necessitat d'espai per muntar conductes.
- Díficil accés a les unitats terminals, que normalment estan situades en sostres falsos.
- Dificultat de neteja dels conductes (repercussió en la qualitat de l'aire interior).



4.2.4.2. Sistemes tot aigua

En un sistema tot aigua s'utilitza aigua com a fluid caloportador, el qual transfereix la seva energia a les unitats terminals. S'anomenen també sistemes hidrònics.

Les unitats generadores són refredadores, calderes o bombes de calor.

Els sistemes tot aigua utilitzen com a unitats terminals diferents tipus d'aeroterms (paret, cassette, per conducte, etc.), que es poden connectar amb un o dos circuits d'aigua, depenent de si la instal·lació és a dos o quatre tubs. També s'utilitzen inductors. En règim de calor, les unitats terminals poden ser radiadors convencionals o superfícies radiant (situats al sostre, sota terra o a les parets).

La ventilació s'obté per obertures practicades a les parets, i per filtració directa del propi local o edifici. Per tant, els sistemes tot aigua es caracteritzen perquè no hi ha aportació d'aire tractat, de manera que aquests sistemes no disposen d'unitats centrals de tractament d'aire. Atès que la normativa actual obliga a realitzar una ventilació forçada en cas d'implantar aquest sistema tot aigua, la ventilació es realitza de manera independent i paral·lela.

Dins d'aquests sistemes es poden distingir:

- Sistemes d'aeroterms a dos tubs.
- Sistemes d'aeroterms a quatre tubs (calefacció i refrigeració al mateix temps).
- Sistemes de radiadors (calefacció).
- Sistemes de terra o sostre radiant.

Alguns dels principals avantatges del sistemes tot aigua són:

- Millor sensació de confort que els sistemes tot aire.
- Requereixen poc espai.

- Permeten control zonificat.

I com a principals inconvenients destaquem:

- Cal preveure la instal·lació.
- Risc de condensació quan treballa en fred.
- Els convectors arrossegueuen partícules de pols en suspensió i tenen una major despesa energètica que no pas els radiadors o terres radiant.

4.2.4.3. Sistemes aire-aigua

En un sistema aire-aigua s'utilitzen simultàniament cabals d'aigua i d'aire. L'aire s'aporta per tal de ventilar l'edifici (aportació d'aire primari per garantir la qualitat de l'aire interior). L'aigua és el fluid usat per establir les condicions de confort tèrmiques requerides al local.

Les unitats generadores són: refredadores, calderes, bombes de calor i climatitzadors per al tractament de l'aire de ventilació. Com a unitats terminals es poden utilitzar aeroterms i inductors.

Atès que els sistemes aire-aigua combinen la utilització de dos fluids primaris per fer l'aportació tèrmica, a més de les dues unitats o centrals de calor i fred, calen dos equips intermedis per fer la connexió amb les unitats terminals: una xarxa de canonades d'aigua i una xarxa de conductes per a la distribució d'aire.

Els sistemes aire-aigua se subdivideixen en els grups següents:

- **Sistemes d'inducció:** les unitats terminals –inductors–, barregen l'aire primari (exterior) amb l'aire del local que passa a través d'una bateria d'aigua calenta o freda per donar-li la temperatura necessària i subministrar-lo al local. Utilitzen



bateries de tubs amb aletes que poden ser simples (2 tubs) o de doble circuit d'aigua (4 tubs). Aquest sistema s'aplica en edificis que tenen diferents càrregues tèrmiques a les seves estances, en locals amb ocupació discontinua, i en edificis on es necessita calor i fred simultàniament.

- **Sistemes d'aeroterms (*fan coils*) amb aire suplementari.** La unitat terminal és un aerotermo (*fan coil*) format per un ventilador i un serpenti pel qual circula l'aigua calenta o freda. També poden ser de bateries simples o dobles. L'aire exterior es tracta en una UTA i es transporta al local normalment de forma independent de l'aire fred o calent que passa pels aeroterms.
- **Sistemes de superfícies radiant amb aire suplementari.** Es tracta de la instal·lació d'una xarxa de canonades d'aigua pel terra, parets o sostre dels locals que es vol climatitzar, per tal d'obtenir una temperatura radiant de superfície que sigui adequada per a la climatització del local. En paral·lel necessita d'una aportació constant d'aire per ventilar i deshumectar l'edifici condicionat.

Els principals avantatges i inconvenients han estat comentats anteriorment, ja que es tracta de sistemes que combinen el transport i el tractament d'aire i d'aigua.

4.2.4.4. Sistemes d'expansió directa o de refrigerant

Són sistemes per a la climatització d'espais grans que utilitzen directament, des de la unitat exterior a la unitat interior, el propi refrigerant i en volum variable en funció de les demandes i de la simultaneïtat interna. Poden permetre

simultàniament calefacció en una dependència i refrigeració en una altra.

Els termes VRV (volum de refrigerant variable) són aplicables, en un sentit ampli, a qualsevol sistema o equip que presenti la possibilitat de modificar el cabal del fluid refrigerant, en funció de les demandes. No obstant, aquesta denominació general ha donat origen a una caracterització més restrictiva que s'aplica només a certs sistemes, lligats a patents comercials, que han resultat de l'evolució dels aparells multi *split*. Així, es denominen sistemes de VRV aquelles instal·lacions de climatització formades per:

- Equip generador: bomba tèrmica partida, amb una o varies unitats exteriors condensades per aire o aigua (generalment condensades per aire), connectades a diverses unitats interiors com cassets encastades al sostre, unitats de fals sostre en conductes, consoles vistes amb peus, unitats vistes de paret o sostre tipus split, etc. D'aquesta manera el cabal de fluid caloportador que circula pot variar per adaptar-se en cada moment a les demandes específiques dels locals.
- Distribució: un sistema directe, sense intercanviadors interposats, on el fluid refrigerant actua de mitjà caloportador, i el compressor de la unitat exterior com a bomba circuladora que el reparteix per tota la instal·lació. La xarxa de distribució cap a les unitats interiors està formada per canonades de coure.
- Unitats terminals: les unitats interiors poden controlar-se de manera independent o centralitzada, admetent equips de conducte, terra, paret o sostre.
- Control i regulació: integrat en el sistema, comanda l'ajust entre les demandes de confort,



rendiment i programació, i les necessitats tècniques dels equips, i és una part essencial i inseparable del conjunt de la instal·lació global.

El gran avantatge respecte al sistema més tradicional de circuit d'aigua calenta o freda recau en el fet que el circuit és el propi refrigerant i, per tant, disposa de major eficiència energètica en estalviar un bescanvi. Per altra banda, el compressor treballa amb volum de refrigerant variable (VRV) ajustant el treball a la demanda i, per tant, ajustant en tot moment la potència de l'equip.

Els sistemes VRV amb bombes de calor condensades per aire i amb unitats interiors de control individual amb sistemes de recuperació de calor constitueixen una bona alternativa, amb uns costos d'explotació menors que una instal·lació convencional. El COP d'aquest sistema modulant i molt versàtil permet millorar l'eficiència energètica del sistema.

Com més variació hi hagi en les unitats terminals, més gran és el benefici de la instal·lació, ja que la unitat exterior es modula o s'ajusta constantment a les necessitats existents en cada moment.

Els avantatges principals són:

- No requereix grans espais per a la instal·lació de conductes ni equips, ja que no cal disposar d'una sala de màquines especial en els edificis.
- Facilitat d'instal·lació.
- Major vida útil i control totalment electrònic. El sistema de cablejat permet comunicar les unitats interiors i exteriors i així centralitzar el sistema de control.
- Costos de funcionament baixos perquè permeten el control individual de cada zona.
- Permet recuperar calor desviant l'escalfor emesa per les unitats interiors en mode de refrigera-

ció, cap a les zones que requereixen calefacció.

- Estalvi d'un 5 % a un 8 % respecte els sistemes que empen aigua.

Malgrat tot, el sistema VRV planteja els següents inconvenients:

- Possibilitat de problemes de seguretat degut a les molt altes pressions de treball¹, a la possibilitat de fuga de gas refrigerant amb el conseqüent perill d'asfíxia en les dependències ocupades, i a l'alta toxicitat del gas refrigerant en cas d'incendi.
- Únicament es pot utilitzar el sistema de control de la marca que s'instal·li, a diferència del sistema de control en una instal·lació tipus de bomba de calor aire-aigua o aigua-aigua, on es pot escollir el fabricant.

4.2.5. Zonificació de la climatització

La zonificació o sectorització dels circuits de climatització és una eina molt eficaç en sistemes centralitzats, per assegurar el confort de tots els usuaris i, alhora, per no malbaratar recursos energètics.

Permet maximitzar l'estalvi energètic mitjançant la zonificació, ja que s'individualitza el clima de cada dependència segons la demanda. Per tant, la climatització es pot apagar en aquella zona on no es requereixi. La distribució constitueix un punt

¹ En les modificacions de les Instruccions tècniques complementàries del Reglament de Seguretat per a Plantes i Instal·lacions Frigorífiques (Ordre CTE/3190/2002, de 5 de desembre) s'han actualitzat els valors límits de càrrega màxima en quilograms per metre cúbic d'espai habitable aplicable en el local més desfavorable. D'aquesta manera es minimitza el perill de fuga de gas refrigerant i possible asfíxia en les dependències ocupades.



crític d'optimització energètica, malgrat sovint és menystinguda. Cal, doncs, prioritzar-ne el bon disseny i instal·lació, i tenir en compte l'aïllament de canonades.

La zonificació permet regular les condicions interiors de cada dependència per mitjà del control centralitzat. Quan es tracta del control d'equips que funcionen mitjançant resistències elèctriques la seva sectorització també adopta una gran importància. L'ús d'equips amb resistències elèctriques (plaques calefactores, acumuladors, etc.) es justifica per la comoditat d'instal·lació i el reduït preu d'inversió, ja que només cal endollar-los per al seu funcionament immediat. Aquests equips tenen encara una justificació d'ús per a instal·lacions domèstiques o assimilables, sempre que el seu règim de funcionament sigui baix. Tenen uns costos específics d'explotació molt alts, en funció del cost específic del kW.

Existeixen sistemes que permeten millorar el control de la climatització. Alguns d'ells es plantegen a continuació.

4.2.5.1. Vàlvula de 3 vies i control amb termòstat

Per tal d'ajustar la temperatura a cada espai, en funció de la demanda tèrmica, es poden aplicar els elements següents:

- Vàlvules de tres vies en cada emissor final.
- Element de control de temperatura (tipus sonda) per a cada espai que es vol climatitzar, que reguli les vàlvules de tres vies de cada emissor del local.

El principi de funcionament del sistema es basa a regular la temperatura ambient desitjada a partir

del cabal d'aigua circulant pels emissors afectats. En el moment en què la temperatura ambient baixa, la vàlvula de tres vies permet el pas de l'aigua cap a l'emissor. Quan s'assoleix la temperatura desitjada a la sala, el sistema tanca el cabal d'aigua que circula per cada emissor.

La incorporació d'aquest sistema en una instal·lació de climatització comporta un augment considerable del nivell de confort, i un estalvi d'energia ja que els emissors només proporcionen calor o fred quan realment es necessita a l'estança.

4.2.5.2. Vàlvula termostàtica en radiadors

En cas de disposar de radiadors, una altra opció és la instal·lació de vàlvules termostàtiques. El principi de funcionament es basa a regular la temperatura ambient desitjada a partir del cabal d'aigua circulant pel radiador afectat.

Per mantenir constant aquesta temperatura, la vàlvula termostàtica redueix automàticament el cabal d'aigua del radiador quan s'assoleix la temperatura desitjada. En el moment en què la temperatura ambient baixa, la vàlvula termostàtica augmenta el pas de l'aigua del radiador.

Com en el cas anterior, la incorporació de vàlvules termostàtiques comporta un augment considerable del nivell de confort, i un estalvi d'energia ja que el radiador només proporciona calor quan realment es necessita a l'habitable. Però a diferència del cas anterior, la vàlvula termostàtica queda més exposada i, per tant, és més susceptible de patir deteriorament i danys.



4.2.5.3. Climatització mitjançant volum d'aire variable

La climatització mitjançant volum d'aire variable (VAV) tot/res és també una eina d'estalvi energètic en el cas de climatització per conductes d'aire. El sistema VAV tot/res pot ser connectat a qualsevol tipus de climatitzador de conductes aire-aire o aire-aigua-aire. Consisteix a col·locar elements capaços de restringir el pas de l'aire en cadascuna de les sortides, com els difusors que incorporen comportes de zonificació automatitzades en funció de la temperatura de cada espai que es vol climatitzar.

Aquest sistema permet millorar el rendiment de la instal·lació, ja que només climatitza aquelles zones que ho necessiten en cada moment i augmenta el confort en poder mantenir la temperatura desitjada en tots els locals.

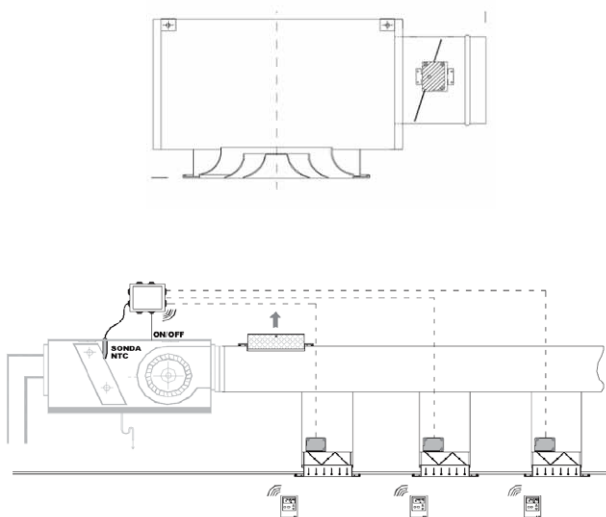


Figura 4.1 Esquema instal·lació climatització mitjançant volum d'aire variable

4.2.6. Calefacció

S'entén per calefacció la producció i distribució de calor amb aplicació al condicionament d'aire.

4.2.6.1. Generació

La generació de calor es pot fer utilitzant qualsevol dels equips següents:

- **Caldera**, que funciona habitualment utilitzant com a combustible gas natural o gas propà. Al mercat encara hi ha calderes que funcionen amb combustibles fòssils tradicionals com el carbó, gasoil o fueloil, si bé cal tenir en compte que l'ús del fueloil està prohibit dins el casc urbà. Actualment augmenta l'ús de biomassa com a combustible, ja sigui en forma tradicional de restes de producció agrària (closca d'ametlla, pinyols d'oliva, etc.) o en forma industrialitzada com, per exemple, els pèl·lets.
- **Bomba de calor**, que a més de proporcionar calor a l'hivern, també genera fred a l'estiu, gràcies a la vàlvula de quatre vies que permet invertir el cicle tèrmic. Aquests dispositius obtenen temperatures inferiors a les que obtenen les calderes, però el seu rendiment pot ser molt superior al de les calderes alimentades per combustibles fòssils tradicionals.
- **Instal·lació solar**, s'utilitza poc, però seleccionant el sistema de calefacció adequat, és perfectament vàlid i proporciona un immillorable rendiment i un òptim cost de funcionament.

La caldera en les nostres latituds és l'element emprat usualment per proporcionar calefacció i aigua calenta sanitària. Els principals tipus de calderes són els següents:



Caldera estàndard

Està dissenyada per treballar amb temperatures de retorn de l'aigua per sobre de 50°C i 70°C depenent del combustible emprat. Se'n poden distingir de dos tipus: les d'eficiència normal amb temperatures de fums inferiors a 240°C i les d'alta eficiència amb temperatures de fums més baixes, que poden arribar a estar per sota els 140°C (sense condensacions) i millor rendiment.

Caldera de baixa temperatura

Pot funcionar continuament amb una temperatura d'aigua d'alimentació entre els 35°C i 40°C. Aquest rendiment s'assoleix amb el disseny dels tubs de fums (doble o triple paret) aconseguint el manteniment de la temperatura al costat dels fums per sobre del punt de rosada (en determinades condicions pot presentar condensacions). El seu rendiment és superior al de les calderes estàndards. Principalment s'aplica en instal·lacions on es pugui treballar a baixes temperatures durant un nombre d'hores elevat.

Caldera de condensació

Està dissenyada per poder condensar de manera permanent una part important del vapor d'aigua contingut en els gasos de combustió, aconseguint l'aprofitament de l'escalfor latent de vaporització i augmentant el seu rendiment. Les calderes convencionals i de baixa temperatura poden aprofitar fins al PCI (poder calorífic inferior), mentre que les de condensació poden també aprofitar fins al PCS (poder calorífic superior). El seu rendiment és superior al de les calderes estàndards i de baixa temperatura, i poden arribar fins al 109 % (sobre el PCI).

El gas natural o el gas propà són els combustibles més adequats per ser utilitzats en calderes de condensació, ja que del procés de condensació es pot recuperar una gran quantitat de calor sense

problemes greus de formació d'àcids. En la figura següent es representen els rendiments estacionals en funció del factor de càrrega.

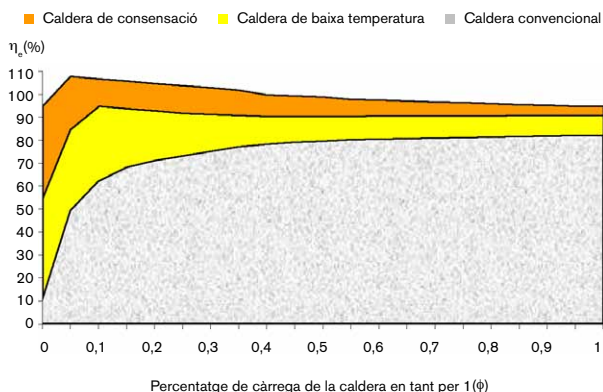


Figura 4.2 Comparació rendiment caldera convencional, baixa temperatura i condensació

Diferents tipus d'instal·lacions

La caldera de condensació és un producte indicat per a qualsevol tipus d'instal·lació, si es vol obtenir calefacció i/o aigua calenta sanitària, independentment de la temperatura de treball, tipus d'emissors, etc. En qualsevol cas, el confort obtingut gràcies als marges de regulació, i l'estalvi d'energia (rendiment superior al 97 %) sempre seran molt superiors als de les calderes amb generador de combustió tradicional i, per descomptat, l'emissió d'elements contaminants a l'atmosfera és molt menor. No obstant això, existeixen aplicacions en què es potencien encara més els beneficis d'aquesta caldera. Són aquelles on per motius de confort dels emissors, treballen a menor temperatura o, simplement, on es necessiten sistemes poc contaminants amb objectius ecològics. A més, en treballar a baixa temperatura, es millora el rendiment i, per tant, disminueix el consum.

La utilització d'una caldera de condensació en instal·lacions de terra radiant és, doncs, una apli-

ció idònia, ja que en treballar a baixa temperatura el rendiment serà el màxim i la caldera no patirà problemes de condensacions no controlades.

4.2.6.2. Distribució

Els elements generadors transmeten calor a un fluid caloportador o fluid tèrmic, que es transporta a les diferents unitats terminals dins l'edifici que transmeten, al seu torn, la calor del fluid al local. En calefacció, les unitats terminals s'acostumen a anomenar emissors de calor:

- Radiadors: n'hi ha de diferents tipus i materials: de fosa, d'acer i d'alumini.
- Sistemes de terra, paret o sostre radiant: s'escalfa el terra, paret o sostre dels diferents locals de l'edifici, que transmeten l'escalfor al local.
- Aeroterms: són pràcticament idèntics als utilitzats en el cas de la refrigeració. Consisteixen en una bateria de calor i un ventilador.

Tal com s'ha comentat anteriorment, existeixen instal·lacions de calefacció en què el fluid caloportador és l'aire. En aquest cas es tracta l'aire en una UTA, donant-li la corresponent temperatura per tal de distribuir-lo per tot l'edifici. És important tenir en compte que els sistemes convectius (sistema tot aire, amb unitats terminals d'aeroterms), no donen el confort que s'obté amb els sistemes per radiació que, a més, són més eficients en llocs de clima fred en què la calefacció és molt necessària.

4.2.6.3. Rendiment generadors de calor

El rendiment del generador de calor és un aspecte clau per a l'estalvi i l'eficiència energètica dels sistemes de climatització. En els casos en què el

generador de calor és una caldera, cal optimitzar el rendiment del procés de combustió.

El procés de combustió és la reacció química d'oxidació d'un combustible. Per tal que el procés de combustió es realitzi de forma completa es necessita una quantitat teòrica d'aire que varia per cada combustible i que, en el cas del gasoil, és de 13,90 kg, per al propà és de 15,62 kg i per al gas natural de 16,84 kg per cada kg de combustible (aire estequiomètric). No obstant, la combustió no és perfecta i es produeixen incrementats (monòxid de carboni, hidrogen i d'altres components).

Per tant, i a fi de realitzar una mescla total de tots els elements que intervenen en la combustió, cal treballar amb un excés d'aire sobre el teòric, que serà de l'ordre de l'11 al 24 %, depenent del tipus de combustible i caldera utilitzada.

En un procés de combustió poden donar-se, bàsicament, cinc possibles casos:

- a) Combustió amb defecte d'aire.
- b) Combustió amb excés d'aire.
- c) Combustió amb incrementats.
- d) Combustió amb excés de temperatura en els fums.
- e) Combustió òptima.

Per optimitzar el rendiment del cremador cal doncs realitzar controls periòdics que permetin ajustar els paràmetres de combustió.

4.2.7. Refrigeració

S'entén per refrigeració la producció i distribució de fred amb aplicació al condicionament d'aire. En general es diferencien dues formes de produir fred: per compressió i per absorció.



4.2.7.1. Refrigeració per compressió

La refrigeració per compressió de vapor és una de les maneres més difoses i utilitzades per produir fred. El sistema per compressió està format per un circuit en què hi circula un líquid refrigerant que normalment és un freó. Aquest refrigerant actua com un 'transportador' de calor, de manera que l'escalfor que s'extreu d'un lloc es porta cap a un altre per dissipar-la.

Els refrigerants escollits per refrigerar són líquids molt volàtils que canvien de fase líquida a vapor a baixa temperatura, a la pressió atmosfèrica. Els quatre elements mecànics que componen el cicle de fred per compressió són:

- **Evaporador.** Dispositiu en què el refrigerant en estat líquid passa a l'estat vapor i, per tant, hi ha absorció de calor. L'evaporador és doncs un bescanviador de calor en què s'utilitza l'escalfor que hi ha en el local o edifici per fer evaporar el líquid refrigerant.
- **Compressor.** Dispositiu que comprimeix el gas refrigerant per tal d'augmentar-ne la pressió i temperatura.
- **Condensador.** Dispositiu en què el refrigerant canvia d'estat passant de vapor a líquid, moment en què es produeix la calor que haurà de ser dissipada. Aquesta dissipació es fa normalment amb aire o aigua. El condensador és, per tant, un bescanviador que ha de dissipar la calor que el cicle ha absorbit a l'evaporador i la calor com a conseqüència del treball produït pel compressor.
- **Vàlvula d'expansió termostàtica o restrictor.** Component que proporciona una baixada de temperatura i pressió al líquid refrigerant. Tots aquests elements estan normalment integrats en un mateix equip frigorífic.

El rendiment tèrmic dels sistemes de refrigeració es coneix amb les sigles COP (coeficient de funcionament) i es defineix com la relació entre l'energia útil obtinguda i l'energia subministrada:

$$\text{COP} = \frac{\text{kWfrigorífics}}{\text{kWelèctrics}}$$

Els kW frigorífics corresponen a la calor que s'absorbeix de l'ambient que es vol refrigerar o a la potència frigorífica de la màquina. Els kW elèctrics corresponen a la potència absorbida pel compressor per fer funcionar la refredadora.

Les unitats refredadores es poden classificar, segons els fluids d'intercanvi en evaporador i condensador, en:

- Les unitats aire-aire utilitzen aire exterior per a la condensació (el més habitual) i produeixen aire fred.
- Les unitats aire-aigua utilitzen aire exterior per a la condensació i produeixen aigua freda.
- Les unitats aigua-aire utilitzen aigua per a la condensació i produeixen aire fred. L'aigua per a la condensació pot venir d'una torre de refrigeració (risc de legionel·losi), aigua freàtica o superficial (riu, llac o mar).
- Les unitats aigua-aigua utilitzen aigua per a la condensació com en el cas anterior i produeixen aigua freda.
- Les unitats geotèrmiques (terra-aigua o terra-aire) fan la condensació amb el terreny i produeixen aigua o aire fred. La seva aplicació òptima és combinar-la amb climatització per sostre radiant.

Una altra classificació típica dels sistemes de refrigeració per compressió és segons el tipus de **compressors** usats en el cicle de refrigeració (ordenats de més a menys eficiència):



- Centrífugs
- Cargols
- Alternatius oberts
- Alternatius semihermètics
- *Scroll* (hermètic)
- Rotatiu (hermètic)
- Alternatiu hermètic

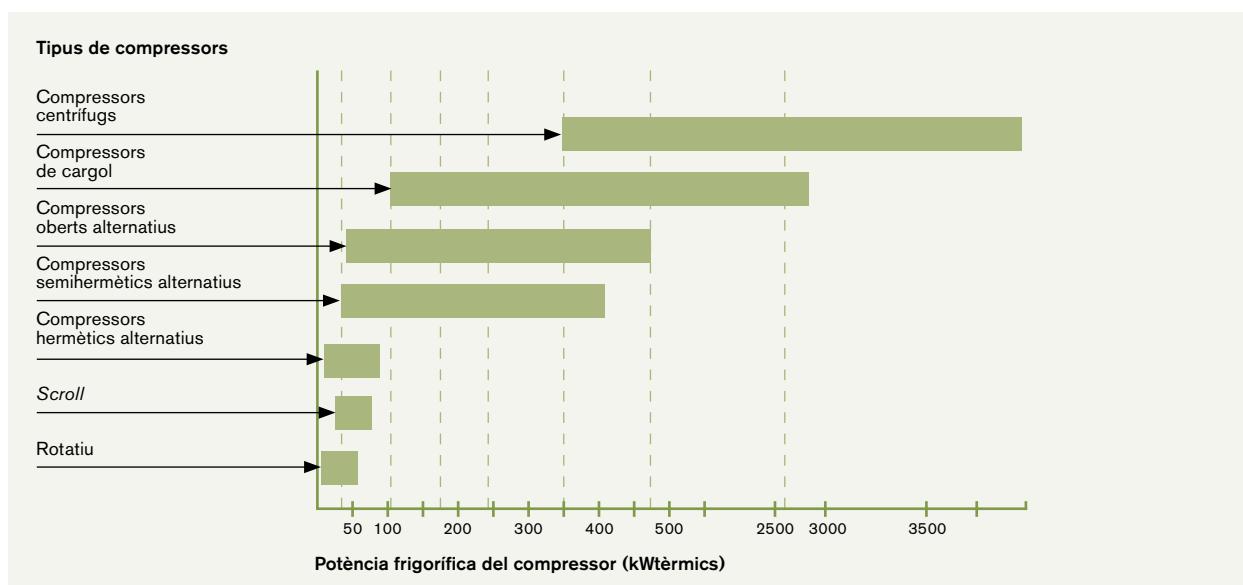


Figura 4.3: Rangs de potència frigorífica segons el tipus de compressor
 Font: Estalvi i eficiència en edificis públics. Col·lecció quadern pràctic, número 2. ICAEN

Compressor *scroll*

Aquest tipus de compressor utilitza dues espirals per realitzar la compressió del gas. Les espirals es disposen cara contra cara. La superior és fixa i incorpora la porta de descàrrega, mentre que la inferior és l'espiral motriu. Les espirals disposen de segells al llarg del perfil en les càrregues oposades, que actuen com a segments dels cilindres proporcionant un segell de refrigerant entre ambdues superfícies. El centre del coixinet de l'espiral i el centre de l'eix del cigonyal del conjunt motriu estan desalineats. Això produeix una excentricitat o moviment orbital de les espirals mòbils.

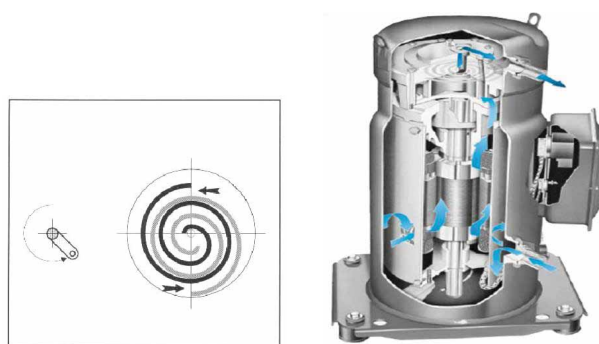


Figura 4.4: Imatges compressor Scroll

El moviment orbital permet a les espirals crear borses de gas, i degut a que l'acció orbital continua, el moviment relatiu entre ambdues espirals, fixa i mòbil, obliga a les borses de refrigerant a desplaçar-se cap a la porta de descàrrega en el centre del conjunt, fent disminuir progressivament el volum de gas. Les característiques principals d'aquest compressor són:

- Més fiabilitat que el compressor alternatiu.
- Nivell de vibracions baix, compressió contínua i no bategant.
- Manca de conversió del moviment alternatiu a rotatiu, rendiment energètic molt bo.
- Emissió sonora en alta freqüència (més fàcil d'atenuar).
- No pot treballar a càrregues parcials.
- Potències de compressor unitàries petites.

Compressor de cargol

El seu nom prové de la forma d'eix dels seus rotors, semblants a un engranatge de tall oblic. El rotor principal normalment té quatre espirals de secció circular i el rotor auxiliar té sis canals en forma de cargol. En girar el rotor principal i l'auxiliar pressionen el volum de gas, que és transportat de manera contínua d'una part a l'altra del cargol o engranatge. Normalment aquests compressors treballen inundats d'oli, per tal d'augmentar l'estanquitat interna de l'engranatge.

Les característiques principals d'aquest compressor són:

- Control de capacitat continu.
- Altíssima fiabilitat.
- Índex d'avaries 11 vegades menor que un compressor alternatiu.
- Certa tolerància als cops de líquid.
- Nivell de vibracions molt baix, compressió contínua i no polsant.

- No hi ha conversió del moviment alternatiu a rotatiu, rendiment energètic molt bo.
- Emissió sonora en alta freqüència (més fàcil d'atenuar).
- Capacitat de treballar a càrregues parcials del 25-100 % en mode continu (sense esglaons de potència).
- Actualment un dels millors compressors existents al mercat.

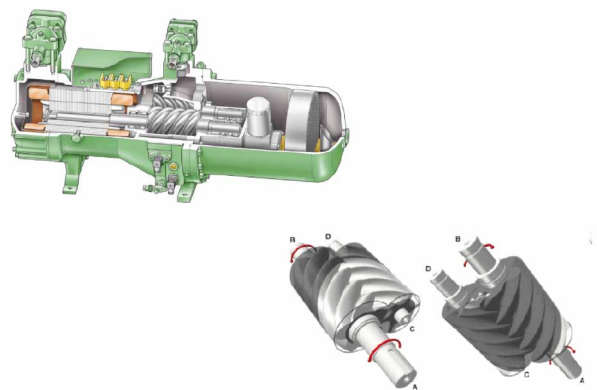


Figura 4.5: Imatges compressor de cargol

Compressors de levitació magnètica

D'entre totes les tecnologies emprades en plantes refredadores cal destacar les que incorporen compressors de levitació magnètica.

Aquest tipus de compressor no necessita oli ja que el rotor està levitant respecte a l'estator. En no produir-se friccions de cap tipus, el rendiment a càrregues parcials és molt alt, les vibracions són pràcticament inexistentes i el nivell sonor és mínim. L'eliminació de l'oli permet millorar el rendiment sobretot a llarg termini, ja que amb el pas del temps queda una capa d'oli en els intercanviadors que dificulta l'intercanvi de calor.

Els compressors poden treballar des de 21.000 rpm fins a 48.000 rpm controlats amb un sistema

DC inverter. Des d'un punt de vista energètic, això els permet modular la potència frigorífica del 10 al 100 % de la seva potència real i permet un ajustament exacte a les necessitats de la instal·lació en cada moment.

Les característiques principals d'aquests compressors són:

- Funcionen sense oli: coixinets magnètics.
- El rotor i l'estator no estan en contacte.
- La fiabilitat augmenta d'una forma espectacular.
- Estalvi energètic: coixinets magnètics.
- Els compressors magnètics necessiten només 0,2 kW per realitzar la seva funció.
- El nivell sonor d'aquests compressors és extremadament baix degut a l'absència total de vibracions.
- És possible fer la prova de la moneda damunt del mateix compressor.
- Absència de vibracions en les bateries condensadores.
- No es transmeten vibracions als forjats.
- Un milió de mostrejos per segon de posició del rotor permeten mantenir una tolerància màxima de 0,0127 mm.
- La utilització d'un motor síncron a imant permanent de neodini ha estat decisiu per reduir les dimensions respecte a un motor elèctric convencional en una relació de 10 a 100.
- En cas de pèrdua d'alimentació elèctrica el rotor actuarà com a generador.
- Màxima durabilitat: refrigeració del motor independent.
- Precisió en la temperatura de sortida de l'aigua.
- Gràcies al control de velocitat del compressor, la unitat permet regular la temperatura de l'aigua de sortida de l'evaporador d'una forma contínua i precisa $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Disposa d'un dels millors rendiments estacionals del mercat.
- Disponible en condensació per aire i aigua.

Nota: Les unitats amb compressor de cargol tenen un rendiment semblant a les unitats que incorporen compressors Scroll. No obstant, el seu índex de fiabilitat és altíssim, i la seva durabilitat molt més elevada que amb compressor Scroll. Pel que fa a la unitat de levitació magnètica, cal dir que presenta el rendiment més òptim, però també el preu final més elevat.

4.2.7.2. Refrigeració per absorció

El cicle d'absorció segueix principalment el mateix esquema que el cicle de compressió, però substitueix la compressió del líquid refrigerant per un procés d'absorció, que enlloc d'aportar energia elèctrica per a la compressió, necessita una aportació d'energia tèrmica per tancar el cicle.

Aquesta aportació d'energia tèrmica permet l'ús directe de combustibles fòssils o vapor, de processos industrials, aigua escalfada per energia solar tèrmica, etc. que permeten reduir de manera substancial l'energia primària necessària per produir fred.

Les unitats de refrigeració per principi d'absorció s'apliquen normalment a grans instal·lacions amb elevades necessitats de fred. L'absència d'un compressor mecànic té l'avantatge de produir menys vibracions i menys soroll que les unitats que funcionen segons el cicle de compressió de vapor.

El funcionament del cicle d'absorció es basa en l'afinitat que tenen certes substàncies entre elles i que afavoreix el procés d'absorció química.

Es diferencia entre:

- Cicles d'absorció d'una sola etapa: la parella fluid refrigerant/absorbent acostuma a ser del tipus amoníac/aigua.



- Cicles d'absorció de doble etapa: la parella fluid refrigerant/absorbent és d'aigua/bromur de liti. El generador està dividit en dues parts, una d'alta temperatura i l'altra de baixa. Aquesta divisió n'augmenta l'eficiència malgrat apareix el risc de cristallització del fluid.

L'efecte doble permet fer passar el COP (coeficient entre l'energia frigorífica produïda i la despesa calorífica necessària), d'una mitjana de 0,6-0,7 a més d'1 en les condicions nominals de funcionament (COP frigorífic mesurat sobre el PCS del gas natural). La doble etapa permet d'altra banda, alternar el mode generació calor amb el mode fred o la generació simultània de fred i calor.

Cicles d'absorció	ETAPA SIMPLE	DOBLE ETAPA
Fluid refrigerant / absorbent	amoníac / aigua	aigua / bromur de liti
COP	0,6-0,7	1-1,2
Temperatura generador	80-120 °C	130-180 °C
Temperatura fred	7-12°C	4,5-16°C
Temperatura refrigeració	15-35 °C	15-40 °C

Taula 4.1: Característiques principals cicle d'absorció d'una etapa i d'etapa doble

4.2.7.3. Refrigeració solar

L'aplicació d'energia solar als sistemes de refrigeració d'edificis és una tecnologia emergent que té diversos avantatges:

- La càrrega màxima de refrigeració, en general coincideix amb la radiació solar màxima disponible.
- Els equips utilitzen fluids de treball que són totalment inofensius, com ara aigua i solucions salines.
- Permet explotar les instal·lacions d'energia solar tèrmica d'una manera eficient durant l'any.

Malgrat això, el cost d'inversió dels diferents components de les unitats de refrigeració solar (captadors solars, rodes dessecants, refrigeradors d'adsorció, etc.) és molt més elevat que el dels components d'un sistema convencional, fet que motiva que l'aplicació dels sistemes solars sigui encara incipient.

Les instal·lacions de refrigeració basades en l'energia solar es poden classificar en sistemes oberts i sistemes tancats.

- Sistemes oberts: el refrigerant, que sempre és aigua, està en contacte amb l'atmosfera. Es basen en la refrigeració per dessecació i per evaporació.
- Sistemes tancats: se subministra calor solar a un refrigerador alimentat tèrmicament que produeix aigua freda. Aquesta aigua es pot distribuir directament al sistema d'aire condicionat per mitjà d'aeroterms o sostres de refrigeració (sistema amb aigua), o a un serpentí de refrigeració en una unitat de tractament d'aire (sistema tot aire). Actualment, hi ha dos tipus d'equips al mercat: refrigeradors d'absorció (els més usats) i refrigeradors d'adsorció.

4.2.8. Bombes de calor

La bomba de calor és un sistema d'expansió directa de gas refrigerant que pot funcionar tant per refrigeració com per calefacció, ja que la bateria o intercanviador que funciona durant l'estiu com a evaporador, passa a funcionar com a condensador a l'hivern.

La climatització amb sistemes d'expansió directa de gas refrigerant consisteix a traspasar calor d'un focus fred a un focus calent mitjançant una màqui-



na termodinàmica que és l'anomenada bomba de calor. En règim de calefacció es bomba calor des de l'exterior cap a l'interior, i en règim de refrigeració es bomba calor des de l'interior cap a l'exterior. Per tant, aquest sistema necessita d'un bescanviador amb l'exterior ubicat a la unitat exterior. La unitat exterior acostuma a tenir també el compressor, el sistema de control del conjunt i, en el cas de ser una màquina condensada amb aire, també disposa dels ventiladors per forçar el pas de l'aire per la bateria. El traspàs de calor dins l'edifici es realitza amb les unitats interiors, que bàsicament estan formades per la bateria, el ventilador per forçar el pas d'aire i els elements de regulació.

Per al funcionament del sistema cal aportar energia elèctrica, principalment per alimentar el compressor que fa circular el gas refrigerant. Com més diferència de temperatura hi hagi entre el focus fred i el focus calent, més energia caldrà aportar al compressor per obtenir les mateixes prestacions tèrmiques.

En certs edificis es pot donar el cas de necessitar en algunes dependències refrigeració i en d'altres, calefacció. En aquests casos, amb la tecnologia adequada (recuperadors de calor), es pot aprofitar l'excés de calor recuperat en la refrigeració per calefactar, i viceversa. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables i s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida.

4.2.8.1. Producció de fred i calor mitjançant bombes de calor aire-aigua o aigua-aigua

L'avantatge fonamental d'una bomba de calor és que consumeix menys energia que la que subministra. Aquesta aparent contradicció amb un dels principis més sòlids de la termodinàmica, s'explica pel fet que recuperem energia gratuïta de l'ambient exterior.

Les bombes de calor extreuen calor de l'ambient exterior i el distribueixen en els locals a través d'un circuit d'aigua a baixa temperatura (7°C) a l'estiu, i a mitja temperatura a l'hivern (50°C).

Els sistemes de refrigeració d'aquests equips poden ser:

- Condensats per aire
- Condensats per aigua

Els sistemes condensats per aigua proporcionen un rendiment superior. No obstant, els costos derivats dels controls a què s'han de sotmetre –sobretot per la legionel·la– són més elevats.

A causa d'aquests controls a què s'han de sotmetre les torres de refrigeració, la tendència per a petites i mitjanes instal·lacions és la utilització de l'aire com a element refrigerant. Així, la bomba de calor més usada és la que correspon a la configuració aire-aire.



Figura 4.6: Sistema de refrigeració Carrier



Es poden considerar varis tipus d'instal·lacions en funció de les unitats terminals utilitzades. En aquest cas, cal considerar les següents unitats finals:

- *Fan coils* de sostre
- *Fan coils* de terra
- *Fan coils* de paret
- *Fan coils* per conductes d'aire

El sistema consisteix a disposar d'una bomba de calor aire-aigua o aigua-aigua i a partir d'aquí distribuir l'aigua freda generada a 7°C, o calenta a 50°C, segons sigui la temporada, a cada planta de l'edifici que ho precisi. Una vegada l'aigua arriba a cada una de las plantes, es poden utilitzar les unitats terminals per a cadascuna de les dependències que es vol climatitzar.

Les bombes de calor poden incorporar recuperació total de calor. Aquest sistema comporta una eficiència energètica molt superior.

Aquest sistema és especialment interessant en edificis grans on es pot donar el cas de necessitar refrigeració en algunes dependències i calefacció en d'altres. En aquests casos, amb la tecnologia adequada, es pot aprofitar l'excedent de calor recuperat en la refrigeració per calefactar o produir ACS, i es pot aprofitar l'escalfor extreta de la refrigeració per calefactar les dependències que ho demanin. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables i s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida, a més de no generar pèrdues de confort en canvi de temporades. Enlloc d'utilitzar una bomba de calor, el sistema pot estar format per una o varies calderes per a la generació de calor i una o varies plantes refredadores per a la generació de fred.

4.2.8.2. Bombes de calor geotèrmiques

Les bombes de calor es classifiquen segons la font de calor i el medi al qual transfereixen calor o fred. Així doncs, un altre tipus de bombes de calor que trobem són les bombes geotèrmiques on el medi d'intercanvi no és l'aire ni l'aigua, sinó el terra. Un dels avantatges d'aquesta tecnologia és que el medi es troba a temperatura constant durant tot l'any. L'ús de bombes de calor geotèrmiques en la climatització d'edificis és encara escassa a Catalunya.

A l'apartat 5.5 d'aquesta guia es poden consultar més detalls d'aquesta tecnologia; en concret, destaca la fitxa de recomanació "Instal·lació sistema d'energia geotèrmica".

4.2.8.3. Temperatura de consigna flotant de les bombes de calor

Les bombes de calor cal que disposin del control corresponent, normalment termòstats i una centralita de control, per tal de regular la temperatura de consigna en funció de la temperatura exterior.

Amb la regulació de la temperatura de consigna, l'equip productor de calor i fred modularà la potència, evitant moltes parades i engegades innecessàries. En el cas de disposar de més d'una bomba, aquestes regularan la seva potència de manera simultània evitant que una màquina treballi a ple rendiment i l'altra estigui aturada.

Cal evitar, en el disseny de les instal·lacions de climatització, diferències importants entre el focus fred i el focus calent, dimensionant correctament les instal·lacions interiors per tal que puguin treballar a baixa temperatura o a una temperatura propera a l'ambiental. Com més diferència existeixi, més



energia caldrà aportar al compressor per obtenir les mateixes prestacions tèrmiques.

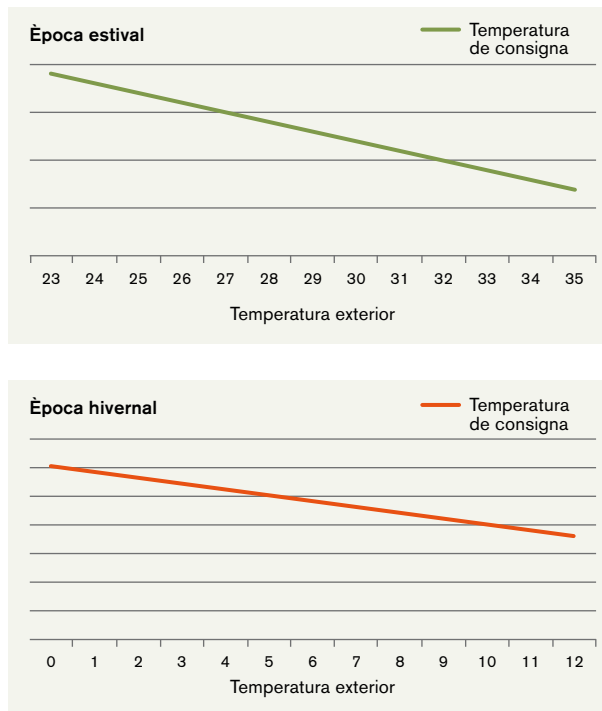


Figura 4.7: Exemple evolució temperatura consigna en funció de la temperatura exterior (estiu i hivern)

4.2.9. Torres de refrigeració i condensadors evaporatius en instal·lacions aigua-aigua

Els sistemes de refrigeració es classifiquen en sistemes oberts i sistemes tancats. Des del punt de vista del consum d'aigua, la diferència entre ambdós és molt important. Els sistemes oberts fan ús de l'aigua una sola vegada i, a continuació, la retornen a l'exterior. Els sistemes tancats recirculen l'aigua de forma contínua per a la seva reutilització. Els sistemes tancats poden, a la vegada, dividir-se en sistemes amb recirculació oberta, denominats

semioberts (o semitancats), i en què l'aigua escal·fada en el procés de refrigeració es refreda de nou mitjançant l'evaporació d'una part de la massa que cedeix calor latent, mentre que en el tipus de recirculació tancada l'aigua és refredada per un altre sistema de refrigeració.

Les primeres instal·lacions de refrigeració eren sistemes oberts. Aquests sistemes es continuen utilitzant en petites instal·lacions, o en grans sistemes on l'aigua és abundant i, per tant no arriben a assolir-se augments importants de la temperatura de l'aigua, com en el cas dels condensadors de grans centrals tèrmiques situades al costat del mar o grans rius.

El sistema completament tancat no és més que un circuit intermedi, on s'aprofiten les particulars característiques de l'aigua per absorbir calor en un pas intermedi, i en els que finalment l'alliberament de calor al medi receptor, es fa a través d'una segona superfície de bescanvi.

El sistema semiobert típic és la torre de refrigeració, encara que existeixen altres alternatives per aconseguir la vaporització d'una part de l'aigua. L'elevada escalfor latent de l'aigua permet que per cada gram d'aigua evaporada es puguin refredar molts grams d'aigua líquida, en varis graus centígrads. Les torres de refrigeració poden ser de tir natural o de tir forçat.

- Les torres de tir natural, en general, tenen alçades considerables i una forma hiperbòlica que els proporciona un òptim tir natural de l'aire i una bona estabilitat estructural.
- Les torres de circulació artificial o mecànica fan circular l'aire, que conduirà l'aigua evaporada mitjançant un tir forçat o induït. La selecció d'un o altre tipus de tir depèn de les condicions par-



ticulars de la instal·lació. En el tir forçat els ventiladors es troben a la base de l'equip i forcen l'aire contra les gotes d'aigua en descens. Com que l'aire que impulsen és sec, els ventiladors no pateixen corrosions o dipòsits de sòlids.

– En el tir induït, els ventiladors se situen a la part superior de la torre i indueixen una circulació de l'aire, més creuada o més en contracorrent segons el disseny. En contracorrent s'aconsegueixen eficàcies màximes perquè l'aigua més freda està en contacte amb l'entrada d'aire.

– En un flux creuat l'aire troba menys resistència i es redueixen els consums de potència. En tots els casos s'empren uns separadors de gotes que redueixen les pèrdues d'aigua per arrossegament.

A continuació, es pot observar un esquema bàsic dels tipus de torres de refrigeració emprats habitualment. Per optimitzar el refredament del sistema amb una minimització del consum elèctric, al mercat es poden trobar:

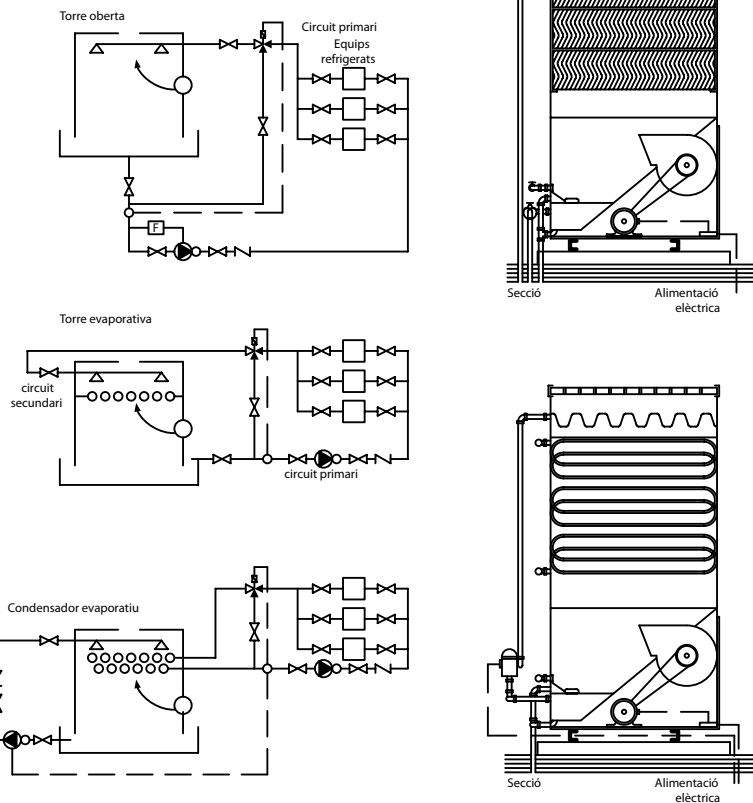


Figura 4.8: Esquema bàsic de torres de refrigeració

- Controladors automàtics de temperatura: en funció de la temperatura de sortida de la torre, seleccionen la velocitat dels motors dels ventiladors, i mantenen la temperatura de consigna.
- Reguladors de velocitat: una de les aplicacions típiques dels variadors de velocitat són les relacions amb les bombes i ventiladors que intervien directament en una torre de refrigeració, tant per la freqüent variabilitat de la càrrega tèrmica aplicada a l'equip com per la dependència de les condicions de l'aire ambient. Les prestacions reals exigides estan la major part del temps per sota de les condicions òptimes de disseny.

El manteniment de la temperatura de consigna de l'aigua de sortida, permet obtenir estalvis d'energia de l'ordre del 30 % de promig. Així, la reducció de velocitat de gir dels ventiladors d'una torre, permet reduir la potència consumida, assolint així una reducció relativa molt inferior a la seva resposta tèrmica.

D'altra banda, i amb referència a les bombes dels circuits de refrigeració –connectats a màquines o elements que cal refrigerar–, el seu funcionament acostuma a ser continu i no es considera la pressió de la xarxa d'aigua de refrigeració per al seu accionament.

Així, quan les màquines que cal refrigerar deixen de funcionar, la pressió de la xarxa augmenta, i es manté el cabal de refrigeració, fet que implica uns costos de bombament innecessaris. Per solucionar aquest problema es pot instal·lar un transductor de pressió a la xarxa d'aigua de refrigeració, connectat al regulador de velocitat de la bomba, a fi de regular el cabal en funció de la pressió de consigna, i aconseguint una reducció del consum elèctric (del 10 al 40 %).

4.2.10. Generació, acumulació i distribució d'ACS

4.2.10.1 Sistema de generació d'aigua calenta sanitària

La generació d'aigua calenta sanitària (ACS) representa una part important del consum energètic d'una instal·lació. La varietat de sistemes que es poden utilitzar fa que sovint la tria no es dugui a terme tenint en compte les millors condicions des dels vessants energètic i econòmic d'explotació.

En aquest sentit, la primera opció hauria de ser sempre la producció d'ACS per mitjà d'un sistema d'energia solar tèrmica, amb intercanvi de calor amb el circuit secundari i sistema auxiliar de suport (caldera o acumulador elèctric). Si per causes justificades aquesta opció no és possible, es pot optar per la instal·lació d'un dipòsit d'acumulació i aportació de calor a través d'una caldera i d'un sistema d'intercanvi de calor.

Per exemple, l'escalfament del dipòsit es pot realitzar bàsicament amb la circulació d'aigua calenta –que es pot aconseguir a través d'una caldera– per un serpenti; en altres casos, com a sistemes d'intercanvi de calor, també es poden utilitzar intercanviadors de plaques externes al dipòsit.

No obstant, sovint es recorre a sistemes amb resistències elèctriques. L'ús d'aquests sistemes, com els termoacumuladors elèctrics per a la generació d'ACS, es justifica per la comoditat d'instal·lació i el reduït preu d'inversió.





Figura 4.9: Termoacumulador

Quant al vessant dels costos d'exploració d'aquests equips, cal indicar que tenen uns costos específics tèrmics alts i se situen a la capçalera en el rànquing dels diversos sistemes d'escalfament aplicables.

En qualsevol cas, estarà en funció del cost específic del kWh de què es disposi.

4.2.10.2. Dipòsits d'inèrcia

Els dipòsits d'inèrcia són acumuladors de calor que s'utilitzen en sistemes de calefacció o en grans instal·lacions d'aigua calenta sanitària (ACS). Els dipòsits van proveïts d'aïllament i poden disposar d'estratificació tèrmica.

Els dipòsits d'inèrcia tenen la missió de mantenir la temperatura de l'aigua dels circuits durant un cert temps, per reduir els efectes d'una eventual aturada dels equips generadors (bomba de calor o caldera). També limiten les variacions de temperatura en els circuits, per tal que les lectures de les sondes de temperatura d'aigua siguin estables.

Els tancs d'inèrcia permeten doncs que els equips generadors puguin treballar amb un rendiment estacional millor, fet que suposa una disminució del consum energètic.



Figura 4.10: Dipòsits d'inèrcia

El rendiment estacional és el que realment s'obté d'un generador en una temporada. A diferència del rendiment instantani (quocient entre la potència útil i la potència nominal), el rendiment estacional depèn del nombre d'engegades i aturades del cremador, i de les hores de funcionament:

$$\eta_i = \frac{P_u}{P_n} \quad \eta_e = \frac{\eta_i}{1 + \left(\frac{1}{\Phi} - 1\right) \cdot q_B}$$

η_i rendiment instantani

P_u potència útil (kW)

P_n potència nominal (kW)

η_e rendiment estacional

Φ hores de servei del cremador dividit per les hores de disposició del servei de la caldera

q_B pèrdua mitjana per radiació i convecció

Per millorar el rendiment estacional, cal disposar d'un bon rendiment instantani i ajustar les aturades i engegades del cremador, i les hores de funcionament a règim estable. És en aquest punt on els dipòsits d'inèrcia poden tenir més incidència, permetent un estalvi energètic important.

4.2.11. Ventilació

L'objectiu de la ventilació és garantir la qualitat de l'aire interior dels edificis assegurant alhora el man-

teniment de la temperatura de confort. La renovació de l'aire dependrà de l'ocupació i del tipus d'activitat. La quantitat d'aire necessària que cal aportar es fixa en 6,4 l/s per persona amb activitat lleugera –zones residencials i oficines, entre d'altres–, i en 8,0 l/s per persona com a marc de referència per a tots els sistemes de ventilació.

4.2.11.1. *Free-cooling i free-heating*

L'objectiu bàsic d'aquests sistemes és realitzar una comparació entàlpica (temperatura i humitat relativa) entre l'aire exterior i l'aire de interior de l'edifici. Aquesta comparació es fa per mitjà de sondes entàlpiques que mesuren temperatura i humitat.

Durant l'estiu, si l'entalpia de l'aire interior és superior a la de l'aire exterior, es procedirà a un aprofitament directe de l'aire exterior (refredament gratuït o *free-cooling*). Per contra, a l'hivern, si l'entalpia de l'aire interior és inferior a la de l'aire exterior, es procedirà a un aprofitament directe d'aquest aire exterior (escalfament gratuït o *free-heating*).

A part de la voluntat de reduir el consum d'energia, la comparació i selecció de l'energia gratuïta disponible d'aquesta manera, pot ser molt útil en un país com el nostre, en el qual durant les estacions intermèdies es pot millorar, en gran mesura, la ventilació dels edificis.

En resum, es pot dir que la incorporació d'un sistema amb *free-cooling* comportarà l'aprofitament del fred de l'aire exterior en els sistemes de condicionament d'aire. Es tracta d'un mètode eficaç d'estalvi energètic ja que permet aturar la màquina frigorífica quan les temperatures de l'aire exterior són favorables per al seu aprofitament en la climatització (l'entalpia de l'aire exterior és inferior a l'entalpia de l'aire utilitzat en la climatització).

Contràriament, la incorporació d'un sistema amb *free-heating* comportarà l'aprofitament de calor de l'aire exterior en els sistemes de condicionament d'aire. Es tracta d'un mètode eficaç d'estalvi energètic ja que permet aturar la màquina productora de calor quan les temperatures de l'aire exterior són favorables per al seu aprofitament en la climatització (l'entalpia de l'aire exterior és superior a l'entalpia de l'aire utilitzat en la climatització).

Cal indicar que, tot i que l'aplicació tècnica d'aquest sistema no està massa estesa, sí que es practica de forma tradicional i habitual en les nostres llars, quan ventilem l'habitatge a primeres hores del matí o quan l'ambient exterior és favorable tèrmicament.

4.2.11.2. *Recuperació de calor de l'aire interior*

Segons el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE), l'aire de ventilació que s'hagi d'expulsar a l'exterior per mitjans mecànics, pot ser usat per al tractament tèrmic, és a dir, per a la recuperació d'energia de l'aire nou que s'aporta des de l'exterior. El que es planteja és una gestió més racional de l'energia que es perd en la renovació de l'aire interior: si s'ha d'evacuar un determinat volum d'aire intern, aprofitem que s'ha d'incorporar el mateix volum d'aire exterior cap a l'interior i en recuperem l'energia.

Existeixen diferents tipus de recuperació de calor aire-aire. Els dos recuperadors més utilitzats en aquests tipus d'instal·lacions són:

- **Recuperador de plaques**
Consta de plaques llises o ondulades. El canvi de calor s'efectua entre dos fluxos d'aire a través de les plaques planes.



Els dos fluxos circulen rigorosament separats, de manera que no hi hagi cap contaminació de l'aire nou per part de l'aire d'extracció.

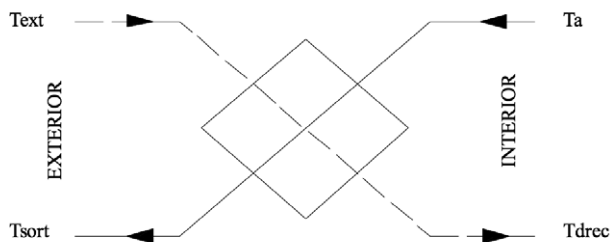


Figura 4.11: Recuperador de plaques

- **Recuperador rotatiu**

El recuperador rotatiu està constituït per una estructura de suport i protecció, que conté un element cilíndric i un motor que el fa girar. El rotor, de fibra d'asbest (material semblant al cartró ondulat normal), forma la massa acumuladora. A causa d'aquesta constitució fibrosa i ondulada presenta una gran superfície interna d'intercanvi de calor.

Dos corrents d'aire travessen el recuperador, un d'aire interior d'extracció i l'altre d'aire exterior que es vol preescalfar (hivern) o prefredar (estiu). Els dos fluxos es mouen en contracorrent.

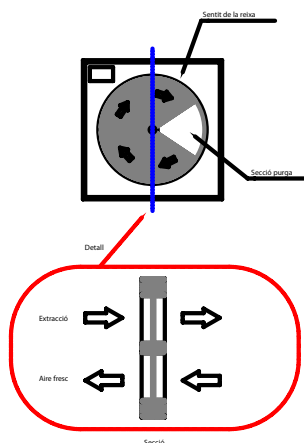


Figura 4.12: Recuperador rotatiu

L'ús d'un o altre tipus depèn de l'aplicació. En àmbits sanitaris, industrials i/o atmosferes nocives es recomana instal·lar recuperadors de plaques, ja que els fluxos d'aire estan completament separats.

Els recuperadors de calor també es classifiquen segons si recuperen únicament temperatura (calor sensible) o també humitat (calor latent). Els classifiquem en:

- **Recuperadors sensibles** (normalment de plaques). També anomenats recuperadors tèrmics ja que recuperen únicament calor sensible (temperatura). Presenten rendiments del 60-70 %.
- **Recuperadors entàlpics** (normalment rotatius) Recuperen calor sensible i latent (temperatura i humitat), de manera que presenten rendiments superiors. Permeten a l'estiu refredar i deshumidificar l'aire de renovació i a l'hivern escalfar i humidificar. El seu rendiment pot arribar al 80 %.

En zones on la humitat és crítica, com a Barcelona, es recomana la instal·lació de recuperadors entàlpics, ja que ofereixen un millor rendiment i permeten des/humectació.

4.2.11.3. Variadors de freqüència en ventilació

Els reguladors de velocitat són controladors electrònics per a motors. Controlen la velocitat i el parell motor de corrent altern, convertint les magnituds fixes de freqüència i tensió de la xarxa de distribució elèctrica, en magnituds infinitament variables.

Els motius primordials de la utilització dels convertidors de freqüència enfront d'altres mètodes de control, vénen donats perquè aquests últims són

capaços de controlar els motors de corrent altern sense pèrdues notables i perquè són ideals per a sistemes d'accionament amb motors d'inducció. El motor d'inducció és el més àmpliament utilitzat, degut al seu disseny senzill i robust, a la seva fiabilitat de funcionament i a les seves mínimes exigències de manteniment.

El convertidor de freqüència no té peces mòbils i, per tant, la seva durada és almenys igual a la de les altres parts del sistema, fet que permet aprofitar tots els avantatges del motor d'inducció.

Poder controlar la velocitat d'un motor d'una manera progressiva, amb un equip de regulació, comporta una sèrie d'avantatges:

- **Estalvi d'energia:** Deixar que un motor giri a més velocitat de la que és necessària, provoca la utilització d'energia en excés. Per exemple, és possible economitza energia en sistemes de bombeig i ventilació si s'adapten les velocitats dels motors a la demanda instantània. El consum d'energia disminueix molt ràpidament quan es redueix la velocitat (aproximadament una tercera part).
- **Millora de la regulació i control:** Controlant la velocitat aconseguim més fàcilment millors resultats que amb altres sistemes de control no lineals. Un desavantatge del funcionament intermitent és, per exemple, la discontinuïtat de regulació. Si el paràmetre controlat, tant si és el cabal o la pressió, pateix qualsevol variació, mitjançant un regulador de velocitat podem aconseguir un control exacte i lineal.

L'aplicació de variadors de freqüència resulta ser més interessant en bombes centrífugues i ventiladors, ja que el parell motor augmenta amb el quadrat de la velocitat. En aquest tipus d'equip, igual

que en el parell, la potència consumida augmenta exponencialment amb la velocitat. Així doncs, qualsevol variació de la velocitat repercutirà directament en el consum del motor.

4.2.11.4. Sensors de qualitat ambiental per a la renovació higiènica de l'aire

Per a una ventilació interior eficient a un preu raonable, és primordial mesurar la qualitat de l'aire mitjançant sensors apropiats. En un sistema de ventilació controlat, la quantitat d'aire exterior distribuïda als espais, s'adapta contínuament per afrontar la demanda de renovació d'aire.

El principi de control de ventilació està basat en una sonda de qualitat d'aire, ubicada en el conducte d'extracció d'aire d'una sala o equip, que mesura les impureses de l'aire. Com a resposta a aquesta mesura, el controlador determina contínuament la demanda d'aire exterior i, d'acord amb això, consigna la velocitat del ventilador o adapta el rang de cabal d'aportació sobre la base de la demanda. D'aquesta forma, s'aconsegueix un significatiu estalvi energètic, ja que una part molt important del consum d'energia en les instal·lacions de climatització i ventilació es consumeix en la preparació de l'aire exterior.

En el mercat hi ha dos tipus de sondes d'ús comú, per mesurar el nivell d'olor interior: la sonda de mescla de gasos i la sonda de CO₂.

Aquesta última detecta i enregistra la concentració de CO₂ de la sala, que es pot utilitzar com a indicador per mesurar la presència de persones. En els edificis actuals, no obstant això, existeixen altres fonts d'olor (corporals, tabac, aliments, etc.), que pol·lueixen l'aire i que són mesurats per sondes que detecten els gasos oxidables i els vapors.



A causa del baix cost de la sonda de mescla de gasos, la inversió de la ventilació basada en la demanda, fins i tot en petits sistemes centralitzats, pot amortitzar-se en menys de 5 anys. Mesurar el CO₂ resulta considerablement més costós i el seu cost efectiu sols es pot justificar en grans instal·lacions. Les categories de qualitat d'aire interior en funció de l'ús de l'edifici són:

Categoria	CO₂ (ppm)*
Hospitals, clíniques, laboratoris i llars d'infants	350
Oficines, residències (locals comuns d'hotels, residències d'avis i estudiants), sales de lectura, museus, sales de tribunals, aules d'ensenyament i piscines.	500
Edificis comercials, cinemes, teatres, restaurants, cafeteries, bars, sales de festes, gimnasos, locals per a l'esport i sales d'ordinadors.	800
-	1.200

* Concentració de CO₂ (en parts per milió en volum) per sobre de la concentració en l'aire exterior

Taula 4.2: Categories de qualitat d'aire interior en funció de l'ús de l'edifici



4.2.12. Fitxes de recomanacions en instal·lacions tèrmiques i de climatització

Substitució d'equips de climatització autònoms convencionals per equips autònoms amb tecnologia inverter

Fitxa 1

Descripció:

En el mercat es troben diferents tipologies d'equips autònoms, però les més utilitzades solen ser les següents:

Equips compactes: És la unitat de tractament de l'aire amb producció pròpia de fred i calor, que ve acoblada i provada de fàbrica formant un conjunt únic.

Equips partits o splits: Es denominen així perquè comprenen dues seccions: la secció del tractament de l'aire, unitat climatitzadora que s'instal·la en el local que es vol refrigerar, o bé a prop, i que inclou l'evaporador amb el seu ventilador; i la unitat condensadora, que ha de ser instal·lada a la part externa del local i formada pel compressor i el condensador.

Equip autònom estàndard o convencional: En aquests equips el control del compressor es realitza amb un sistema tot-res, és a dir, el compressor no ajusta la potència a les necessitats tèrmiques. Aquest control provoca contínues aturades i arrencades del compressor. Aquests tipus d'aparells no tenen un òptim rendiment. El seu COP (Coeficient of performance) està entorn al 2,7.

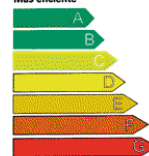
Equips autònoms amb tecnologia inverter: El gran avantatge respecte al sistema més tradicional recau en el compressor, que treballa amb tecnologia inverter (la seva velocitat varia i ajusta la potència a la demanda). Aquest tipus d'aparells té un alt rendiment energètic. El COP se situa en valors més alts que els d'equips convencionals; normalment se situa a l'entorn de 3,3.

A l'hora d'adquirir el producte s'hauria de tenir en compte l'etiqueta energètica. L'**etiqueta energètica** és la marca que certifica l'eficiència d'un aparell. Estableix una escala per avaluar la qualitat d'aquests productes considerant el seu rendiment i consum energètic. S'estipulen set nivells energètics que van des de la categoria A (la més eficient) fins a la G (la menys eficient).

Energía

Fabricante
Modelo

Más eficiente



Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año
Basado en las especificaciones técnicas
en las condiciones normales de funcionamiento
en un ciclo normalizado (20°C carga fría)

El consumo real depende de las
condiciones de utilización del aparato.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió



Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

1.126,9 €/kW elèctric de consum del conjunt dels equips autònoms amb tecnologia inverter.
784,8 €/kW elèctric de consum del conjunt dels equips autònoms convencionals.

Estalvi d'energia primària: 20-30 %



Descripció:

Els dipòsits d'inèrcia s'utilitzen com a acumuladors de calor per a sistemes de calefacció o d'instal·lacions grans d'aigua calenta sanitària (ACS) i tenen la missió de mantenir la temperatura de l'aigua dels circuits durant un cert temps per reduir els efectes d'una eventual aturada dels equips generadors (bomba de calor o caldera). A més d'això, limiten les variacions de temperatura en els circuits perquè les lectures de les sondes de temperatura d'aigua siguin estables.

La utilització de dipòsits d'inèrcia respecte una instal·lació, que no en disposi, pot suposar un estalvi energètic important. A part de limitar les variacions de temperatura en els circuits i estabilitzar les lectures de les sondes de temperatura d'aigua, els tancs d'inèrcia permeten que els equips generadors puguin treballar amb un rendiment estacional millor, fet que suposa una disminució del consum energètic.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost aproximat: 1.500 € per a un tanc d'inèrcia de 500 litres.

Faltaria incloure la modificació de la instal·lació del circuit secundari i primari de la instal·lació existent (si fos necessari), les bombes i accessoris corresponents, el calorifugat de la instal·lació i la instal·lació elèctrica.

Estalvi d'energia primària: 5-10 %



Descripció:

El principi de funcionament d'una vàlvula termostàtica és molt senzill ja que es tracta de regular la temperatura ambient desitjada a partir del cabal d'aigua circulant pel radiador afectat.

Per mantenir constant aquesta temperatura, la vàlvula termostàtica redueix automàticament el cabal d'aigua del radiador quan s'assoleix la temperatura desitjada. En el moment en què la temperatura ambient baixa, la vàlvula termostàtica augmenta el pas de l'aigua del radiador.

La incorporació de vàlvules termostàtiques en una instal·lació de calefacció comporta un augment considerable del nivell de confort, així com un estalvi d'energia, ja que el radiador només proporciona l'escalfor que realment es necessita a l'habitable.

En resum, les vàlvules termostàtiques automatitzen l'obertura/tancament de les vàlvules dels radiadors, milloren el confort i estalvien energia.



Vàlvula convencional



Vàlvula termostàtica

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Total 45 €/u

- Inclou:
- Cost de material i substitució unitari: 23 €
 - Mà d'obra: 22 €

Estalvi d'energia primària: 5-10 %



Descripció:

El control de la ventilació és clau per garantir la qualitat de l'aire interior dels edificis. Aquest control es pot realitzar simplement amb una sonda de qualitat d'aire ubicada al conducte d'extracció d'aire d'una sala o equip, que mesura les impureses de l'aire. Com a resposta a aquesta mesura, el controlador determina contínuament la demanda d'aire exterior i, d'acord amb això, consigna la velocitat del ventilador o adapta el rang de cabal d'aportació sobre la base de la demanda aconseguint un significatiu estalvi energètic.

El sensor es pot instal·lar tant en l'ambient com en el conducte de retorn de les màquines de climatització, que en funció de la contaminació ambiental, actuaria sobre l'entrada d'aire de renovació per tal de regular contínuament la quantitat d'aire higiènic que caldria introduir a la sala o local. El fet de controlar contínuament aquesta entrada d'aire implica tractar tèrmicament només l'aire necessari, assolint així el corresponent estalvi energètic.

El sistema de control pot ser amb variador de velocitat o regulació de comporta.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa: Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost aproximat: Opció amb regulació de comporta: 2.000 € per climatitzador.

Opció amb variador de velocitat: segons potència ventilador.

Estalvi d'energia primària:

Amb la instal·lació de sensors de qualitat ambiental en les zones d'influència de cada màquina o conducte de retorn de la mateixa, s'obtidria un estalvi de l'ordre del 15 %.



Descripció:

L'optimització del rendiment de combustió en calderes i generadors, en principi és una de les millores que no suposen una inversió gaire elevada. Requereix bàsicament realitzar un control amb analitzador electrònic de combustió, revisió, neteja i posada a punt dels cremadors de les calderes del centre.

A fi de realitzar una mescla total de tots els elements que intervenen en la combustió, cal treballar amb un excés d'aire sobre el teòric, de l'ordre de l'11 al 24 %, depenent del tipus de combustible i caldera utilitzada.

A mode orientatiu, els paràmetres òptims són els següents:

	Gasoil	Gas natural
Percentatge d'O ₂ *	2,5 a 4,5	2,5 a 4,5
Percentatge de CO ₂	13,6 a 12,6	10,4 a 9,3
% Excés d'aire	13,6 a 27,4	13,6 a 27,4
Índex de Bacharach	2	0
Temperatura fums (°C) **	≈ 200	≈ 200

* En cremadors atmosfèrics, el valor òptim del percentatge d'O₂ es troba al voltant del 5 %.

** Temperatura òptima dels fums en calderes d'AC i vapor.

Una mesura recomanable per augmentar el rendiment de les calderes és doncs l'adquisició d'un analitzador electrònic que avaluï els paràmetres de combustió, a fi de realitzar controls que permetin ajustar aquestes variables mitjançant la correcta regulació del cremador.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill

 Requereix aprofitar una rehabilitació menor

 Requereix aprofitar una rehabilitació major

 Només implantable en obra nova



Cost econòmic associat:

Preu anàlisi de combustió i regulació cremador: 300 €/caldera.

Adquirir un analitzador de combustió té un cost mínim de 1.500 €. També s'ha de tenir en compte que les tasques de neteja, manteniment i control s'han d'efectuar de forma periòdica reglamentària, per tant, aquests costos s'han d'assumir igualment. En aquest sentit, doncs, només caldrà tenir en compte que l'empresa autoritzada per efectuar aquestes tasques disposi d'un analitzador amb sensor d'oxigen i ajusti el cremador.

Estalvi d'energia primària:

Pot variar molt segons l'estat del cremador, però aproximadament entre un 1-5 %.



Descripció:

Una caldera de condensació està dissenyada per poder condensar de manera permanent una part important del vapor d'aigua contingut en els gasos de combustió, aconseguint així l'aprofitament de l'escalfor latent de vaporització i augmentant-ne el rendiment. Les calderes convencionals i de baixa temperatura poden aprofitar fins al PCI (poder calorífic inferior), mentre que les de condensació poden fer-ho fins al PCS (poder calorífic superior). El seu rendiment és superior al de les calderes estàndards i de baixa temperatura, i poden arribar fins al 109 % (sobre el PCI).

La instal·lació d'aquest tipus de calderes és interessant quan la demanda de calor és a baixa temperatura. Amb la instal·lació d'aquesta caldera es pot assolir un rendiment estacional superior a l'habitual.

El gas natural o el gas propà són els combustibles més adequats per ser utilitzats en calderes de condensació, ja que es pot recuperar una gran quantitat de calor del procés de condensació, sense problemes greus de formació d'àcids. Per tant si la caldera existent és de gasoil, la mesura comportarà també el canvi de l'escomesa.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió: Sobrecost del 110-200 % respecte preu caldera convencional.

Escomesa de GN (canvi de GO a GN): aprox. 14.000 € + 45 €/metre lineal de canonada.

Estalvi d'energia primària:

Segons rendiment caldera existent.

Rendiment mitjà estacional caldera de condensació: 98 %.



Descripció:

Es pot donar el cas de necessitar refrigeració en algunes dependències i calefacció en d'altres, dins d'un mateix edifici. En aquests casos, amb la tecnologia adequada, es pot instal·lar una bomba de calor amb recuperació de calor, per tal d'aprofitar l'excedent de calor recuperat en la refrigeració, per calefactar, i aprofitar la calor extreta per calefactar, per refrigerar. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables i s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida.

Per implantar aquesta mesura d'eficiència s'han de seleccionar equips amb tecnologia de recuperació de calor, i a més s'ha d'estudiar la situació de les unitats interiors, distribuint-les en grups de locals que puguin necessitar simultàniament calefacció i refrigeració. D'aquesta manera l'estalvi d'energia pot situar-se entre el 15-20 % durant l'any.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió: Sobrecost del 40-60 % respecte preu equip convencional.

Estalvi d'energia primària: 15-20 %



Descripció:

Segons el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE) l'aire de ventilació que s'hagi d'expulsar a l'exterior per mitjans mecànics pot ser emprat per al tractament tèrmic -per recuperació d'energia- de l'aire nou que s'aporta des de l'exterior.

El que es planteja és una gestió més racional de l'energia que es perd en la renovació de l'aire interior; en evacuar un determinat volum d'aire intern, es pot aprofitar que s'ha d'incorporar el mateix volum d'aire exterior cap a l'interior, i en recuperem l'energia per al mateix aire d'entrada.

Existeixen diferents sistemes de recuperació de calor del tipus aire-aire. Els dos recuperadors més utilitzats en aquests tipus d'instal·lacions són el de plaques i el rotatiu.

La proposta va encaminada a instal·lar equips de recuperació energètica, que recollirien l'aire d'extracció del seu sector, realitzarien l'aportació d'aire corresponent, al mateix temps que efectuarien la recuperació d'energia entre l'aire extret i l'aire aportat.

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cabal (m³/h)	Preu UTA bàsic (amb caixa mescla i sense <i>freecooling</i>)	Preu UTA bàsic (amb caixa mescla i <i>freecooling</i>)	Preu UTA amb recuperador de plaques, <i>freecooling</i> i refredament adiabàtic (€)	Preu UTA amb recuperador entàlpic, <i>freecooling</i> i refredament adiabàtic (€)
2.000	3.150	4.350	7.350	10.400
6.000	4.700	6.250	10.550	13.200
10.000	6.850	8.900	14.450	17.900

Estalvi d'energia primària: 40-60 %



Descripció:

L'aïllament tèrmic de conductes és un sistema puntal per tal d'assolir un bon nivell d'eficiència energètica de les instal·lacions. Els materials aïllants han de tenir certes propietats: conductivitat tèrmica, factor de resistència al vapor d'aigua, estabilitat, durabilitat, etc..



Sens dubte l'aïllament suposa un increment en els costos de les instal·lacions, però cal tenir en compte que un bon aïllament no solament s'amortitza ràpidament sinó que constitueix una font d'estalvi en combustibles o energia. Les pèrdues no es produeixen únicament per canvis de temperatures, també existeixen pèrdues per condensació de partícules de vapor a la perifèria de la vena del fluid en contacte amb les canonades nues, fet que es pot evitar amb un adequat aïllament.

L'aïllament mínim en mm d'espessor que cal considerar, en funció de la temperatura del fluid i el diàmetre exterior de la canonada, és el següent:

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura del fluid °C			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
D ≤35	20	20	30	40
35 < D ≤60	20	30	40	40
60 < D ≤90	30	30	40	50
90 < D ≤140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

Aquesta mesura, doncs, recomana aïllar totes les canonades, per tal de reduir les pèrdues per radiació i convecció, assolint així també un estalvi en forma de combustible.

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
 Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Preu mitjà aïllament (dependrà segons tipus): 45 €/ml.

Estalvi d'energia primària: 5-10 %



Descripció:

La generació d'aigua calenta sanitària representa una part important del consum energètic d'una instal·lació. Malgrat la varietat de sistemes disponibles, sovint no es tria el més adequat, des del vessant energètic i econòmic d'explotació.

Si l'edifici disposa de suficient espai en coberta, a l'hora d'escollir el sistema de generació d'ACS, s'hauria de prioritzar una instal·lació solar tèrmica amb un equip de suport amb caldera de gas natural. Si no fos possible, es podria generar l'ACS mitjançant calderes de gas natural i un acumulador centralitzat. Com a darrera opció, la generació d'ACS es duria a terme mitjançant termoacumuladors elèctrics.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Caldera: segons potència i tipus

Preu total ml canonada aïllada: 18,37 €/ml

Bomba: 300 €/u

Estalvi d'energia primària: 5-10 %



Descripció:

Un aspecte en què cal incidir, és la temperatura interior del local tant a l'hivern com a l'estiu. En aquest sentit cal fomentar l'ús responsable dels aparells de climatització, de manera que el termòstat sempre es posi a una temperatura adequada que generi benestar i, al mateix temps, estalvi energia.

Establir unes temperatures de consigna interiors, tant a l'hivern com a l'estiu, pot representar una mesura de control i estalvi energètic molt important. Cal considerar que incrementar la temperatura de calefacció a l'hivern en 1 grau significa un increment del 8 % del consum. De la mateixa manera, cal considerar que reduir la temperatura de refrigeració a l'estiu en 1 grau, significa un increment del 10 % del consum.

La modificació del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis del passat 27 de novembre de 2009 estableix una limitació de temperatures aplicable a tots els edificis i locals, nous i existents, destinats als usos següents:

- a) Administratiu.
- b) Comercial: botigues, supermercats, grans magatzems, centres comercials i similars.
- c) Pública concurrència:
 - Culturals: teatres, cines, auditoris, centres de congressos, sales d'exposicions i similars.
 - Establiments d'espectacles públics i activitats recreatives.
 - Restauració: bars, restaurants i cafeteries.
 - Transport de persones: estacions i aeroports.

Els valors límits de les temperatures de l'aire en els recintes habitables condicionats que marca aquesta modificació són els següents:

- a) La temperatura de l'aire en els recintes calefactats no ha de ser superior a 21°C, quan per a això es requereixi consum d'energia convencional per a la generació de calor per part del sistema de calefacció.
- b) La temperatura de l'aire en els recintes refrigerats no ha de ser inferior a 26°C, quan per a això es requereixi consum d'energia convencional per a la generació de fred per part del sistema de refrigeració.
- c) Les condicions de temperatura anteriors estan referides al manteniment d'una humitat relativa compresa entre el 30 % i el 70 %.

Adicionalment, aquesta modificació del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis estableix també l'obligatorietat de mostrar, en un lloc visible i freqüentat per les persones que utilitzen el recinte, la temperatura de l'aire i la humitat relativa registrades en cada moment mitjançant un dispositiu adequat. Aquest dispositiu és obligatori en els recintes destinats als usos indicats anteriorment la superfície dels quals sigui superior als 1.000 m².

En tots els casos es tindran en consideració les especificacions de benestar tèrmic establertes en la IT 1.1. del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis i aquelles marcades en la UNE-EN ISO 7730.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió



Normativa:

El Reglament d'instal·lacions tèrmiques en edificis (RITE).

Reial Decret 1826/2009 (BOE núm. 298 de 11-12-2009), de 27 de novembre, pel qual es modifica el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis, aprovat pel Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol."

Dificultat:

- ⊗ Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

0 € (es tracta d'un canvi d'hàbits d'ús, per tant no hi ha costos directes associats a l'inversió).

Estalvi d'energia primària:

Estiu: 10 % en incrementar la temperatura de refrigeració en 1 grau.

Hivern: 8 % en reduir la temperatura de calefacció en 1 grau.



Descripció:

La zonificació o sectorització dels circuits de climatització és una eina molt eficaç per assegurar el confort de tots els usuaris i, alhora, per no malbaratar recursos energètics. Es maximitza l'estalvi energètic mitjançant la zonificació ja que s'individualitza el clima a cada estança segons la demanda. Per tant, la climatització es pot apagar en aquella zona on no n'hi ha necessitat.

La distribució és un punt clau en l'optimització energètica. Cal, doncs, prioritzar-ne el bon disseny i instal·lació. Caldrà tenir en compte els tancaments exteriors, zones no calefactades, zones assolellades, ocupació interna i tipologia de feina. Un sistema molt emprat és la utilització de centraletes automàtiques amb sondes exteriors pel control dels circuits primaris sectoritzats, generalment com a mínim en dos sectors: nord i sud de l'edifici o instal·lació.

La sectorització proposada es basa en l'encesa i aturada automatitzada amb programador horari dels equips de climatització. Quan en una determinada dependència hi manca sectorització, es produeix sempre un sobreconsum elèctric, ja que espais desocupats o amb necessitats més baixes també queden calefactats.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Programador horari: 340 €/u

Faltaria incloure el cost de la resta d'elements elèctrics (interruptors, cablejat, etc.), hidràulics (si és el cas) i mà d'obra d'instal·lació.

Estalvi d'energia primària: 15-20 %.



Descripció:

Existeixen diferents alternatives per substituir les plantes refredadores per unitats d'elevada eficiència ja sigui amb compressor de cargol, Scroll o de levitació magnètica.

Cal dir que les unitats amb compressor de cargol tenen un rendiment semblant a les unitats que incorporen compressors Scroll. No obstant, el seu índex de fiabilitat és altíssim, i la seva durabilitat molt més elevada que les unitats amb compressor Scroll. Pel que fa a la unitat de levitació magnètica, malgrat ofereix un rendiment més òptim, té un preu final molt elevat, que fa que la seva amortització sigui difícil.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Decret 352/2004, de 27 de juliol (DOGC 29-7-2004), pel qual s'estableixen les condicions higièniques i sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió molt elevada (>50.000 €) segons nombre d'unitats, tipus de compressor i potència.

Estalvi d'energia primària: 50-75 %



Descripció:

Els reguladors de velocitat són controladors electrònics per a motors. Controlen la velocitat i el parell motor de corrent altern, convertint les magnituds fixes de freqüència i tensió de la xarxa de distribució elèctrica en magnituds infinitament variables.

Els motius primordials de la utilització dels convertidors de freqüència enlloc d'altres mètodes de control, vénen donats perquè aquests últims són capaços de controlar els motors de corrent altern sense pèrdues notables i perquè són ideals per a sistemes d'accionament amb motors d'inducció. El motor d'inducció és el més àmpliament utilitzat, degut al seu disseny senzill i robust, a la seva fiabilitat de funcionament i a les seves mínimes exigències de manteniment.

El convertidor de freqüència no té peces mòbils i, per tant, la seva durada és almenys igual a la de les altres parts del sistema, fet que permet aprofitar tots els avantatges del motor d'inducció.

L'aplicació de variadors de freqüència és idònia en bombes centrífugues i ventiladors ja que el parell motor augmenta amb el quadrat de la velocitat. En aquest tipus d'equip, igual que el parell, la potència consumida augmenta exponencialment amb la velocitat. Així doncs, qualsevol variació de la velocitat repercutirà directament en el consum del motor.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el reglament d'instal·lacions tèrmiques dels edificis (BOE núm. 207 de 29-08-2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Entre 1.500 i 5.000 segons potència.

Estalvi d'energia primària:

S'avalua que amb la instal·lació de variadors de velocitat s'obté un estalvi de l'ordre del 20-25 % en l'energia elèctrica destinada a climatitzadors i unitats d'extracció, i entre un 5 i un 10 % en energia elèctrica i energia tèrmica dels equips de generació.



Descripció:

En espais concrets on cal fer un control de la humitat, tant per humectar com per deshumectar, cal avaluar l'adequació dels diferents sistemes existents al mercat, tant des del punt de vista de requeriments tècnics com d'eficiència energètica.

Els sistemes d'humectació que tenen un millor comportament energètic són els atomitzadors per ultrasons, però no són útils per humectar grans espais. En aquest cas, es recomanen els humectadors amb llança de vapor.

Els sistemes de deshumectació són gairebé indispensables en el cas d'edificis que contenen obres d'art per tal de garantir unes condicions ideals. En l'actualitat en els equipaments culturals és habitual trobar deshumectadors amb control de la humitat amb gel de sílice.

Es tracta de deshumectadors mecànics amb rotors amb gel de sílice on la deshumectació es produeix per procés químic, quan l'aire passa a través del rotor extraient-ne la humitat continguda.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons tipus de sistema.

Estalvi d'energia primària: –

Descripció:

Un sistema de calefacció centralitzat comú és el format per un generador de calor, que utilitza combustibles com el gasoil, el gas natural o el gas propà i que alimenta els radiadors d'un establiment mitjançant un o varis circuits d'aigua calenta

La climatització d'un determinat espai està directament relacionada amb l'aïllament tèrmic, les temperatures que envolten el local i sobretot l'ús personal que en facin els usuaris.

En general, els sistemes de control de temperatura en una instal·lació amb radiadors com a emissors finals, no permet un control específic en cada espai a climatitzar. Depenent dels casos, es pot disposar d'un o varis termòstats generals o bé d'una sonda de temperatura i una centraleta de control del circuit de calefacció, sense un control directe sobre cada emissor final.

No obstant, existeixen solucions que permeten ajustar la temperatura en cada espai en funció de la demanda tèrmica. El sistema que es proposa consta dels elements següents:

- Vàlvules de tres vies tot/res en cada radiador.
- Termòstat de control per a cada espai, que reguli les vàlvules de tres vies de cada radiador del local.

El principi de funcionament del sistema es basa a regular la temperatura ambient desitjada a partir del cabal d'aigua circulant pels radiadors afectats. En el moment en què la temperatura ambient baixa, la vàlvula de tres vies permet el pas de l'aigua cap al radiador. Quan a l'estança s'assoleix la temperatura desitjada, el sistema tanca el cabal d'aigua circulant per cada radiador.

La incorporació d'aquest sistema en una instal·lació de calefacció comporta un augment considerable del nivell de confort, així com un estalvi d'energia, ja que els radiadors només proporcionen l'escalfor que realment es necessita a l'estança.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, que regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova



Cost econòmic associat:

Vàlvula 3 vies per radiador: 160 €/radiador (inclou instal·lació muntatge).

Termòstat per espai: 100 €/espai (inclou instal·lació muntatge).

Estalvi d'energia primària: 20-30 %



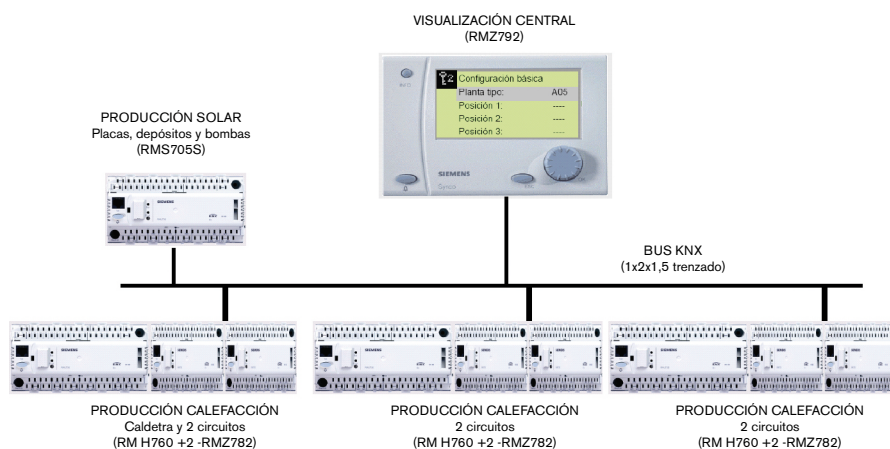
Descripció:

L'automatització va molt lligada a la instrumentació i el control. És per això que cada cop més s'està incorporant de manera generalitzada. El motiu primordial rau en una preocupació constant per reduir costos diversos i entre ells, els atribuïbles a l'energia.

El mètode més utilitzat en instal·lacions de calefacció amb un consum d'una certa importància, és el consistent en la regulació a temperatura variable. Així, aquests sistemes permeten la regulació de totes i cadascuna de les variables següents:

- 1) Temperatura i cabal d'impulsió de cadascun dels fluids portadors d'energia tèrmica, en funció de les condicions externes.
- 2) La temperatura d'impulsió de l'aigua de cada subsistema en funció de la temperatura ambient d'un local característic o de la de retorn.

L'esquema de regulació a temperatura variable és el següent:



Tenint en compte això, la solució que es proposa consta dels elements següents:

- Central electrònica amb programació diària i reserva de marxa. Selector de programes en diferents posicions, amb potenciòmetres per elecció de la corba de funcionament, desplaçament paral·lel de la corba i reducció nocturna.
- Sonda de mesura de la temperatura d'impulsió de l'aigua calenta.
- Sonda de mesura de temperatura exterior (col·locada a la cara nord).
- Vàlvules de tres vies accionades per servomotor per fer la barreja d'aigües de caldera i de circuit calefactor.
- Accionament bomba impulsio (opcional).



En el mercat també es disposa d'equips de control que permeten gestionar de forma centralitzada els components d'una instal·lació, com varis circuits de calefacció i la producció solar.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET 21/2006, de 14 de febrer, que regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu aproximat per cada circuit:

1 bomba: 450 €

1 centraleta: 495 €

1 vàlvula de 3 vies (1 1/2"): 225 €

1 vàlvula equilibrat: 100 €; 1 vàlvula de bola: 60 €; 1 vàlvula de retenció: 45 €

1 maniguet antivibració: 50 €; 1 manòmetre: 20 €; 1 termòmetre: 30 €

1 purgador: 15 €; 1 filtre: 45 €

Estalvi d'energia primària: 10 %



Descripció:

Per millorar la gestió energètica o qualsevol altre aspecte, és imprescindible tenir uns mitjans de control adequats que permetin veure'n l'evolució en el temps, en funció dels diferents paràmetres que hi influeixen. Per això, cada dia més es tendeix cap a una informatització global que permeti informació puntual i una acció correctora immediata quan calgui.

Establir quin és el grau d'estalvi que es pot aconseguir és una tasca difícil, tenint en compte que aquest anirà millorant a mesura que els diferents paquets informàtics vagin arribant a la plena operativitat. L'estalvi energètic assolible (d'un 10 % a un 25 %) anirà acompanyat d'estalvis per concepte de facturació i de racionalització de l'ocupació del personal, que faran augmentar sensiblement els beneficis energètics assolibles.

Tipus de mesura:

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Inversió segons punts de control.

Estalvi d'energia primària: 10-15 %



Descripció:

Es pot reduir considerablement el consum d'energia elèctrica i tèrmica a les diferents dependències, sense la intervenció de l'usuari en cap moment. Aquest sistema d'estalvi d'energia es pot aconseguir apagant automàticament els llums i aires condicionats, quan els usuaris surten de les habitacions. El sistema està format pels següents elements:

1. Dispositiu magnètic.

Es tracta d'un indicador de presència o sensor d'estatus que s'instal·la a la porta d'entrada, la funció del qual és informar a la unitat de control de l'obertura i tancament de la porta principal. A més, informa al personal encarregat del centre si l'usuari es troba dins o fora de l'habitació.

2. Sensor de presència o moviment.

La funció del sensor de presència o moviment és informar a la unitat de control si l'habitació està ocupada.

3. Commutador magnètic.

El commutador magnètic talla l'aire condicionat de l'habitació en obrir-se les finestres, balcons o terrasses. L'interruptor es compon de dues parts, imant i mecanisme. En apropar l'imant al mecanisme a una distància inferior a 5 mm, es tanca el contacte i l'aire condicionat entra en funcionament (aquest estat seria el de repòs o normal), i en separar-lo, s'obre el contacte i l'aparell deixa de generar aire condicionat.

4. Unitat de control.

La funció d'aquesta unitat és controlar l'energia a l'habitació. També controla humitat i temperatura quan l'usuari no es troba dins de la dependència, quan la dependència està en desús o es tanca per temps indefinit; controla obertures de balcons o finestres.

Aquest sistema es pot programar per controlar la humitat i temperatura a l'estança, apagant i encenent l'aire condicionat, per exemple, de forma automàtica a intervals predefinitos, aconseguint un estalvi important i mantenint una temperatura de confort i una baixa humitat.

Un altre avantatge del sistema és que controla l'apagada o encesa de la climatització en obrir-se o en tancar-se les finestres de l'habitació, mitjançant el commutador magnètic.

Aquest sistema d'estalvi d'energia redueix les despeses energètiques garantint el màxim confort i amb una recuperació ràpida de la inversió. És un sistema de fàcil instal·lació, que s'adequa a qualsevol centre, i que es connecta al cablejat de la dependència. Així doncs, si no es va preveure en el projecte de construcció, és possible la seva instal·lació a posteriori, en qualsevol projecte ja acabat. A més, és compatible amb qualsevol sistema d'automatització prèviament existent a les dependències.



Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

120 €/finestra

Estalvi d'energia primària: 2 %



4.3. Instal·lacions d'il·luminació

4.3.1. Conceptes bàsics

La il·luminació és uns dels factors de consum més importants, ja que de forma global consumeix al voltant del 20 % de tota l'electricitat.

En aquest sentit, i a mode d'exemple, en un edifici d'oficines típic (uns 2.000 m²), ocupat per 100 empleats i il·luminat amb tecnologia obsoleta de baixa eficiència, es podria evitar l'emissió de 15.000 kg de CO₂ i estalviar 3.000 € en costos d'operació cada any, si s'actualitza el seu enllumenat amb els últims avenços tecnològics.

Una correcta selecció de les fonts de llum (utilització de llum natural, sectorització, làmpades i lluminàries), a fi d'obtenir unes bones condicions de lluminositat amb el menor cost energètic, alhora que es contribueix al confort tèrmic, és la base de disseny d'una instal·lació d'il·luminació. De fet, el concepte bàsic per a l'eficiència en els sistemes d'il·luminació, és potenciar l'ús de la llum natural, sempre i quan sigui possible. Potenciant la llum natural, no només s'assoleix un estalvi directe en el consum d'energia elèctrica sinó també un estalvi en la demanda d'energia tèrmica dels sistemes de climatització, ja que paral·lelament a l'emissió de llum, les lluminàries també emeten radiació en forma de calor.

Abans de comentar els paràmetres d'il·luminació, cal definir els diferents tipus d'enllumenat interior general.

4.3.1.1. Enllumenat interior general

Cal distingir entre els següents tipus d'enllumenat: ordinari, de vigilància i d'emergència. Tot seguit es defineixen cada un d'ells:

- **Enllumenat ordinari:** És l'enllumenat que està destinat al servei normal de la instal·lació durant les hores de treball.
- **Enllumenat de vigilància:** És l'enllumenat que queda encès quan s'apaga l'enllumenat ordinari, com a mesura d'estalvi energètic durant les hores de no concurrència.
- **Enllumenat d'emergència i senyalització:** És l'enllumenat mínim que s'ha de garantir per a l'evacuació segura dels espais en cas de fallada del subministrament elèctric.



Magnituds bàsiques de luminotècnia

El **flux lluminós** és la quantitat de radiació lluminosa visible, emesa per una font de llum, sense especificar-ne ni la intensitat ni la direcció. És, per tant, una magnitud escalar que no permet fer càlculs.

Unitat de mesura: lumen (lm).

La **intensitat lluminosa** és la quantitat de radiació lluminosa emesa per una font de llum, en una direcció i angle concret per unitat d'angle sòlid. És una magnitud vectorial. Per tant, es pot mesurar i permet fer càlculs.

Unitat de mesura: candela (cd).

La **il·luminància** tal com es defineix en el CTE, és el quocient del flux lluminós incident sobre un element de la superfície que conté el punt, per l'àrea d'aquest element. La il·luminància descriu per tant els lúmens que incideixen en un pla (horitzontal, vertical o oblic) per unitat de superfície. Es mesura amb un luxímetre. $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$.

Unitat de mesura: lux (lx).

La **luminància** és la impressió de claredat que un observador té de la brillantor que desprèn una font de llum o una superfície il·luminada, col·loquialment anomenada "luminositat". L'excés de luminància, o les diferències marcades de luminàncies són les que provoquen l'enlluernament.

Unitat de mesura: candeles per metre quadrat (cd/m^2).

El **rendiment o eficàcia lluminosa** és la relació entre els lúmens emesos per una font de llum i una llumenera que utilitza aquesta font de llum. Quant més rendiment tingui una llumenera, més aprofita la llum que emet la làmpada.

Unitat de mesura: lúmens emesos per potència consumida per la font (lm/W).

El **Valor d'Eficiència Energètica de la Instal·lació (VEEI)** és un factor que mesura l'eficiència energètica d'una instal·lació d'enllumenat. L'índex d'eficiència energètica es pot expressar en funció dels watts instal·lats per metre quadrat, per a un nivell d'il·luminació determinat i referenciat a 100 lux.

Unitat de mesura: $\text{W/m}^2 \cdot \text{lux}$

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_n} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{lux}} \right]$$

P: potència total instal·lada en làmpades i equips auxiliars (W)

S: superfície il·luminada (m^2)

E_n : il·luminància mitjana horitzontal mantinguda (lux)



Aquest índex ajuda a avaluar el projecte energèticament, ja que en calcular la potència total instal·lada per m², en funció del nivell d'il·luminació que es vol aconseguir, té en compte tant l'eficàcia de les llums, com les pèrdues dels equips emprats per al funcionament de les mateixes, en el cas que siguin necessaris, així com el factor d'utilització de la lluminària escollida i no només el seu rendiment. Com més eficient sigui el conjunt, menor serà l'índex d'eficiència energètica.

El CTE estableix valors màxims d'eficiència energètica, d'obligat compliment per a:

- a) Edificis de nova construcció.
- b) Edificis superiors a 1.000 m² que siguin rehabilitats en més del 25 % de la superfície a il·luminar.
- c) Reformes de locals comercials i d'edificis d'ús administratiu en què es renovi la instal·lació d'il·luminació.

L'índex de reproducció cromàtica (IRC o Ra) indica la forma en què la llum d'una làmpada reproduceix els colors dels objectes il·luminats. L'índex de rendiment de color, tal com es defineix en el CTE, és l'efecte d'un il·luminant sobre l'aspecte cromàtic dels objectes que il·lumina, per comparació amb el seu aspecte sota un il·luminant de referència. El color que presenta un objecte depèn de la distribució de l'energia espectral de la llum amb què està il·luminat i de les característiques reflexives selectives de l'esmentat objecte. L'índex Ra pot variar entre 0 i 100, tal que, com més gran sigui el Ra vol dir que més gran serà la veracitat amb què es perceben tots els colors que il·lumina la font de llum i com més petit sigui, més elevat serà el nombre de colors que no serà capaç de reproduir adequadament.

Unitat de mesura: dimensional (valor entre 0 i 100)

La temperatura de color serveix com a indicació de l'aparença de color. Com més baixa sigui la temperatura de color, més "càlida" serà la llum, i com més alta sigui, més blavosa o "freda" serà la llum que ens proporciona aquesta font. Si la Temperatura de Color és inferior a 3.300 K es tracta d'una font de llum càlida; si es troba entre 3.300 i 5.000 K, es tracta d'un blanc neutre, i si està per sobre de 5.000 K, la llum proporcionada per aquesta font serà blanca freda.

Unitat de mesura: graus Kelvin (K)

La **uniformitat** depèn del tipus i adaptació de la lluminària, de la geometria del sistema d'il·luminació i del tipus de superfícies properes. La uniformitat de la il·luminació local és important per al confort i la visió. Si hi ha desigual luminància i il·luminància, això pot portar a camuflar zones en les quals hi ha un contrast inadequat entre obstacles i els seus voltants i perquè, quan els nostres ulls s'han d'adaptar i readaptar molt sovint, ens cansem més.

Unitat de mesura: s'expressa en tant per cent o en tant per u.

El factor de rendiment de contrast (CRF) és la relació entre el contrast real i el contrast en una esfera de luminància constant. Per a aquells espais en què les tasques que es volen realitzar pu-



guin presentar reflexions o enlluernament reflectit, es pot tenir en compte el factor de rendiment en contrast.

Unitat de mesura: s'expressa en tant per u.

La **reflectància** és el quocient entre el flux radiant o lluminós reflectit i el flux incident en les condicions donades.

Unitat de mesura: s'expressa en tant per cent o en tant per u.

Es considera **coeficient d'utilització** d'una instal·lació d'il·luminació, el quocient entre el flux lluminós que arriba al pla de treball i l'emés per la lluminària. Aquest coeficient és, per tant, en funció dels índexs d'eficiència dels sistemes d'enllumenat esmentats i de la distribució fotomètrica de la lluminària utilitzada, així com de les dimensions i acabats del local en què s'instal·la aquest sistema. No obstant això, encara que és un paràmetre molt important des del punt de vista d'estalvi energètic, s'ha de tenir en compte el medi en el qual s'està treballant.

Unitat de mesura: S'expressa en tant per cent o en tant per u.

L'**enlluernament** és un fenomen de la visió que produeix molèstia i/o disminució de la capacitat per distingir objectes. L'enlluernament pot ser directament procedent d'una superfície amb una alta lluminància o d'una lluminària mal orientada o indirecta a causa de reflexos en superfícies brillants o reflectants. La següent taula mostra els valors d'enlluernament corresponents a cadascuna de les classes de qualitat existents.

Classe de qualitat de limitació d'enlluernament	Valor d'enlluernament	Qualitat
A	1,15	Molt alta
B	1,5	Alta
C	1,85	Mitjana
D	2,2	Baixa
E	2,55	Molt baixa

El sistema de corba de lluminància, ofereix una senzilla salvaguarda contra el control inadequat d'enlluernament en moltes situacions comuns.



L'índex d'enlluernament unificat (UGR), tal com es defineix en el CTE, és l'índex d'enlluernament molest procedent directament de les lluminàries d'una instal·lació d'il·luminació interior. El valor de UGR va de 10 a 31, en funció de la tasca o activitat que s'ha de desenvolupar i té la finalitat d'evitar l'enlluernament molest. Aquest índex és una manera de determinar el tipus de lluminària que s'ha d'utilitzar en cadascuna de les aplicacions tenint en compte el possible enlluernament que pot provocar l'òptica i posició de les làmpades. L'enlluernament té especial importància en aquells llocs on l'estada és prolongada o s'hi desenvolupen tasques de precisió.

Unitat de mesura: adimensional (valor entre 10 i 31)

4.3.2. Utilització de la llum natural

L'ús i aprofitament de llum natural és una prioritat davant de qualsevol sistema d'il·luminació artificial. Malgrat això, la disponibilitat de llum natural dins d'un edifici sovint es veu molt reduïda i parcialment es resol amb l'enllumenat artificial.

L'enllumenat artificial estàndard té per objectiu imitar la llum natural, sobretot en l'espectre electromagnètic visible. Les solucions constructives per disposar de llum natural comporten la utilització d'obertures cap a l'exterior com finestres, balconeres, claraboies, patis interiors i conductes solars. Precisament un pati de llums o celobert és un espai no edificat, situat dins del volum de l'edificació, destinat a l'obtenció de ventilació i il·luminació.

La disponibilitat de llum solar natural és fonamental per assolir un grau elevat de confort personal, tant en els habitatges com en els llocs de treball.

En l'actualitat existeixen al mercat diferents sistemes i dispositius per treure el màxim rendiment de l'aprofitament de la llum natural, a través dels elements de la façana com poden ser les finestres o balcons.

Un d'aquests sistemes és una evolució de les anomenades **persianes venecianes**. La innovació rau en el fet que les làmines de la part superior i les de

la part inferior poden situar-se amb diferents angles d'inclinació. Aquesta modificació permet tancar completament la part inferior de la persiana per obtenir una màxima protecció contra enlluernament (d'especial importància a les oficines) i contra el sobreescalfament i, al mateix temps, reflectir la llum natural al sostre del local.

Quan la dependència no disposa de parets exteriors, comunicació directa a patis de llum o celoberts per tal de poder fer entrar llum natural, es pot recórrer a altres elements constructius:

- Les **claraboies** són components de pas de llum i radiació situats a un pla sensiblement horitzontal. Plantegen una important limitació del seu ús a causa de la radiació que reben a l'estiu, ja que el recorregut del sol és més alt. Aquest excés de radiació, que en altres climes no té gaire importància, invalida pràcticament l'ús de grans claraboies sense protecció a zones on hi ha moltes hores d'insolació a l'estiu.
- Els **lluernaris** són components de pas de llum i radiació situats sota coberta en posició sensiblement vertical. La seva diferència fonamental respecte de les claraboies és que seleccionen la part de volta del cel que veuen i, per tant, controlen el sol incident. Tenen un rendiment lluminós similar al de les finestres, tot i que de-



pèn de les reflexions que faci la llum per arribar a l'ambient, doncs la llum que hi entra ho pot fer de forma directa o bé reflectida al propi cos del lluernari. Quan es disposen en sèrie es generen les cobertes en dent de serra.

- Els **conductes solars** són elements basats en la reflexió de la llum a l'interior de l'edifici. Aquests elements disposen d'un captador solar que cal situar a la teulada o a l'exterior, i d'un conducte transmissor adaptable fins al difusor interior, que cal instal·lar en la dependència que es vol il·luminar. Tenen l'avantatge que poden recórrer una apreciable distància entre el captador i el difusor interior, per tant, necessàriament no cal que a la dependència on volem que entri la llum natural, el sostre sigui alhora la coberta de l'edifici. La transmissió amb conducte solar hauria de ser preferiblement vertical, però també es pot col·locar fins a nivell horitzontal (amb un menor rendiment). El captador superior s'ha de col·locar en una zona sense ombres i orientat preferiblement a 0° sud. Els conductes solars, alhora, també tenen majors avantatges ja que presenten una baixa conductivitat tèrmica: 0,187 W/°K i, alhora, baix coeficient solar 0,11.



Figura 4.13
Conducte solar

Un conducte estàndard a la radiació solar d'altura a 32° pot assolir un flux net, en lúmens, de:

Longitud	1m	2m	3m
250 mm φ	3.800	1.750	700
350 mm φ	8.500	4.800	2.400
530 mm φ	11.400	7.016	3.600

Taula 4.3: Flux transmès (lm) per un conducte solar segons diàmetre i longitud

4.3.3. Sistemes de regulació i control

Cal distingir quatre tipus fonamentals de sistemes de regulació i control de la il·luminació:

- 1 Regulació i control sota demanda de l'usuari per interruptor manual, polsador, potenciòmetre o comandament a distància.
- 2 Regulació de la il·luminació artificial segons aportació de llum natural per finestres, vidrieres, lluernes o claraboies.
- 3 Control de l'encesa i apagat segons presència a la sala.
- 4 Regulació i control per un sistema centralitzat de gestió.

4.3.4. Làmpades

Les làmpades són els elements o dispositius productors de llum. Poden ser classificades bàsicament en dos grans grups: làmpades d'incandescència i làmpades de descàrrega gasosa.

Per a una òptima elecció del tipus de làmpades i lluminàries cal considerar diferents criteris: la reproducció cromàtica de la font de llum, la temperatura de color, el temps d'encesa, la freqüència d'encesa i apagat, l'eficàcia i la vida útil de la làmpada, el lloc d'instal·lació, la reflectància de les superfícies de l'espai, l'ús que se'n farà, etc..

4.3.4.1. Làmpades d'incandescència

Les làmpades d'incandescència funcionen pel principi bàsic d'escalfament d'un fil de wolframi fins que comença a brillar. El rendiment energètic de la làmpada d'incandescència és molt baix (només el 5 % de l'energia elèctrica, com a màxim, es converteix en llum; la resta produeix calor, inútil i inconvenient). El



rendiment lluminós actualment és de 8 a 20 lúmens per watt, i la duració mitjana de vida és d'unes 1.000 hores.

El seu rendiment lluminós i la seva durabilitat no arriben ni a una quarta part del rendiment i durabilitat de les làmpades fluorescents. Per això, només es recomana utilitzar-les amb fins decoratius o en espais de poca freqüència i durada d'ús, com pot ser en lavabos individuals.

Amb l'objectiu de potenciar l'estalvi energètic i combatre el canvi climàtic, la Unió Europea aprovà al desembre de 2008 un pla per a la substitució total de les làmpades incandescentes per altres sistemes d'il·luminació (làmpades fluorescents compactes de llarga durada, halògenes o LED). El pla entrà en vigor l'agost de 2009 i, aplicat de manera gradual, se'n preveu la finalització el 2012.

Les làmpades halògenes són un tipus de làmpades incandescentes. Funcionen amb l'escalfament d'un filament en aquest cas de tungstè, l'emissió de llum del qual és molt intensa.

	Dicroica convencional	Dicroica alt rendiment
Potència làmpada (W)	50	35
Intensitat lluminosa (?)	800	650
Angle emissiu (°)	60	60

Taula 4.4: Característiques (potència, intensitat i angle emissió) làmpades halògenes dicroiques de 50 W i dicroiques d'alt rendiment de 35 W

Avantatges de les làmpades dicroiques d'alt rendiment de 35 W versus les halògenes dicroiques de 50 W:

- 67 % més de vida: 5.000 hores
- 24 % d'estalvi d'energia
- Intercanviable amb dicroica estàndard

4.3.4.2. Làmpares de descàrrega

Les làmpades de descàrrega constitueixen un grup molt nombrós i variat, funcionen d'una manera totalment diferent i tenen un rendiment lluminós elevat (entre 40 i 130 lúmens per watt). A l'interior de l'ampolla hi ha un gas o un vapor i dos elèctrodes metàl·lics, entre els quals es produeix la descàrrega elèctrica, un cop produït l'encebament mitjançant un dispositiu auxiliar. La descàrrega pot produir llum directament, com les làmpades de vapor de mercuri, de llum blanca, i les de vapor de sodi, de llum de color groc ataronjat, molt emprades en l'enllumenat públic, o bé la llum és produïda en incidir la radiació no visible de la descàrrega sobre una substància fluorescent (làmpades fluorescents).

Totes les làmpades de descàrrega necessiten un dispositiu o element auxiliar d'estabilització (reactància o transformador de dispersió), que encareix la instal·lació.

Les làmpades de descàrrega es poden classificar segons el gas utilitzat (vapor de mercuri o sodi) o la pressió a què es troba aquest gas (alta o baixa pressió). Les propietats varien molt d'unes a altres i això les fa adequades per a diversos usos.

Tipus	color aparell	IRC	T°K
Vapor de mercuri	blanc blavós	moderat	mitjana
Halogenur metàl·lic	blanc càlid	molt alt	mitjana alt
Vapor sodi baixa pressió	groc	-	-
Vapor sodi alta pressió	grogüenc	baix	baixa

Taula 4.5: Característiques (color, IRC i temperatura) làmpades vapor de mercuri (VM), halogenurs metàl·lics (HM), vapor de sodi de baixa pressió (VPBP) i vapor de sodi d'alta pressió (VSAP)



Làmpares de vapor de mercuri

- Vapor de mercuri de baixa pressió:
La radiació visible d'aquestes làmpades es produeix per la descàrrega de vapor de mercuri sobre una pols fluorescent en la cara interna del tub de descàrrega. Tenen major eficàcia lluminosa que les làmpades incandescents i baix consum energètic. Són llums més costoses d'adquisició i d'instal·lació, però amb llarga vida de funcionament (10.000 h). Caracteritzades per una tonalitat freda en el color de la llum emesa, tenen una aparença blanca, amb una temperatura de color d'entre 2600 - 6500 °K i una reproducció cromàtica de Ra 50 - Ra 95.
- Vapor de mercuri d'alta pressió:
Una major pressió en el vapor de mercuri augmenta respecte a les anteriors làmpades la seva eficàcia lumínica, la seva vida útil (16.000h) i millora també l'índex de reproducció cromàtica (Ra 45). La seva aparença és igualment de color blanc, amb una temperatura de color al voltant dels 4000 °K.

Làmpares de vapor de sodi

- Vapor de sodi de baixa pressió:
Seguint el mateix principi de descàrrega de les làmpades de vapor de mercuri, en aquest cas s'empra sodi. Amb una llum de color groc i una temperatura de color de 1800°K, la seva reproducció cromàtica és una de les menys valorades de tots els tipus de lluminàries. No obstant això, la seva eficiència lluminosa i una vida útil molt llarga (14.000 h) la converteixen en una molt bona opció per a l'enllumenat exterior.
- Vapor de sodi d'alta pressió:
La diferència de pressions del sodi en el tub de descàrrega és la principal i més substancial variació, respecte les llums anteriors. L'excés de sodi en el tub de descàrrega, fa que tant l'aparença del color (blanc-groc), la temperatura de color (2000 - 2500 °K) i la reproducció del color (Ra 25 - Ra 80) millorin notablement respecte les anteriors, tot i que les làmpades de sodi de baixa pressió mantenen avantatges, com una eficàcia energètica elevada i una llarga vida (16.000h).

Potència nominal de làmpades (W)	Flux lluminós i eficàcia lluminosa							
	Vapor de mescla (LLM)		Vapor de mercuri (VM)		Halogenur metàl·lic (HM)		Vapor de sodi (VSAP)	
	lm (Típic)	Eficàcia (lm/W)	lm (Típic)	Eficàcia (lm/W)	lm (Típic)	Eficàcia (lm/W)	lm (Típic)	Eficàcia (lm/W)
50			2.000	40,0			3.400	68,0
70					5.000	71,4	6.000	85,7
80			3.800	47,5				
125			6.300	50,4				
150					11.250	75,0	17.000	113,3
160	3.200	20,0						
250	5.700	22,8	13.500	54,0	20.000	80,0	31.100	124,4
400			23.000	57,5	31.500	78,8	55.500	138,8
500	13.000	26,0						
700			42.000	60,0				
1.000			60.000	60,0	81.000	81,0	130.000	130,0
2.000			125.000	62,5	187.000	93,5		0,0

Taula 4.6: Característiques (flux lluminós i eficàcia) làmpades vapor de mescla (LLM), VM, HM, VSAP



Fluorescents amb balast electrònic i amb balast convencional

Es poden diferenciar dos tipus de fluorescents segons el seu diàmetre:

- de 26 mm (T-8)
- de 16 mm (T-5)

Els fluorescents estan recoberts de trifòsfor i tal com s'ha comentat necessiten equipament auxiliar per funcionar. El més comú i eficient és el balast electrònic d'alta freqüència, que limita el consum d'electricitat de la làmpada als seus paràmetres òptims.

Tipus làmpada	Potència làmpades (W)	Potència del sistema		Estalvi (W)	Estalvi (%)
		Balast convencional	Balast electrònic		
1 x 18 W	18	30	19	11	36,7
2 x 18 W	36	46	36	10	21,7
4 x 18 W	72	96	72	24	25
1 x 36 W	36	46	36	10	21,7
2 x 36 W	72	96	72	24	25
1 x 58 W	58	71	55	16	22,5
2 x 58 W	116	150	114	36	24

Taula 4.7: Característiques de les làmpades fluorescents (potència i estalvi associat al canvi de balast convencional a electrònic)

Fluorescents d'alt rendiment

Recentment s'han començat a comercialitzar tubs fluorescents d'alta eficiència que poden substituir de forma directa els tubs convencionals instal·lats habitualment. La substitució de les làmpades fluorescents convencionals per unes de més eficients implicarà un estalvi energètic del voltant del 10 % gràcies als nous fòsfors especials que incorporen.



Figura 4.14: Fluorescent convencional i d'alt rendiment

Les principals característiques dels tubs fluores-

cents d'alta eficiència són les següents:

- Vida útil més elevada amb la consegüent reducció de material i residus: 12.000 hores amb equip electromagnètic i 17.000 amb balast electrònic.
- Bon rendiment cromàtic ($R_a > 80$).
- Mínim contingut de mercuri (2 mg).
- Flux lluminós superior a un T8 (26 mm).

Fluorescent estàndard		Fluorescent d'alt rendiment	
Potència làmpada	Flux lluminós (lm)	Potència làmpada	Flux lluminós (lm)
1 x 18 W	1.150	1 x 16 W	1.300
1 x 36 W	2.850	1 x 32 W	3.000
1 x 58 W	4.600	1 x 51 W	4.800

Taula 4.8: Característiques làmpades fluorescents (potència i flux lluminós)

Halògenes d'alt rendiment

L'addició de metalls i halogenurs al tub de descàrrega de les làmpades de vapor de mercuri, permet millorar la seva eficàcia energètica, obtenir una reproducció de color més fidel i incrementar les prestacions de la lluminària. A més, hi ha làmpades d'halogenurs metàl·lics que incorporen el tub de descàrrega ceràmic, que garanteix una estabilitat del color inicial i durant tota la vida de la làmpada, una elevada eficàcia i una excel·lent reproducció del color. Per a la substitució de làmpades de vapor de mercuri per halogenurs metàl·lics és necessari substituir la lluminària, ja que no es pot fer la substitució directa de la làmpada.

Les làmpades d'halogenurs metàl·lics són una bona opció energètica quan es desitja llum de color blanc. Són apropiades per a zones amb un elevat nombre d'hores de funcionament continuat de l'enllumenat, però no toleren enceses i apagades continuades, ja

que el temps d'arrencada és de 3 minuts i el període de reencesa és de 10 minuts.

4.3.4.3. Làmpares d'inducció

Les làmpares d'inducció introdueixen un concepte nou en la generació de llum. Basades en el principi de descàrrega de gas a baixa pressió, la seva principal característica és que prescindeix de la necessitat dels elèctrodes per originar la ionització. En canvi, utilitza una antena interna per induir el corrent elèctric en el gas. La potència de l'antena prové d'un generador extern d'alta freqüència que crea un camp electromagnètic dins del recipient de descàrrega.

L'avantatge principal que ofereix aquest sistema és l'augment de la vida útil de la làmpada, que pot arribar a les 60.000 hores. Fa una llum blanca, amb una temperatura de color d'entre 2700-4000 °K i un índex de reproducció cromàtica de 80.

4.3.4.4. Làmpares tipus led

El mercat de làmpades LED està en expansió i cal tenir-les en compte de cara a futures substitucions, sobretot pel que fa a l'enllumenat exterior, semàfors, i il·luminació decorativa (rètols, llums de Nadal, etc..).

El rendiment de les làmpades LED és molt bo. Tanmateix, existeixen al mercat làmpades amb aquesta tecnologia però que presenten un rendiment molt inferior a les de VSAP.

Un aspecte important són les prestacions lumíniques que ofereix el fluorescent tipus LED. Aquestes prestacions són inferiors a les d'un fluorescent convencional sense reflector. Això genera que en el moment d'aplicar el canvi de tecnologia (fluorescència convencional per tipus



LED) s'hagi de tenir en compte si aquest canvi és compatible o no amb cada zona afectada. D'entrada no seria recomanable realitzar el canvi en llocs com sales de treball, aules de lectura, etc., amb un baix horari d'utilització i amb un nivell alt d'il·luminació. Aquesta tecnologia seria més compatible en zones de pas, magatzems, aparcaments, lavabos, etc., amb un elevat grau de funcionament o bé en àrees que no requereixin un elevat grau d'il·luminació i on la disminució de la il·luminació sigui compatible amb els usos.

Tubs fluorescents convencionals			
Models	T8 de 26 mm	T 8 de 26 mm	T 8 de 26 mm
Potència nominal (W)	18	36	58
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Consum amb balast convencional (Wh)	30	46	71
Consum amb balast electrònic (Wh)	19	36	57
Flux lluminós (lm)	1.150	3.000	4.800
Rendiment amb balsat convencional (lm/W)	38	65	68
Rendiment amb balsat electrònic (lm/W)	61	83	84
Vida útil (hores)	8.000	8.000	8.000

Tub LED's			
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Potència nominal (W)	10	16	20
Consum (Wh)	11	22	26
Flux lluminós (lm)	570	1.140	1.425
Vida útil (hores)	80.000	80.000	80.000

Comparativa consums			
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Consum amb balast convencional (Wh)	30	46	71
Consum làmpada LED'S (Wh)	11	22	26
Percentatge estalvi assolible	63,3	52,2	63,4

Taula 4.9: Característiques de les làmpades fluorescents, tubs de LED'S i comparativa consums



4.3.5. Lluminàries

Les lluminàries són aparells que serveixen de suport als llums, amb connexió a la xarxa elèctrica i que cal que compleixin una sèrie de característiques òptiques, mecàniques i elèctriques perquè duguin a terme la seva funció de forma eficient.

A nivell òptic, la lluminària és responsable del control i la distribució de la llum emesa per la làmpada. És important que en el disseny òptic es presti atenció a la forma i distribució de la llum, el rendiment del conjunt làmpada-lluminària i l'enlluernament que pugui provocar en els usuaris.

La lluminària ha de ser de fàcil instal·lació i manteniment. Per això, els materials han de ser els adequats per resistir l'ambient en què hagi de treballar i mantenir la temperatura de la llum dins dels límits de funcionament i de la normativa en vigor.

En funció de les seves característiques òptiques, podem classificar les lluminàries segons el percentatge del flux lluminós emès per sobre i per sota del pla horitzontal que travessa la llum.

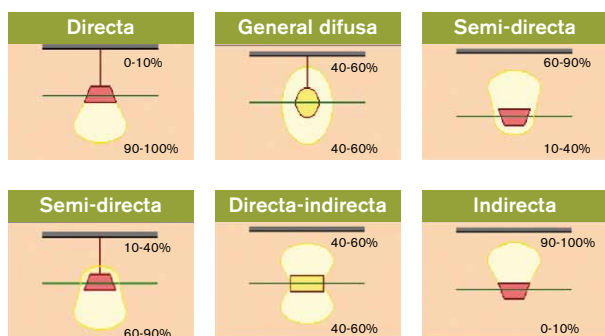
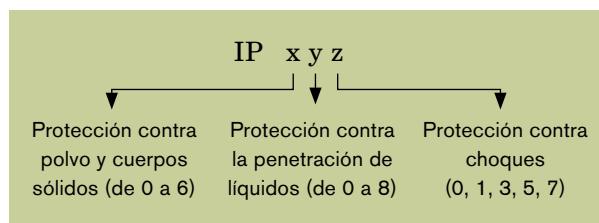


Figura 4.15: Percentatge de flux emès per sobre i per sota del pla horitzontal de la lluminària

En funció de les seves característiques elèctriques, les lluminàries es classifiquen segons el grau de protecció contra la pols, els líquids i els cops. En aquestes classificacions, segons les normes nacionals (UNE 20.324) i internacionals, les lluminàries es designen per les lletres IP seguides de tres dígits. El primer número va de 0 (sense protecció) a 6 (màxima protecció) i indica la protecció contra l'entrada de pols i cossos sòlids en la lluminària. El segon va de 0 a 8 i indica el grau de protecció contra la penetració de líquids. Finalment, el tercer dona el grau de resistència als xocs.



En funció de les seves característiques elèctriques, les lluminàries es divideixen en quatre classes, en funció de la seva protecció elèctrica.

Classe	Protecció elèctrica
0	Aïllament normal sense presa de terra
I	Aïllament normal amb presa de terra
II	Doble aïllament sense presa de terra
III	Lluminàries per connectar a circuits de molt baixa tensió

Taula 4.10: Classes de lluminàries segons protecció elèctrica



4.3.6. Sectorització

La sectorització de l'enllumenat és una eina molt bàsica però indispensable per ajustar l'enllumenat artificial a les necessitats puntuals i zonals de cada punt de forma manual.

Sovint la sectorització manual de l'enllumenat va lligada a la sensibilitat personal dels usuaris enfront de l'optimització de recursos. Per tant, és en l'àmbit educatiu i formatiu on cal arrelar aquests conceptes. Difícilment aquests conceptes es poden aplicar en una activitat, quan el personal que hi treballa no ho aplica al seu propi habitatge per manca de sensibilitat o coneixement.

d'obra. Quan en una determinada dependència hi manca sectorització, es produeix sempre un sobreconsum elèctric en enllumenat, ja que es mantenen il·luminats espais desocupats o amb necessitats baixes d'il·luminació.

En l'actualitat l'aplicació d'elements de domòtica pot facilitar la instal·lació de la sectorització en reduir el volum de cablejat i generar, des d'un interruptor, l'encesa o apagada d'un punt de llum o varis i, alhora, poder-los intercanviar sense generar canvis de cablejat. Cal ressaltar que aquests sistemes domòtics permeten integrar sondes que regulin l'enllumenat artificial en funció de la llum natural, millorant encara més l'eficiència del sistema d'enllumenat sectoritzat.

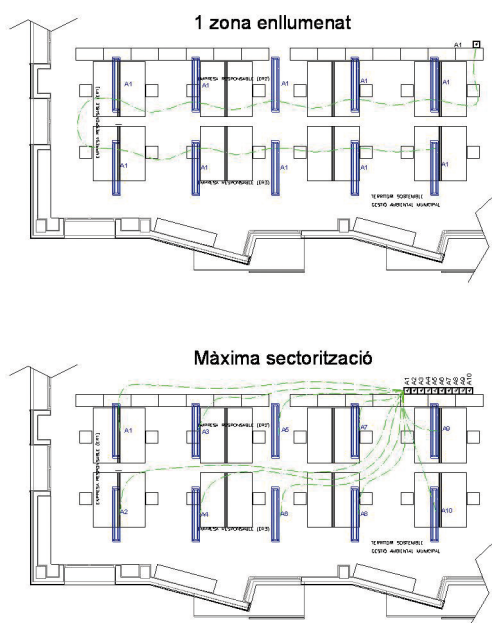


Figura 4.16: Exemples de sectorització: una única zona vs màxima sectorització

Per tal que la sectorització es pugui realitzar, cal que la instal·lació estigui dissenyada per encabir-la i que s'executi correctament. La sectorització encaixa la instal·lació amb cablejat, mecanismes i mà



4.3.7. Fitxes de recomanacions en instal·lacions d'il·luminació

Regulació per a l'aprofitament de la llum natural

Fitxa 1

Descripció:

D'entre els sistemes que s'utilitzen per al control de l'enllumenat artificial en funció de la llum natural disponible, destaquen el balast i els sistemes de regulació de fase (*dimmers*).

Balast

El balast electrònic regulable aporta una variació progressiva i adaptable a la major o menor aportació de llum natural. El balast regulable controla la potència de la làmpada fluorescent mitjançant la modulació de la freqüència, de 20 a 100 kHz. Es controla mitjançant un senyal addicional de 1-10 Volts de cc, DSI o DALI (*Digital Adresse Lighting Interface*). En tots els casos a través de dos conductors. Els diferents tipus de balast regulables són:

- Balast regulable analògic 1-10 V: Regula linealment la potència del tub fluorescent mitjançant una correspondència directa: 1 V = min% de potència; 10 V = 100 % de potència.
- Balast DSI: Els balast digitals amb senyal de control DSI reben les ordres a través d'una línia de control digital mitjançant el protocol DSI. Tots els balasts connectats a una línia DSI reaccionen a la vegada.
- Balast DALI: Els balasts DALI també són digitals i a més són direccionables. El protocol DALI permet governar fins a 64 balasts per unitat de control i memoritzar fins a 16 escenes (en el propi balast). El controlador DALI serà capaç de dirigir-se a cadascun dels balasts que té connectats en la seva sortida DALI i podrà controlar cada punt de llum. L'aprofitament de les característiques del protocol DALI depèn també del fabricant del sistema de gestió, que proveirà diferents solucions en funció de criteris de flexibilitat, facilitat de gestió, d'instal·lació, etc.. El protocol DALI és més bidireccional, per la qual cosa és capaç de subministrar informació de l'estat de cada balast.

Reguladors de fase (*dimmers*)

Són dispositius electrònics que tallen l'ona sinusoidal de corrent altern en un punt variable, de manera que modulen la potència lliurada a la càrrega. Existeixen reguladors que tallen l'ona en la seva part ascendent i altres que ho fan en la seva part descendent: els primers són adequats per a càrregues capacitives (transformadors electrònics) i els segons per a càrregues inductives (transformadors convencionals).

Els dos sistemes poden ésser utilitzats per incandescència a 230 V de CA. El senyal de control que s'entrega al *dimmer* perquè es reguli a un valor determinat pot ser una tensió contínua de 1-10 V o un valor digital (connexió directa a bus sense controladors intermedis). En funció de la tecnologia escollida, caldrà seleccionar un controlador que disposi de les sortides amb aquesta tecnologia.



Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, que regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Unitat de control: 150 €/u (inclou instal·lació i muntatge). 1 unitat permet controlar fins a 15 balasts.
Canvi balast electrònic tipus regulable: 66-86 €/unitat.

Estalvi d'energia primària:

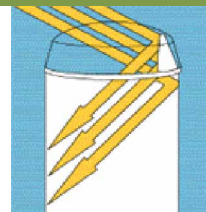
En cas de disposar de BE: estalvi 30-40 %.

En cas de no disposar de BE: estalvi 50-60 %.



Descripció:

Els conductes solars disposen d'un captador solar que cal situar a la teulada o exterior i un conducte transmissor adaptable fins al difusor interior, el qual s'ha d'instal·lar a la dependència que es vol il·luminar. Tenen l'avantatge que poden recórrer una apreciable distància entre el captador i el difusor interior, per tant, no cal que necessàriament el sostre de la dependència on volem que entri la llum natural, sigui alhora la coberta de l'edifici.



Els conductes solars, alhora, també tenen més avantatges, ja que presenten una baixa conductivitat tèrmica: 0,187 W/°K i, alhora, baix coeficient solar 0,11.

Es pot plantejar la instal·lació de conductes solars com a sistema d'il·luminació natural, o bé com a complement en zones properes a la coberta o en zones sense llum natural, a través de les finestres. Aquests sistemes permeten aconseguir un estalvi energètic i econòmic important i un augment del confort dels usuaris del centre.

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 per el que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preus aproximats fabricant:

- Cost conducte 2m, 25Ø amb captador, difusor i accessoris col·locat: 960,48 €/unitat
- Cost conducte 2 m, 35 Ø amb captador, difusor i accessoris col·locat: 1.156,31 €/unitat
- Cost conducte 2 m, 53 Ø amb captador, difusor i accessoris col·locat: 1.539,78 €/unitat
- Feina obra (ITEC Claraboia circular): 155 €/u

Estalvi d'energia primària: 75 %



Descripció:

Es proposa la substitució de làmpades incandescentes per fluorescents compactes de primera generació que disposen d'un casquet exterior -igual al de les làmpades d'incandescència estàndard (rosca Edison, E-27)- que ja incorpora la reactància o balast electrònic indispensable per al seu funcionament.

Els càlculs de rendibilitat efectuats per obtenir un enllumenat amb una qualitat equivalent, mostren que malgrat els fluorescents compactes són més costosos, aquesta diferència es compensa amb una disminució del consum elèctric i amb una vida més llarga.

En relació a les instal·lacions amb làmpades d'incandescència, els fluorescents compactes suposen un estalvi d'energia del 75 al 80 %, tenen una vida mitjana de 12.000 hores -molt superior a les 1.000 hores de vida de les làmpades d'incandescència- i produeixen una llum d'una excel·lent qualitat cromàtica.

A partir de l'1 de setembre de 2009, els fabricants van deixar de distribuir bombetes incandescentes de 100 W als comerços de la Unió Europea. L'1 de setembre de 2010 va passar el mateix amb les bombetes d'incandescència de 75 W i, al setembre de 2011, amb les de 60 W. Finalment, la resta de bombetes d'incandescència de menys potència no es distribuïran a partir de setembre de 2012. Aquesta decisió es basa en l'aprovació que el Parlament Europeu va fer de la iniciativa de la Comissió Europea, el mes de febrer de 2009 i en els acords de la Comissió de Medi Ambient del Congrés dels Diputats del mes de juny de 2008.

Cal destacar que la substitució de les incandescentes estàndards per fluorescents compactes, ambdues amb el casquet E-14 i E-27, és molt senzilla, però el flux lluminós es pot veure disminuït sensiblement si no s'ajusten les potències.



Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost mitjà làmpada incandescent estàndard: 2 €/unitat

Cost mitjà fluorescent compacte: 10-12 €/unitat

Estalvi d'energia primària: 80 %



Descripció:

Es proposa substituir de forma directa els tubs fluorescents convencionals per tubs fluorescents d'alta eficiència energètica. Les principals característiques dels tubs fluorescents d'alta eficiència són:

- Vida útil més elevada: 12.000 hores amb equip electromagnètic i de 17.000 amb balast electrònic.
- Bon rendiment cromàtic (Ra > 80)
- Mínim contingut de mercuri (2 mg)
- Flux lluminós superior a un T8

L'equivalència entre els fluorescents estàndards i els d'alta eficiència es mostra en la taula següent:

Fluorescent estàndard		Fluorescent d'alt rendiment	
Potència làmpada	Flux lluminós (lm)	Potència làmpada	Flux lluminós (lm)
1 x 18 W	1.150	1 X 16 W	1.300
1 x 36 W	2.850	1 X 32 W	3.000
1 X 58 W	4.600	1 X 51 W	4.800

Una de les primeres empreses en comercialitzar aquest tipus de tub fluorescent ha estat Philips, amb el model Master TL-D Eco.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova



Cost econòmic associat:

Fluorescent estàndard				Fluorescent d'alt rendiment			
Potència làmpada	Preu unitari (€)	Vida útil (hores)	Cost reposició (€/any)	Potència làmpada	Preu unitari (€)	Vida útil (hores)	Cost reposició (€/any)
1 x 18 W	4,94	6.000	5,4	1 x 16 W	6,24	12.000	3,6
1 x 36 W	4,94			1 x 32 W	6,24		
1 x 58 W	4.600			1 x 51 W	8,42		

Estalvi d'energia primària: 10 %



Descripció:

Els fluorescents convencionals amb reactància electromagnètica es poden substituir directament per fluorescents LED, els quals ofereixen un estalvi energètic significatiu. El procediment per a la substitució només requereix extreure l'encebador de la lluminària.

La comparativa entre ambdós sistemes és la següent:

Tubs fluorescents convencionals			
Models	T8 de 26 mm	T 8 de 26 mm	T 8 de 26 mm
Potència nominal (W)	18	36	58
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Consum amb balast convencional (Wh)	30	46	71
Consum amb balast electrònic (Wh)	19	36	57
Flux lluminós (lm)	1.150	3.000	4.800
Rendiment amb balast convencional (lm/W)	38	65	68
Rendiment amb balast electrònic (lm/W)	61	83	84
Vida útil (hores)	8.000	8.000	8.000

Tub LED's			
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Potència nominal (W)	10	16	20
Consum (Wh)	11	22	26
Flux lluminós (lm)	570	1.140	1.425
Vida útil (hores)	80.000	80.000	80.000

Comparativa consums			
Llargada tub (mm)	600	1.200	1.500
Consum amb balast convencional (Wh)	30	46	71
Consum làmpada LED'S (Wh)	11	22	26
Percentatge estalvi assolible	63,3	52,2	63,4

La vida útil de les làmpades es veu augmentada unes 10 vegades. S'aconsella que abans de realitzar un canvi de tecnologia massiu, es duguin a terme una o varies proves, per tal de comprovar in situ la distribució de la llum i els nivells d'il·luminació obtinguts.



Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu aproximat fluorescent LED:

50 € tub 600 mm

80 € tub 1.200 mm

90 € tub 1.500 mm

Estalvi d'energia primària:

Si se substitueixen fluorescents amb balasts electromagnètics tradicionals, per tubs de LED's, l'estalvi energètic pot arribar al 60-65 %.



Descripció:

Es proposa la substitució de les làmpades incandescent instal·lades, per làmpades halògenes de baix consum, ja que ambdues làmpades disposen d'un casquet exterior igual (rosca Edison, E-27). En relació a les instal·lacions amb làmpades d'incandescència, les làmpades halògenes de baix consum suposen un estalvi d'energia del 50 %, i la seva vida mitjana triplica les 1.000 hores de vida de les làmpades d'incandescència.

Hi ha disponibilitat de models clar o mat i amb forma arrodonida o de vela. L'equivalència entre làmpades disponibles en el mercat actualment és la següent:

- Incandescent de 60 W per làmpada halògena de 30 W.
- Incandescent de 40 W per làmpada halògena de 20 W.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Halògena de baix consum: 12 €/unitat

Làmpada incandescent: 2 €

Estalvi d'energia primària: 50 %



Substitució de làmpades halògenes dicroïques de 50 W per làmpades LED de 7 W

Fitxa 7

Descripció:

Les làmpades halògenes produeixen una agradable llum viva i blanca, amb una temperatura de color fins 3.200°K i amb una magnífica reproducció dels colors.

No obstant, aquests llums es poden substituir directament per LEDs. LED significa "díode emissor de llum". Un díode és un dispositiu fabricat de dos materials diferents que permeten fer circular el corrent en una sola direcció. Quan passa electricitat pel díode, els àtoms d'un dels materials s'exciten a un nivell superior d'energia. Aquesta energia s'allibera quan els àtoms transfereixen electrons a l'altre material. Durant aquest alliberament d'energia és quan es produeix llum.

El LED proporciona fins a 45.000 hores de llum de qualitat, al mateix temps que redueix significativament els costos d'electricitat i de manteniment.

En comparació amb l'enllumenat tradicional, els LEDs són energèticament eficients, emeten menys CO₂ i irradien poca calor, són més econòmics d'usar i de mantenir, són petits i flexibles, duren més temps i produeixen una llum que es pot programar i controlar amb precisió.

Es proposa substituir directament les làmpades halògenes dicroïques de 50 W per làmpades LED de 7 W.

	Dicroica convencional	LED
Potència làmpada (W)*	50	7
Intensitat lluminosa (cd)*	800	200-800
Temperatura de color (K)*	3.200	Blancs càlids (2.700 - 3.000K) Blancs Freds (4.200 K)

*Nota: Aquests valors corresponen a un fabricant concret i poden variar sensiblement, depenent del fabricant.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova



Cost econòmic associat:

HD 50 W			LED 7 W		
Preu unitari (€)	Vida útil (hores)	Cost reposició (€/any)	Preu unitari (€)	Vida útil (hores)	Cost reposició (€/any)
3,7	2.000	21,5	55	45.000	8,8

Estalvi d'energia primària: 65-75 %



Descripció:

Les làmpades halògenes produeixen una agradable llum viva i blanca, amb una temperatura de color fins 3.200°K i amb una magnífica reproducció dels colors. Les làmpades halògenes es poden regular, de manera que el seu nivell lluminós pot ser fàcilment adaptat a les diferents necessitats.

Existeixen làmpades halògenes que funcionen directament, sense transformador, amb la tensió d'alimentació de 220 V. També n'hi ha en versions de baixa tensió per a un voltatge de servei de 6, 12 i 24 V, que necessiten transformador.

Entre els avantatges particulars de les làmpades halògenes de baixa tensió cal esmentar la construcció més compacte, la millor orientació de la llum i la possibilitat de fabricar làmpades petites de línies elegants per a múltiples aplicacions.

Les làmpades halògenes dicroïques d'alt rendiment de 35 W tenen els següents avantatges respecte a les halògenes convencionals de 50 W:

- 67 % més de vida: 5.000 hores
- 24 % d'estalvi d'energia
- Intercanviable amb dicroïca estàndard

D'aquesta manera, es poden substituir les làmpades dicroïques estàndards de 50 W per làmpades dicroïques de 35 W, amb obtenció del mateix nivell d'il·luminació.

	Dicroïca convencional	Dicroïca alt rendiment
Potència làmpada (W)*	50	7
Intensitat lluminosa (cd)*	800	200-800
Angle emissiu (°)	60	60

*Nota: Aquests valors corresponen a un fabricant concret i poden variar sensiblement, depenent del fabricant.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.



Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost mitjà làmpades HD 50W estàndard: 3,7 €/unitat

Cost mitjà làmpades HD 35W alt rendiment: 8,3 €/unitat

Estalvi d'energia primària: 25 %

Descripció:

Per procedir a una correcta selecció de les fonts de llum, entre l'àmplia oferta del mercat, no només s'han de considerar les diferències de tipus quantitatiu entre les diverses làmpades, sinó també les que fan referència a aspectes qualitatius: les sensacions i les necessitats de l'usuari.

La sensació produïda està relacionada amb la **temperatura de color** de la font, mesurada en °K, i que es qualifica com a càlida -per a tons groguencs (3.000 °K)-; freda -per a tons blancs similars als de la llum solar (5.000-6.000°K)- i neutra -per a tonalitats intermèdies (4.000°K)-. L'adequada identificació dels colors dels elements que formen part de l'entorn il·luminat, es determina mitjançant l'**Índex de Reproducció Cromàtica (IRC)**, especificat en tant per cent. Com més proper al 100 % sigui l'IRC d'una font de llum, millor permetrà distingir els colors dels objectes que il·lumina.

Es proposa substituir les làmpades de vapor de mercuri, per làmpades d'halogenurs metàl·lics, en aquelles zones que puguin acceptar les característiques cromàtiques d'aquestes làmpades (ambdues fan llum blanca, la de mercuri més blavosa).

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Halogenurs Metàl·lics: HM 35 W: 270 €/unitat; HM 70 W: 280 €/unitat

Estalvi d'energia primària: 65-75 %



Descripció:

Les característiques cromàtiques dels tipus de làmpades utilitzats habitualment en l'enllumenat públic i industrial són:

Tipus	color aparent	IRC	T°K
Incandescència	blanc vermellós	molt alt	Baixa
Vapor de mercuri	blanc blavós	moderat	mitjana
Halogenur metàl·lic	blanc càlid	molt alt	mitjana alt
Vapor sodi baixa pressió	groc	-	-
Vapor sodi alta pressió	grogüenc	baix	baixa

La preselecció d'un o altre tipus de font de llum, segons criteris estètics, dependrà essencialment de les característiques de la zona il·luminada.

Un cop definits els aspectes qualitius d'una font de llum, es relacionen els quantitius que, des del punt de vista de costos, tenen més rellevància:

1. Concepte d'eficiència lluminosa, també conegut com rendiment lluminós (lm/W): és la relació entre la quantitat de llum produïda per una font, normalment mesurada en lúmens (lm) i l'energia elèctrica absorbida de la xarxa per al seu funcionament.
2. Cost d'inversió de la font de llum en servei: inclou el preu de la làmpada més el de l'equip addicional mínim que requereix per funcionar (reactàncies, transformadors, etc.).
3. De la mateixa manera, el cost d'explotació de la font de llum en servei, que depèn de les hores de funcionament i de l'eficiència lluminosa de la font, també ha de recollir tant els consums de la làmpada com els atribuïbles als equips addicionals, en els casos en què siguin necessaris.
4. Vida mitjana útil: referida no a la durada de la làmpada fins deixar de funcionar, sinó al temps mitjà, en hores, que triga a disminuir en un percentatge determinat (normalment, el 20%) la seva intensitat lluminosa nominal, moment en el qual s'hauria de substituir per una nova làmpada.

En l'enllumenat públic es pot utilitzar, i de fet s'utilitza, tot tipus de làmpades. Actualment, però, gairebé la totalitat de les noves instal·lacions es dissenyen amb làmpades de vapor de sodi a alta pressió (VSAP). D'altra banda, en les instal·lacions ja existents s'està procedint a la substitució progressiva de làmpades de diversos tipus per les de sodi. Així doncs, es pot dir que les expectatives de futur previsible assenyalen la utilització massiva de làmpades de VSAP com a font única en aquest tipus d'aplicació.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió



Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost aproximat:

- 200 €/unitat (VSAP de 150 W)
- 50 €/unitat (VM de 250 W)

Estalvi d'energia primària: 40 %



Substitució del balast convencional dels tubs fluorescents per balast electrònic

Fitxa 11

Descripció:

Els balasts electrònics d'alta freqüència, aplicats a les instal·lacions d'enllumenat amb làmpades fluorescents, permeten assolir una gran eficàcia energètica, obtenir un millor factor de potència i millorar àmpliament el nivell de flux lluminós, a més, prolonguen espectacularment tota la vida de la instal·lació (tubs, lluminària, cablejat, etc..) i la vida de les làmpades s'incrementa de forma mitjana en un 50 % (de 8000 a 12000 h de vida).

Aquests aparells funcionen a una freqüència de 30 kHz i proporcionen **un estalvi d'energia de l'ordre del 25 %** per a un mateix nivell d'enllumenat, respecte als que treballen a 50 Hz, eliminant el sistema d'arrencada convencional format per reactància, encebador i condensador de compensació, per la qual cosa s'eviten multitud d'avaries amb el conseqüent estalvi en manteniment.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interiors.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu: 40-50 €/balast

Estalvi d'energia primària: 25 %



Descripció:

La sectorització de l'enllumenat és una eina bàsica però indispensable per ajustar l'enllumenat artificial a les necessitats determinades i zonals de cada punt de forma manual.

En l'actualitat, l'aplicació d'elements de domòtica pot facilitar la instal·lació de la sectorització en reduir el volum de cablejat i generar, des d'un interruptor, l'encesa o apagada d'un punt de llum o varis i, alhora poder-los, intercanviar sense generar canvis de cablejat.

Per a la implantació d'aquesta mesura cal en primer lloc detectar els punts amb una sectorització deficient, és a dir, que no disposin de dispositius d'aturada i encesa independents.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

UNE-EN 12464-1, respecte la il·luminació dels llocs de treball interior.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preus aproximats fabricant:

Preus ITEC 2010.

- Conductor: 3,9 €/m
- Tub: 4,5 €/m
- Caixes de derivació: 21,9 €/u
- Interruptor magnetotèrmic: 36,6 €/u
- Interruptor diferencial: 122,2 €/u
- Armari: 106,7 €/u (opcional)

Afegir de 300 a 500 € en concepte modificacions bàsiques com forats a les parets, obres mínimes, etc..

Estalvi d'energia primària:

Aproximadament entre un 10-35 %, depenent de la sectorització prèvia i de la freqüència d'ús del centre.



Descripció:

Un sistema ideal de regulació d'enllumenat és aquell que proporciona suficient il·luminació, i que permet que la tasca es realitzi amb confort, comoditat i seguretat durant el seu temps d'execució. La resta de temps la il·luminació estarà desconnectada.

Els sistemes de regulació més bàsics consisteixen en la instal·lació de dispositius d'**aturada automàtica**, basats en temporitzadors que permeten limitar la durada de la il·luminació en zones de circulació o serveis d'ocupació intermitent.

Dins el grup de sistemes **automàtics tot-res**, també es troben els dispositius fotoelèctrics d'engegada i aturada automàtiques de l'enllumenat exterior i de les zones interiors perifèriques de l'edifici en funció del nivell de llum natural.

Per realitzar aquest tipus de regulació, cal partir d'una instal·lació sectoritzada. A continuació, es descriuen alguns dels equips de regulació de l'enllumenat:

Programadors

Existeix una gran varietat amb diferents graus de complexitat, des de programadors horaris fins a microprocessadors.

**Cèl·lules fotoelèctriques**

Permeten al sistema d'il·luminació respondre a canvis de l'entorn, bé desconnectant l'enllumenat o bé enviant un senyal analògic a l'equip de control que regula el flux lluminós de les làmpades.

Detectors de presència

Connecten o desconnecten l'enllumenat d'un local en resposta a la presència o absència d'ocupants. L'àrea coberta pels detectors pot variar entre 15 i 200 m².

**Tipus de mesura:**

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 per qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DECRET. 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill *
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

(*) Tal com s'ha indicat, per realitzar aquest tipus de regulació, cal partir d'una instal·lació sectoritzada. Per tant, en alguns casos aquesta actuació no és senzilla i requereix una inversió prèvia.

Cost econòmic associat:

Polsador: 88 €/unitat

Detector presència: 162 €/unitat

Detector fotosensible: 162 €/unitat

Estalvi d'energia primària: 60 %



Descripció:

La regulació del règim de funcionament té per objecte l'optimització del consum energètic. En l'enllumenat exterior, els rellotges astronòmics són una eina molt útil per assolir aquest objectiu.

Els rellotges astronòmics efectuen la connexió i desconexió general de l'enllumenat en funció de l'horari de la posta i sortida del sol, adaptant-se a cada longitud i latitud depenent de la ubicació de la població. Aquests aparells disposen normalment d'un circuit addicional programable, totalment independent, per tal d'efectuar apagades o enceses parcials, o bé reduccions de consum.

Les prestacions que caracteritzen, de forma general, aquests equips són les següents:

- Càlcul automàtic segons longitud i latitud dels Ortos (sortida sol) i Ocasos (posta sol).
- No són necessaris elements exteriors per realitzar la seva programació.
- La programació acostuma a ser senzilla i permet modificacions en moments puntuals.
- Circuit auxiliar d'apagada i encesa parcial o reducció de consum.

Per a la programació d'aquests elements, el paràmetre més important és la zona geogràfica, que es pot introduir a través de coordenades, o bé introduint les dades de zones delimitades, prèviament programades.

Tot seguit es mostra una taula comparativa dels diferents sistemes d'encesa, on es pot observar el seu nivell de precisió, preu i manteniment.

Família	Model	Precisió	Preu	Manteniment
Cfot	-	Baixa	Baix	Mitjà
IH	Mecànic	Mitjana	Baix	Nul
IH	Electrònic	Alta	Mitjà	Nul
Rast	-	Alta	Alt	Nul

CFot: cèl·lula fotoelèctrica IH: interruptor horari RAst: rellotge astronòmic

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.



Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Rellotge astronòmic: 195 €/unitat
Instal·lació i muntatge: 105 €/unitat
TOTAL: 300 €/unitat

Estalvi d'energia primària: 10-20 %



Descripció:

Es pot reduir considerablement el consum d'energia elèctrica i tèrmica a les diferents sales sense la intervenció de l'usuari en cap moment. Aquest sistema d'estalvi d'energia es pot aconseguir apagant automàticament els llums i aires condicionats, quan els usuaris surten de les estances. El sistema està format pels elements següents:

1. Dispositiu magnètic

Es tracta d'un indicador de presència o sensor d'estatus que s'instal·la a la porta d'entrada, que avisa a la unitat de control de la seva obertura o tancament, i informa al personal encarregat del centre, si l'usuari es troba dins o fora de l'estança.

2. Sensor de presència o moviment

La seva funció és informar a la unitat de control si l'estança està ocupada.

3. Commutador magnètic

El commutador magnètic talla l'aire condicionat de l'estança quan s'obren les finestres, balcons o terrasses. L'interruptor es compon de dues parts, imant i mecanisme. En apropar l'imant al mecanisme a una distància inferior a 5 mm, es tanca el contacte i l'aire condicionat funciona, (aquest estat seria el de repòs o normal), i en separar-lo s'obre el contacte i s'atura el subministrament d'aire a la dependència.

4. Unitat de control

La funció d'aquesta unitat és controlar l'energia dins de les estances. També controla humitat i temperatura quan la dependència és buida, quan està en desús o es tanca per temps indefinit; controla obertures de balcons o finestres.

Aquest sistema es pot programar per controlar la humitat i calor dins de l'habitació apagant i encenent l'aire condicionat a intervals, aconseguint un estalvi important i mantenint una temperatura de confort i una humitat baixa.

Un altre avantatge del sistema és que controla l'apagada o encesa de la climatització si s'obren o es tanquen les finestres, mitjançant el commutador magnètic.

Aquest sistema d'estalvi d'energia redueix les despeses energètiques garantint el màxim confort i amb una recuperació ràpida de la inversió. És un sistema de fàcil instal·lació, que s'adequa a qualsevol centre, i que es connecta al cablejat de l'estança. Així doncs, si no es va preveure en el projecte de construcció, és possible la seva instal·lació a posteriori, en qualsevol projecte ja acabat. A més, és compatible amb qualsevol sistema d'automatització prèviament existent a les sales.

Tipus de mesura:

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió



Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- ⊗ Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: 120 €/finestra

Estalvi d'energia primària: 2 %

4.4. Envolupant tèrmica

S'entén per envolupant tèrmica d'un edifici, el sistema format pels tancaments de l'edifici que separen els recintes habitables de l'ambient exterior (aire, terreny o un altre edifici) i les particions interiors que separen els recintes habitables dels no habitables, que a la vegada estan en contacte amb l'ambient exterior.

Un edifici mal aïllat necessita més energia per mantenir la temperatura interior i es refreda més ràpidament quan no se li proporciona calor. Un aïllament deficient genera ponts tèrmics i pot provocar l'aparició de condensacions. Per tal d'evitar-ho, la millor solució és donar continuïtat a l'aïllament en les trobades entre forjat i façanes. La col·locació de barreres de vapor a la cara calenta del tancament protegeix de les condensacions intersticials.

Als tancaments on el problema és el sobreescalfament a l'estiu (façanes est i oest i cobertes) és més eficient utilitzar cambres d'aire ventilades que milloren la transmissió tèrmica i faciliten el control energètic. Per aconseguir els efectes de refredament a dins de la cambra d'aire, aquesta ha d'estar realment ventilada i assegurar el tiratge tèrmic.

En resum, els tancaments en l'edificació tenen com a funció principal el control dels nivells ambientals acústics i tèrmics, que es pot aconseguir, bàsicament, de dues maneres:

- Amb barreres físiques, creant unes càmeres d'aire que eviten el pas del fred o de la calor de forma excessiva o afegint materials per donar massa al tancament podent així emmagatzemar-hi energia i irradiar-la cap a l'interior.



- Amb energia, equilibrant les pèrdues o guanys energètics que es produeixen per les necessitats de ventilació i il·luminació.

Actualment, els programes informàtics de disseny d'instal·lacions o edificis permeten calcular els factors de tots els tancaments i, per tant, les necessitats finals de climatització en funció del grau d'aïllament.

4.4.1. Conceptes bàsics

La normativa actual d'aplicació als projectes d'edificació per calcular l'aïllament tèrmic és el DB HE-1 Limitació de la demanda energètica. El seu objectiu és l'ús racional de l'energia necessària en edificis, reduint el consum fins a situar-lo en límits sostenibles. Segons càlculs previs, l'aplicació d'aquesta normativa pot suposar un estalvi energètic de l'ordre del 15-35 % respecte la normativa anterior, depenent del tipus d'edifici i de la zona geogràfica (dades Escola Superior d'Enginyeria de Sevilla).

L'aïllant tèrmic té com a funció principal reduir la transferència de calor entre dos ambients. La seva propietat més important és la baixa conductivitat tèrmica, mesurada per un coeficient que s'expressa en Wh/m°C o kcal/h m°C. Aquest coeficient depèn, entre altres factors, de la densitat del material, que depèn, al seu torn, del contingut de forats de la seva estructura interna, ja que l'aire contingut en aquests intersticis és el que determina la baixa conductivitat dels materials aïllants.

D'altra banda, cal recordar que la despesa en calefacció compensa les pèrdues tèrmiques a través de les superfícies que formen el tancament. Per aquest motiu, és molt necessari que els nivells d'aïllament siguin suficientment estudiats. Per determinar la

despesa en calefacció d'un edifici o dependència, cal calcular la càrrega tèrmica, en què, bàsicament s'inclouen les pèrdues tèrmiques per transmissió a través de les superfícies que formen el tancament i les infiltracions paràsites d'aire exterior.

Les pèrdues de calor per transmissió a través de les superfícies (murs, portes, finestres, terra, estructura i coberta) es poden calcular, per a cadascun dels elements i en condicions de règim permanent, mitjançant la relació:

$$q_i = U_i \cdot S_i \cdot (T_a - T_e)$$

- q_i : pèrdues a través de la superfície considerada (W)
- U_i : coeficient global de transmissió tèrmica de l'esmentada superfície (W/m²°C)
- S_i : àrea de la superfície (m²)
- T_a : temperatura interior (°C)
- T_e : temperatura exterior (°C)

Exemple:

- Aïllament natural de suro: coeficient de transmissió tèrmica de 0,45 W/m²·K.
- Vidres de baixa emissivitat: coeficient de transmissió tèrmica d'1,7 W/m²·K.

És necessari considerar, a més, un increment de les pèrdues originades en els angles formats per dues o tres parets. S'ha d'afegir una àrea suplementària per a cadascuna de les superfícies que formen l'angle, la longitud de la qual és igual a la comuna amb l'altra paret i la seva amplada igual al gruix de les parets en qüestió.

La grandària de les superfícies d'intercanvi ha de ser corregida en funció de l'orientació particular de cadascuna. Els percentatges d'augment de la taula recullen diferents factors com la insolació, grau d'humitat a cada paret, direcció, velocitat i temperatura dels vents a la zona de situació, entre d'altres.



Orientació	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
Augment en %	-	2-5	5-10	10-15	15-20	15-20	10-15	5-10

Les limitacions condicionen el disseny i per tant s'ha d'analitzar a l'hora de projectar:

- Les façanes tindran una transmitància mitjana no superior a 0,73 W/m²K (Barcelona centre és zona climàtica C).
- Les cobertes tindran una transmitància mitjana no superior a 0,45 W/m²K (Barcelona centre és zona climàtica C).
- Les obertures s'han de dissenyar amb molta cura. En orientacions Sud, Sud-est, Sud-oest, Est i Oest, per climes càlids amb molta radiació solar, amb proporcions d'envidrament superiors al 40 %, s'han de col·locar proteccions solars per l'exterior que permetin l'enfosquiment total (també limita el factor solar de vidre). No s'accepten més del 50 % d'obertures respecte el total de façana per cap orientació i clima.
- S'ha de disposar de doble envidrament i fusteria exterior adequada (amb rotura de pont tèrmic) de manera que el conjunt (promig entre el vidre i el marc) tingui un coeficient mitjà de transmitància tèrmica màxima a 3,30 W/m²K.
- Els tancaments d'una estança mitjanera tindran una transmitància no superior a 1 W/m²K.
- En edificis d'habitatges, les particions interiors que limitin cada unitat d'ús tindran una transmitància no superior a 1,2 W/m²K.

4.4.1.1. Decret d'ecoeficiència

Segons el decret d'ecoeficiència es limita el coeficient de transmitància tèrmica als valors següents:

- 0,70 W/m²K en les parts massisses de tots els tancaments verticals exteriors.

- 3,30 W/m²K a les obertures de façanes i cobertes (incloent el marc).

El decret puntua les solucions constructives i els materials més ecoeficients. Per assolir les pautes marcades en el decret, el disseny ha d'incloure opcions amb un mínim de 10 punts.

Les solucions que es valoren millor en termes d'ecoeficiència són:

- Façanes ventilades, cobertes ventilades, coberta enjardinada, sistemes preindustrialitzats a l'estructura i als tancaments exteriors, asolellament a l'hivern, ventilació creuada natural i nivell d'aïllament de 28 dBA en finestres que donen a l'exterior.
- Aïllament acústic: per als elements horitzontals i les parets separadores entre propietats o usuaris diferents, i entre l'interior dels habitatges i els espais comunitaris, nivell d'aïllament mínim a so aeri de 48 dB.

4.4.1.2. Justificació de les exigències del CTE – Document Bàsic d'Estalvi d'Energia (DB-HE)

La justificació del compliment dels requisits de l'apartat HE1-Limitació de la demanda energètica del CTE, es pot realitzar amb el software LIDER o mitjançant una fitxa simplificada.

El LIDER és una implementació informàtica de l'opció general de verificació de l'exigència de limitació de la demanda energètica (HE1), establerta en el Codi Tècnic de l'Edificació. El programa per-



met, un cop introduïda la descripció geomètrica, constructiva i operacional dels edificis, realitzar els càlculs de verificació del document HE1, i fins i tot, imprimir la documentació administrativa pertinent.

El programa calcula la demanda energètica, i determina si l'edifici compleix o no amb l'HE1. És a dir, marca indirectament límits de valors de demanda a través d'exigir certs valors de transmitàncies.

4.4.1.3. Certificat d'eficiència energètica

El certificat d'eficiència energètica d'un edifici és una etiqueta reconeguda per l'administració, que dona una informació tècnica objectiva sobre la classe energètica d'eficiència (A, B, C, D,E, F i G, en un escalat on l'A és el valor més eficient).

La certificació energètica d'un edifici es pot obtenir mitjançant el programa CALENER. Es tracta d'una eina promoguda pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, a través de l'IDAE, i pel Ministeri de l'Habitatge, que permet determinar el nivell d'eficiència energètica corresponent a un edifici. El Programa consta de dues eines informàtiques diferenciades:

- CALENER VYP. S'utilitza per a habitatges i edificis terciaris petits i mitjans. Permet, mitjançant simulació, un cop introduïdes la descripció geomètrica, constructiva i operacional dels edificis i les seves instal·lacions de climatització, aigua calenta sanitària (ACS) i il·luminació (per a edificis no residencials), obtenir la seva qualificació energètica, d'acord amb la normativa vigent, en el seu procediment general.
- CALENER GT. Mateix plantejament que el CALENER VYP, però orientat a grans edificis del sector terciari. La distinció en el sector terciari entre edificis petits i grans, i per tant la utilització d'un o altre programari ve donada pel tipus de sistemes energètics que tingui l'edifici.

La certificació energètica que s'obté amb el CALENER ve determinada a partir de les emissions de CO₂ associades als consums estimats de l'edifici, a partir dels equips instal·lats que s'han descrit, i de l'envolupant i característiques de la mateixa.

4.4.1.4. Programes de simulació energètica d'edificis

Calener és una eina purament normativa i no aporta gran informació sobre els càlculs energètics que realitza. Per completar aquesta informació, existeixen al mercat diferents programes que simulen el nivell d'eficiència energètica d'un edifici per als càlculs de demandes i consums.

A continuació, es mostra un comparatiu entre diferents programes de simulació energètica d'edificis.

La conclusió és que tant els TRNSYS com l'ENERGY +, són d'extremada complexitat d'utilització, el Design Builder simplifica aquesta complexitat i l'EQuest no té presents els ponts tèrmics.



		Desing builder	Energy +	Equest	Trnsys	Ecotect
Entrada de dades	CAD	Sí	No	No	No	Sí
	SI	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Simulació energètica edifici	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Què fa?	CO ₂ emissions	Sí	Sí	Sí	Sí	No
	Ombres	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Ventilació natural	Sí	Sí	No	Sí	Sí
	Llum natural	Sí	Sí	Sí	No	Sí
	Estudis de confort (PVM; PPD)	Sí	Sí	No	No	No
	Càlcul del fluxos d'aire (CFD)	Sí	No	No	Sí, trnsflow	No
	Hvac Simulació	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Resultats i dades climàtiques	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Dimensionament automàtic dels equips climatització i refrigeració	Sí	No	No	No	Sí
	Base de càlcul	DOE 2 Blast i +	DOE 2 Blast i +	DOE 2	Trnsys	
	Idioma	Castellà/Anglès	Anglès	Anglès	Anglès	Anglès
	Energies renovables	FV	FV	No	Sí	No
	ACV (anàlisis del cicle de vida)	No	No	No	No	Sí
Acústica	No	No	No	No	Sí	
Resultats	Interval dels resultats	Subhorari - Horari - diari - setmanal - mensual - anual	Subhorari - Horari - diari - setmanal - mensual - anual	Horari - diari - setmanal - mensual - anual	mensual - anual	No
	Temperatures de funcionament, humitat i aire intern (PVM, PPD)	Sí	No	No	??	No
	Carregues tèrmiques de Refrigeració i calor	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
	Transmissió tèrmica, de parets, sostres, terres, infiltració, ventilació...	Sí	Sí	No	Sí	No
	Consum d'energia per font primària i per ús final (il·luminació)	Sí	Sí	Sí	Sí	No
	Generació de CO ₂	Sí	Sí	Sí	Sí	No
	Dimensionament automàtic de plantes refredadores i sistemes de calefacció	Sí	No	No	No	No
	Preus	750 €/any 4.700 q/indefinida	0 € €	0 € €	3.800 € €	2.500 €
	Comentaris	Enginyeria	Enginyeria	Enginyeria	Enginyeria	Arquitectura - Disseny Edifici / Enginyeria
	Aspectes positius	1 Entorn gràfic 2 Resultats 3 Programa Intuitiu 4 Utilitzable per certificacions internacionals 5 Energies renovables	1 Preu 2 Reconeixement internacional 3 Eina potent 4 Utilitzable per certificacions internacionals 5 Energies renovables 6 Enllaçat amb CVPE	1 Entorn gràfic 2 Preu 3 Utilitzable per certificacions internacionals	1 Exactitud 2 Eina potent 3 Energies renovables	1 Entorn gràfic 2 Bioclimàtic
Aspectes negatius	1 Preu 2 Paràmetres predefinitos	1 Molt complex 2 Coneixement molt rigorós de l'edifici, objecte de l'estudi i instal·lacions	1 No té en compte els ponts tèrmics 2 Anàlisis bàsic de l'edifici	1 Preu 2 Elevada complexitat d'ús 3 Coneixement molt rigorós de l'edifici, objecte de l'estudi i instal·lacions	No s'adequa a les especificacions tècniques per realitzar aquest treball, és ideal en fase de disseny de l'edifici	



4.4.2. Tancaments opacs

S'entén per tancaments opacs tots aquells elements que aïllen l'interior d'una estança de l'ambient exterior i que no permeten el pas de la llum: murs, parets, sostres, portes de materials opacs, etc..

La capacitat aïllant dels tancaments opacs millora amb la introducció d'una cambra d'aire estanca, entre dues capes de materials opacs. La seva efectivitat tèrmica queda recollida en la NBE-CT-79.

4.4.3. Fusteries

La despesa en calefacció i aire condicionat és considerable quan existeixen desajustaments en portes i finestres, ja que es requereix un consum addicional d'energia per mantenir la temperatura de consigna. No obstant, aquestes infiltracions es poden evitar, sense massa despesa, mitjançant el correcte aïllament dels tancaments.

Per determinar les pèrdues tèrmiques per infiltracions d'aire s'utilitza la següent fórmula:

$$Q_i = \Sigma (A \times I) \times \Delta t \times E \times L \times Z_e$$

Q_i Quantitat de calor (kcal/h)

A Infiltració horària per metre lineal d'esclotxa (m³/h per m)

I Longitud de l'esclotxa exposada al vent (m)

Δt Diferència de temperatura interior i exterior (ti - te)

E Índex de l'edifici (edifici protegit o aïllat)

L Índex del local (relació entre la superfície de finestres i portes exteriors i interiors)

Z_e Suplements de cantonada

Les pèrdues per infiltracions d'aire depenen de la velocitat del vent, de l'orientació de la façana i de la grandària de les esclotxes. Tot i que la velocitat

del vent és variable, es pot considerar com a valor mig 16-24 km/h. Per a locals amb més d'una façana a l'exterior es considerarà únicament la que tingui major longitud d'esclotxa.

A continuació, es mostren algunes solucions senzilles per aïllar portes i finestres:

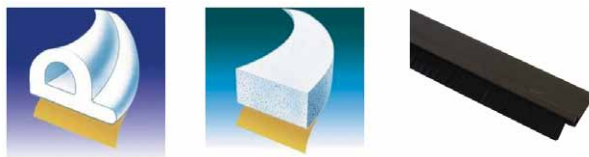


Figura 4.17: Solucions per aïllar portes i finestres

4.4.4. Tancaments transparents

Entenem com a tancaments transparents els elements que deixen passar la llum solar, com les finestres, portes, claraboies i altres.

Factor solar (SHGC). La fracció total de radiació solar incident en una superfície que entra a l'interior del recinte, ja sigui per transmissió directa o per absorció del tancament. $0 < SHGC < 1$

Factor de transmissió lumínica (VT). Propietat òptica que indica la quantitat de llum visible transmesa a través d'un tancament transparent. $0 < VT < 1$.

Ràtio entre factor solar i de transmissió lumínica: light to solar gain ratio – LSG

Aquesta ràtio dona una idea de l'eficiència del vidre per transmetre la llum del dia i, a la vegada, contenir les pèrdues de calor.

Els materials d'aïllament transparent (TIM) són elements que permeten una bona transferència de la radiació solar a la vegada que són bons aïllants.

Característiques:

- Valors òptims de factor solar.
- Bona transmissió lumínica.
- Bon aïllament. Valors petits de conductivitat tèrmica i minimització dels efectes de convecció.
- Redueixen els efectes no desitjats de la radiació solar directa.
- Transforma radiació directa en difusa.
- Il·lumina zones més interiors de l'edifici.

Aplicació en tancaments opacs de materials d'aïllament transparent (TIM):

- En murs convencionals, afegint una capa de TIM a l'exterior.
- En murs Trombe (murs d'emmagatzemat tèrmic).

4.4.5. Proteccions solars passives

Les obertures en cobertes i façanes orientades a sud-oest han de disposar d'un element o tractament protector, de manera que el factor solar (S) de la part envidrada sigui igual o inferior al 35 %. Aquesta protecció es pot aconseguir mitjançant elements fixes o mòbils: viseres, tendals, persianes regulables, vidres especials, etc..

Un altre element de protecció solar passiva és l'arbrat de fulla caduca, ja que a l'estiu evitarà insolació directa a les façanes i a l'hivern la permetrà.

Els tancaments mòbils com les persianes o els porticons aïllaran millor si són externs (preferiblement maniobrables des de l'interior).

El color dels elements de protecció també és una característica a tenir en compte: els colors clars reflecteixen el sol i, per tant, eviten l'escalfament millor que els foscos. Així, mentre una cortina de color clar evita l'entrada de calor en un 40 % aproximadament, una de color fosc l'evita en un 25 %.

4.4.6. Cobertes verdes

Les cobertes verdes duen a terme les funcions habituals de qualsevol coberta (protecció, aïllament tèrmic i acústic). A més, ofereixen protecció davant la radiació solar i aprofiten l'efecte amortidor de la temperatura de la terra gràcies a la seva inèrcia tèrmica, de manera que es redueixen tant les pèrdues com els guanys excessius d'energia o calor a través de la coberta. Aquest efecte suposa un augment de les condicions de confort i un estalvi energètic en climatització.



Figura 4.18: Exemple de coberta verda

A més, la vegetació i el substrat retenen les aportacions pluvials de manera que es redueix l'escollament, i si la coberta inclou un sistema d'aljub, es pot acumular i aprofitar l'aigua de pluja.

Generalment, les cobertes vegetals es divideixen en cobertes extensives i intensives.

- Les extensives són cobertes verdes que requereixen un manteniment mínim o inexistent. Consisteixen en un petit gruix de sòl, de com a mínim uns 76 mm però que no supera els 12 cm, i en el qual predomina el contingut mineral.
- Les cobertes intensives són cobertes verdes que requereixen un manteniment regular (reg,



fertilització...) i poden constituir autèntics jardins a les terrasses dels edificis. El sòl és més profund, de com a mínim 152 mm, i necessita una proporció més gran de matèria orgànica.

4.4.7. Façanes ventilades, hivernacles

Per a un bon aïllament tèrmic és important disposar d'alguna solució constructiva que permeti crear una cambra d'aire ventilada entre el material exterior que rep la càrrega solar tèrmica, i el parament de tancament entre l'interior i l'exterior. Especialment, en les orientacions on el sobreescalfament de les façanes a l'estiu és important, i que a les nostres latituds corresponen a l'orientació sud i sud-oest.

La façana ventilada proporciona aïllament termoacústic gràcies a una càmera ventilada entre el revestiment i l'aïllament. Aquesta solució elimina els ponts tèrmics i els problemes de condensació.

Quan es ventila l'aire d'una cambra, es redueix la quantitat d'energia tèrmica que arriba al interior de l'edifici. El sistema permet diferents tipus de ventilació i utilitzar diversos tipus de materials a la façana interior, mantenint sempre la part exterior amb un aspecte independent. La ventilació d'aquest tipus de façanes s'efectua per convecció natural o forçada.

A causa de l'escalfament de l'aire comprès en l'espai intermedi, es produeix el conegut "efecte xemeneia" que comporta una ventilació ascendent contínua dins de la càmera. Durant èpoques estivals gran part de la calor captada per la capa exterior s'evacua gràcies a l'efecte xemeneia, donant lloc a

una temperatura ambient interior agradable. A l'hivern el mur important actua com a acumulador de calor i com a aïllant.

La ventilació forçada fa referència al fet que s'actua voluntàriament sobre la velocitat de convecció de l'aire dins de la cambra, controlant al mateix temps el flux d'aire que n'entra i surt. A més dels efectes tèrmics a l'interior de l'edifici, aquesta circulació d'aire permet assecat l'aigua de pluja que pot haver-se infiltrat a través de les juntes del revestiment, prevé la condensació d'aigua a l'interior del tancament, i evita l'aparició de fongs. Acústicament, la façana ventilada proporciona a l'ambient interior una reducció de la contaminació acústica de l'ordre del 15 %.

Es pot distingir entre façanes ventilades o façanes respirants, en funció del sistema de condicionament de l'aire de la cambra interior:

- Les façanes respirants són aquelles que estan constituïdes per una cambra d'aire de dimensions molt restringides, de manera que només hi ha una membrana que iguala la pressió de vapor exterior i interior de la cambra, i que evita condensacions al seu interior. El principal avantatge és que no es requereix manteniment a l'interior de la cambra d'aire.
- Les façanes ventilades convencionals tenen una cambra d'aire totalment comunicada amb l'exterior, per on penetra pols, humitat, vent, etc., per la qual cosa requereixen un major manteniment. No obstant això, val a dir que les façanes ventilades convencionals proporcionen grans avantatges tèrmics, tant a l'estiu com a



l'hivern.

4.4.8. Integració de renovables en estructura

La integració de panells fotovoltaics en edificis pot fer-se habitualment de dues formes:

- Integració en teulades (inclinades o planes) i en façanes.
- Com a elements d'ombra (tendals).

La integració cada vegada està més desenvolupada, i ja no només es tracta de panells sobre teulades prèviament construïdes, sinó que els actuals mòduls fotovoltaics s'integren en l'edifici complint altres funcions arquitectòniques (teules o aïllants de cobertes).

Una de les principals traves per a la integració de renovables en l'estructura, són les pròpies ordenances municipals que en regulen sobretot l'impacte visual.



4.4.9. Fitxes de recomanacions en envolupant

Reducció de pèrdues tèrmiques per la porta d'accés	Fitxa 1
<p>Descripció:</p> <p>L'aïllant tèrmic té com a funció principal reduir la transferència de calor entre dos ambients. La present proposta es centra en les pèrdues per infiltracions degudes a l'obertura i al tancament de portes.</p> <p>Una solució, és la instal·lació d'una doble porta a cada entrada de l'edifici, amb cambra d'aire i vidre de seguretat doble, per minimitzar el risc en cas de trencament.</p> <p>Les dobles portes disminueixen les pèrdues de càrrega tèrmica, ja que l'espai entre ambdues evita l'entrada directa d'aire exterior.</p>	
<p>Tipus de mesura:</p> <p><input type="radio"/> Gestió <input type="radio"/> Manteniment <input checked="" type="radio"/> Substitució <input checked="" type="radio"/> Nova inversió</p>	
<p>Normativa:</p> <p>Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).</p> <p>Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.</p> <p>Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.</p>	
<p>Dificultat:</p> <p><input type="radio"/> Senzill</p> <p><input checked="" type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació menor</p> <p><input type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació major</p> <p><input type="radio"/> Només implantable en obra nova</p>	
<p>Cost econòmic associat:</p> <p>Inversió per porta: 3.000 €</p>	
<p>Estalvi d'energia primària: 2-5 %</p>	



Descripció:

Es proposa que els tancaments de les finestres exteriors siguin de doble vidre amb cambra d'aire. Alhora, es proposa que els tancaments que siguin d'alumini amb ruptura de pont tèrmic i baixa permeabilitat. Els vidres dobles disminueixen les pèrdues de càrrega tèrmica per transmissió, gràcies a la seva baixa conductivitat tèrmica.

Coefficient conductivitat tèrmica obertura amb doble vidre 8mm: 2,8 kcal/m² °C h

Coefficient conductivitat tèrmica obertura amb vidre senzill: 5,0 kcal/m² °C h

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.

Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Es valora el sobrecost d'una instal·lació amb ruptura de pont tèrmic sèrie alta, i vidres dobles de seguretat i cambra d'aire, respecte una instal·lació de tancament estàndard de fusteria d'alumini anoditzat natural sèrie baixa, amb vidres senzills, per a finestres d'alumini lacat:

- Sobreinversió tancament estàndard: 65 €/m²
- Sobrecost tancament corbat: 30 % respecte estàndard.

Estalvi d'energia primària: 2-5 %



Descripció:

Es proposa reduir les pèrdues tèrmiques a través de les façanes de l'edifici, incorporant a l'interior de les parets, un trasdossat amb plaques prefabricades de guix laminat d'1,5 cm i aïllant tèrmic format per llana de roca d'elevada densitat. L'aïllament tèrmic disminuirà les pèrdues de càrrega tèrmica per transmissió, gràcies a la seva baixa conductivitat tèrmica.

Coeficient conductivitat tèrmica proposada: 0,527 kcal/m² °C h

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.

Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu referència instal·lació d'aïllament de 5 cm (llana de roca) i aplacat de pladur interior (preu material, instal·lació i muntatge):

ITEC: 40 €/m²

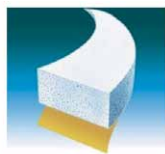
Estalvi d'energia primària: 2-5 %



Descripció:

Aquesta proposta va encaminada a reduir les infiltracions d'aire aplicant perfils aïllants a les portes i finestres que ho requereixin (desajustament), obtenint així un estalvi energètic i una reducció de costos. Els perfils disminueixen les pèrdues de càrrega tèrmica, ja que eviten una entrada directa d'aire exterior.

S'ha d'estudiar en cada cas quina és la millor solució d'aïllament. Per exemple, es podria col·locar cinta aïllant a la part superior, a la zona central i als laterals de les portes i col·locar un llistó adhesiu a la part inferior de les portes.



Cintes aïllants de cautxú o PVC, per als contorns de portes i finestres



Llistó adhesiu amb raspall flexible per aïllar la part inferior

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.

Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Baix ja que el material és força econòmic:

- Llistó inferior: 6,5 €/ metre lineal
- Cinta: 0,8 €/ metre lineal

La mà d'obra apujaria el cost, tot i que la instal·lació es pot dur a terme directament pel personal de manteniment del centre.

Estalvi d'energia primària: 1-5 %



Descripció:

Durant l'obertura de les portes de les cambres es produeix entrada d'aire exterior. Entre els sistemes per reduir aquesta entrada, cal destacar:

- Instal·lació de cortines de plàstic o aire, que actuen a manera de doble porta i redueixen l'entrada d'aire a la cambra en un 70 %.
- Automatització de portes, que permet reduir encara més les infiltracions d'aire.
- Instal·lació de dobles portes als passadissos i pre-cambres d'accés.

També cal tenir en compte que la infiltració d'aire exterior comporta una entrada d'humitat, que ocasiona acumulació de gel en els evaporadors i genera un consum addicional d'energia a causa de la reducció de la transmissió i per la necessitat d'incrementar el nombre de desglaços.

Un altre sistema eficaç per reduir les pèrdues d'aire per les obertures de les portes és la instal·lació d'un dispositiu de desconexió / connexió a les portes, de manera que, quan s'obrin, s'aturin automàticament tots els ventiladors dels evaporadors. Contràriament, en tancar-se les portes, si cal, entraran en funcionament els ventiladors dels evaporadors.

També es proposa la instal·lació de cortines de plàstic (lames) perquè actuïn com a doble porta, en les portes senzilles.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Elements proposats a cada porta:

- Sistema de protecció de sortida d'aire (cortina): 280 €
- Dispositiu d'aturada de ventiladors : 500 €

Estalvi d'energia primària: 12 %



Descripció:

Es proposa el disseny d'una coberta verda per a l'equipament, si les condicions de disseny de la coberta i estructura així ho permeten.

Les cobertes verdes realitzen les funcions habituals de qualsevol coberta (protecció, impermeabilització, aïllament tèrmic i acústic), ofereixen protecció davant la radiació solar i aprofiten l'efecte amortidor de la temperatura de la terra gràcies a la seva inèrcia tèrmica, de manera que es redueixen tant les pèrdues com els guanys excessius d'energia o calor a través de la coberta. Aquest efecte suposa un augment de les condicions de confort i un estalvi energètic en climatització.

A més, la vegetació i el substrat retenen les aportacions pluvials de manera que es redueix l'escolament, i si la coberta inclou un sistema d'aljub, es pot acumular i aprofitar l'aigua de pluja.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.

Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons superfície i tipus de cobertura.

Estalvi d'energia primària: 1-5 %



Descripció:

La façana ventilada i/o amb hivernacles proporciona aïllament termoacústic gràcies a una càmera ventilada entre el revestiment i l'aïllament. Aquesta solució elimina els ponts tèrmics i els problemes de condensació.

Quan es ventila l'aire de la cambra, es redueix la quantitat d'energia tèrmica que arriba a l'interior de l'edifici. El sistema permet diferents tipus de ventilació i utilitzar diversos tipus de materials a la façana interior, mantenint sempre la part exterior amb un aspecte independent. La ventilació d'aquest tipus de façanes s'efectua per convecció natural o forçada.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.

Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Elevat

Estalvi d'energia primària: 5 %



Descripció:

La calor que penetra dins d'un edifici està lligada a la temperatura ambient exterior i, alhora, a la radiació incident dels tancaments de l'edifici. Quanta més exposició solar de l'edifici, més guanys tèrmics i, per tant, més consum energètic per a la seva refrigeració.

El disseny d'un edifici ha de permetre el màxim pas de radiació solar en certes èpoques de l'any, i restringir-la durant altres. Amb elements de protecció solar es pot aconseguir aquest efecte. Els mètodes de control solar utilitzables són:

Elements fixos de control solar

Dins d'aquest grup cal destacar voladissos, porxos, pèrgoles i lames horitzontals o verticals. També es poden emprar arbres com elements de control solar, generalment de fulla caduca, per permetre al hivern l'entrada de sol a l'edifici. Les proteccions fixes, però, presenten el problema que l'ombra produïda és segons la posició del sol i no de l'estació climàtica.

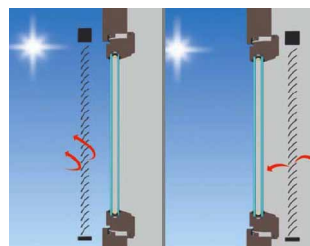
Elements mòbils de control solar

Els elements mòbils de control proporcionen una flexibilitat d'ús que no s'aconsegueix amb els fixos. La seva efectivitat serà màxima si són exteriors i separats del vidre, ja que també ombregen els voltants, mentre que els interiors són poc efectius, perquè permeten que la radiació entri a través del vidre. Els elements mòbils de control solar més comuns són porticons, tendals, persianes exteriors de tot tipus, lames, persianes venecianes i cortines.

Vidres tintats i films adhesius

L'aplicació de vidres amb protecció solar o films adhesius pot resultar eficient i econòmic, però comporta els inconvenients següents: és difícil aprofitar la llum natural a l'interior de l'estança i gaudir d'un bon confort visual; el vidre no només impedeix l'entrada de l'energia solar a l'edifici a l'estiu, sinó també a l'hivern i, d'aquesta manera, també redueix l'aprofitament de la radiació solar i augmenta la necessitat de calor artificial; els films adhesius tenen una menor durada que els vidres amb protecció solar.

Només es poden obtenir valors de factor solar molt baixos (aportació solar inferior a un 10% de la radiació incident) amb l'aplicació de proteccions solars mòbils. Cal tenir en compte que els elements de control solar exteriors són de set a deu vegades més eficients que els interiors.

**Tipus de mesura:**

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió



Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Lames: 120 €/m²

Vidres tintats: 85 €/m²

Film: 33 €/m²

Estalvi d'energia primària:

Pot assolir el 50 % del consum en refrigeració.



4.5. Instal·lacions elèctriques

4.5.1. Conceptes bàsics

La instal·lació elèctrica d'un equipament està formada pel quadre de comandament i protecció, els circuits d'alimentació dels receptors, els circuits de connexió a terra i els receptors.

Per determinar la potència de contractació d'una instal·lació elèctrica és necessari conèixer la potència instal·lada i la potència absorbida.

Magnituds bàsiques d'instal·lacions elèctriques

La *potència instal·lada* és la suma de les potències nominals de tots els receptors de la instal·lació.

La *potència contractada* és la potència que figura a la pòlissa de la companyia elèctrica i suposa el límit de consum que pot realitzar-se en la modalitat de contractació.

La *potència activa o nominal* és la part de la potència absorbida que es transforma en treball més les pèrdues per escalfament. Símbol: $P_n(W)$

La *potència fluctuant o inductiva* és la potència que utilitza el receptor per realitzar la seva funció. Símbol: $P_r(W)$

La *potència absorbida o aparent* per un receptor és la potència total que el receptor rep de la xarxa, i que converteix en treball, pèrdues per escalfament i potència fluctuant. És a dir, la potència nominal més la potència que utilitza el propi element per funcionar. La potència absorbida es pot obtenir a partir de la potència instal·lada, tenint en compte els rendiments i el factor de potència ($\cos \varphi$) de totes les càrregues. Símbol: $S(VA)$

La *potència reactiva* seria la potència que caldria instal·lar per compensar la potència fluctuant total, a fi que la potència aparent fos igual a l'activa. Símbol $Q(Var)$

El *factor de potència* (F o FP) d'una instal·lació és el quocient o proporció entre la potència activa $P(W)$ consumida per la instal·lació i la potència aparent $S(VA)$ subministrada a la instal·lació.

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$

El factor de potència coincideix amb el $\cos \varphi$, si la xarxa elèctrica no està distorsionada ($D=0$), és a dir, si no té harmònics, ni desequilibris de fases, i variarà entre 0 i 1. Un factor de potència pròxim a 1 indica que pràcticament la totalitat de la potència absorbida de la xarxa es transforma en treball i pèrdues per escalfament, i que s'ha assolit un consum optimitzat.

$$FP = \frac{P(kW)}{S(kVA)} = \cos \varphi$$

Nota: aquesta fórmula només és vàlida en aquells casos en què les corrents i tensions siguin ones, perfectament sinusoidals i sense distorsions.

En resum, FP i $\cos \varphi$ són dos termes diferents i depenen de diferents factors:

- $\cos \varphi$: Només depèn de les Potències Activa (P) i reactiva (Q).
- FP : Depèn de les Potències Activa (P), Reactiva (Q) i de les Distorsions (D).

A Espanya amb una bateria de condensadors es compensa la Reactiva i es pot aconseguir fins a una bonificació en la factura elèctrica, però pot donar-se la paradoxa que aquesta instal·lació estigui aportant distorsions (p.e. corrents harmòniques) a la xarxa de distribució.



4.5.2. Optimització de la contractació

4.5.2.1. Unificació del subministrament

Els centres poden disposar d'un o varis subministraments elèctrics en funció de les seves necessitats. A més, en alguns casos, es disposa de subministraments de socors o emergència per ser utilitzats en cas de fallada del subministrament principal. En d'altres casos s'opta per equips autònoms com generadors elèctrics, que funcionen amb altres fonts d'energia (generalment gasoil).

En alguns casos trobem subministraments de **baixa tensió**, els que presenten tensions no superiors a 1.000 V. En altres centres (generalment amb un consum elevat) podem trobar tarifes de mitja tensió, amb tensions superiors a 1.000 V. En la majoria de subministraments de **mitja tensió**, el voltatge d'entrada als transformadors se situa sobre els 25.000 V.

És indispensable que el centre disposi dels subministraments que realment necessita en funció de les seves característiques, i evitar així qualsevol cost econòmic innecessari. D'altra banda, el càlcul de la potència de facturació es realitza atenent els diferents modes de subministrament de baixa tensió més utilitzats, que es descriuen tot seguit, tenint en compte les limitacions de cadascun d'ells.

Mode 1: sense màximetre

Serà aplicable a qualsevol subministrament de baixa o alta tensió, quan l'abonat hagi contractat una sola potència i no tingui instal·lat cap màximetre. En aquest cas, la potència de facturació serà la potència contractada.

Mode 2: amb màximetre

És aplicable a qualsevol subministrament de baixa o alta tensió quan l'abonat hagi contractat una sola

potència i tingui un sol màximetre per a la determinació de la potència base de facturació. La de facturació es calcula de la forma següent:

- a Si la potència màxima demanada enregistrada pel màximetre en el període de facturació està entre 15 % i + 5 % respecte de la potència contractada, aquesta potència enregistrada serà la de facturació.
- b Quan la potència màxima demanada enregistrada pel màximetre en el període de facturació sobrepassi la contractada en més del 5 %, la potència de facturació en el període considerat serà igual al valor enregistrat pel màximetre, més el doble de la diferència entre el valor enregistrat pel màximetre i el valor corresponent al 105 % de la potència contractada.

Si la potència màxima demanada en el període de facturació és inferior al 85 % de la potència contractada, la potència de facturació serà igual al 85 % de la potència contractada.

4.5.2.2. Optimització de la potència contractada

La potència contractada és la potència que figura a la pòlissa de la companyia elèctrica i suposa el límit de consum que pot realitzar-se en la modalitat de contractació. Aquest valor queda reflectit en l'interruptor de control de potència (ICP), que és l'element de seguretat que evita la possibilitat que es produeixin consums superiors al contractat. La potència contractada no pot superar la potència màxima autoritzada de la instal·lació.

Les contractacions elèctriques acostumen a incloure fórmules que, en un moment de necessitat, permeten demanar més potència que la contractada, sense patir un tall de subministrament degut a l'actuació de l'interruptor de control de potència.



El concepte de màxima demanda correspon al valor de potència màxima sol·licitada per una instal·lació en un període d'integració, que generalment és de 15 minuts. El registre d'aquesta potència el realitza el màxímetre, enregistrant el valor màxim mesurat en un mes.

Tenint en compte el valor de potència màxima mesurat, si es supera el valor de potencia contractada, la companyia penalitza per la potència consumida màxima.

Es poden plantejar dues situacions:

- En alguns casos, podem trobar que durant l'any s'excedeix la potència contractada. La solució passaria per identificar els moments de màxima demanda i fer una gestió més eficient dels equips consumidors. Actualment, al mercat existeixen aparells que realitzen aquesta tasca. En últim cas, caldria augmentar la potència contractada.
- En els casos en què la potència màxima demandada és substancialment inferior a la contractada, es pot estudiar la possibilitat de reduir la potència contractada i així evitar pagar una despesa que no es necessita.

Per tal de realitzar un estudi acurat de la potència demandada cal disposar de la corba de demanda de potència, que es pot obtenir mitjançant les dades enregistrades per un comptador, que alhora també pot registrar d'altres paràmetres elèctrics. La corba de demanda mostra l'evolució de la potència activa al llarg del temps. També es poden obtenir les dades de potencia màxima demandada a través de les factures elèctriques del subministrament de companyia.

Amb les dades obtingudes es podrà optimitzar la potència contractada i detectar les puntes de potència i quan es produeixen.

4.5.3. Factor de potència i bateries de compensació d'energia

L'energia reactiva és aquella que utilitzen alguns equips per a la creació de camps elèctrics i magnètics (per exemple: motors, transformadors, reactàncies, etc..). Aquesta energia no es converteix en treball útil, sinó que fa augmentar la potència i s'ha de transportar i distribuir i, per tant, augmenta les pèrdues en distribució.

El consum d'energia reactiva es penalitza en funció del cosinus de phi ($\cos \varphi$). El factor de potència o cosinus de phi ($\cos \varphi$) mitjà d'una instal·lació es determina a partir de la fórmula següent:

$$\cos \varphi = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + W_r^2}}$$

Wa: quantitat enregistrada pel comptador d'energia activa, en kWh.

Wr: quantitat enregistrada pel comptador d'energia reactiva, en kVArh.

Els valors d'aquesta fórmula es determinen amb dues xifres decimals i l'arrodoniment es fa per defecte o per excés, segons si la tercera xifra decimal menyspreada sigui menor de 5 o no.

Per a l'abonat, l'excés d'energia reactiva té com a conseqüència uns recàrrecs importants en la facturació elèctrica. Això implica un sobrecost important en el consum energètic del centre i que es pot preveure amb la instal·lació de bateries de condensadors per compensar l'energia reactiva generada.

Bateries de condensadors

Les bateries de condensadors són equips concebuts per neutralitzar i compensar l'energia reactiva



d'una instal·lació. Per la seva naturalesa capacitativa aquests equips poden:

- Reduir la demanda d'energia reactiva de la xarxa.
- Facilitar l'estabilització i la qualitat del subministrament.
- Optimitzar el dimensionament i el rendiment de la instal·lació.

L'actual proliferació d'equipaments electrònics pot propiciar l'aparició d'harmònics que generin problemes a les bateries dels condensadors. L'anàlisi de la xarxa elèctrica és la metodologia per conèixer l'existència de perturbacions i és el millor mecanisme per determinar l'idoneïtat dels filtres per evitar-ho.



Figura 4.19: Exemple de bateria de condensadors

4.5.4. Necessitat d'estacions transformadores

La missió d'una estació transformadora és la de reduir els valors d'alta/mitja tensió procedents de les estacions transformadores fins a valors de mitjana/baixa tensió. La xarxa elèctrica de distribució cobreix la superfície dels grans centres de consum, unint les estacions transformadores de distribució amb els centres de transformació, que són l'última

etapa del subministrament en mitjana tensió, ja que la tensió a la sortida d'aquests centres és de baixa tensió (125/220 o 220/380 V).

La previsió de potència elèctrica ha d'aparèixer en qualsevol projecte d'obra nova i s'ha de calcular segons el Reglament Elèctric de Baixa Tensió (RETB).

El R.D. 2819/1998, el qual regula totes aquelles activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica, especifica quan, com i en quines condicions ha d'instal·lar-se un centre de transformació (CT).

Segons la potència requerida, la companyia subministradora pot exigir reservar un lloc per al CT. Quan això passa, el CT és propietat privada i cal un manteniment adequat.

4.5.5. Etiquetatge elèctric

A partir de l'1 de juliol de 2009 va desaparèixer el sistema de tarifes regulades i tots els usuaris d'electricitat van passar al lliure mercat, on l'adquisició d'energia elèctrica es pot realitzar a través d'una comercialitzadora i el preu del subministrament és el pactat lliurement entre les parts.

En aquest context, existeix la possibilitat d'adquirir energia amb garantia d'origen, que és una acreditació, que assegura que un nombre determinat de kWh d'energia elèctrica produïda per una central, en un període temporal determinat, ha estat generada a partir de fonts d'energia renovables o de cogeneració d'alta eficiència.

L'Ordre ITC/1522/2007, de 24 de maig, és la normativa que estableix la regulació de la garantia de

l'origen de l'electricitat procedent de fonts de energia renovables i de cogeneració d'alta eficiència (BOE d'1 de juny de 2007). Mitjançant la garantia d'origen es pot establir un sistema d'etiquetatge de l'electricitat.

En les taules de les pàgines següents es mostra la mescla d'energies que han originat l'energia elèctrica venuda per a cada empresa comercialitzadora, les emissions de CO₂ i els residus radioactius associats per a l'any 2009 (Font: CNE).

Amb aquests valors les empreses comercialitzadores que participen en el sistema de garantia d'origen obtenen l'etiqueta referent a les emissions de CO₂.

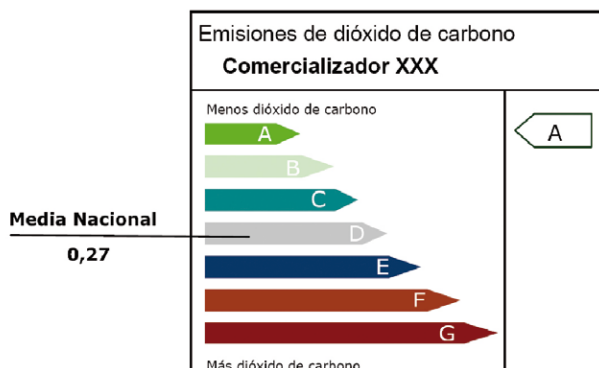


Figura 4.20: Exemple etiqueta emissions de CO₂ empresa comercialitzadora energia elèctrica

Origen	Comercializadora sin GDO's(*)	Endesa Energía, S.A.	Hidrocarburo Energía, S.A. Unipersonal	Iberdrola Generación S.A.U.	Factor Energía, S.A.	Unión Fenosa Comercial, S.L.
Renovables (Puras + híbridas)	12,5%	26,8%	35,8%	55,0%	30,3%	20,2%
Cogeneración de alta eficiencia	1,1%	1,1%	1,1%	7,3%	1,1%	6,2%
Cogeneración	11,5%	9,6%	8,4%	3,7%	9,1%	9,8%
Ciclos Combinados gas natural	33,8%	28,2%	24,7%	10,9%	26,8%	28,8%
Carbón	15,0%	12,5%	10,9%	4,8%	11,9%	12,8%
Fuel/Gas	0,8%	0,7%	0,6%	0,3%	0,7%	0,7%
Nuclear	23,9%	20,0%	17,5%	7,7%	19,0%	20,4%
Otras	1,4%	1,1%	1,0%	0,3%	1,1%	1,1%
Emisiones CO2 (kg/kWh)	0,33 E	0,28 D	0,24 C	0,13 B	0,26 D	0,30 E
Residuos radiactivos alta actividad (mg/kWh)	0,72 E	0,60 D	0,52 C	0,23 B	0,57 D	0,61 E

(*) Entre las empresas comercializadoras son GDO's, además de otras que no han adquirido garantías de origen, se encuentran las siguientes Comercializadoras de último recurso (CUR): "Endesa Energía XXI, S-L.U.", "Iberdrola Comercialización de último recurso, S.A.U.", "E.ON Comercializadora de último recurso, S.L." y "HC Naturgas Comercializadora de último recurso, S.A."



Origen	Gas Natural Comercializadora, S.A.	Gas Natural Servicios SDG, S.A.	Nexus Energía, S.A.	Naturgas Comercializadora, S.A.	Elektritäts-Gesellschaft Laufenburg España, S.L.	Derivados Energéticos para el transporte y la Industria, S.A. (Detisa)
Renovables (Puras + híbridas)	62,8%	62,0%	27,7%	23,9%	97,1%	0,0%
Cogeneración de alta eficiencia	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	100,0%
Cogeneración	4,8%	4,9%	9,4%	10,0%	0,2%	0,0%
Ciclos Combinados gas natural	14,1%	14,5%	27,9%	29,4%	0,7%	0,0%
Carbón	6,3%	6,4%	12,3%	13,0%	0,3%	0,0%
Fuel/Gas	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%
Nuclear	10,0%	10,2%	19,7%	20,8%	0,5%	0,0%
Otras	0,5%	0,5%	1,2%	1,1%	0,1%	0,0%
Emisiones CO ₂ (kg/kWh)	0,14 B	0,14 B	0,27 D	0,29 E	0,01 A	0,34 E
Residuos radiactivos alta actividad (mg/kWh)	0,30 B	0,31 B	0,59 D	0,62 E	0,01 A	0,00 A

Origen	Céntrica Energía, S.L.U.	E.ON Energía, S.L.	Acciona Green Energy, Developments, S.L.	Gesternova S.A.	Gas Natural Sur SDG, S.A.
Renovables (Puras + híbridas)	100,0%	55,3%	100,0%	100,0%	27,5%
Cogeneración de alta eficiencia	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	10,6%
Cogeneración	0,0%	5,8%	0,0%	0,0%	8,2%
Ciclos Combinados gas natural	0,0%	17,1%	0,0%	0,0%	24,2%
Carbón	0,0%	7,6%	0,0%	0,0%	10,7%
Fuel/Gas	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,6%
Nuclear	0,0%	12,1%	0,0%	0,0%	17,1%
Otras	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	1,1%
Emisiones CO ₂ (kg/kWh)	0,00 A	0,17 B	0,00 A	0,00 A	0,27 D
Residuos radiactivos alta actividad (mg/kWh)	0,00 A	0,36 B	0,00 A	0,00 A	0,51 C

Figura 4.21: Mix elèctric diferents comercialitzadores energia elèctrica i emissions de CO₂ i residus radioactius associats per a l'any 2009. Font: Comissió Nacional de l'Energia (CNE)

4.5.6. Fitxes de recomanacions en instal·lacions elèctriques

Optimització de la potència elèctrica contractada

Fitxa 1

Descripció:

La potència contractada és la potència que figura en la pòlissa de la companyia elèctrica i suposa el límit de consum que pot realitzar-se en la modalitat de contractació. Mitjançant el valor mesurat de potència màxima i en cas de superar el valor de potència contractada, la companyia penalitza per la potència consumida màxima.

Per tal de realitzar un estudi acurat de la potència demandada cal disposar de la corba de demanda de potència, que es pot obtenir mitjançant les dades enregistrades per un comptador, que alhora també pot registrar d'altres paràmetres elèctrics. La corba de demanda mostra l'evolució de la potència activa al llarg del temps. També es poden obtenir les dades de potència màxima demandada a través de les factures elèctriques del subministrament de companyia. Amb les dades obtingudes es podrà optimitzar la potència contractada i detectar les puntes de potència i quan es produeixen. Un sistema per poder determinar la bondat de la potència contractada és el càlcul de l'horari o funcionament anual del subministrament: kWh/any/potència contractada. L'historial de potència màxima registrada o consumida (mitjançant un maxímetre), és l'eina directa més fiable per poder determinar la millor contractació de potència.

En el lliure mercat, el concepte de facturació d'excessos de potència es té en compte. Per tant, és recomanable optimitzar al màxim la potència contractada en el subministrament elèctric.

Tipus de mesura:

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 que aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 485/2009, de 3 d'abril, pel qual es regula la posada en marxa del subministrament d'últim recurs en el sector de l'energia elèctrica.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

1.500 € cost associat a una auditoria dels contractes dels subministres elèctrics.

Estalvi d'energia primària: 10-20 %

Descripció:

En cas que es disposi d'un o varis subministraments elèctrics és recomanable unificar contractes, sempre que sigui possible. A més, és necessari revisar totes les pòlisses, ja que en edificis de titularitats públiques és habitual que existeixin contractes de subministrament ja en desús que caldria anul·lar.

És indispensable que el centre disposi d'aquells subministraments que realment necessita en funció de les seves característiques. D'aquesta manera s'evita qualsevol cost econòmic innecessari. D'altra banda, el càlcul de la potència de facturació es realitza segons els modes de subministraments de baixa tensió més utilitzats, que es descriuran tot seguit.

Un sistema per poder determinar la bondat de la potència contractada és el càlcul de l'horari o funcionament anual del subministrament: kWh/any/potència contractada. L'historial de potència màxima registrada o consumida (mitjançant un maxímetre), és l'eina directa més fiable per poder determinar la millor contractació de potència.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 que aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 485/2009, de 3 d'abril, pel qual es regula la posada en marxa del subministrament d'últim recurs en el sector de l'energia elèctrica.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

1.500 € cost associat a una auditoria dels contractes dels subministres elèctrics.

Estalvi d'energia primària:

Depèn de la sobre/sota dimensió dels contractes, però se situa al voltant del 5-10 %



Descripció:

Per a l'abonat, l'excés d'energia reactiva (aquella que utilitzen alguns equips com els motors per a la creació de camps elèctrics i magnètics, però que no es converteix en treball útil) té com a conseqüència uns recàrrecs importants en la facturació elèctrica. Això implica un sobrecost important en el consum energètic del centre, que es pot evitar amb la instal·lació de bateries de condensadors per compensar l'energia reactiva generada.

Les bateries de condensadors són equips concebuts per neutralitzar i compensar l'energia reactiva d'una instal·lació. Per la seva naturalesa capacitativa aquests equips poden:

- Reduir la demanda d'energia reactiva de la xarxa.
- Facilitar l'estabilització i la qualitat de subministrament.
- Optimitzar el dimensionament i el rendiment de la instal·lació.

L'actual proliferació d'equipament electrònic afavoreix l'aparició d'harmònics que poden generar problemes a les bateries de condensadors. L'anàlisi de la xarxa elèctrica permet conèixer l'existència d'aquestes pertorbacions i esdevé el millor mecanisme per determinar l'idoneïtat de filtres i evitar-les. Observant el cosinus de φ de referència, es pot determinar si el factor de potència és millorable mitjançant la instal·lació/ampliació d'una bateria de condensadors.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

RBT. Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i instruccions tècniques complementàries (ITC).

Reial Decret 314/2006 que aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Reial Decret 485/2009, de 3 d'abril, pel qual es regula la posada en marxa del subministrament d'últim recurs en el sector de l'energia elèctrica.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió aproximada: 4.700 €/ bateria de condensadors de 110 kVArh.

Estalvi d'energia primària: 5 %



Descripció:

A partir de l'1 de juliol de 2009 va desaparèixer el sistema de tarifes regulades i tots els usuaris d'electricitat van passar al lliure mercat, en què l'adquisició d'energia elèctrica es pot realitzar a través d'una comercialitzadora i el preu del subministrament és el pactat lliurement entre les parts. En aquest context, existeix la possibilitat d'adquirir energia amb garantia d'origen, una acreditació, que assegura que un nombre determinat de kWh d'energia elèctrica produïda per una central, en un període temporal determinat, ha estat generada a partir de fonts d'energia renovables o de cogeneració d'alta eficiència. Amb el seu mix elèctric les empreses comercialitzadores que participen en el sistema de garantia d'origen obtenen l'etiqueta referent a les emissions de CO₂.

Tipus de mesura:

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

L'Ordre ITC/1522/2007, de 24 de maig, que estableix la regulació de la garantia de l'origen de l'electricitat procedent de fonts de energia renovables i de cogeneració d'alta eficiència (BOE d'1 de juny de 2007).
 Reial Decret 485/2009, de 3 d'abril, pel qual es regula la posada en marxa del subministrament d'últim recurs en el sector de l'energia elèctrica.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

-

Estalvi d'energia primària:

-



4.6. Estalvi d'aigua

A Catalunya existeixen nombroses estratègies basades en campanyes de sensibilització dirigides a la població per incentivar l'estalvi i l'eficiència en l'ús de l'aigua. Moltes d'aquestes campanyes han anat acompanyades de la distribució de petits dispositius (airejadors, reductors de capacitat de cisternes, etc.).

En edificis públics el consum d'aigua varia extremament segons l'ús a què es destina l'edifici: des d'oficines i escoles o centres culturals, amb consum únicament basat en serveis i rentamans, passant pels centres socio-sanitaris (CAPs i hospitals) amb consums variats, fins a poliesportius amb elevats consums degut a serveis de dutxes o piscines.

4.6.1. Conceptes bàsics

El consum domèstic per habitant a Catalunya és d'aproximadament 130 litres diaris, distribuïts en:

- En habitatges, 30 % vàter i rentamans, 20 % dutxa-banyera, el 20 % rentadora i el 10 % del rentavaixel·la.
- En oficines destaca un 70 % consumit en vàters i urinaris, 15 % en rentamans i 5 % en neteja.

A continuació, es mostren alguns valors tipus de consums, segons dispositiu de descàrrega, que poden servir per estimar els consums totals dels equipaments que es vulguin analitzar.

Aplicació	Consum per ús (l)	Freqüència d'ús (dia x persona)	Consum (l/dia x persona)
Vàter, descàrrega convencional	10	5	50
Vàter, descàrrega de sis litres	6	1	6
Vàter, descàrrega de tres litres	3	4	12
Urinari convencional	3	4	12
Urinari sense aigua	0	4	0
Rentamans	5	6	30
Rentamans amb airejadors-difusors	3	6	12
Banyera plena	140	0,5	70
Dutxa convencional	70	1	70
Dutxa amb diferents dispositius d'estalvi	35	1	35
Zona verda (l/m ² -a)	200-400		

Figura 4.22: Consums mitjans d'aigua segons dispositiu de descàrrega

Font: Estalvi i eficiència energètica en edificis públics. Col·lecció quadern pràctic num.2, ICAEN



4.6.2. Reductors de cabal

La pressió de la xarxa d'aigua pot ser bastant variable; de forma general, pot variar entre 2 i 6 bar, per tant, el cabal d'una mateixa obertura serà sensiblement diferent, en funció de la pressió disponible d'aigua.

Les elevades pressions, a més de generar un doll més important d'aigua, suposaran un esforç més gran per a les canonades i accessoris; sovint es poden traduir en un escurçament de la seva vida útil i en un augment de les possibilitats de vessaments.

Per il·lustrar el diferencial de cabal, adjuntem diversos gràfics de cabal d'aigua en aixetes estàndards monocomandament, en funció de la pressió, cedides per diferents fabricants:

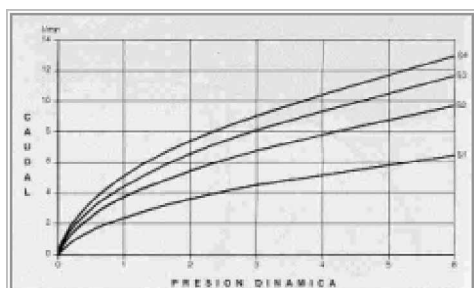
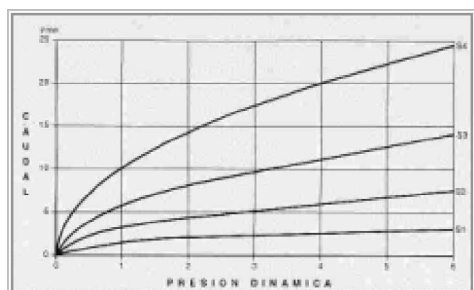
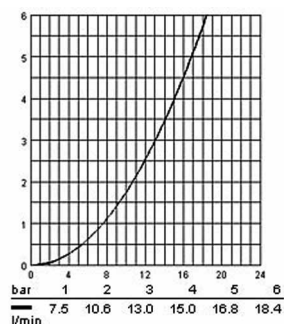


Figura 4.23: Gràfics del cabal d'aigua d'aixetes monocomandament segons pressió

Tal i com es pot observar, entre una pressió recomanada de 2 bar i una d'elevada de 6 bar, el diferencial de cabal representa un augment del consum entre el 60 i el 75 %.

Es recomana treballar amb la mínima pressió possible -de forma genèrica entorn a 3 bar-, que es pot verificar mitjançant manòmetres i reduir amb reductors.



4.6.3. Aixetes (temporitzades, amb sensor i termostàtiques)

Els limitadors d'aigua són utensilis que limiten el temps d'ús de l'aigua i/o el cabal. Normalment són sistemes manuals o automàtics, que en accionar-se regulen els segons de sortida d'aigua, a un determinat cabal.

Dins d'aquest tipus d'economitzadors d'aigua s'hi poden englobar les **aixetes temporitzades**. Hi ha aixetes temporitzades mecànicament o del tipus electrònic amb **accionament automàtic** (amb sensor) que es posen en funcionament en col·locar les mans sota l'aixeta i que s'aturen en retirar-les.



Figura 4.24: Aixeta temporitzada (esquerra) i amb accionament automàtic (dreta)

També podem utilitzar controladors i reguladors de temperatura, que són equips que tenen per funció efectuar una mescla d'aigua calenta amb aigua freda per distribuir-la en el lloc d'ús. Produeixen un

estalvi d'aigua i d'energia, evitant el vessament inicial d'aigua amb l'objectiu d'aconseguir la temperatura ideal. Per al control i la mescla d'aigua calenta i freda es disposa de **vàlvules termostàtiques** i controladors electrònics de temperatura.

4.6.4. Airejadors

La majoria dels reguladors actuals realitzen un filtratge de l'aigua a través d'una reixeta que s'incorpora a les sortides d'aigua. El sistema proposat incorpora un mecanisme que mescla aire/aigua i estabilitza el cabal d'aigua encara que varïi la pressió. L'aigua que surt ho fa suau i amb la mateixa potència, sigui quina sigui l'obertura de l'aixeta. El regulador va unit a la sortida d'aigua a través d'una rosca, té un sistema antirotatori, un període de vida molt llarg i només requereix una neteja periòdica per assegurar la sortida estable d'aigua.



Figura 4.25: Airejadors (per a aixeta rosca interna, rosca externa i per a dutxa)

4.6.5. Vàters

En referència als equips sanitaris de vàters i urinaris, cal incidir en l'ús de:

- Vàters amb una descàrrega de 3 o 6 litres (en lloc dels habituals 10-12 litres),
- Urinaris amb pulsadors de flux interromput, amb la possibilitat d'interrompre la descàrrega en un moment donat,
- Ús del fluxòmetre, una aixeta que produeix una descàrrega a gran pressió en un vàter, sense necessitat de cisterna.

4.6.6. Lavabos secs

Els lavabos o urinaris secs són urinaris amb una capa d'acabat (gelcoat) que evita l'adhesió de líquid a la seva superfície i faciliten que llisqui pel sífó. El sífó porta un líquid especial, d'una densitat inferior que l'aigua, que permet que l'orina desaigüi cap a la xarxa de clavegueram, mentre que el líquid especial resta al sífó.

Amb aquests urinaris secs s'evita la descàrrega d'aigua d'aproximadament tres litres per servei habitual dels urinaris murals convencionals. Aquest tipus d'urinaris murals estalvien a més d'aigua, productes de neteja, i a més la necessitat de recanvi de parts del sistema és inferior a la dels urinaris convencionals.

4.6.7. Reg

La primera condició per a un ús responsable de l'aigua en zones verdes exteriors, és seleccionar una vegetació adequada a la climatologia mediterrània.

D'entre els sistemes que minimitzen el consum d'aigua destaquen:

- La microirrigació.
- El reg per degoteig (gota a gota).
- Aspersiones regulats per programador o detectors d'humitat per controlar la freqüència de reg, sobretot, en dies de pluja.

Si no es disposa d'alguna forma de reg automatitzat, és convenient efectuar el reg en hores de mínima evaporació, com matins o vespres. Es recomana instal·lar un comptador específic per a aquestes funcions per controlar el consum.



4.6.8. Aprofitament aigües pluvials

En algunes circumstàncies, l'aigua de pluja pot ser un complement de l'aigua utilitzada i alhora pot contribuir a abaixar els costos d'abastament. L'aigua de pluja no es pot considerar un substitutiu, ja que no es pot preveure amb exactitud la seva obtenció, però quan se'n disposa, pot ajudar a estalviar la despesa per aigua corrent. Les diferents normatives locals i/o autonòmiques sobre aigües residuals aconsellen, o de vegades obliguen, a separar les aigües pluvials de la resta d'aigües residuals.

Antigament, l'aprofitament d'aigua de pluja era una pràctica molt estesa en construccions aïllades i zones amb aigua escassa. Avui dia, resten multitud d'exemples encara funcionals, sobretot en monestirs, masies i cases pairals (tots solen disposar d'una cisterna d'aigua). Generalment, es tracta d'un dipòsit, sovint soterrat, destinat a acumular l'aigua de pluja recollida de la teulada. Per allargar la seva conservació sol estar en un lloc fresc, fosc i sense obertures exteriors.

Actualment, disposem d'equipaments domèstics d'aplicació directa, en substitució de les antigues cisternes, connectats a les canaleres de baixada d'aigües de pluja de les teulades, amb el seu filtre, dipòsit d'estoc i equipament de distribució en reg, sanitaris, rentadores, etc. , i, alhora, amb el sobreeixidor del dipòsit connectat a la canalera que va al clavegueram.

Darrerament, han aparegut materials de construcció i disseny de terrats i teulades per a l'aprofitament d'aquestes aigües. Integrada dins l'arquitectura bioclimàtica, aquesta tipologia de materials constructius pot efectuar una tasca de filtració de l'aigua de pluja i, alhora, d'acumulació per a usos interiors o exteriors de l'edifici. Fins i tot, per a re-

frigeració indirecta en èpoques estivals, per a reg o altres utilitats.

L'aprofitament o estoc de les aigües pluvials, a més de produir un benefici intern amb estalvi d'altres captacions, comporta indirectament una menor problemàtica deguda a les aigües pluvials en el sistema de depuració intern de les administracions locals o municipals. A la zona mediterrània, les avingudes per aigües pluvials provoquen greus problemes, situació que s'agreuja amb la proliferació de zones urbanitzades.

Per a la determinació de les quantitats o cabals d'aigües superficials procedents de pluges, s'aplica la fórmula:

$$Q = C \times I \times A$$

- Q:** cabal m³/any
- C:** coeficient d'escorrentia
- I:** precipitació en m/any
- A:** àrea en m²

Tipus de superfície	Coefficient d'escorrentia
Paviments de formigó i bituminosos	0,70 a 0,95
Paviments de macadam	0,25 a 0,60
Empedrats	0,50 a 0,70
Superfície de grava	0,15 a 0,30
Zones arbrades i bosc	0,10 a 0,20
Zones amb vegetació densa:	
Terrenys granulars	0,05 a 0,35
Terrenys argilosos	0,15 a 0,50
Zones amb vegetació mitjana:	
Terrenys granulars	0,10 a 0,50
Terrenys argilosos	0,30 a 0,75
Terres sense vegetació	0,20 a 0,80
Zones conreades	0,20 a 0,40

Taula 4.12: Coeficients d'escorrentia aigua segons tipus de superfície

4.6.9. Aprofitament aigües grises

Es denominen aigües grises a aquelles que provenen d'altres usos domèstics (la dutxa, la rentadora o el rentamans) i que es poden reutilitzar per a les cisternes del vàters.

Per implementar aquest sistema cal una segona xarxa de canonades independents per a les aigües de la dutxa, banyera o rentamans, cap a una instal·lació de tractament i dipòsit d'emmagatzematge, des d'on es bomba l'aigua tractada cap als vàters mitjançant una xarxa pròpia. En cas que les aigües grises no abasteixin l'aigua necessària per a les cisternes dels vàters, el dipòsit d'emmagatzematge disposa d'una alimentació de l'aljub d'aigües pluvials o de la xarxa de proveïment. En tot cas, el sistema ha d'impedir que puguin posar-se en contacte les aigües d'ambdós orígens. De tota manera s'han de revisar periòdicament les condicions sanitàries de l'aigua emmagatzemada.



4.6.10. Fitxes de recomanacions en instal·lacions d'aigua

Control sanitari d'instal·lacions d'aigua emmagatzemada	Fitxa 1
Descripció: <p>Per a la prevenció i el control de la legionel·losi, tots els elements d'una instal·lació que contingui aigua estancada, han de resistir una temperatura màxima de 70 °C i una cloració de 30 mg/l de clor residual lliure.</p> <p>Es proposa, doncs, establir un calendari periòdic de revisions i manteniment de les instal·lacions.</p>	
Tipus de mesura: <p><input type="radio"/> Gestió <input checked="" type="radio"/> Manteniment <input type="radio"/> Substitució <input type="radio"/> Nova inversió</p>	
Normativa: <p>Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). Decret d'Ecoeficiència. Ordenances municipals. Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007). Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol que estableix els criteris higiènic sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi, BOE núm. 171 del 18 de juliol i article 5 del Decret 152/2002, de 28 de maig, que estableix les condicions higiènic sanitàries.</p>	
Dificultat: <p><input checked="" type="radio"/> Senzill <input type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació menor <input type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació major <input type="radio"/> Només implantable en obra nova</p>	
Cost econòmic associat: <p>Costos de manteniment habituals de la instal·lació.</p>	
Estalvi d'energia primària: <p>—</p>	

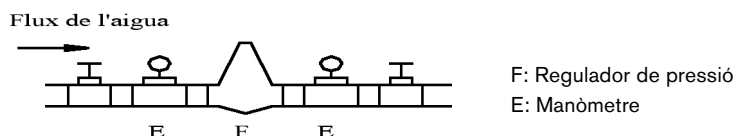


Descripció:

La pressió de la xarxa d'aigua no és uniforme; de forma general, pot variar de 2 a 6 bar, per tant, el cabal d'una mateixa obertura pot ser sensiblement diferent en funció de la pressió disponible d'aigua. Les pressions elevades, a més de provocar un doll més important d'aigua, generarà un esforç més gran a les canonades i accessoris, que sovint repercuteixen en un escurçament de la seva vida útil i en un augment de les possibilitats de vessaments.

Es recomana treballar amb la mínima pressió possible, de forma genèrica entorn a 3 bar, que es pot verificar amb manòmetres i reduir amb reductors.

Equipament recomanat:

**Tipus de mesura:**

- Gestió
- Manteniment
- Substitució
- Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret d'Ecoeficiència.

Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu manòmetre: 170 €/u (inclou instal·lació).

Preu vàlvules reductores: entre 600 i 1.500 €/u segons diàmetre i pressió màxima.

Estalvi d'energia primària: 10 %



Descripció:

Els limitadors d'aigua són utensilis que limiten el temps d'ús de l'aigua i/o el cabal. Normalment són sistemes manuals o automàtics que en accionar-se temporitzen la sortida d'aigua, a un cabal determinat.

En aquest tipus d'economitzadors d'aigua hi podem englobar les aixetes temporitzades, bé mecànicament o bé electrònicament, mitjançant un sensor que les posa en marxa en col·locar les mans sota l'aixeta, i les atura en treure-les.

També podem utilitzar controladors i reguladors de la temperatura, que són equips que tenen per funció efectuar una mescla d'aigua calenta amb aigua freda per distribuir-la en el lloc d'ús. Produeixen un estalvi d'aigua i d'energia, evitant el vessament inicial d'aigua amb l'objectiu d'aconseguir la temperatura ideal de cada usuari. Per al control i la mescla d'aigua calenta i freda es disposa de vàlvules termostàtiques i controladors electrònics de temperatura.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret d'Ecoeficiència.

Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons dispositius. Preu unitari:

- Aixeta simple temporitzada: 69,20 €
- Aixeta mescladora temporitzada: 175,00 €

Estalvi d'energia primària: 25-35 %



Descripció:

La majoria dels reguladors actuals realitzen un filtratge de l'aigua a través d'una reixeta que s'acobla a les sortides d'aigua. El sistema proposat incorpora un mecanisme que mescla aire/aigua i estableix el cabal d'aigua encara que variï la pressió. L'aigua que surt ho fa suaument i amb la mateixa potència a diferent obertura de l'aixeta. El regulador va unit a la sortida d'aigua a través d'una rosca antirotatori, amb un període de vida molt llarg i que només requereix una neteja periòdica per assegurar la sortida estable d'aigua.

**Tipus de mesura:**

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret d'Ecoeficiència.

Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: 20 €/u

Estalvi d'energia primària: 10-15 %



Descripció:

En referència als equips sanitaris de vàters i urinaris, cal incidir en l'ús de vàters amb sistema de doble descàrrega, en què es pot escollir entre 3 o 6 litres, urinaris amb polsadors i fluxòmetres, entre d'altres.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
 Decret d'Ecoeficiència.
 Ordenances municipals.
 Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons tipus. Preu unitari:

- Cisterna amb doble descàrrega: 328,00 €
- Urinaris amb polsador: 275,00 €

Estalvi d'energia primària: 25-35 %



Descripció:

Una alternativa als lavabos o urinaris convencionals, són els vàters secs.

Aquests vàters són de ceràmica o polièster reforçat amb fibra de vidre, amb una capa de *gelcoat* que evita l'adhesió de líquid a la seva superfície.

Amb els urinaris secs s'evita una descàrrega d'aigua d'aproximadament tres litres per servei, per tant es redueix també la càrrega de líquid a les plantes depuradores. A més d'aigua, s'estalvien productes i serveis de neteja .

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret d'Ecoeficiència.

Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost aproximat: 400 € - 600 €/orinal mural (preu segons model i marca).

Estalvi d'energia primària: 100 %



Descripció:

En algunes circumstàncies, l'aigua de pluja pot ser un complement de l'aigua sanitària utilitzada i alhora pot contribuir a abaixar costos d'abastament. L'aigua de pluja no es pot considerar un substitutiu, ja que no se'n pot preveure l'obtenció acuradament, però si se'n disposa, s'eviten despeses d'aigua corrent. Actualment, disposem d'equipaments domèstics d'aplicació directa, en substitució de les antigues cisternes, que es connecten a les canaleres de baixada d'aigües de pluja de les teulades, amb filtre, dipòsit d'estoc i equipament de distribució a reg, sanitaris, rentadores, etc., i, alhora, amb el sobreeixidor del dipòsit connectat a la canalera que va al clavegueram.

A més, les aigües que provenen de la dutxa, la rentadora o el rentamans (aigües grises) es poden reutilitzar per a les cisternes del vàters. Per a aquest sistema cal preveure una segona xarxa de canonades independents per a les aigües grises, cap a una instal·lació de tractament i dipòsit d'emmagatzematge, des d'on es bomba l'aigua tractada cap als vàters mitjançant una xarxa pròpia.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), Decret d'Ecoeficiència, Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol en què s'estableixen els criteris higiènic sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi, BOE núm. 171 del 18 de juliol i article 5 del Decret 152/2002, de 28 de maig, que estableix les condicions higiènic sanitàries.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost aproximat: 60.000 € (segons dimensions del dipòsit i de la xarxa de canonades).

La inversió inclouria les unificacions dels baixants, instal·lació de dipòsit, equips de bombament i canonades. Modificacions de la xarxa interna de canonades i senyalització.

Estalvi d'energia primària:

Segons demanda habitual al centre i capacitat d'emmagatzematge del dipòsit d'aigües pluvials.

L'aprofitament de pluvials generarà una disminució del consum d'aigua de xarxa, un estalvi en abastament, condicionament i distribució d'aigua i, per tant, un estalvi primari d'aigua per al país i una minimització de la demanda en l'origen.

Descripció:

Es proposa, en cas de disposar de zona enjardinada amb vegetació, utilitzar un dels sistemes de reg que minimitzen el consum d'aigua: la microirrigació, el gota a gota, una xarxa d'aspersors regulats per programador o detectors d'humitat per controlar la freqüència de reg.

Si no es disposa d'alguna forma de reg automatitzat, és convenient efectuar el reg en hores de mínima evaporació, com matins o vespres. En qualsevol cas, es recomana també instal·lar un comptador específic per a aquestes funcions per controlar el consum.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

Decret d'Ecoeficiència.

Ordenances municipals.

Reglament Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) vigent (2007).

Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol en què s'estableixen els criteris higiènic sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi, BOE núm. 171 del 18 de juliol i article 5 del Decret 152/2002, de 28 de maig, que estableix les condicions higiènic sanitàries.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons sistema i dimensió.

Estalvi d'energia primària: 35-65 %



4.7. Ofimàtica i comunicacions

La major part dels equipaments municipals, disposa d'ordinadors, impressores, fotocopiadores, equips de telecomunicació i altres equips electrònics (audiovisuals, equips tècnics específics –mèdics, esportius, etc.).

Per aquest motiu, i a diferència de moltes guies d'eficiència energètica en edificis, s'ha cregut totalment necessari incorporar aquest capítol de recomanacions de bones pràctiques en l'elecció i l'ús dels equips d'ofimàtica i comunicacions.

4.7.1. Conceptes bàsics

De manera general, s'entén per ofimàtica l'equip i programes usats per a la creació, emmagatzematge, manipulació i transmissió digital de la informació necessària en una oficina, necessaris per a la realització de tasques bàsiques.

Un dels conceptes clau en relació a l'eficiència energètica en equips electrònics és el concepte de consum en **standby**.

Es considera que un equip està en *standby* o en repòs quan, tot i que no està en ple funcionament de la seva activitat habitual, segueix consumint un mínim d'energia, usat en molts casos per a facilitar la represa de l'activitat. És convenient apagar per complet els equips elèctrics que no s'utilitzin, ja que es calcula que el mode *standby* suposa un 5-10 % del consum total. En el cas dels equips que no compten amb botó d'apagada, pot resultar útil utilitzar regletes que en disposin o un sistema eliminador de la funció d'*standby*.

Un altre concepte clau és l'**etiqueta de qualificació energètica**, que certifica l'eficiència d'un apa-

rell. La normativa de la Unió Europea fa obligatòria la seva presència en frigorífics, congeladors i aparells combinats, rentadores, rentavaixelles, assecadores, aparells d'aire condicionat, forns elèctrics i bombetes. Tot i que la majoria d'aquests aparells són d'àmbit domèstic, són també presents en molts equipaments municipals.

4.7.2. Equips amb ecoetiqueta i etiquetatge energètic

L'any 1978 es va introduir per primera vegada a Alemanya un sistema d'ecoetiqueta oficial conegut com "Àngel Blau"; des d'aleshores s'han anat implantant diversos tipus d'etiquetatge en països tant de la Unió Europea com fora d'ella.



L'any 1992 la Unió Europea va crear l'Etiqueta Ecològica, de caràcter voluntari. Inicialment el seu àmbit d'aplicació es limitava als productes, però a partir de setembre de 2000 es va ampliar als serveis. Aquest sistema certifica el compliment d'uns criteris ambientals selectius i transparents, que permeten als consumidors triar una opció que contribueixi a l'ús eficaç dels recursos i que redueixi els efectes ambientals adversos.



També en aquest mateix sentit, la Comissió Europea preocupada pel medi ambient, i sobretot per les emissions de CO₂, va promulgar als anys noranta una directriu per la qual es va implantar un sistema d'etiquetatge energètic per distingir l'eficiència energètica dels diversos electrodomèstics.

L'**etiqueta GEEA** (*Group for Energy Efficient Appliances*) és un fòrum de representants d'agències



nacionals d'energia europees i departaments governamentals que treballen amb la indústria, buscant acords voluntaris per al desenvolupament i millora de l'eficiència energètica en aparells electrònics.



A part de les esmentades etiquetes, cal destacar també la **Nordic Swan** o la **EPEAT**.

Resumint, les ecoetiquetes o etiquetes ecològiques són sistemes voluntaris de qualificació ambiental que identifiquen i certifiquen de forma oficial que certs productes o serveis, dins d'una categoria determinada, tenen una menor incidència en el medi ambient.

Els criteris per tal que un servei o producte obtingui l'etiqueta es basen en estudis científics sobre l'impacte ambiental al llarg del seu cicle de vida, i tenen en compte:

- L'ús de matèries primeres.
- Els consums d'aigua i d'energia.
- Les emissions a l'atmosfera.
- La generació de residus; etc..

De forma addicional fomenten l'aplicació de les millors pràctiques disponibles en la seva fabricació, i la sensibilitat ecològica dels consumidors, alhora que també es fomenta el reciclat de l'equip i els seus components.

Cal destacar també l'**etiqueta TCO**, que certifica tant la qualitat ambiental del producte com la seva seguretat d'ús (usabilitat, ergonomia, camps electromagnètics...), a més del respecte per les normes de Responsabilitat Social Corporativa (RSC) de les empreses que el fabriquen.



A Catalunya es poden trobar productes i serveis amb el distintiu de garantia de qualitat ambiental i amb l'etiqueta ecològica de la Unió Europea. En l'àmbit de la Generalitat de Catalunya, l'organisme competent per a la concessió de les etiquetes ecològiques és la Direcció General de Qualitat Ambiental del Departament de Medi Ambient.



S'aconsella que a l'hora d'adquirir productes o serveis es prioritzin els fabricants que disposin d'alguna de les etiquetes descrites. Hi ha criteris publicats per a més de trenta tipus de productes i serveis, que es poden agrupar en:

- Equipaments i materials d'oficina i de la llar: ordinadors de sobretaula, ordinadors portàtils, paper d'escriure i altres productes de paper i cartró.
- Higiene i neteja domèstica: detergents per a la vaixel·la i la roba, detergents per a rentadores i rentavaixel·les, productes de neteja en general de la llar, paper tissú (paper higiènic, rotllos de paper de cuina, etc..) i bosses d'escombraries.
- Electrodomèstics: rentadores, rentavaixel·les i frigorífics.
- Productes tèxtils i calçat: tot tipus de roba per vestir i decoració, matalassos, productes de cuir i calçat.
- Materials de bricolatge i jardineria: pintures i vernissos, il·luminació elèctrica, terres sintètics, productes de plàstic, cartró i cartonet, suro, etc..
- Allotjaments turístics: hotels, càmpings, instal·lacions de joventut i cases de pagès.
- Altres: tallers de vehicles, olis regenerats i productes que els incorporen, calderes de calefacció.



ció i aigua calenta sanitària, productes i sistemes d'estalvi d'aigua i materials compostables.

L'etiqueta energètica és la marca que certifica l'eficiència d'un aparell. Aquesta certificació, que permet conèixer l'eficiència i qualitat de l'aparell, s'aplica obligatòriament a frigorífics, congeladors i aparells combinats, rentadores, rentavaixelles, assecadores, aparells d'aire condicionat, forns elèctrics i bombetes. La normativa de la Unió Europea obliga a dur aquesta etiqueta, col·locada de manera clarament visible a la part exterior de l'aparell.

L'etiqueta energètica estableix una escala per avaluar la qualitat d'aquests productes considerant el seu rendiment i consum energètic. L'objectiu és informar els usuaris, mitjançant un sistema de colors i lletres, sobre el consum energètic dels aparells per tal que puguin escollir els més eficients.



Figura 4.26: Etiqueta energètica

S'estipulen set nivells energètics que van des de la categoria **A** (la més eficient) fins a la **G** (la menys eficient).

- A** L'aparell consumeix menys del 55 % del consum mitjà d'un aparell de similars característiques i volum: frigorífics sense estrelles, d'1 estrella, de 2 estrelles, de 3 estrelles, frigorífic-congelador, congelador vertical...
- B** Entre el 55 i el 75 % del consum mitjà
- C** Entre el 75 i el 90 % del consum mitjà
- D** Entre el 90 i el 100 % del consum mitjà
- E** Entre el 100 i el 110 % del consum mitjà
- F** Entre el 110 i el 125 % del consum mitjà
- G** Més del 125 % del consum mitjà

L'etiqueta indica el consum d'energia de l'aparell (kWh) en condicions normals, per any, el seu nivell de soroll i, en el cas de rentadores i rentaplats, l'estalvi d'aigua i la seva eficiència en la rentada i l'assecatge.

Un frigorífic de classe A s'estalvia 450 kWh –que tenen un cost d'uns 48,08 €–, en comparació amb un altre de classe G, de similars característiques.

Els equips eficients suposen una despesa en energia de 3 a 10 vegades menor que els convencionals.

El maig de 2010 el Parlament Europeu va aprovar una directiva sobre l'etiquetatge energètic per als electrodomèstics. La nova normativa manté la classificació actual, basada en una escala de set colors i lletres, de la **A** –més eficient– a la **G** –menys eficient–, i afegeix tres nous nivells de màxima eficiència per als productes nous (**A+**, **A++** i **A+++**). Tota la publicitat que inclogui informació sobre el preu i el consum dels electrodomèstics ha d'indicar també el seu nivell d'eficiència.

D'altra banda, arran del protocol de Kioto per reduir les emissions dels gasos d'efecte hivernacle, la il·luminació en el sector d'edificis no residencials té

un impacte significatiu en el medi ambient, ja que suposa prop del 40 % del consum elèctric. Per aconseguir un estalvi en aquest sentit, cal invertir en sistemes d'il·luminació eficients. Per aquest motiu la Comissió Europea ha posat en marxa un projecte de caràcter voluntari, anomenat **Programa Greenlight**, per promoure i motivar una major eficiència energètica en el camp de la il·luminació.



Aquest projecte, promogut i coordinat a cada país per les Agències Nacionals d'Energia, en el cas d'Espanya, per l'Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de la Energia (IDAE), va dirigir a organitzacions i empreses, de caràcter públic o privat, i administracions locals, amb l'objecte de comprometre's a millorar la il·luminació dels seus edificis o enllumenat públic, i accelerar i facilitar la introducció de les noves tecnologies d'eficiència en la il·luminació, reduint així els nivells d'emissió de gasos de l'efecte hivernacle i altres contaminants.

Es pot participar en el programa mitjançant la firma d'un document d'adhesió, on l'organització o l'empresa es compromet a complir-ne tots els requisits. Si després de la signatura d'aquest acord, que és de caràcter voluntari, l'empresa o organització desitja retirar-se del programa, no patirà cap tipus de penalització.

En aquest apartat caldria també assenyalar un tema relacionat amb l'eficiència: la publicació del **Decret 21/2006**, de 14 de febrer (modificacions Decret 111/2009 de 14/07/09), pel qual es regula **l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis**. Aquest nou marc legal recull l'aplicació d'aquests paràmetres tenint en compte quatre aspectes bàsics: aigua, energia, materials i sistemes constructius, i residus. El Decret va entrar en vigor l'agost de 2006.

Al seu torn, el Govern Espanyol va aprovar el 31/01/2007 el **Procediment bàsic per a la certificació energètica d'edificis de nova construcció (Reial Decret 47/2007**, de 19 de gener de 2007). L'objecte d'aquest procediment és determinar la metodologia de càlcul de la qualificació d'eficiència energètica, amb la finalitat de promoure-la entre els compradors i usuaris. El certificat anirà acompanyat d'una etiqueta energètica, similar a la dels aparells. Aquest Reial Decret va entrar en vigor el maig de 2007.

4.7.3. Equips d'alta eficiència

L'**etiqueta Energy Star** és una certificació introduïda l'any 1992 per l'Agència de Protecció Ambiental (EPA) dels Estats Units d'Amèrica. Tots els equips que disposen d'aquesta etiqueta compten amb una sèrie de característiques d'estalvi d'energia que els permet passar a l'estat de repòs o *standby*, quan passa un cert període de temps sense utilitzar-se. En aquest estat l'aparell consumeix menys energia, amb el conseqüent estalvi energètic i econòmic, alhora que se li allarga la vida útil, en reduir el seu desgast.



4.7.4. Sistemes d'estalvi d'energia

4.7.4.1. Compartir unitats centrals

La major part de les activitats laborals d'oficina comporten la utilització d'ordinadors, generalment un aparell per a cada treballador. Aquests equips es queden engegats durant tota la jornada de treball, tot i que no s'utilitzen durant tot el temps.



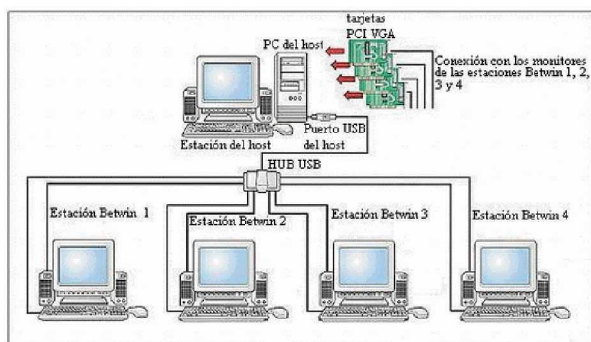


Figura 4.27: Esquema d'unitats centrals compartides

Una part important dels consums d'energia d'un edifici es destina a l'alimentació dels ordinadors. A més, en els darrers anys s'ha produït un avanç de la tecnologia informàtica i cada vegada es disposa d'equips més potents, que en molts casos (en funció del tipus de programari utilitzat) estan infrautilitzats.

És per això que es proposa la reducció del nombre de torres d'ordinador de l'edifici, compartint la CPU entre varis usuaris. Cal destacar que això només serà possible quan no s'utilitzin programes que requereixin una gran capacitat, és a dir, s'aplicarà en els casos en què s'utilitzin processadors de textos, fulls de càlcul...

Amb la reducció d'equips informàtics s'aconsegueix un estalvi energètic, ja que el principal consum energètic d'un PC és la CPU. Al mateix temps, també s'aconsegueix reduir el consum energètic en refrigeració durant el període estival, ja que aquestes torres contribueixen a l'escalfament de les oficines.

Actualment, la tendència en el camp de la informàtica és la de treballar cada cop més amb ordinadors centralitzats, enlloc d'equips individuals. En definitiva, amb aquesta proposta es persegueixen els següents objectius:

- Reducció del consum elèctric de l'edifici, racionalitzant l'ús de les torres dels PC.
- Reducció de les inversions en maquinària informàtica.
- Reducció del consum energètic per refredar l'edifici durant l'època de calor.

4.7.4.2. Interruptors de capçalera

La major part de les activitats laborals d'oficina comporten la utilització d'ordinadors i generalment hi ha un ordinador per a cada treballador. Aquests equips consumeixen energia elèctrica fins i tot quan estan apagats en acabar la jornada de treball. Ja hem comentat que una part important del consum d'energia d'un edifici es destina a l'alimentació dels ordinadors.

Els ordinadors, malgrat estiguin aturats, tenen un petit consum. Per exemple, mesurant els consums de torres i pantalles aturats s'han pogut obtenir les dades següents:

- Consum d'una torre (CPU) aturada: 1,4 Wh
- Consum d'una pantalla en mode "sleep": 0,7 Wh.

Les causes les podem atribuir, en el cas de la torre, a consums vinculats a la placa base i a la font d'alimentació; en el cas de la pantalla a consums vinculats a la placa de control i a la font d'alimentació.

Quan el nombre d'equips és important, pot resultar interessant la seva desconexió durant les nits i els dies festius, que es pot dur a terme individualment o a través d'un interruptor en capçalera a la línia d'endolls informàtics. Generalment, resulta més econòmic actuar en capçalera.

És per això que es proposa la implantació de programadors horaris que tallin el subministrament elèctric fora de l'horari laboral, quan els equips es-

tiguin fora d'ús, i es pugui dur a terme la desconexió completa dels ordinadors i estalviar el consum innecessari.

No obstant, també cal preveure que els programadors horaris puguin disposar d'anul·lació permanent (marxa o aturada forçada) sobre la sortida, per tal de permetre la possibilitat de treballar amb els ordinadors, en cas que fos necessari, fora de l'horari establert.



Figura 4.28: Programador horari

4.7.4.3. Apagada automàtica

Analitzant els consums d'un edifici, es constata que una part important de l'energia es destina a l'alimentació dels ordinadors.

És per això, que es proposa una gestió dels recursos dels sistemes, per poder hibernar els ordinadors, durant els períodes de temps en què no s'utilitzin.

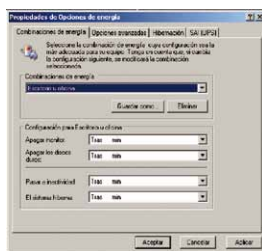


Figura 4.29: Pantalla "Propietats d'opcions d'energia" del sistema operatiu Windows

Els sistemes operatius actuals disposen d'una opció dins de les "propietats d'opcions d'energia"

que permet ajustar els temps d'apagada del monitor, l'apagada del disc dur, el temps per passar a inactivitat i el temps d'entrar en hibernació. Aquestes opcions permeten fer una gestió eficient del nostre equip informàtic.

Cal saber a més, que aquests elements només entren en funcionament quan l'ordinador no està realitzant cap tasca. Això implica, per exemple, que programes tipus Messenger no deixin entrar l'equip en mode d'estalvi d'energia.

Amb els sistemes operatius de Windows es pot forçar la suspensió de l'ordinador –que atura la pantalla i el disc dur–, o la opció d'hivernar que atura per complet l'ordinador guardant l'estat actual per poder fer un inici ràpid quan convingui.

Cal afegir que el salvapantalles no és una mesura d'estalvi energètic. El consum dels equips quan està funcionant el salvapantalles és el mateix que quan fem un ús normal de l'equip, inclòs també el consum de la pantalla.

Com ja hem comentat, mantenir els equips informàtics connectats encara que aturats implica un petit consum. Quan el nombre d'equips és important, pot resultar interessant la seva desconexió durant les nits i els dies festius, de forma individual o a través de un magnetotèrmic en capçalera, si la línia d'endolls informàtics és independent.

4.7.5. Tecnologia de fonts d'alimentació i transformació

Les fonts d'alimentació i els aparells de seguretat en cas d'interrupció del servei de subministrament elèctric, SAIs (sistema d'alimentació ininterrompuda), són elements clau per al funcionament òptim de qualsevol equipament.



Els SAIs tenen la missió de protegir equipaments crítics que no es poden permetre no rebre subministrament elèctric en cap moment, és a dir, protegir-los davant les variacions, talls o transitoris de tensió.

Una font d'alimentació té per objectiu convertir el corrent altern (CA) de la xarxa elèctrica en corrent continu (CC) apte per als components interns d'un aparell electrònic, com pot ser un ordinador.

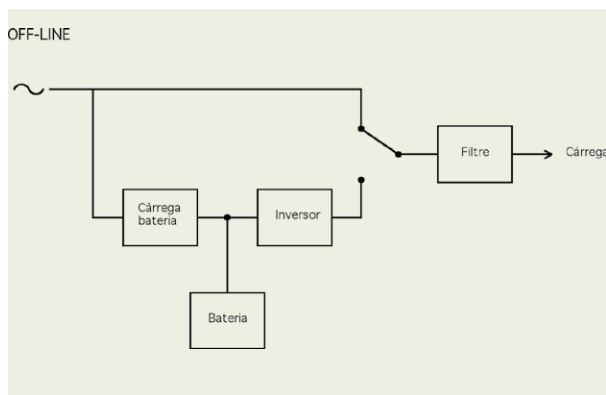
Escollir adequadament aquest tipus d'equips és clau per a les estratègies d'estalvi i eficiència energètica en equipaments que requereixin assegurar la qualitat del subministrament elèctric.

4.7.6. Tipus de SAIs

Els SAIs estan subjectes a la normativa EN 62040-3. La seva elecció depèn del nivell de protecció necessari i els diferents tipus són els següents:

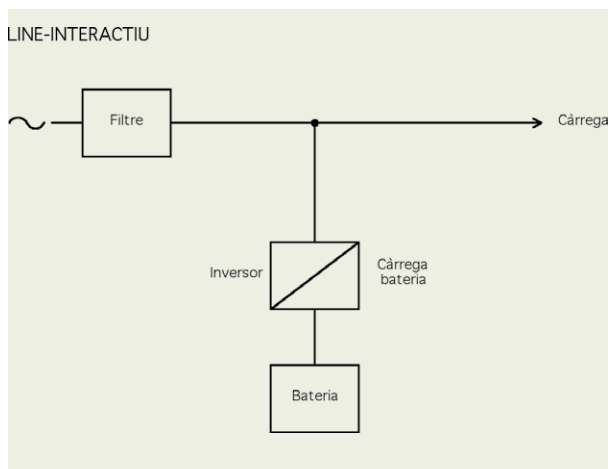
Off-line:

Aquest tipus de sistema commuta a bateries únicament quan les variacions de tensió i freqüència de la xarxa surten dels marges preestablerts. L'esquema és el següent:



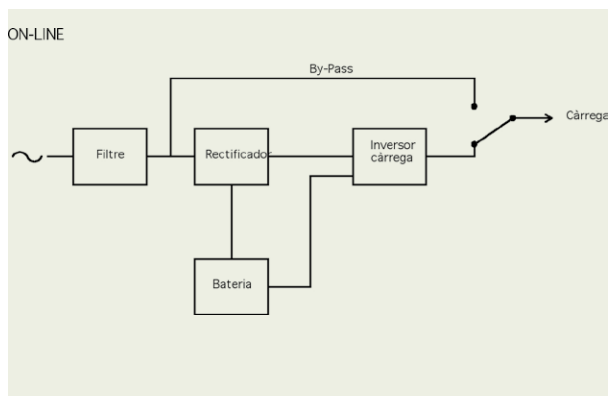
Line-interactiu:

Ofereix una major estabilitat que l'anterior disseny, de forma que les càrregues crítiques són alimentades amb una tensió de xarxa dotada d'una mínima regulació addicional i utilitzant les bateries, en les variacions de tensió, per a la seva regulació. L'esquema és el següent:



On-line:

És el SAI per excel·lència, el requerit per alimentar càrregues crítiques, sensibles a les fluctuacions de la tensió de xarxa. L'esquema és el següent:



Aquest sistema utilitza contínuament la tensió de l'inversor. És determinant la conservació de les bateries –les hermètiques de plom són les més usuals– per a la obtenció del servei continu de càrrega.

Les pèrdues energètiques dels SAI's generen calor, a causa, en el 90 % de les commutacions de l'inversor. Com a conseqüència, en generar calor cal refrigerar la sala on es troba el sistema, i per tant, es produeix un augment del consum energètic. En aquest sentit cal afegir que les commutacions digitals generen menys pèrdues i, per tant, calor.

D'altra banda, el rendiment del SAI està en funció de la seva càrrega de treball. Per al seu disseny, es considera òptim un rendiment del 70 %; normalment es troba entre 50 i 100 %. La temperatura de treball òptima es troba entre 20 i 25°C. D'aquesta forma s'aconsegueix allargar la vida de les bateries.

En els darrers anys s'ha assolit una millora important en el rendiment dels equips. En aquest sentit, per exemple, s'ha aconseguit millorar el factor de potència, passant de 0,8 fins a un factor de potència de 0,9.

Per últim, cal destacar els avenços assolits per minimitzar l'impacte de les descàrregues inicials sobre les bateries. Un exemple és la utilització d'elements de gir electromagnètics que a una velocitat de 54.000 rpm absorbeixen la punta de càrrega inicial, en comptes de les bateries, evitant així les descàrregues inicials tan importants i perjudicials per a aquests elements.



4.7.7. Fitxes de recomanacions en ofimàtica

Apagada automàtica de PCs

Fitxa 1

Descripció:

Una part important del consum d'energia d'un edifici es destina a l'alimentació dels ordinadors. És per això que es proposa una gestió dels recursos dels sistemes per hivernar els ordinadors en els períodes de temps en què no s'estiguin utilitzant.

Els sistemes operatius actuals es disposen d'una opció dins de les " propietats d'opcions d'energia " que permet ajustar els temps d'apagada del monitor, l'apagada del disc dur, el temps per passar a inactivitat i el temps d'entrar en hibernació. Aquestes opcions permeten fer una gestió eficient del nostre equip informàtic.

Es proposa la següent configuració dels sistemes d'estalvi energètic:

- Apagada monitor: 5 min
- Apagada discs durs: 10 min
- Passar a inactivitat: 15 min
- Hibernació: 25 min

En tot cas, és convenient fer un petit estudi per veure quins són els intervals més adequats segons l'activitat desenvolupada. Tal com es pot veure, una bona configuració dels sistemes informàtics pot esdevenir una important font d'estalvi. Per tal que la proposta s'implanti correctament és convenient formar als usuaris d'aquests equips.

En aquesta proposta es té en compte només l'activació dels sistemes d'estalvi. De tota manera, si a més es porta a terme la desconexió dels equips de la xarxa elèctrica, es pot arribar a estalviar un 20 % de l'energia consumida pels ordinadors personals.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Directiva 2008/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de març de 2008, que modifica la Directiva 2005/32/CE, per la qual s'instaura un marc per a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
- Requereix aprofitar una rehabilitació major
- Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Inversió aproximada: 1.500 € (campanya interna de formació i sensibilització).

Estalvi d'energia primària: 10-20 %

Descripció:

La major part de les activitats laborals d'oficina comporten la utilització d'ordinadors i generalment cada treballador en disposa d'un. Aquests equips es queden encesos durant tota la jornada de treball, malgrat no s'utilitzin de forma continuada.

És per això que es proposa la reducció del nombre de torres d'ordinador, compartint la CPU d'un ordinador entre varis usuaris. Cal destacar que això només serà possible quan no s'utilitzin programes que requereixin una gran capacitat, és a dir, s'aplicarà en casos en què s'utilitzin processadors de textos, fulls de càlcul, etc..

Amb la reducció dels equips informàtics s'aconsegueix un estalvi energètic, ja que el principal consum energètic d'un PC és la CPU. Al mateix temps, també s'aconsegueix reduir el consum energètic en refrigeració durant el període estival, ja que aquestes torres contribueixen en l'escalfament de les oficines i per tant quants més CPUs, més necessitat de refrigerar es generarà.

Tot i que la proposta va encaminada cap a la reducció del nombre de torres d'ordinador del centre, compartint la CPU d'un ordinador entre dos usuaris, cal tenir en compte que hi haurà persones que utilitzin un programari concret i, per tant, necessitin ordinador i CPU propis.

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Directiva 2008/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de març de 2008, que modifica la Directiva 2005/32/CE, per la qual s'instaura un marc per a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

La inversió inclouria l'adquisició d'un programa informàtic per a la gestió compartida de les torres i, per a cada torre compartida, targetes gràfiques addicionals per a tots els monitors.

Preu targeta gràfica: 100-150 €/u

Estalvi d'energia primària:

L'aplicació de la proposta de compartir una torre entre dos usuaris, genera els següents resultats:

- Percentatge d'estalvi en consum en torres: 49,4 %
- Estalvi global considerant el consum de les pantalles: 41 %



Descripció:

Quan el nombre d'equips és important, pot resultar interessant la seva desconexió durant les nits i els dies festius, de forma individual o a través d'un interruptor en capçalera a la línia d'endolls informàtic. Generalment resulta més econòmic actuar en capçalera.

És per això que es proposa la implantació de programadors horaris que tallin el subministrament elèctric a l'acabament de l'horari laboral, quan els equips estiguin fora d'ús. D'aquesta manera es poden desconectar completament els ordinadors i estalviar el consum innecessari que generen.

No obstant, és interessant i convenient que els programadors horaris disposin d'anulació permanent (marxa o aturada forçada) sobre la sortida, per tal de permetre la possibilitat de treballar amb els ordinadors, en cas que així fos necessari, fora de l'horari establert.

La proposta anirà encaminada a instal·lar programadors horaris en capçalera a les línies d'endolls informàtics, a ser possible un programador per planta. Per simplificar la gestió s'aconsella instal·lar interruptors amb programació setmanal, tot i que serien ideals els interruptors amb programació anual. Cal preveure també la instal·lació d'un contactor en cada diferencial.

El consum que els ordinadors realitzen fora la jornada laboral, és a dir, durant les nits i els festius, serà l'estalvi que s'assolirà amb la instal·lació de programadors horaris en capçalera, a les línies d'endolls informàtics.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Directiva 2008/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de març de 2008, que modifica la Directiva 2005/32/CE, per la qual s'instaura un marc per a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preu programador horari: 300 €

Preu contactor: 165 €

Estalvi d'energia primària:

Amb la implantació conjunta d'aquesta proposta i la d'apagada de PCs es pot arribar a assolir un estalvi d'un 20 % de l'energia consumida pels ordinadors personals.

Descripció:

Les ecoetiquetes o etiquetes ecològiques són sistemes voluntaris de qualificació ambiental que identifiquen i certifiquen de forma oficial que certs productes o serveis, dins d'una categoria determinada, tenen un menor impacte sobre el medi ambient.

Hi ha ecoetiquetes associades al comportament ambiental d'un producte en tot el seu cicle de vida (fabricació, ús, etc.), com és el cas del Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental promogut per la Generalitat de Catalunya o l'Etiqueta Ecològica de la Unió Europea, entre d'altres, i hi ha ecoetiquetes que només ofereixen informació sobre una etapa concreta del cicle de vida del producte, com és el cas de les ecoetiquetes energètiques.

En el cas d'equips ofimàtics, la Unió Europea ha establert criteris per a l'obtenció de l'etiqueta ecològica per a la categoria d'ordinadors personals i ordinadors portàtils.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Directiva 2008/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de març de 2008, que modifica la Directiva 2005/32/CE, per la qual s'instaura un marc per a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.

Decisió de la Comissió d'11 abril 2005 per la qual s'estableixen els criteris ecològics, i els requisits d'avaluació i comprovació connexos, per a la concessió de l'etiqueta ecològica comunitària als ordinadors personals.

Decisió de la Comissió de 11 abril 2005 per la qual s'estableixen els criteris ecològics i els requisits d'avaluació i comprovació connexos per a la concessió de l'etiqueta ecològica comunitària als ordinadors portàtils.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

El preu varia poc respecte equips menys eficients.

Estalvi d'energia primària:

Fins un 25 %



4.8. Sistemes de monitoratge, comptabilitat i gestió energètica

4.8.1. Sistema de gestió energètica (SGE)

Un “Sistema de Gestió de l’Energia” (SGE) es defineix com un mètode de gestió que considera l’energia com un recurs controlable i que, en conseqüència, es pot comptabilitzar, analitzar les variacions que experimenta i reduir-ne el consum fins assolir uns valors predeterminats.

L’SGE es basa en la millora contínua en l’ús de l’energia, el seu consum eficient, la disminució dels consums energètics i els costos financers associats, reducció de les emissions de gasos d’efecte hivernacle, la correcta utilització de recursos naturals, així com el foment de les energies renovables i alternatives.

Es tracta, en definitiva, d’un procés sistemàtic de control de les variables que influeixen en l’adquisició, transformació i consum d’energia, i que ha d’estar integrat dins l’estructura de gestió de qual-sevol entitat.

Cal tenir en compte que el concepte d’SGE s’integra necessàriament dins el procés de gestió energètica del centre, que s’estructura en tres etapes bàsiques: **la planificació**, durant la qual es fixen uns objectius energètics; **la diagnosi i control** que consisteix a implantar una sistemàtica permanent de recollida de dades; i **l’estratègia**, de la qual es deriva un **programa d’accions** específic.

L’SGE es basa en el cicle de millora contínua PDCA (Planificació-Realització-Verificació-Actuació), i és totalment compatible amb altres mesures d’estalvi i eficiència energètica.

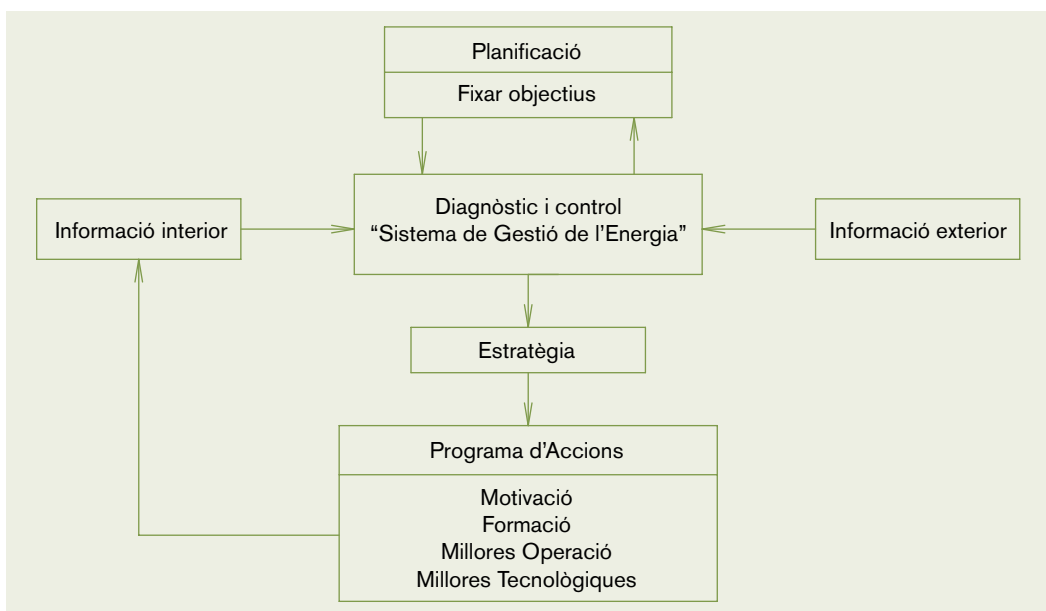


Figura 4.30: Etapes del procés de Gestió Energètica

A nivell de l'Estat Espanyol, la norma UNE-EN 16.001:2009 estableix els requisits que ha de complir l'SGE, i a nivell europeu la norma de referència és la EN 16.001. Es basen en un sistema paral·lel a altres sistemes de gestió (ISO 14001, ISO 9001, EMAS...) per a la millora contínua en l'ús de l'energia, el seu consum eficient, la disminució dels consums energètics i els costos financers associats, reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, la correcta utilització de recursos naturals, així com el foment de les energies renovables i alternatives.

A nivell internacional, s'està en procés d'elaboració de la norma ISO 50.001.

Cal remarcar que un SGE ha de combinar, necessàriament, la tecnologia i les tècniques de gestió. Així, els elements tecnològics que proporcionen la informació no podran substituir en cap cas la tasca d'anàlisi d'aquestes dades, que haurà de ser realitzada per personal qualificat.



Figura 4.31: Marc normatiu Sistemes de Gestió Energètica (SGE)

La implantació d'un SGE requereix una reorganització dels serveis de l'entitat i un compromís dels tècnics i l'equip directiu. La implantació d'un sistema d'aquest tipus ha d'anar acompanyat de la designació d'un **gestor energètic**, responsable de la gestió energètica associada del centre. En qualsevol cas, caldrà instal·lar, si s'escau, una sèrie de comptadors d'energia i un sistema de transmissió (opcional) i tractament de dades.



4.8.2. Fitxes de recomanacions en sistemes de monitoratge, comptabilitat i gestió energètica

Implantació d'un SGE de monitoratge i telelectura

Fitxa 1

Descripció:

En aquesta proposta es recomana la implantació d'un Sistema de Gestió de l'Energia (SGE) de monitoratge i telelectura simple.

La proposta consisteix a col·locar, en els llocs que presenten major consum d'energia, un comptador adient a fi de poder mesurar, llegir i controlar la despesa energètica des d'un ordinador.

Es recomana la instal·lació de comptadors de panell en els punts més rellevants de consum energètic, com per exemple:

- Consum d'energia elèctrica del subministrament extern (kWh): comptador de companyia existent.
- Consum d'energia elèctrica dels equips de climatització i enllumenat (kWh).
- Hores de funcionament de diferents equips.
- Consum de gas natural del subministrament extern (m³): comptador de companyia existent.
- Consum d'aigua del subministrament extern (m³): comptador de companyia existent.
- Lectures de la temperatura ambient interna i externa.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa: UNE-EN 16.001:2009.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost comptador electricitat trifàssic: 450 - 1.500 €/u

Cost comptador gas: 950 - 2.350 €/u

Gasoil: 180-575 €/u

Aigua: 350 €/u

Cost presa de lectures periòdiques de comptadors i gestió de dades: 90 €/comptador

Estalvi d'energia primària:

Percentatge d'estalvi elèctric i tèrmic assolible: 3 %

Percentatge d'estalvi d'aigua assolible: 5 %

Descripció:

En aquesta proposta es recomana la implantació d'un Sistema de Gestió de l'Energia (SGE) de monitoratge i telecontrol. Es tracta doncs d'una proposta més sofisticada que l'anterior, que podria ser vista com la seva continuació, en una fase posterior.

La proposta consisteix en:

- 1 Instal·lació de sistema de monitoratge en els punts més rellevants de despesa energètica (acció anterior).
- 2 Un cop detectats els punts clau on cal incidir per reduir la despesa, es proposa la instal·lació d'un sistema de telecontrol que permeti actuar directament sobre els equips en funció dels paràmetres, en comparació amb uns valors de control programats (per exemple, sondes de temperatura de sales per al control dels equips de climatització, control dels excessos de potència, etc..).

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

UNE-EN 16.001:2009.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Cost comptadors: (veure fitxa anterior)

Concentrador de senyals: 330 €/u; Mòduls sonda de T^a per a les calderes: 360 €/u;

Mòdul convertidor 485 a LAN: 473 €/u; Programa informàtic de control: 1.400 €/u.

Estalvi d'energia primària:

Percentatge d'estalvi assolible elèctric i tèrmic: segons actuació.

Percentatge d'estalvi assolible aigua: segons actuació.



4.9. Externalització de serveis

4.9.1. Manteniment energètic

La societat actual exerceix una pressió important sobre el medi i és necessari anar cap a una gestió sostenible de l'energia i cap a una utilització racional i eficient. Per aquest motiu, és important el tipus d'energia utilitzada, la instal·lació d'equips eficients i la implantació de sistemes d'energies renovables. Però, tant o més important, és el manteniment de les instal·lacions i garantir la seva eficiència al llarg del temps.

Actualment, el contracte de serveis de manteniment, considerat una contractació de mitjans, és la fórmula més utilitzada per dur a terme el manteniment de les instal·lacions de l'edifici. En la major part dels casos aquest manteniment es converteix en un control del funcionament de les instal·lacions, per tal de garantir el seu bon rendiment i durabilitat.

4.9.2. Empreses de serveis energètics (ESE)

Segons la Directiva Europea 2006/32/CE una Empresa de Serveis Energètics (ESE o ESCO, per les sigles en anglès de *Energy Service Company*), ja sigui persona física o jurídica, és la que proporciona serveis energètics o de millora de l'eficiència energètica en les instal·lacions o locals d'un usuari i afronta un cert grau de risc econòmic en fer-ho. El pagament dels serveis prestats es basarà (en part o totalment) en l'obtenció de millores dels requisits de rendiment convinguts.

Una ESE doncs va més enllà dels contractes de manteniment energètic habituals. Els serveis contractats tenen com a finalitat les següents prestacions:

- Gestió energètica: gestió del subministrament de combustibles, electricitat i aigua, incloent el control de qualitat, quantitat i ús i garanties d'aprovisionament.
- Manteniment: manteniment preventiu dels equips per assolir la permanència en bones condicions i el rendiment de les instal·lacions i de tots els seus components.
- Garantia total: garantia total de reparació amb substitució de tots els elements deteriorats en les instal·lacions.
- Compromís de realització d'obres de millora i renovació de les instal·lacions consumidores d'energia.
- Promoure la millora de l'eficiència energètica mitjançant la incorporació, millora o renovació d'equips i instal·lacions que la fomentin, així com la incorporació d'energies renovables i residuals com biomassa, energia solar tèrmica, fotovoltaica, cogeneració, etc..

Aquest tipus de contractació suposa una millora en l'eficiència energètica de les instal·lacions i repercuteix directament en la disminució dels consums energètics, però a més proporciona altres avantatges: traspàs del risc de les instal·lacions a l'empresa de manteniment, disposar d'un assessorament tècnic continuat, fixar un pressupost estable i satisfacció dels usuaris pel bon manteniment de les instal·lacions. Aquests contractes són d'una major durada que els que únicament inclouen el servei de manteniment, que normalment es fixa en 10 anys.

La implantació dels serveis energètics tant en l'àmbit públic com en el privat és una realitat que s'està consolidant cada cop més, i que ja ha esdevingut un sector econòmic i d'activitat en ple creixement. Malgrat tot, contractar empreses de serveis energètics és avui en dia encara força complex i requereix un procediment administratiu i jurídic llarg. Al-



gunes de les principals barreres tècniques i legals per la contractació d'empreses de serveis energètics poden ser:

- Els diferents tipus de règim (lloguer, propietat, concessió), d'explotació i estat de conservació (antics, vells, rehabilitats) en què es poden trobar els diferents equipaments municipals, fa que sigui complex estandarditzar i establir un únic procés d'externalització.
- Dificultat per obtenir préstecs d'entitats financeres, ja que encara no s'ha desenvolupat aquest tipus de producte amb un esquema *project finance* i per tant els tipus d'interès i les garanties associades en dificulten el finançament. A més, es tracta d'operacions amb llargs períodes de retorn.
- La complexitat d'elaborar les clàusules de preus, bonificacions i penalitzacions entre l'empresa de serveis energètics i l'administració, així com les revisions de preus i el bon seguiment d'aquest tipus de contracte.

L'Agència d'Energia de Barcelona ha elaborat l'estudi "*Assistència tècnica per a l'avaluació i superació de les barreres tècniques existents per a la contractació d'ESE per part de l'Ajuntament de Barcelona*" on s'analitza en profunditat el marc actual de les ESEs i es proposen mesures per superar aquestes barreres tècniques i impulsar la contractació d'ESE, per a la implantació de mesures d'eficiència energètica en edificis públics.

4.9.3. Finançament per tercers

En molts casos l'externalització de serveis energètics respon més a solucionar els problemes econòmics i de finançament que presenten les administracions, que no a potenciar l'estalvi i l'eficiència energètica.

El finançament per tercers permet finançar parcial i/o totalment les mesures energètiques que es volen implantar, sense afectar l'endeutament de l'administració o client.

Per a la contractació de serveis energètics s'han identificat principalment dos tipologies de contracte, tot i que hi ha moltes variacions:

- **Contracte de serveis ESC (*Energy Supply Contracting*):** consisteix en l'aplicació d'un contracte que té com a principal objectiu el finançament per tercers i l'externalització dels serveis energètics. Aquest contracte és el predominant a Europa. Aquest contracte factura la prestació energètica en funció de l'energia consumida i, per tant, a més consum energètic més benefici industrial.
- **Contracte de resultats EPC (*Energy Performance Contracting*):** consisteix en la implantació d'un contracte basat en els resultats i l'eficiència energètica. La rendibilitat de l'empresa proveïdora dels serveis energètics dependrà del rendiment dels equips i sistemes emprats en proporcionar el servei. Aquest model de contracte està implantat en països com els Estats Units i el nord d'Europa.

Des de l'IDAE s'aposta pels Contractes de Serveis i es posa a disposició del públic general una proposta de model de contracte de serveis energètics i manteniment en edificis de les administracions públiques. Aquest model de contracte no es basa en estalvis energètics garantits, sinó en la facturació de serveis energètics com a tals.



4.9.4. Fitxes de recomanacions: externalització de serveis

Contractació serveis energètics (ESEs)

Fitxa 1

Descripció:

Es proposa una contractació de serveis energètics i manteniment integral per a les instal·lacions. Aquesta contractació quedarà integrada dins del procés de gestió energètica del centre i les tasques de l'empresa de manteniment s'estructuraran en les següents etapes:

- Elaboració d'un estudi energètic inicial i determinació de les condicions del contracte, fixant uns objectius energètics.
- Instal·lació d'equipaments amb elevada eficiència energètica i sistemes d'energia renovables.
- Control dels consums energètics i de l'eficiència dels equips, implantant una sistemàtica permanent de recollida de dades i mesures dels equips.
- Substitució regular d'aquells equips que al llarg de la seva vida útil perdin la seva eficiència energètica.

En el contracte s'hauria d'incloure el següent:

- Gestió de consums energètics externs (energia elèctrica i altres fonts energètiques) i aigua de companyia.
- Manteniment integral de les instal·lacions elèctriques, tèrmiques i d'aigua.
- Altres inversions per millorar l'eficiència energètica del centre (instal·lació de plaques solars per ACS, substitució d'equips actuals per altres més eficients, etc..).

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Reial Decret 485/2009, de 3 d'abril, que regula la posada en marxa del subministrament d'últim recurs en el sector de l'energia elèctrica.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: S'ha d'estudiar cas per cas, ja que l'anàlisi i el cost dependran de cada edifici.

Estalvi d'energia primària:

Percentatge d'estalvi assolible elèctric, tèrmic i d'aigua: 2 %

(Nota: experiències pròximes a Catalunya han permès arribar a un estalvi del 7-8 %)

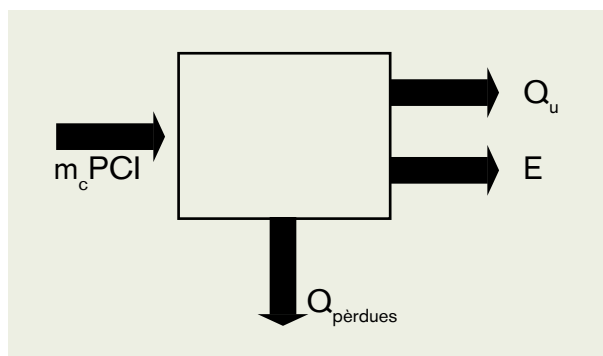
4.10. Altres conceptes de subministrament energètic

4.10.1. Cogeneració

La cogeneració és la producció simultània d'energia elèctrica i energia tèrmica utilitzant un únic combustible. Les plantes de cogeneració produeixen electricitat i calor per a aplicacions descentralitzades i han proliferat sobretot a nivell industrial, ja que contribueixen a l'aprofitament de la calor residual provinent de la generació d'electricitat, per part d'un motor o una turbina.

Els sistemes de cogeneració són sistemes d'elevada eficiència, que estalvien al país consum d'energia primària i emissions d'efecte hivernacle, amb un alt grau de disponibilitat i que eviten pèrdues a la xarxa de transport i distribució. La cogeneració és la forma més eficient de transformació de l'energia continguda en combustibles fòssils; aprofita al voltant del 80-90 % de l'energia continguda en el combustible, i transforma en electricitat un 30-40 % i en calor útil el 50-40 %.

L'esquema de cogeneració es pot simplificar de la següent forma:



m_c : massa de combustible

E: energia elèctrica

Q_u : calor útil (energia tèrmica)

$Q_{pèrdues}$: calor de les pèrdues degudes al rendiment dels mecanismes.

Una planta de cogeneració està formada per un motor de combustió interna de cicle Otto o una turbina de gas que accionen un alternador (generador elèctric). Es pot aprofitar l'energia tèrmica alliberada d'aquest conjunt generador en la combustió dels gasos, mitjançant intercanviadors de calor instal·lats als circuits de refrigeració de camises, d'oli lubricant, més un aprofitament extra en una caldera de recuperació de gasos d'escapament.

4.10.2. Cogeneració amb absorció

S'anomena trigeneració a la cogeneració combinada amb una màquina d'absorció per transformar la calor residual en fred.

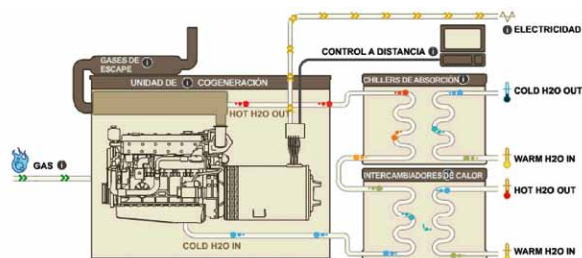


Figura 4.32: Esquema sistema de trigeneració

El principi de la trigeneració és el mateix que en la cogeneració però incorporant una unitat de refrigeració per absorció "chill d'absorció" per produir aigua freda.

4.10.3. Microcogeneració

Entenem per microcogeneració aquelles instal·lacions de cogeneració de potència inferior a 1 MWe, preparades per al subministrament a petits usuaris del mercat energètic, com el sector domèstic i de serveis de consum: hotels, centres polítics, centres comercials, oficines i centres sanitaris com hospitals.

La microcogeneració pot ser formada per un motor o per una turbina (microturbines).

- Els **motors** són els equips amb una oferta més gran, atenent les necessitats dels consumidors estudiats. De fet, en tots els casos que s'han avaluat, els motors han resultat ser els equips més adequats, ja sigui per la potència o pel preu. Cal observar que la potència mínima disponible en el mercat dels motors és de gairebé 40 kWe fins a 1 MWe (poden assolir més potència, però queden fora de l'àmbit del potencial de la microcogeneració).
- Les **turbines** (o microturbines, anomenades així per la seva potència mínima) són equips amb molt poca oferta. Els equips disponibles al mercat s'han avaluat amb tots els usuaris però no han resultat ser idonis en cap cas. Aquesta situació ve motivada per diversos factors:
 1. El rang de potències ofertades és molt petit i, per tant, no són aplicables a la majoria de casos plantejats.
 2. El rendiment elèctric equivalent de les màquines és molt baix i això provoca que s'hagi d'aprofitar tota l'energia tèrmica que generen per poder complir amb un REE > 59 % i exportar l'electricitat sota un règim de producció especial amb turbines, i generant una cobertura tèrmica massa baixa. De fet, algunes de les turbines analitzades no arriben a aquest valor de REE suposant que s'aprofiti tota l'energia tèrmica que generin.
 3. El cost per kW elèctric instal·lat és bastant més elevat que pels motors.

En resum, les microturbines tenen unes limitacions tècniques i de rendibilitat econòmica que fan que siguin menys aconsellables que els motors.

La cogeneració ve regulada en l'actualitat pel RD 616/2007, d'11 de maig, sobre foment de la cogeneració, i el RD 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial i revisions posteriors. Similar a la tecnologia fotovoltaica, la venda d'electricitat produïda mitjançant cogeneració, encara que la font energètica no sigui renovable, és remunerada amb un preu preferent regulat per aquest decret.

4.10.4. *District heating and cooling*

Normalment, es denominen amb el seu nom en anglès, *district heating*, les instal·lacions comunitàries de climatització amb fonts renovables, fonts residuals o, fins i tot, sistemes convencionals però d'alta eficiència.

Les xarxes de distribució de calor i fred o *District Heating and Cooling* cobreixen les necessitats de climatització generant menys impacte ambiental, menys consum d'energia elèctrica i, al mateix temps permeten oferir nous serveis energètics als consumidors per millorar la qualitat de l'oferta. Els projectes d'implantació de xarxes de calor i fred prenen força davant dels sistemes individuals, ja que incorporen millores en l'eficiència energètica, l'impacte ambiental, l'estalvi d'espai i de gestió i l'estalvi econòmic.

És un sistema que proveeix els edificis o centres de consum de tota l'energia tèrmica, en forma d'aigua calenta i/o freda necessària per a la seva climatització. Aquesta energia es genera en una instal·lació centralitzada anomenada central de producció. Els edificis a subministrar es connecten amb la central mitjançant un seguit de xarxes de distribució de fluids tèrmics controlats i regulats des de la central. Constitueixen una infraestructura que permet el subministrament de calor i fred dins d'una trama



urbana per tal de cobrir les necessitats dels diferents edificis connectats al sistema.

Aquestes infraestructures tenen el seu origen al nord d'Europa, on s'aprofitava la implantació de centrals tèrmiques o sistemes de revalorització energètica propers o inclosos dins la trama urbana per, a més de generar energia elèctrica, distribuir calor als diferents edificis.

Els avantatges principals d'aquests sistemes consisteixen en:

- Aprofitament de calor residual de diferents processos com, per exemple:
 - Processos industrials pròxims als nuclis de població, ja que molts processos industrials requereixen altes temperatures, però necessiten dissipar calor a baixa temperatura (60-80°C), que tot i no ser aprofitable per als propis processos, sí que és adequada per climatitzar edificis o escalfar aigua sanitària.
 - Plantes de conversió energètica de residus urbans, centrals elèctriques i altres instal·lacions que, altrament, haurien de dissipar la calor residual a l'atmosfera.
- Augment important d'eficiència energètica, comparat amb el funcionament de centenars d'aparells descentralitzats, que es tradueix en un millor rendiment energètic, la centralització dels serveis de manteniment, la possibilitat de controlar millor les emissions i els impactes ambientals, etc..
- Eliminació de vibracions i sorolls als edificis connectats per l'absència de calderes i refrigeradores, així com d'obligacions reglamentàries relacionades amb la presència de màquines a pressió.
- Augment de la viabilitat econòmica d'incorporar fonts d'energies renovables com la biomassa forestal o industrial, degut a la gestió centralitzada, tant per la mida de les instal·lacions com per l'adequació d'espais necessaris, seguretat de subministrament, etc.
- En cas de xarxes de calor i fred, s'elimina l'impacte visual d'equips de refrigeració als terrats dels edificis i s'augmenta l'espai disponible per a altres usos.
- Reducció del risc d'accidents, tant en el transport dels productes energètics com del gasoil o gas natural, així com per l'ús irresponsable que els consumidors individuals en podrien realitzar.



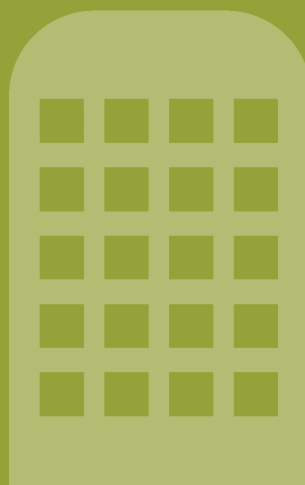
4.10.5. Fitxes de recomanacions: altres conceptes de subministrament energètic

Connexió a <i>district heating i cooling</i> (DH&C)	Fitxa 1
<p>Descripció:</p> <p>Aquesta mesura proposa la connexió a una xarxa de calor i fred (DH&C) de diversos equipaments municipals que serien alimentats per una mateixa central productora de calor/fred, substituint sistemes de calefacció amb gasoil o gas natural (en cas de tractar-se d'equipaments ja existents) per un sistema d'aprofitament de calor residual de diferents processos ja siguin industrials, centrals elèctriques o plantes de conversió energètica de residus urbans (segons viabilitat i proximitat).</p> <p>La xarxa de calor ha d'estar dimensionada de tal manera que permeti una futura ampliació del nombre de connexions. El sistema proposat es compon d'una xarxa amb canonades enterrades preïllades de polietilè reticulat, per on circularà el fluid fred/calent. La connexió de cada edifici a la xarxa es farà per mitjà d'una subestació d'intercanvi.</p>	
<p>Tipus de mesura:</p> <p><input type="radio"/> Gestió <input type="radio"/> Manteniment <input type="radio"/> Substitució <input checked="" type="radio"/> Nova inversió</p>	
<p>Normativa:</p> <p>Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE).</p>	
<p>Dificultat:</p> <p><input type="radio"/> Senzill</p> <p><input type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació menor</p> <p><input checked="" type="radio"/> Requereix aprofitar una rehabilitació major</p> <p><input type="radio"/> Només implantable en obra nova</p>	
<p>Cost econòmic associat:</p> <p>El cost econòmic depèn de les següents variables:</p> <ul style="list-style-type: none">• Potència de la central tèrmica.• Equips de producció de calor i fred.• Número i tipus d'usuaris connectats.• Longitud de la xarxa de distribució.	
<p>Estalvi d'energia primària:</p> <p>L'estalvi d'energia depèn dels equips de producció de calor i fred instal·lats.</p>	



5

Energies renouvelables



5.1. Conceptes bàsics

Tota estratègia d'estalvi i eficiència energètica va lligada a l'ús d'energies renovables. L'actual context d'esgotament dels combustibles fòssils i de preocupació pel canvi climàtic, converteixen les energies renovables en una de les apostes clau en la normativa actual del sector de l'edificació. En aquest sentit destaquen els compromisos de la Unió Europea en l'àmbit energètic per l'any 2020 (l'anomenat "Paquet Energia i Clima"):

- Reduir el consum d'energia primària esperat en un 20% (a partir d'escenaris de projecció oficials de la UE).
- Assolir que un 20 % del consum d'energia final provingui de fonts renovables.
- Reduir les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle en un 20 % el 2020, respecte el nivell de l'any base 1990 (ampliable al 30 % en funció dels objectius de reducció d'emissions que s'acordin a nivell mundial).

Per assolir aquests objectius és clau que s'hi sentin involucrats tots els sectors de la societat. Les actuacions de les administracions han de servir, per tant, com a exemplificadores; l'aposta per les energies renovables és una d'elles.

5.2. Energia solar tèrmica

Els sistemes de captació d'energia solar són elements, per l'interior dels quals, circula un fluid que absorbeix l'energia radiada pel sol. Es poden classificar en funció del fluid que escalfen: aigua o aire. Els captadors d'aigua s'utilitzen quan es requereix l'obtenció d'aigua calenta per a usos sanitaris o per a calefacció de recintes. Els captadors d'aire s'apli-

quen exclusivament per al subministrament de calefacció o processos industrials específics.

Els captadors solars d'aigua es poden classificar en diversos tipus. El més utilitzat és l'anomenat captador pla de coberta vidrada, apte per a l'escalfament d'aigua a temperatura inferior als 60°C, ja que a temperatures superiors disminueix significativament el seu rendiment.

Cal esmentar també els captadors concentradors i els de buit. Aquest darrer tipus té una eficiència superior a la dels captadors plans convencionals i pot treballar, en condicions normals, a temperatures de 80 - 90°C.

La configuració dels captadors solars d'aire és similar a la dels d'aigua, si bé els conductes per on l'aire travessa el captador, solen ésser més voluminosos donada la menor capacitat calorífica d'aquest fluid.

Atès que, en la majoria dels casos, els moments en què es produeix la demanda energètica no coincideixen amb els períodes de captació, és necessari emmagatzemar l'energia captada per tenir-la disponible quan es desitgi. Per tant, el sistema de captació s'haurà de complementar, en tota instal·lació solar, amb un dispositiu d'emmagatzematge.

Per a l'acumulació de l'energia tèrmica es pot recórrer a diversos sistemes. Els més comuns són els que utilitzen aigua com a medi d'emmagatzematge i els que ho fan amb còdols o pedres de petit diàmetre. La primera variant s'aplica en instal·lacions que utilitzen captadors d'aigua. El jaç de còdols, en canvi, s'aplica en sistemes de calefacció que utilitzen captadors d'aire.

A la figura següent es pot veure el procés d'aprofitament de la radiació solar en un captador pla, un dels més habituals.



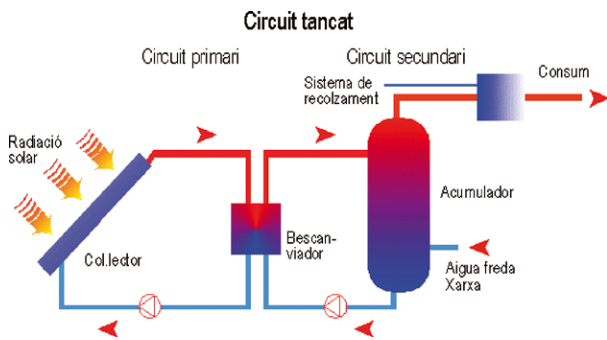


Figura 5.1: Esquema d'aprofitament de la radiació solar en un captador pla

5.3. Energia solar fotovoltaica

La tecnologia fotovoltaica s'ha desenvolupat amb els primers satèl·lits espacials i, darrerament, en l'electrificació d'instal·lacions allunyades de la xarxa elèctrica, i en centrals elèctriques fotovoltaïques. La demanda creixent, l'augment d'eficiència i el desenvolupament de noves tècniques de fabricació, han fet disminuir molt el seu cost i sembla que aquesta serà la tendència en els propers anys.



Figura 5.2: Fotografia panells solars fotovoltaïcs en instal·lació sobre coberta

Assolellament

L'energia que arriba a la superfície del mòdul fotovoltaic a través de la radiació solar depèn, bàsicament, de la latitud, de la declinació del sol i de la inclinació de la superfície receptora en relació al raig solar incident. La turbulència atmosfèrica que difon la radiació solar i la massa d'aire que el raig de sol ha de travessar, també l'afecten.

Cèl·lules fotovoltaïques

Les plaques fotovoltaïques estan compostes per un nombre determinat de cèl·lules. El seu funcionament es basa en l'efecte que produeix la interacció de la llum amb un material susceptible de generar un corrent elèctric. El material, en principi, és un semiconductor sòlid (silici monocristal·lí, policristal·lí o amorf). Les plaques es connecten entre si en sèrie i/o paral·lel, per obtenir el voltatge desitjat.

Instal·lació fotovoltaica

Els components bàsics que intervenen en una instal·lació fotovoltaica són: plaques fotovoltaïques, suports de les plaques, regulador, bateries elèctriques, aparells de potència i inversor, tot i que dependrà del tipus d'aplicació (autònoma o connectada a la xarxa) i de les característiques de la instal·lació. Les tipologies d'instal·lacions són les següents:

- Les instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica requereixen regulador i bateries elèctriques.
- Les instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica requereixen d'inversor-convertidor.

Aquest darrer tipus d'instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica s'han d'acollir al Règim Especial de producció d'energia elèctrica i seguir-ne els requeriments i condicions administratives i tècniques que indiqui la legislació vigent.

En l'actualitat a Barcelona, la normativa de referència pel que fa a l'àmbit d'aplicació de les instal·lacions solars fotovoltaïques és la recent *Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA)*, que estableix uns àmbits d'aplicació més exigents que el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE apartat HE5). Així els edificis afectats per aquesta normativa (sempre i quan no compleixin algun dels motius d'exempció) són els següents:



- a) Comercial, allotjament o qualsevol altre servei obert al públic no inclòs en altres epígrafs d'aquest article: superior a 3.000 m².
- b) Centres cívics, casals i altres edificis destinats a usos socials: superior a 1.500 m².
- c) Oficines: superior a 1.500 m².
- d) Industrial i/o magatzems: superior a 1.500 m².
- e) Instal·lacions i edificis ocupats per les administracions públiques, en qualsevol de les fórmules de gestió directa o indirecta existents, destinats a qualsevol ús: superior a 1.500 m².
- f) Edificis destinats a centres d'ensenyament: superior a 1.500 m².
- g) Centres esportius: superior a 3.000 m².
- h) Centres sanitaris: superior a 3.000 m².
- i) Aparcaments: superior a 3.000 m².

Per a més informació sobre les instal·lacions solars fotovoltaïques es recomana consultar la guia específica *"Guia d'implantació d'instal·lacions solars fotovoltaïques en construccions públiques"* de l'Agència d'Energia de Barcelona.

5.4. Energia minieòlica

L'energia minieòlica és l'aprofitament dels recursos eòlics mitjançant la utilització d'aerogeneradors de potència inferior als 100 kW i amb una àrea d'escombrat que no superi els 200 m². Aquest tipus de sistemes es proposen sobretot per a instal·lacions aïllades, encara que també es poden utilitzar per a la venda d'energia elèctrica a la xarxa, a diferència dels grans aerogeneradors en parcs eòlics que distribueixen l'energia per mitjà de la xarxa elèctrica.

Els aerogeneradors poden ésser d'eix horitzontal o d'eix vertical. Els aerogeneradors amb eix vertical permeten aprofitar millor la direcció canviant del vent i tenen uns nivells sonors inferiors. No requereixen d'una torre d'estructura poderosa i poden estar

ubicats prop del terra, facilitant el seu manteniment. A part, són més fàcilment evitables pels ocells i tenen un baix impacte visual en l'entorn.

En canvi, els aerogeneradors d'eix horitzontal malgrat tenir un impacte acústic superior i requerir una torre d'estructura més poderosa, són més eficients que els d'eix vertical, fins i tot, en cas d'existència d'ombres, per exemple d'edificacions del voltant. En cas d'instal·lar un aerogenerador d'eix horitzontal s'haurà d'encarar en funció de la direcció del vent dominant.

La tecnologia minieòlica té una sèrie d'avantatges:

- Permet el subministrament d'electricitat en llocs aïllats i allunyats de la xarxa elèctrica.
- Genera energia de manera distribuïda (microgeneració distribuïda) reduint d'aquesta manera les pèrdues de transport i distribució.
- Produeix electricitat en els punts de consum, adaptant-se als recursos renovables i a les necessitats energètiques de cada lloc.
- Es pot combinar amb fotovoltaica en instal·lacions híbrides.

Des del punt de vista legislatiu, l'energia minieòlica es troba catalogada en el mateix marc regulador i retributiu que la gran eòlica (RD 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial). També hi ha una normativa de fabricació de petits aerogeneradors, del Comitè Electrotècnic Internacional CEI (Norma IEC-61400-2 Ed2) que no és d'obligat compliment.

5.5. Energia geotèrmica

L'energia geotèrmica prové d'una font de calor interna de la Terra i les seves aplicacions poden ser utilitzades directament com a font de calor o bé



transformades en energia elèctrica. Podem trobar bàsicament tres tipus de camps geotèrmics depenent de la temperatura a què brolla l'aigua:

- **L'energia geotèrmica d'alta temperatura:** existeix en les zones actives de l'escorça i la seva temperatura està compresa entre 150 i 400°C; es produeix vapor en la superfície, que s'envia a les turbines i genera electricitat.
- **L'energia geotèrmica de temperatures mitjanes:** els fluids dels aqüífers estan a temperatures menys elevades, normalment entre 70 i 150°C; la conversió vapor-electricitat es realitza a un menor rendiment, i cal utilitzar com a intermediari un fluid volàtil.
- **Camp geotèrmic de baixa temperatura:** els fluids s'escalfen a temperatures compreses entre 20 i 60°C; aquesta energia s'utilitza per a necessitats domèstiques, urbanes o agrícoles.

El camp geotèrmic de baixa temperatura consisteix a aprofitar que la temperatura de la terra a uns metres per sota de la superfície del sòl, és relativament constant en tots els llocs del món, mentre que la temperatura de l'aire canvia dels extrems de l'estiu als de l'hivern. El primer pas previ a la instal·lació d'un sistema geotèrmic de baixa temperatura, és la determinació de les necessitats per refrigerar/calear l'edifici o aplicació, així com l'àrea de què es disposa per realitzar la instal·lació subterrània. El segon pas consisteix a realitzar un detallat estudi geològic local. Segons les característiques intrínseques del terreny, es determinarà la viabilitat i la rendibilitat de l'aplicació geotèrmica, així com la dimensió de l'intercanviador subterrani. Així, s'ajustarà al màxim el tipus d'instal·lació subterrània a les condicions naturals del subsòl, per aconseguir el màxim rendiment.

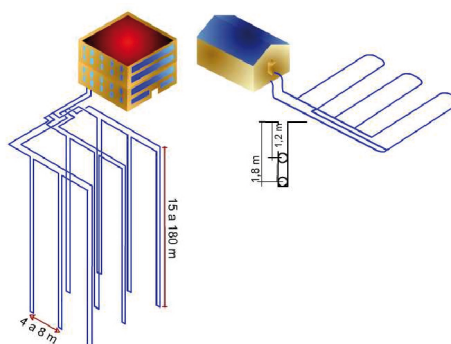


Figura 5.3: Esquema instal·lació energia geotèrmica

Per tal de realitzar un aprofitament d'aquest sistema, s'utilitzen bombes de calor geotèrmica (terra/aigua); s'aprofita la temperatura estable de la terra (entre 7 i 13°C a pocs metres per sota de la superfície) per mantenir les nostres temperatures interiors estables. Aquestes bombes fan circular aigua o altres líquids a través de canonades soterrades en un cercle continu, tant horitzontal com vertical, proper a un edifici. Depenent de l'aigua, el sistema és utilitzat per escalfar o per refredar. Existeixen dues possibilitats per a la construcció de xarxes de canonades d'aigua enterrades: disposició vertical o disposició horitzontal.

5.6. Biomassa

Entenem com a biomassa la fracció biodegradable dels productes, restes i residus provinents de l'agricultura, silvicultura i de les indústries annexes, així com la fracció biodegradable dels residus industrials i urbans.

Per utilitzar la biomassa com a combustible cal considerar:

- Biomassa cultivada i agrícola: residus sòlids de l'oliva, palla de cereals, cardo, arbres, blat de moro, etc.
- Biomassa a partir de residus: oliasses, closques de fruits secs, restes de fusteria, restes de podes o neteja de boscos, etc.



5.6.1. Tipus de biomassa

Hi ha tres tipus de biomassa amb funcions diferents:

5.6.1.1. Biomassa llenyosa

Aplicacions tèrmiques: El procés de combustió de la biomassa llenyosa permet generar un fluid tèrmic (vapor, aigua calenta, oli tèrmic, etc.) que possibilita un aprofitament directe i l'estalvi de combustibles fòssils derivats del petroli. Així d'una manera directa, la combustió dels residus forestals i agrícoles poden ser una font energètica per a calefacció en l'àmbit domèstic, tant en instal·lacions individuals com col·lectives.

Aplicacions elèctriques: La combustió de la biomassa en una caldera permet generar vapor a alta pressió i temperatura, que s'expandeix en una turbina de vapor tot generant energia elèctrica. També és possible la utilització de la biomassa en cogeneracions existents (amb motors alternatius, turbines de gas o turbines de vapor) a partir de les tecnologies de gasificació i piròlisi.

5.6.1.2. Biogàs

Pels tractaments biològics obtenim l'anomenat biogàs. El biogàs és un combustible gasós, format principalment per metà i diòxid de carboni, que s'obté a partir de la degradació biològica de la matèria orgànica en absència d'oxigen (digestió anaeròbia).

El biogàs es pot generar a partir de residus d'instal·lacions agroramaderes, de fangs generats en Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR) i de la fracció orgànica de Residus Sòlids Urbans (RSU).

El metà del biogàs el fa adequat com a font d'energia per a aplicacions amb tecnologies que utilitzen com a combustible el gas natural:

- La producció d'electricitat i/o calor en turbines de gas o motors.
- L'ús directe com a combustible en el transport.
- L'ús directe a través de la seva injecció a la xarxa de gas natural.

5.6.1.3. Biocarburants

S'anomenen biocarburants tots aquells combustibles líquids destil·lats a partir de productes agrícoles. Es poden distingir dues classes de biocarburants:

- Bioetanol: alcohols i els seus derivats.
- Biodièsel: olis obtinguts a partir dels cultius de llavors oleaginoses, com ara la colza, la soja i el gira-sol.

5.6.2. Calderes de biomassa

En l'aplicació domèstica podem trobar diferents tipus de calderes:

- Calderes de flama invertida.
- Calderes d'estelles.
- Calderes de pèl·lets.

Un dels productes que s'està potenciant és el pèl·let, un tipus de combustible de forma granulada i allargada a base de fusta.



Figura 5.4: Fotografia de pèl·lets

La utilització de biomassa com a combustible presenta avantatges, sobretot si els generadors de biomassa són de darrera generació amb elements d'ajustament de combustió en continu. Els principals avantatges són:

- Permet eliminar residus orgànics i inorgànics, i al mateix temps els dona una utilitat.
- Més econòmic que altres combustibles; se'n pot augmentar la producció sense cap tipus de dany per al medi ambient.
- És una font d'energia renovable.
- És una font d'energia poc contaminant.

La moderna tecnologia de les estufes i calderes automàtiques de pèl·lets ha arribat al mateix nivell d'automatització i confort que les calderes de gasoil o de gas, i ha assolit nivells òptims de rendiment i disminució d'emissions.

Les calderes i estufes de pèl·lets extreuen el combustible de la tremuja o d'una sitja, mitjançant siste-

mes automatitzats com el cargol sense fi o sistemes d'aspiració que adequen la velocitat a la demanda de la caldera. També incorporen sistemes d'encesa automàtica mitjançant una resistència elèctrica i sistemes automàtics de neteja d'intercanviadors.

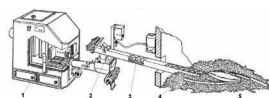


Figura 5.5: Esquema sistema automatitzat per caldera de biomassa

La biomassa i els pèl·lets s'utilitzen tant en instal·lacions domèstiques com en instal·lacions de calefacció col·lectives per a hospitals, escoles, piscines i també per a indústries, explotacions ramaderes, etc., que requereixen calor, tant en forma d'aigua calenta com vapor.

Els diferents tipus de calderes de biomassa i les seves característiques es detallen en la taula següent:

Tecnologia	Propietats	Tipus calderes	Comentaris
Calderes convencionals adaptades per a biomassa	Baix rendiment (fins 85 %) Semiautomàtiques	Calderes de gasoil amb cremador de biomassa Calderes adaptades amb cremador fixe o en cascada	La potència es redueix per l'adaptació a l'ús de biomassa. La neteja de la caldera no és totalment automàtica. La potència es redueix per l'adaptació a l'ús de biomassa. La neteja de la caldera no és totalment automàtica.
Calderes estàndard de biomassa	Alt rendiment (fins 92 %) Automàtiques	Calderes de biomassa amb alimentador inferior Calderes de biomassa amb parrilla mòbil	Calderes domèstiques que únicament poden consumir pèl·lets estàndard. Equips compactes Aptes per a combustibles amb baix contingut en cendres (pèl·lets, estelles, alguns biocombustibles agroindustrials). Aptes per a biocombustibles amb alts continguts d'humitat i cendres. S'utilitza per a potències superiors als 100 kW.
Calderes mixtes	Alt rendiment (fins 92 %). Automàtiques	Tots	Permeten l'ús alternatiu de dos combustibles en funció de les necessitats de cada situació. Precisen un emmagatzematge i un sistema d'alimentació de la caldera per a cada combustible.
Calderes de condensació	Màxim rendiment (fins 103 % respecte al PCI) Automàtiques	Calderes de biomassa amb alimentador inferior	Aptes sols per a l'ús de pèl·lets Baixa potència (< 70 kW).

Taula 5.1: Característiques de diferents calderes de biomassa



4.5.6. Fitxes de recomanacions: instal·lacions renovables

Instal·lació sistema d'energia solar tèrmica per a l'obtenció d'ACS

Fitxa 1

Descripció:

Per aconseguir la reducció dels consums d'energia tèrmica del centre es proposa la instal·lació de sistemes d'energia solar per a l'obtenció d'aigua calenta sanitària, tot i que aquests sistemes també es poden emprar per a altres usos: escalfament de piscines, calefacció (recomanat sobretot en el cas de terra radiant), etc.

El Decret d'ecoficiència i el nou CTE (Codi Tècnic de l'Edificació) exigeixen la utilització de l'energia solar tèrmica en obres noves o reformes d'edificis, tant en construccions de titularitat pública com privada. En aquest mateix sentit, a Barcelona, la normativa de referència en l'àmbit d'instal·lacions d'energia solar tèrmica és l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA).

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoficiència en els edificis.

Codi Tècnic de l'Edificació.

Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA). Capítol 8.1. Sistemes d'energia solar tèrmica als edificis.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

1.500€ Inversió aproximada suposant captadors solars plans:

Fins a 10 m²: 900 €/m²

De 10 a 20 m²: 720 €/m²

A partir de 20 m²: 650 €/m²

Estalvi d'energia primària:

Entre un 60-80 % del consum energètic anual associat a l'ACS.



Descripció:

Es planteja una instal·lació fotovoltaica per a la venda d'energia connectada a la xarxa elèctrica i, per tant, no serà necessari el subsistema d'acumulació i altres accessoris.

L'objectiu d'aquesta mesura no és buscar un elevat rendiment econòmic ni una elevada producció elèctrica amb plaques fotovoltaïques, sinó incloure aquesta tecnologia demostrativa a l'edifici com a eina eficaç des del vessant mediambiental.

S'ha de comprovar que l'edifici disposa de suficients espais i, per tant, disposa d'un nombre important de cobertes on es podria adaptar el sistema. Si es vol donar caràcter demostratiu a aquesta proposta, es recomana estudiar en detall on instal·lar-la: en la coberta, com a marquesina per ombrejar la coberta, fins i tot com element de control solar sobre algunes finestres, etc. En funció del lloc de la seva instal·lació, els panells quedaran a una determinada orientació i inclinació, podent variar significativament el seu rendiment. Sovint en aquests tipus d'instal·lacions es prima la tasca de demostració i integració arquitectònica enfront del rendiment energètic. Serà també altament recomanable la contractació d'algun tipus d'assegurança per robatori, en cas que la instal·lació quedés accessible.

La inclinació i orientació recomanades per instal·lacions d'aquest tipus a Barcelona són:

- Inclinació de panells: 25°- 45° (aprox. la latitud; la latitud de Barcelona és 41°)
- Desviació respecte el sud: 0°

Tipus de mesura:

- Gestió
 Manteniment
 Substitució
 Nova inversió

Normativa:

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis. Codi Tècnic de l'Edificació. Reial Decret 661/2007 de 25 de maig pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. Ordenança del Medi Ambient de Barcelona (OMA). Capítol 8.2 Sistemes d'energia solar fotovoltaica als edificis.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat: Preu referència: 4,5 €/Wpic

Estalvi d'energia primària:

Tota l'energia produïda es ven a la xarxa, per tant, aquesta tecnologia suposa un estalvi d'energia elèctrica primària provinent de fonts no renovables per al país.



Descripció:

La temperatura de la terra a uns metres de profunditat és relativament constant arreu del món, mentre que la temperatura de l'aire canvia, dels extrems de l'estiu als de l'hivern. El primer pas, previ a la instal·lació d'un sistema geotèrmic de baixa temperatura, és la determinació de les necessitats per refrigerar/calefactar l'edifici o aplicació, així com l'àrea de què es disposa per realitzar la instal·lació subterrània. El segon pas consisteix a realitzar un detallat estudi geològic local. Segons les característiques intrínseques del terreny, es determinarà la viabilitat i la rendibilitat de l'aplicació geotèrmica, així com la dimensió de l'intercanviador subterrani. Així, el tipus d'instal·lació subterrània, s'ajustarà al màxim a les condicions naturals del subsòl, per aconseguir el màxim rendiment.

Sens dubte, la quasi total inalterabilitat de la temperatura en el terreny i la possibilitat de mantenir mitjançant el cabal d'aigua la pressió de condensació o evaporació constants, fan que aquests equips siguin molt més eficients que els condensats per aire. Els avantatges de l'energia geotèrmica seran més evidents quan més extremes siguin les condicions de temperatura ambient en ambdues estacions. Aquest sistema es idoni en zones amb diferències climàtiques extremes, on s'assoleixen COP's mitjans de 3,4 en generació de calor i de 4,7 en la generació de fred, més alts respecte al COP mitjà convencional.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'eficiència en els edificis. Codi Tècnic de l'Edificació. Reial Decret 661/2007 de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió bomba calor geotèrmica Nibe, perforacions, canonades i accessoris: 232 €/m²
A títol orientatiu el cost d'execució dels pous es troba entre 45 €/ml i 65 €/ml (preus de l'any 2011) i depèn de les característiques del terreny.

Estalvi d'energia primària: 15-25 %.

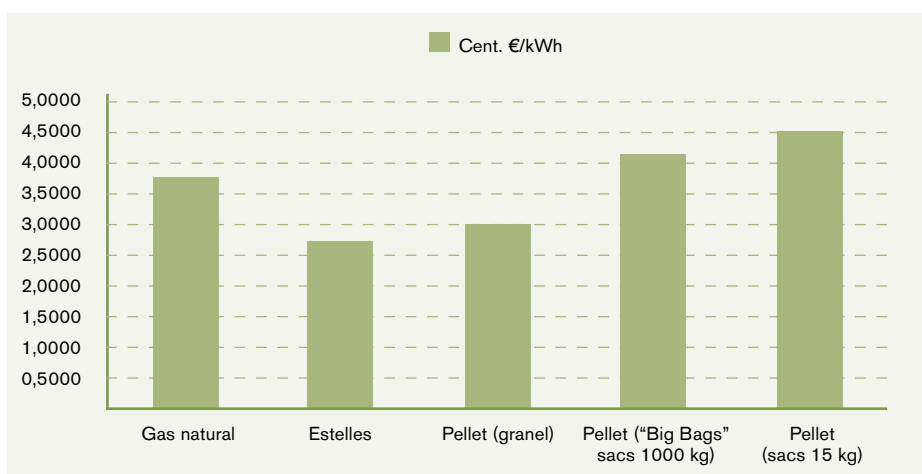
Descripció:

Aquesta mesura s'orienta a la implantació d'una caldera de biomassa en substitució d'una caldera convencional (gas natural o gasoil). El volum considerable de residus d'origen vegetal disponible en molts llocs (una hectàrea de bosc o de cultiu pot produir entre 6.000 i 35.000 tèrmies d'energia tèrmica útil a l'any) i el balanç neutre de les seves emissions de CO₂ (és a dir, es despendrà la mateixa quantitat de CO₂ tant si es crema la fusta com si es converteix en humus) defineixen un escenari energètic i mediambiental favorable a l'ús de la biomassa com a combustible per a calefaccions individualitzades, centralitzades o col·lectives amb xarxes de distribució de calor.

La comparació dels preus de gas natural respecte a la biomassa es mostren a continuació.

Donada la diferència de preus, en general es proposa apostar per la utilització d'estelles com a combustible, tot i que, el pèl·let a granel també té un preu inferior al gas natural. Aquesta mesura hauria d'anar però acompanyada d'un estudi de proximitat als proveïdors

Descripció	Gas natural	Estelles	Pellet (granel)	Pellet ("Big Bags" sacs 1000 kg)	Pellet (sacs 15 kg)
Preu de mercat	0,0340 cent. €/kWhPCS	113 €/t	143 €/t	193 €/t	210 €/t
Preu per unitat	0,0340 cent. €/kWhPCS	0,11 €/kg	0,14 €/kg	0,19 €/kg	0,21 €/kg
Poder calorífic inferior	-	4.100 kWh/Tn25bs	4.040 kcal/kg	4.040 kcal/kg	4.040 kcal/kg
Cent. €/kcal	-	-	0,003540	0,004777	0,005198
Factor de conversió thPCI/thPCS	0,904	-	-	-	-
Cent. €/kWh	3,7564	2,7561	3,0441	4,1084	4,4703
Estalvi % respecte el gas natural		26,63 %	18,96 %	-9,37 %	-19,01 %



Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Codi Tècnic de l'Edificació.

Dificultat:

- Senzill
 Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 Requereix aprofitar una rehabilitació major
 Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió: < 100kW: 600 €/kW

100 – 1000 kW: 450 €/kW

>1000 kW: 280 €/kW

Període de retorn respecte gasoil: 10-20 anys

Període de retorn respecte GN: més de 25 anys

Estalvi d'energia primària:

Aquesta tecnologia suposa un 100 % d'estalvi d'energia primària de fonts no renovables (substitució de consum d'energia primària d'origen no renovable per renovable).



Descripció:

Es planteja una instal·lació minieòlica pel consum propi d'una instal·lació aïllada, per tant, serà necessari un subsistema d'acumulació i altres accessoris. En el cas que sigui viable, pot ser interessant també la connexió a la xarxa elèctrica per a la venda d'energia. Aquest tipus d'instal·lacions es poden arribar a combinar amb sistemes solars fotovoltaics (sistema híbrid).

L'objectiu d'aquesta mesura, a part d'obtenir electricitat, és incorporar aquesta tecnologia demostrativa a l'edifici, com a eina eficaç des del vessant mediambiental.

S'ha de comprovar que l'edifici disposa de suficients espais i fer un estudi del vent en l'entorn. Es recomana per tant estudiar en detall on instal·lar-la.

Tipus de mesura:

- Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Codi Tècnic de l'Edificació.

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Segons potència de l'aerogenerador però al voltant dels 6000€ el kW instal·lat.

Estalvi d'energia primària:

Segons producció de l'aerogenerador.



6

Sensibilització i conscienciació sobre la cultura energètica dels usuaris dels edificis



6.1. Conceptes bàsics

El progrés científic i tècnic ens ha permès guanyar en benestar i ha millorat els processos productius de les empreses, però el gas natural, l'electricitat, el gasoil i tots els combustibles es consumeixen a un ritme creixent.

Alguns recursos energètics, especialment els combustibles fòssils, són limitats; d'altra banda, tant la seva extracció i transport com el seu consum resulten sovint molt contaminants. L'estratègia actual incideix a promoure un major ús de les energies renovables, i aconseguir una major eficiència i estalvi energètics.

Cal fer arribar a tothom quins són els principis de l'estalvi energètic. Per assolir-ho, cal explicar els avantatges de les energies renovables, donar a conèixer els efectes socials i econòmics que s'obtenen en l'adquisició de bons hàbits d'estalvi energètic i mostrar noves tecnologies i productes. En definitiva, cercar el compromís personal de tots els ciutadans i implicar-los en el repte de l'estalvi energètic i la sostenibilitat.

La formació específica és l'eina de difusió més directa i eficaç, si s'imparteix a les aules o als centres de treball, per personal especialitzat. Utilitzant casos pràctics que estiguin en l'entorn dels assistents, i analitzant els beneficis de les actuacions realitzades, es poden assolir reduccions en els consums d'energia del centre o empresa.

Els continguts de la formació poden ser, entre d'altres:

- Fonts d'energia, sistemes de generació, transport i utilització, efectes sobre l'entorn, costos associats.
- Caracterització dels punts de consum d'energia (instal·lacions, enllumenats, aparells domèstics,

aparells industrials, transports, serveis...), rendiments, efectes sobre l'entorn, costos associats.

- Propostes d'estalvi i d'eficiència energètica.
- Aplicacions concretes a l'entorn on es du a terme la formació.
- Presentació dels diferents tipus d'energies renovables.

6.2. Campanyes de sensibilització

Si pensem en el ventall d'activitats que cadascú de nosaltres fa al llarg del dia, tant a casa com a la feina, en gran part hi intervé alguna forma d'energia: escalfar els aliments, desplaçar-nos en cotxe, encendre els llums, climatitzar recintes, rentar la roba, fer funcionar màquines, utilitzar ordinadors, etc.

A mesura que una societat està més desenvolupada, consumeix més energia, però no sempre ho fa d'una manera eficient. Alguns recursos energètics, com els combustibles fòssils, són limitats i molt contaminants pel que fa a la seva extracció i transport.

L'estratègia actual incideix a aconseguir una major eficiència i estalvi energètics i promoure un major ús de les energies renovables.

La formació específica sobre l'estalvi energètic és l'eina de difusió més directa i eficaç, però no és garantia d'èxit en si mateixa. És una eina que ha d'anar acompanyada de difusió, com cartells, tríptics, etc., i de la implicació tant del centre on s'imparteix com dels assistents.

Això vol dir posar mitjans per fomentar les conductes estalviadores i donar a conèixer els resultats obtinguts, valorar-los i constatar l'evolució d'aquests resultats. Les actituds adquirides, gràcies a tot el procés de formació i conscienciació respecte a



l'estalvi energètic, han de poder transformar-se, de mica en mica, en hàbits.

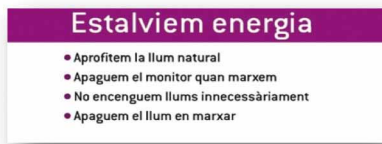


Figura 6.1: Exemple missatge campanya sensibilització estalvi energètic

6.3. Formació i sensibilització sobre la mobilitat sostenible

La major part de les activitats laborals porten implícita una necessitat de desplaçament, tant per accedir al lloc de treball (desplaçaments in itinere) com una mobilitat relacionada amb la pròpia activitat laboral (desplaçaments in labore). El mode de transport utilitzat en aquests desplaçaments està molt condicionat per la distància entre el lloc de residència i el lloc de treball, però també per la utilització el màxim d'eficient de cadascun dels modes emprats.

En els darrers anys s'ha produït un procés generalitzat, en què s'ha incrementat la distància entre el lloc de treball i el lloc de residència, alhora que s'ha detectat un increment de l'ús del vehicle privat, generalment sense compartir. Aquest fet ha accentuat les externalitats que provoquen l'actual model de mobilitat: més soroll, més emissions de contaminants, major consum energètic, ocupació poc eficient del sòl, increment de l'accidentalitat, més retencions, etc. Per canviar aquesta situació, l'estratègia actual ha d'incidir en la minimització de la mobilitat motoritzada, promoure la utilització del transport públic i millorar l'eficiència del transport en vehicle privat. En aquest sentit, el millor suport

per planificar la mobilitat a l'àmbit del propi centre de treball és la realització d'un Pla de mobilitat sostenible al centre de treball i la seva aplicació posterior.

Els principals aspectes en què ha d'incidir la correcta gestió de la mobilitat en l'àmbit de l'entitat són:

- **Promoure els modes de desplaçament no motoritzats:** promoure l'accés a peu o en bicicleta al centre de treball; facilitar els desplaçaments a peu o en bicicleta, en aquells casos on la distància sigui curta, durant la jornada laboral; i disposar d'espai a l'interior de l'edifici per a l'aparcament de bicicletes.
- **Promoure la utilització del transport públic:** facilitar l'accés al lloc de treball en transport col·lectiu; fomentar la utilització del transport col·lectiu durant la jornada laboral; analitzar la viabilitat de disposar d'un transport col·lectiu a nivell d'empresa o de conjunt d'empreses amb un emplaçament molt proper; i disposar d'incentius o bonificacions per a la utilització del transport col·lectiu, tant per accedir al lloc de treball com durant la jornada laboral.
- **Millorar l'eficiència en els desplaçaments en vehicle privat o vehicle d'empresa:** aplicar criteris de conducció eficient; disposar d'una flota de transport d'empresa prioritzant els vehicles amb un consum inferior; adquisició de vehicles híbrids o vehicles elèctrics; emprar la modalitat de cotxe multiusuari (*car-sharing*); fomentar el viatge compartit, tant en els desplaçaments per accedir al lloc de treball com durant la jornada laboral; crear instruments per afavorir el *car-pooling* (compartir un mateix vehicle entre diferents usuaris per fer el mateix trajecte); i aplicar criteris de mobilitat sostenible en la reserva de places de l'aparcament propi.



6.4. Fitxes de recomanacions: sensibilització i conscienciació

Formació sobre l'estalvi energètic

Fitxa 1

Descripció:

Aquesta proposta recomana la realització d'una formació sobre l'estalvi energètic adreçada al personal i usuaris del centre, però duta a terme per especialistes en el tema. L'objectiu és donar a conèixer els efectes socials i econòmics que s'obtenen amb l'adquisició de bons hàbits d'estalvi energètic i mostrar noves tecnologies i productes.

Juntament amb els continguts més genèrics, caldria incidir en casos concrets aplicats a l'edifici, de manera que es pugui dur a terme alguna millora, en la qual els usuaris es vegin implicats o en puguin fer el seguiment.

L'estalvi més important serà l'aconseguit en aquells àmbits en què conviu el personal del centre, i en tots aquells que es trobarà durant tota la seva vida, si es fa seus alguns dels hàbits d'estalvi energètic presentats a la formació.

Seria interessant complementar aquesta proposta amb la realització d'una campanya de sensibilització (proposta següent) sobre l'estalvi energètic al personal i usuaris del centre.

Tipus de mesura:

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

–

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Preparació de materials i formació: 1.500 €

Estalvi d'energia primària:

Percentatge d'estalvi assolible elèctric i tèrmic: 2 %

Percentatge d'estalvi assolible aigua: 2 %



Descripció:

Aquesta proposta recomana la realització d'una campanya de sensibilització sobre l'estalvi energètic, adreçada al personal i usuaris del centre, però duta a terme amb la col·laboració d'especialistes en el tema. L'objectiu és sensibilitzar el personal i els usuaris per tal d'adquirir bons hàbits d'estalvi energètic. Aquesta recomanació parteix de la proposta de formació sobre l'estalvi energètic. L'objectiu d'aquesta mesura, a part d'obtenir electricitat, és incorporar aquesta tecnologia demostrativa a l'edifici, com a eina eficaç des del vessant mediambiental.

Tipus de mesura:

Gestió Manteniment Substitució Nova inversió

Normativa:

–

Dificultat:

- Senzill
- Requereix aprofitar una rehabilitació menor
 - Requereix aprofitar una rehabilitació major
 - Només implantable en obra nova

Cost econòmic associat:

Inversió estàndard de campanya de sensibilització: 1.200€

Estalvi d'energia primària:

Percentatge d'estalvi assolible elèctric i tèrmic: 1 %

Percentatge d'estalvi assolible aigua: 1 %



annex

Plecs tècnics de licitacions

1

Plecs de condicions tècniques de tancaments, materials i residus



1.1. Normativa de referència

La normativa de referència que cal considerar, sense perjudici que el llistat pugui ser ampliat, és:

- Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.
- Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- Directiva 1999/45/CE de 31 de maig de 1999, sobre l'aproximació de les disposicions legals, reglamentàries i administratives dels estats membres, relatives a la classificació, l'envasat i l'etiquetatge de preparats perillosos.
- UNE-EN 13300. Anàlisi sensorial. Guia general per al personal dels laboratoris d'avaluació sensorial. Part 1: Responsabilitats del personal.
- Directiva 2004/42/CE de 21 d'abril de 2004, relativa a la limitació de les emissions de compostos orgànics volàtils (COV) degudes a l'ús de dissolvents orgànics en determinades pintures i vernissos i en els productes de renovació de l'acabat de vehicles, per la qual es modifica la Directiva 1999/13/CE.
- Guia per a l'Ambientalització de l'Execució d'Obres. Ajuntament de Barcelona.
- Manual de qualitat de les obres: implantació i incidència en l'àmbit del domini públic (Decret d'Alcaldia de 17 de maig de 1999). Ajuntament de Barcelona.

1.2. Clàusules respecte als aïllants

Obra nova i rehabilitació:

Les característiques d'aïllament tèrmic, el disseny dels tancaments i la selecció de materials es realitzarà d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació i el Decret d'Ecoeficiència, i s'aplicarà el que sigui més exigent. Caldrà exposar a la Memòria Tècnica del Projecte, que les solucions escollides s'ajustaran a les exigències normatives requerides en totes les obres.

Els aïllants que s'utilitzaran en els projectes d'obra nova o de rehabilitació hauran de ser aïllants naturals, com per exemple la fibra de cel·lulosa de paper reciclat, cànem, lli termofixat, panells de fibra de fusta (haurà de ser FSC o equivalent), manta de llana d'ovella o suro en planxes. Únicament en els casos en què es justifiqui per motius tècnics que els aïllants naturals descrits no són adequats, i sempre amb el consentiment de l'Administració, es podran utilitzar altres aïllants més comuns (com la llana de roca o la llana de vidre). Els aïllants d'origen natural són especialment aptes per tal de garantir, a més d'un bon aïllament, una bona qualitat de l'ambient interior, però cal segellar-los correctament per evitar l'entrada de rosegadors o insectes.

En la selecció dels aïllants caldrà considerar les seves característiques tèrmiques (conductivitat), les dimensions i densitats del producte, el seu comportament respecte la humitat, la resistència al foc i a la descomposició, etc.

En cas d'escollir aïllants convencionals, la seva selecció es farà prioritzant els que tenen millors característiques ambientals i menor impacte sobre el medi. En aquest sentit, i per justificar l'elecció, seran útils les Declaracions Ambientals de Productes



(DAP), la disponibilitat d'Ecoetiquetes, els estudis d'Anàlisi de Cicle de Vida, o altra documentació equivalent que acrediti aquestes millores.

Caldrà instal·lar els materials aïllants a la part interior o exterior de l'edifici, en funció del seu ús. Si es tracta d'un edifici amb un ús continuat, com un edifici d'oficines, es recomana que l'aïllament se situï a l'exterior del tancament (major inèrcia tèrmica en l'interior). Si es tracta d'un edifici amb un ús no continuat es recomana que l'aïllament es situï per la part interior (així s'aconseguirà una temperatura de confort més ràpidament i no es perdrà energia escalfant o refredant les parets).

Rehabilitació:

En el cas de reformes en un edifici amb valor patrimonial, caldrà valorar per part de l'Administració la idoneïtat d'instal·lar-hi aïllament. En general, si l'element que es vol preservar es troba a l'interior caldrà instal·lar l'aïllament a l'exterior, i si l'element que es vol conservar es troba a l'exterior, caldrà instal·lar-lo a l'interior. En cas que es trobin elements per conservar, tant a l'interior com a l'exterior, es recomana no modificar el tancament i procedir únicament a realitzar treballs de conservació, millora o posta en valor corresponents.

1.3. Clàusules respecte a les actuacions en els tancaments

Obra nova i rehabilitació:

Es recomana realitzar un estudi dels tancaments per avaluar la conveniència d'augmentar o no l'aïllament. Caldrà incloure aquest estudi a la Memòria Tècnica del Projecte. Cal tenir en compte que un augment sostingut de l'aïllant no sempre significa una reducció de la demanda energètica. En climes

moderats i amb usos administratius, per exemple, augmentar en excés l'aïllant pot suposar una major dificultat per evacuar les altes càrregues internes generades, de manera que la demanda anual pot veure's augmentada degut a un increment en les necessitats de refrigeració.

En els casos on no sigui possible l'aplicació d'aquesta mesura, l'esmentat estudi de tancaments haurà de justificar-ho, sempre amb el consentiment de l'Administració.

En cas que la mesura sigui aplicable, en edificis de nova construcció i en edificis existents que es vulguin rehabilitar, s'haurà de millorar la transmitància tèrmica dels diferents tancaments, per sobre del que estipula el CTE i el Decret d'Ecoeficiència. Aquestes dues normatives estableixen que caldrà reduir el coeficient mitjà de transmitància tèrmica de façanes en un mínim d'un 10 %, incloent-hi els ponts tèrmics. Caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte, solucions tècniques i materials de tancament que permetin assolir nivells d'aïllament tèrmic superiors als mínims exigits pel Codi Tècnic de l'Edificació i el Decret d'Ecoeficiència.

1.3.1. Façanes

Obra nova i rehabilitació:

En general, caldrà aïllar totes les façanes amb materials naturals.

Rehabilitació:

En cas de rehabilitacions d'edificis amb façanes amb valor patrimonial, es descarta qualsevol intervenció per aïllar-los per l'exterior; en aquests casos, el sistema de trasdossat per l'interior es presenta, en general, com el més adient per millorar energèticament els tancaments. Si és necessari, es col·locarà una barrera de vapor, una placa de



guix laminat amb tractament hidròfug o alguna solució semblant que eviti que l'excés d'humitat faci malbé els aïllants naturals i/o el guix.

Obra nova i rehabilitació:

Es recomana que les façanes siguin ventilades, ja que permeten esmorteir els guanys tèrmics produïts per la radiació solar a l'estiu, especialment si estan a l'orientació sud (+90°). En certes tipologies d'edificacions i situacions climàtiques la façana ventilada pot no ser la millor opció.

Per exemple:

- Si els nivells d'aïllament són importants, el seu efecte pot ser tèrmicament irrellevant.
- Les façanes ventilades són un bon sistema d'aïllament a l'estiu, ja que ajuden a evacuar la radiació solar i fan que no es transmeti cap a l'interior a través dels tancaments de la façana. Aquest comportament tèrmic també es produeix a l'hivern, i evacua els guanys tèrmics desitjables amb baixes temperatures. Caldrà doncs un adequat nivell d'aïllament tèrmic per evitar pèrdues excessives a l'hivern.
- Per aquest motiu, aquest sistema no és aconsellable en zones on els hiverns són llargs i severos.

Caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte les solucions que finalment s'adoptaran per assolir aquest criteri, i aportar les fitxes tècniques del sistema escollit o la seva descripció.

1.3.2. Soleres

Obra nova i rehabilitació:

Sempre que sigui possible, els aïllants de la solera hauran de ser naturals i complir amb els requisits tècnics per a l'ús per a què estan pensats, especialment pel que fa a la seva resistència a la compressió i a la humitat.

En els casos en què es posi terra radiant com a paviment, una solució adequada pot ser un sistema que aïlli els conductes que transporten el fluid tèrmic del forjat, amb panells de fibra de fusta.

1.3.3. Cobertes

Obra nova i rehabilitació:

En general, els aïllants de la coberta hauran de ser naturals i complir amb els requisits tècnics per a l'ús per a què estan pensats.

Caldrà garantir un bon comportament del tancament de coberta i dels materials que el conformen, pel que fa a l'aigua. Si és necessari, s'instal·laran materials hidròfugs o sistemes impermeabilitzants que evitin possibles goteres i filtracions d'aigua (afavorint que la impermeabilització porti l'aigua recollida cap a l'exterior de l'edifici, i evitar així el deteriorament dels tancaments de façana).

Si cal instal·lar una làmina impermeable, es recomana que sigui de polipropilè o equivalent (baix impacte ambiental i bones característiques tècniques).

Caldrà considerar el pes dels diferents aïllants a l'hora de seleccionar quin d'ells s'instal·larà a la coberta.

Rehabilitació:

En rehabilitacions caldrà fer una inspecció de l'estat de la coberta i dels seus elements, i si és necessari, un càlcul ajustat que permeti preveure si el tancament podrà aguantar amb seguretat les noves càrregues. Caldrà determinar en quin element de la coberta és convenient fixar i ancorar els aïllants, i si cal algun tipus de reforç estructural.

Obra nova i rehabilitació:

Pel que fa a l'aïllament d'una coberta inclinada, existeixen dues possibles intervencions:



- Instal·lar mantes o plaques per la part interior i dur-hi a terme la impermeabilització, si és necessari.
- Col·locar la impermeabilització i l'aïllament per la part exterior del forjat de la coberta.

Pel que fa a la coberta plana, s'escollirà i justificarà la solució proposada, tant si es tracta d'una de les solucions següents o si és una de diferent:

- Aïllament per l'interior combinat amb la instal·lació d'un fals sostre (que alhora permetrà el pas d'instal·lacions), sempre que no existeixi cap afectació a elements arquitectònics ni patrimonials.
- Aïllament per l'exterior, sempre que les cobertes no tinguin interès estètic.

1.4. Clàusules respecte a les divisions interiors

Obra nova i rehabilitació:

Es recomana que els espais no tinguin grans volumetries i que puguin ser compartimentats per tal de crear diferents espais i ambients: sales de reunions, zones de treball, etc., i aconseguir així l'optimització dels recursos energètics destinats a climatitzar-los.

Rehabilitació:

En cas de rehabilitacions d'edificis amb valor patrimonial, malgrat és necessària una compartimentació dels espais per tal d'aprofitar-los millor, caldrà potenciar, en la mesura del possible, que l'usuari i el visitant dels edificis puguin apreciar les volumetries originals. Així doncs, caldrà posar en valor els elements històrics i afavorir la visió de conjunt i la globalitat dels espais originals.

1.5. Clàusules respecte als ponts tèrmics

Obra nova i rehabilitació:

Caldrà posar especial èmfasi en evitar l'existència de ponts tèrmics durant el disseny dels tancaments i en la selecció de les solucions constructives. És molt important assegurar la continuïtat de la pell tèrmica de l'edifici en els següents punts:

1. Pilars estructurals a tocar del cantell del forjat (façana).
2. A l'entrega del forjat amb la façana.
3. A les fusteries exteriors.
4. A les caixes de persiana i especialment la cinta de maniobra.
5. Als brancals de les finestres.
6. A la trobada entre la coberta i la façana (especialment si és una llosa o forjat).
7. A la trobada entre murs de contenció o pantalles de fonamentació i la solera o llosa de fonamentació.

Les solucions constructives escollides per millorar energèticament els tancaments hauran d'assegurar la continuïtat de l'aïllant.

1.6. Clàusules respecte a les infiltracions

Obra nova i rehabilitació:

Caldrà segellar adequadament l'evolvent dels edificis per controlar les infiltracions d'aire no desitjades.

Es limitarà la permeabilitat de les noves fusteries a $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$, a una sobrepressió de 100Pa.



En els casos en què la fusteria es mantingui i es restauri, caldrà evitar les pèrdues tèrmiques degudes a les infiltracions d'aire derivades del seu probable mal tancament i preveure sistemes de segellat, com per exemple tires de goma.

En els accessos a l'edifici, caldrà preveure algun sistema per evitar les infiltracions d'aire no desitjades. Caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte les solucions que s'adoptin per complir aquest criteri, aportant les fitxes tècniques del sistema escollit o la seva descripció. La instal·lació de dues portes que evitin un flux directe de l'aire interior cap a l'exterior (creant una cambra intermèdia) i les portes giratòries, són sistemes vàlids per a aturar les esmentades infiltracions d'aire no desitjat.

No es podran utilitzar cortines d'aire com a element d'aïllament en els accessos als edificis, en els casos en què, per les característiques de l'edifici, l'accés hagi de romandre obert en tot moment. Caldrà, en tot cas, valorar la conveniència o no de climatitzar el vestíbul o passadís corresponent.

1.7. Clàusules respecte als vidres i la fusteria

Obra nova i rehabilitació:

S'haurà de millorar la resistència tèrmica de les obertures exteriors, per sobre dels mínims més restrictius marcats al CTE i al Decret d'Ecoeficiència, per a la zona climàtica i el percentatge de forats previstos. Concretament segons l'establert en aquestes dues normatives, caldrà reduir el coeficient mitjà de transmissió tèrmica de vidres en un mínim d'un 10 %, incloent-hi els ponts tèrmics. Caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte les solucions tècniques i els

materials dels tancaments que permetin assolir nivells d'aïllament tèrmic superiors als mínims exigits pel Codi Tècnic de l'Edificació i el Decret d'Ecoeficiència.

Totes les finestres hauran de tenir tancament de pont tèrmic. Els acabats i les juntes de les finestres han de garantir un bon aïllament i evitar els ponts tèrmics. Cal considerar aquest criteri, en la fase de projecte, durant la tria dels productes i en la selecció de les solucions constructives. Alhora, aquest criteri afecta la fase d'Obra, ja que durant l'execució caldrà que la direcció d'obra realitzi les supervisions corresponents per assegurar-ne l'òptim resultat.

Rehabilitació:

Les obres de reforma evitaran tapar o impedir l'obertura de finestres. Només es permetrà en casos justificats per exigència del projecte.

Obra nova i rehabilitació:

Afavorir la ventilació natural creuada redueix el consum en climatització. En aquests casos si la climatització o la gestió de l'edifici són centralitzades, és útil disposar d'un sistema de coordinació entre l'accionament manual de fusteries i el sistema de calefacció i/o refrigeració –per tal d'evitar ineficiències tèrmiques–, com per exemple, un commutador magnètic que talli la climatització de l'espai en obrir les finestres, balcons o terrasses.

De cara a una millora acústica caldrà que les dues llunes dels vidres dobles no tinguin el mateix gruix. Per exemple, un tancament amb vidres 4+6+4 milloraria amb la combinació 4+6+5.

Caldrà que les portes i finestres compleixin amb els valors màxims de permeabilitat a l'aire establerts pel nou CTE en funció de la zona climàtica.



Rehabilitació:

En els casos en què els vidres i la fusteria dels edificis per restaurar tinguin valor patrimonial, l'ordre de prioritats serà:

1. Mantenir els que estan en bones condicions.
2. Restaurar els que, tot i estar malmesos, ofereixin garanties d'un acabat final satisfactori.
3. Substituir els que no poden ser restaurats, mitjançant una reproducció (si es creu necessari) o amb un vidre convencional que millori l'aïllament tèrmic actual (com per exemple, un vidre doble amb cambra d'aire).

1.8. Clàusules respecte a les proteccions solars

Obra nova i rehabilitació:

Serà necessari disposar de sistemes de protecció solar, o de solucions que permetin disminuir el factor solar en els tancaments, especialment en espais que per la seva orientació o característiques dels tancaments rebin una alta radiació solar. En aquest sentit caldrà donar compliment al que estableix el CTE i el Decret d'Ecoeficiència.

Es prioritzaran les proteccions solars exteriors.

Caldrà parar una atenció especial al disseny correcte dels sistemes de protecció solar, ja que el seu bon funcionament depèn totalment d'una orientació i inclinació correctes, especialment en els casos d'elements fixes que han de deixar passar els raigs a l'hivern i aturar-los a l'estiu.

És necessari reduir el factor solar i el coeficient de transmitància tèrmica dels vidres. Caldrà instal·lar un vidre doble que tingui una cambra d'aire i estudiar-ne la viabilitat, assegurant que a la part interior els vidres siguin baix emissius, però sense compro-

metre la transmissió lumínica. En aquest sentit, el mínim coeficient de transmissió lumínica recomanat seria del 70 (%) i el coeficient de transmitància dels vidres hauria de ser menor de 2 W/m²K.

A vegades, algunes de les proteccions solars utilitzades habitualment en arquitectura poden patir greus dificultats per ser aplicades, ja que poden suposar una alteració important dels edificis. Alhora determinats sistemes mòbils (operables pels usuaris o sistemes automatitzats) poden representar millores en l'eficiència respecte altres sistemes fixes, tot i que requereixen més manteniment. Es recomana, en tot cas, realitzar un estudi de les proteccions solars més escaients per a cada edifici, que caldrà incloure en la Memòria Tècnica del Projecte, justificant la solució finalment adoptada.

1.9. Sobre el compliment de la normativa de referència i de les clàusules ambientals en edificis amb valor patrimonial

Rehabilitació:

El CTE és d'obligat compliment en noves edificacions i en grans reformes. Tot i així, hi ha la possibilitat que determinades actuacions n'estiguin exemptes. El cas de la rehabilitació d'un edifici històric i Patrimoni de la Humanitat, podria estar exclòs de l'aplicació d'aquesta norma estatal, segons descriu el CTE:

“Edificis i monuments protegits oficialment per ser part d'un entorn declarat o en raó del seu particular valor arquitectònic o històric, quan el compliment de les exigències pogués alterar de manera inacceptable el seu caràcter o aspecte”.



Pel que fa al Decret d'Ecoeficiència la situació és semblant si es tracta d'un edifici històric i de gran valor arquitectònic.

Si en un determinat tancament (espai, instal·lació...), l'aplicació de les clàusules ambientals alteressin de forma significativa el seu valor arquitectònic o els elements originals, l'esmentat tancament podria estar exempt del compliment d'aquestes clàusules. Així doncs, la prioritat haurà de ser aplicar, sempre que sigui possible, les clàusules ambientals aquí definides, i en els casos en que no sigui possible, caldrà una justificació.

La decisió final sobre l'exempció de compliment d'una determinada clàusula per a un tancament, espai, instal·lació, etc., es prendrà de mutu acord, entre el redactor del projecte i l'Administració, en funció de cada cas concret (elements originals que es volen conservar, característiques dels tancaments, alternatives, aspectes econòmics, etc.).

Per tal de poder acollir-se a l'exempció de compliment d'aquestes normatives, caldrà presentar tot un seguit de documentació a l'òrgan competent pertinent de l'Administració.

Amb tot, la normativa esmentada és un bon marc de referència per establir algunes clàusules ambientals, com per exemple, pel que fa a l'aïllament tèrmic exigit als tancaments.

1.10. Clàusules respecte a la selecció de materials

1.10.1. Pintures i vernissos

Obra nova i rehabilitació:

Les pintures i vernissos:

- No podran estar classificats com a productes tòxics o molt tòxics segons la Directiva 1999/45/CE.
- No podran contenir substàncies ni preparats classificats com a carcinògens, teratogènics, mutagènics, tòxics per a la reproducció, tòxics o molt tòxics segons la Directiva 1999/45/CE.
- No podran contenir cadmi, plom, crom hexavalent, mercuri ni arsènic.
- No podran contenir alquilfenoletoxilats (APEO) ni èter metílic de dietilenglicol.

Cal escollir pintures i vernissos que siguin ecològics, naturals, amb una base d'aigua, sense metalls pesats, i amb baix o nul contingut en compostos orgànics volàtils. En aquest sentit, i per justificar l'elecció, seran útils les Declaracions Ambientals de Productes (DAP), la disponibilitat d'Ecoetiquetes (com per exemple l'etiqueta europea), els estudis d'Anàlisi de Cicle de Vida, o documentació que acrediti que el producte seleccionat incorpora les millores ambientals requerides. Els equips redactors poden proposar altres productes equivalents o millors, en termes ambientals i tècnics.

S'utilitzaran pintures ecològiques (que no continguin metalls pesants, COV's ni altres contaminants perillosos i amb una base d'aigua) i pintures plàstiques (amb una base d'aigua, però amb un petit percentatge de dissolvents orgànics), tot i que es prioritzaran les pintures ecològiques.

Sempre que sigui possible no s'utilitzaran pintures sintètiques (la base és un dissolvent orgànic, de manera que el contingut en COV és alt), i només seran permeses en casos concrets i sota una rigorosa justificació tècnica.

En cas que les pintures continguin dissolvents, els nivells de COV han de ser inferiors als descrits a continuació:



- Pintures de paret (segons la norma EN 13300): 30 g/l (sense aigua).
- Altres pintures amb un rendiment mínim de 15 m²/l i una capacitat de recobriment del 98% d'opacitat: 250 g/l (sense aigua).
- Tots els altres productes (incloent-hi pintures que no siguin pintures de paret i que tinguin una velocitat de difusió de menys de 15 m²/l, vernissos, colorants de fusta, revestiments i pintures per al paviment, i productes relacionats): 180 g/l (sense aigua).

Pel que fa al contingut en hidrocarburs aromàtics volàtils:

- Pintures murals contingut $\leq 0,015\%$ del producte.
- La resta de pintures $\leq 0,015\%$ del producte.

En qualsevol cas, les pintures aplicades hauran d'estar en compliment de les normatives estatals i de les Directives Europees que limiten el contingut de COV's (Compostos Orgànics Volàtils), especialment la Directiva 2004/42/CE que estableix uns continguts màxims a partir de l'01/01/2010 per a pintures i vernissos.

1.10.2. Materials constructius i d'acabats

Obra nova i rehabilitació:

Pel que fa a les rajoles esmaltades caldrà escollir les que no continguin metalls pesats (plom, cadmi, antimoni).

Sempre que sigui possible, els materials constructius i d'acabats hauran de ser naturals, reciclables i biodegradables.

1.10.3. Fusta

Obra nova i rehabilitació:

Caldrà garantir que tota la fusta emprada en les obres dels edificis provingui d'explotacions forestals sostenibles, en què es compleixin els següents criteris de responsabilitat social i ambiental:

- Que la fusta provingui d'una explotació legal on es mantingui el benestar social i econòmic dels treballadors forestals i de les comunitats locals.
- Que no provingui de tals de boscos primaris ni secundaris ben desenvolupats en espais de gran importància ambiental, social o cultural, sinó de plantacions forestals.
- Que provingui d'una font on es conservi la diversitat biològica i els seus valors associats, recursos d'aigua, sòls i ecosistemes fràgils i únics, a més de paisatges.

Per tal d'acreditar-ho, la fusta haurà de comptar amb el segell FSC o garantir unes característiques equivalents.

Els tractaments antiparasitaris, conservants, antihumitat, etc., que rebrà tota la fusta (marcs i finestres de fusta que siguin substituïts, fusta per a tarimes, terres i parquet, fusta per a acabats, etc.), ja sigui en tractaments fets a l'obra com fets a la fàbrica, es faran amb productes ecològics, ecoetiquetats (o equivalents) i/o naturals. Es poden proposar productes alternatius perquè els valori l'Administració, sempre que es justifiqui el seu millor comportament tècnic i/o ambiental.

Els productes de fusta secundaris (conglomerats, laminats, etc.), per a les divisions interiors o per al mobiliari, haurà de tenir una baixa concentració de formaldehid.



En cas d'utilitzar parquet sintètics s'han d'evitar els que continguin adhesius nocius com els formaldehids. En cas d'utilitzar parquet, hauran de ser flotants o amb junta reversible, ja que d'aquesta manera serà possible separar de forma selectiva els materials al final de la seva vida útil.

1.1.1. Clàusules respecte a la gestió dels residus

Obra nova i rehabilitació:

Caldrà seguir els criteris que s'especifiquen en els següents documents:

- Guia per a l'Ambientalització de l'Execució d'Obres.
- Manual de qualitat de les obres: implantació i incidència en l'àmbit del domini públic. (Decret d'Alcaldia de 17 de maig de 1999).

En compliment de la normativa, caldrà que el projectista incorpori a la memòria ambiental un estudi de gestió de residus de la construcció i demolició que contingui, entre d'altres, els aspectes següents:

- Una estimació de la quantitat de residus de construcció i demolició que es preveu que generarà l'obra.
- Les mesures per a la prevenció i minimització dels residus de l'obra.
- La gestió dels residus generats a l'obra i en la demolició, amb els plànols de les instal·lacions previstes per la seva segregació.
- Un pla d'enderroc orientat a la màxima segregació dels residus generats i a la proposta de reutilització de materials o residus procedents de l'enderroc.

- Les operacions de reutilització (en la mateixa obra o altres), valorització o eliminació a què es destinaran els residus (suggerir abocadors).

S'inclourà un inventari dels materials que puguin esdevenir contaminants i que requereixin ser emmagatzemats temporalment mentre durin les obres (residus perillosos o materials que en poden esdevenir). Es detallarà com es preveu la seva recollida selectiva i posterior gestió.

S'haurà d'especificar el tracte que rebran les aigües residuals sanitàries procedents de serveis d'obra, especialment quan no es puguin habilitar connexions a la xarxa de clavegueram.

El projectista, a més, haurà de requerir que es realitzi una formació específica dels operaris per tal de donar compliment a tots els aspectes recollits en aquest punt, en especial tot el referent a la interpretació de la simbologia de perillositat de la identificació dels residus.

La gestió dels residus generats a l'obra s'haurà de realitzar a través d'una empresa inscrita al Registre General de Gestors de Residus de Catalunya. Es poden consultar els gestors inscrits al citat Registre al Web de l'Agència de Residus de Catalunya. Quan es tracti de residus especials, a més, s'hauran d'haver transportat al Gestor Autoritzat a través d'un transportista autoritzat per la Junta de Residus. Es poden consultar els transportistes autoritzats al Web de l'Agència de Residus de Catalunya.

Identificació i disposició dels residus:

- A l'obra s'hauran de crear espais per emmagatzemar els residus, correctament identificats, i segregats per fraccions dins l'àmbit de l'obra, en contenidors especials o amb tancat perimetral.
- En aquest sentit s'haurà de disposar d'un llistat



tat dels residus que es generin, identificats per codi, segons el Catàleg Europeu de Residus vigent (codi CER). Segons aquest catàleg els residus es classifiquen en especials i no especials (veure llistat de residus a la Guia per a l'Ambientalització de l'Execució d'Obres).

Disposició dels residus perillosos a l'obra:

- Els materials o residus que puguin ser perillosos, tals com olis usats, lubricants, bateries, piles, restes de pintures, etc., s'hauran d'emmagatzemar separatament de la resta de residus, en indrets estancs i, a ser possible, tancats (fora de les zones de trànsit, sobre superfícies impermeabilitzades o cubetes de contenció, protegides de la pluja i els raigs del sol, etc.), tenir-los molt clarament identificats i localitzats, dins l'obra, i indicant la data d'inici de l'emmagatzematge.
- Els materials o residus perillosos no podran estar a l'obra més de 6 mesos.

Residus tòxics o perillosos:

- Si en les excavacions i buidats de terres apareixen antics dipòsits o canonades no detectats prèviament, que continguin o hagin pogut contenir productes tòxics i contaminants, es buidaran prèviament i s'aïllaran de l'excavació. Hauran de ser evacuats independentment de la resta i es lliuraran a un gestor autoritzat, tot seguint el protocol de prevenció de riscos laborals.
- Quan es tracti de fibrociment o amiant es procedirà a la seva retirada a través d'una empresa inscrita al Registre d'Empreses amb Risc d'Amiant (RERA), tal i com estableix la legislació vigent.

Reutilització dels residus:

- Sempre que sigui possible es reutilitzaran els residus generats a l'obra, com roques, terres menys bones i àrids en general.

Prevenció de la generació de residus:

- S'han d'emmagatzemar correctament totes les matèries primeres de l'obra, per tal d'evitar que es malmetin i siguin inservibles: sobrepalets o contenidors, convenientment tapats amb materials impermeables quan sigui necessari protegir-los de la pluja, i evitant l'exposició als raigs del sol dels materials perillosos o fotosensibles, etc.



2

Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions consumidores d'aigua



2.1. Normativa d'obligat compliment

La normativa de referència que cal considerar, sense perjudici que el llistat pugui ser ampliat, és:

- Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Document Bàsic HS de Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.
- Reial Decret 1027/2007 (BOE núm. 207 de 29-08-2007), de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE).
- Reial Decret 1369/2007 (BOE 23/10/2007), de 19 d'octubre, relatiu a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia
- Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic i sanitaris per prevenir i controlar la legionel·losi.
- Decret 352/2004, de 27 de juliol (DOGC 29-7-2004), pel qual s'estableixen les condicions higiènic sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Instrucció 4/2005 dgemsi, de la direcció general d'energia mines i seguretat industrial, d'aclariments sobre els requisits de disseny d'instal·lacions tèrmiques en els edificis i d'instal·lacions frigorífiques per a la prevenció i control de la legionel·losi.
- Llei 31/1995, de 8 de novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.

- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OGMAU). Acord del Consell Plenari de 26 de març de 1999 i correccions posteriors.
- Annex sobre captació solar tèrmica de l'Ordenança General del Medi Ambient Urbà, aprovat definitivament per acord del Consell Plenari de l'Ajuntament de 16 de juliol de 1999.
- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OMA). Acord del Consell Plenari de 25 de febrer de 2011.
- Disposició addicional de 10 d'abril de 2001 sobre prevenció de la legionel·losi i que modifica l'Ordenança General del Medi Ambient.
- Norma UNE 100100:2000. Climatització. Codi de colors.
- UNE-ENISO 14.024/2001. Etiquetes ecològiques i declaracions mediambientals. Etiquetatge ecològic Tipus I. Principis generals i procediments.
- UNE 150.025/2005 IN. Etiquetes ecològiques i declaracions mediambientals. Declaracions mediambientals tipus III.

També s'aplicaran tots els reglaments i/o normatiua que siguin d'aplicació directa o indirecta en les instal·lacions afectades.

2.2. Identificació d'elements i canonades

2.2.1. Aspectes generals

Tots els elements i accessoris que s'instal·lin a la xarxa, com ara vàlvules, filtres, comptadors, termòmetres, sondes, etc., hauran d'estar etiquetats, per tal de poder portar un registre de base de dades que recollirà, entre altres, la marca de l'element, model tipus, ubicació, material, etc.

L'etiqueta, que ha de ser de paper, especificarà el codi d'identificació i una breu descripció, i s'introdu-



irà en un targeter de plàstic resistent i estanc, que s'incorporarà a l'element referenciat mitjançant una abraçadora. El model d'etiqueta és el següent:

ELEMENT: Vàlvula de seccionament
Diàmetre: DN 32
Tipus: Bola PN16
Ubicació: Muntant
Zona oficines nord
Edifici Sant Manel
CODI: 13 02 15

Figura 2.1: Etiqueta dels elements i accessoris que s'instal·lin a la xarxa

El codi estarà format per 6 dígits, el significat dels quals serà el següent:

- Els dos primers dígits correspondran al fluid que transporta
- El tercer i quart seran la identificació de l'element en qüestió (a determinar per l'Administració)
- Els dos últims, zona d'ubicació (a determinar per l'Administració)

La relació dels fluids és la següent:

- Gas natural: 01
- ACS: 02
- Aigua potable: 03
- Aigua climatització (circuit fred): 04
- Aigua climatització (circuit calefacció): 05
- Aigua xarxa d'incendis: 06

Totes les canonades aniran identificades segons la norma UNE 100100:2000 amb un color estàndard per a cadascun dels fluids, fins i tot quan les canalitzacions es trobin aïllades. Les franges aniran pintades o enganxades en tot el seu perímetre, amb unes distàncies compreses entre 5 i 10 m, depenent de la longitud del tram afectat. Sempre s'instal·laran les bandes senyalitzadores en cada derivació, que han de tenir una amplada de 100

mm (A) com a mínim. Els anells que formen la franja tindran una amplada mínima igual a $0,1 \times A$.

Els colors identificadors per a cadascun dels fluids són els següents:










Colors bàsics		
Aigua	Verd fosc	
Vapor	Vermell fort	
Aire	Blau moderat	
Combustibles gasosos	Groc viu	
Combustibles líquids	Marró moderat	
Líquids i gasos químics	Gris mitjà	
Fluids varis	Negre	
Colors complementaris		
Potabilitat de l'aigua	Blau	
Fluid contraincendis	Vermell viu	
Fluid perillós per la seva naturalesa i/o pressió	Taronja	
Els colors bàsics s'han d'aplicar amb franges i els complementaris amb anells		

Figura 2.2: Identificació de les canonades segons el fluid que transportin

El nombre de franges segons les característiques del fluid són les següents:

Nombre de franges		
Fluid transportat		Núm. de franges
Aigua potable	Freda	1
	Calenta	2
Aigua no potable	Calenta < 100 °C	1
	Refrigerada i salmorra	2
	Calenta i refrigerada	3
	Aigües freàtiques, torre, pou, etc.	1
	Residual i condensada	1
	Fecal i pluvial	2
	Contraincendis	1
Aire	Condicionat	1
	Contaminat	2

Vapor i aigua sobrecalentada	Baixa pressió fins 1,5 bar	1
	Mitja pressió de 1,5 a 8 bar	2
	Alta pressió més de 8 bar	3
Combustible gasós	Qualsevol tipus	1
Líquids i gasos químics	Refrigerants grup I	1
	Refrigerants grup II	2
	Refrigerants grup III	3
	Contraincendis	1
	Altres	1
	Residuals	4

Figura 2.3: Nombre de franges segons les característiques del fluid

Sentit de circulació

Les conduccions hauran de disposar de fletxes indicadores del sentit de circulació del fluid, a distàncies no superiors a 5 m, preferentment del mateix color que les franges o, alternativament, de color blanc o negre. Les dimensions de les fletxes seran de:

Dimensió canonada (diàmetre o amplada canonada)	Longitud mínima de la fletxa (mm)	Amplada mínima de la fletxa (mm)
Fins a 200 mm	200	25
Més gran de 200 mm	300	50

Taula 2.4: Dimensions de les fletxes indicadores



Fletxa indicadora tipus

2.3. Fontaneria

Les instal·lacions es realitzaran d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació i el Decret d'Ecoeficiència, i s'aplicarà el que sigui més exigent. Les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, hauran de justificar a la Memòria Tècnica del Projecte que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides.

Grups de pressió

L'ús de grups de pressió comporta una despesa d'energia dels motors. De cara a optimitzar aquest consum, els grups de pressió hauran de contenir bombes amb control electrònic, per tal d'anar ajustant la potència consumida del motor en funció de la demanda instantània d'aigua.

Xarxa de distribució

Els àmbits en què cal millorar l'eficiència en la distribució de la xarxa de fontaneria són:

- **Control de cabals excessius:** Degut a les diferents pèrdues de càrrega i a les diferents altures manomètriques entre els punts de consum, aquests poden presentar diferències de pressió disponible i consegüentment, de cabal. Per poder tenir control sobre aquests cabals, es disposarà de:
 - Vàlvules de regulació de pressió al llarg de tota la xarxa. Tenir controlades les pressions en els diferents punts de la xarxa, també comporta una millor qualitat en les mescles d'aigua calenta i d'aigua freda.
 - Ús d'aixetes de qualitat amb airejadors que reduïxin el consum d'aigua.
- **Pèrdues de càrrega:** Quan es distribueix l'aigua amb grups de pressió o quan hi ha recirculació forçada en instal·lacions de fontaneria, s'ha de controlar l'energia utilitzada per vèncer les pèrdues de càrrega amb el bombament. Per això:
 - En el disseny de la xarxa s'evitaran els colzes de poc radi de curvatura.
 - Es dimensionaran les canonades per una pèrdua igual o inferior als 20 mm.c.a/m.

2.4. Instal·lació d'aigua calenta sanitària (ACS)

2.4.1. Aspectes generals

La instal·lació d'ACS es realitzarà d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació, el Decret d'Ecoeficiència i el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis. En les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides.

Per triar el sistema i les instal·lacions es tindran en compte els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat, i viabilitat econòmica.

En general, es prioritzarà l'ús d'equips que disposin d'alguna etiqueta ecològica o que tinguin la classificació energètica A. Seran vàlids el distintiu de garantia de qualitat ambiental de la Generalitat de Catalunya, l'etiqueta ecològica de la Unió Europea, la marca Aenor Medioambiente, o qualsevol altra etiqueta Tipus I, d'acord amb la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipus III, d'acord amb la norma UNE 150.025/2005 IN. Per justificar aquest criteri caldrà aportar una descripció de l'equip instal·lat a la Memòria Tècnica del Projecte especificant de quina etiqueta ecològica disposen o quina és la seva classificació energètica.

Per fomentar l'estalvi d'aigua segons CTE-HS 4 "Subministrament d'Aigua", en les xarxes d'ACS es disposarà d'una xarxa de retorn quan la longitud de la canonada d'anada, al punt de consum més allunyat, sigui igual o major que 15 m.

2.4.2. Característiques dels elements de la instal·lació

Generadors de calor

Les calderes hauran de ser d'alt rendiment. Les calderes d'ACS compliran els requeriments establerts en el plec de condicions d'instal·lacions de climatització, apartat generadors de calor.

Es descarta l'ús de termoacumuladors de gas, degut a que:

- La vida útil de l'acumulació va lligada a la del generador, i viceversa.
- El generador de calor és específic per a la generació d'ACS, el que fa que es compliqui l'ús de la potència del generador per a altres usos.

S'evitarà l'ús de generadors elèctrics que escalfen mitjançant l'efecte Joule, per la seva baixa eficiència. Sempre que sigui possible, és preferible escollir altres alternatives.

S'intentarà unificar els generadors de calor amb els d'altres instal·lacions tèrmiques, -com la instal·lació de calefacció-, sempre que treballin a una temperatura igual o superior a la necessària per generar l'ACS segons el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis. Si es treballa a menys temperatura, caldrà un sistema de recolzament independent per a l'ACS. Els avantatges d'unificar els generadors són els següents:

- Es té més disponibilitat d'energia en cas de puntes altes de consum d'energia en algun circuit.
- Hi ha major flexibilitat de cara a obtenir subministrament en casos d'avaria, jugant amb la prioritat de servei dels diferents circuits.

Hidràulicament s'han de poder interconnectar les diferents calderes o fer-les treballar a intervals tèrmics diferents.



Xarxa de subministrament

Les canonades seran de coure o acer inoxidable, malgrat també es poden emprar materials plàstics que suportin la temperatura màxima del circuit i estiguin autoritzats per les companyies de subministrament d'aigua potable.

Acumuladors

Els acumuladors emprats seran prioritàriament d'acer inoxidable enfront de l'ús d'acumuladors d'acer amb revestiment epoxídic, per qüestions de manteniment. Així mateix, els acumuladors disposaran d'una boca d'home com a mínim amb un diàmetre de 400 mm.

Per al sistema d'escalfament de l'ACS es disposaran de bescanviadors de plaques exteriors.

La protecció catòdica estarà formada per un sistema electrònic, compost per ànodes permanents de titani.

Els acumuladors s'ubicaran en llocs adequats que permetin la seva substitució per envelliment o avaries i seran verticals, amb l'entrada d'aigua a la part inferior i la sortida per la part superior, amb elevada relació d'alçada / diàmetre, i estaran dotats d'elements que permetin reduir al màxim la velocitat residual de l'aigua d'entrada.

Altres

Allà on estigui previst emplaçar electrodomèstics amb consum d'aigua calenta es prioritzarà la instal·lació d'una connexió d'aigua calenta, a part de la connexió d'aigua freda, per permetre la utilització d'electrodomèstics bitèrmics. Els aparells bitèrmics capten l'aigua calenta d'una font externa. Aquesta opció és interessant en els casos en què la font externa no sigui elèctrica.

En cas que sigui d'aplicació la contribució mínima d'energia solar per a la producció d'ACS, d'acord amb la secció HE-4 del CTE, el Decret d'Ecoeficiència o l'Ordenança Solar Tèrmica Municipal, el requeriment anterior serà d'obligat compliment.

2.5. Prevenció del risc de la legionel·losi

Els equips hauran de complir els requeriments establerts en el Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, el Decret 352/2004, de 27 de juliol, i la Instrucció 4/2005 dgemsi, de la direcció general d'energia mines i seguretat industrial.

Per al disseny de les instal·lacions d'aigua sanitària, es compliran els següents requisits:

Xarxa general

- Garanties d'una total estanquitat; s'han d'evitar els cul-de-sac i els finals de xarxes.
- Canonades de coure, acer inoxidable o materials plàstics especials que resisteixin temperatures $>70^{\circ}\text{C}$ sense deformar-se.
- Les canonades del circuit d'aigua freda han d'estar suficientment allunyades de les d'aigua calenta per tal que la seva temperatura no augmenti per sobre dels 20°C - 25°C .
- Les canonades del circuit d'aigua calenta han de permetre arribar fins a 70°C i mantenir-la de manera constant a una temperatura no inferior als 50°C . Per això hauran d'aïllar-se tèrmicament.
- Evitar aixetes que facilitin la formació d'aerosols i retirar, sempre que sigui possible, les carxofes terminals.
- La instal·lació ha de disposar de sistemes adequats per aconseguir uns nivells de clor residual lliure de, com a mínim, 0,2 ppm a tots els punts de la xarxa d'aigua freda.



Dipòsits d'aigua freda

- Han d'estar protegits del sol per tal que no pateixin escalfaments, i convenientment tapats.
- Han de tenir boques d'entrada, de sortida, de sobreeiximent i de neteja.
- L'interior ha de permetre dur-hi a terme les neteges i desinfeccions establertes.

Acumuladors de calor

- L'entrada de l'aigua dels acumuladors ha d'estar a la part inferior i la sortida, a la part superior.
- Han de tenir boca de registre per a la neteja i una connexió de vàlvula per al seu buidat, per tal de facilitar les tasques de neteja (diàmetre mínim de 400 mm).
- Han d'estar preparats per poder arribar i mantenir una temperatura de 70°C
- Els intercanviadors han de ser de plaques i han d'estar fora de l'acumulador, a fi de poder fer-hi les operacions de neteja.
- En cas d'emprar acumuladors-escalfadors elèctrics, han d'estar dimensionats per tal d'assolir una temperatura d'entre 60°C i 70°C, a fi de tenir una temperatura de circulació no inferior a 50°C.

Disseny i situació de les torres de refrigeració

S'instal·laran torres de refrigeració a les instal·lacions en què el rendiment energètic sigui prioritari. En aquest cas, caldrà prioritzar el manteniment correcte dels equips i els controls que estableix la normativa vigent de prevenció del risc de la legionel·losi. A més, en cas d'emprar torres de refrigeració, es tindran en compte els criteris següents:

- Han d'estar situades en llocs aïllats, i a una distància de finestres i preses d'aire no inferiors a 10 m horitzontalment, amb una cota superior de 2 m de les zones a protegir. Els aparells s'hauran de situar en el vessant a sotavent i en llocs protegits dels vents dominants.

- Els materials han de ser resistents a concentracions elevades de clor.
- Accessibilitat fàcil als aparells. Per tal de procedir a la seva neteja han de ser desmuntables.
- Atès que són una de les fonts principals de presència de legionel·la, s'han de buscar mètodes alternatius, en la mesura del possible.

Circuits contra incendis i sistemes de reg per aspersió

- La xarxa interior dels circuits d'aigua contra incendis i els sistemes de reg hauran de tenir uns nivells de clor igual al de les xarxes d'aigua freda per al consum humà.

2.6. Aïllaments tèrmics

Els components de la instal·lació (equips, canonades i accessoris) disposaran d'un aïllament tèrmic amb un gruix mínim, per tal de limitar les pèrdues d'energia i evitar condensacions. Quan s'utilitzi aïllament en canonades que estiguin a la intempèrie, l'aïllament es recobrirà amb xapa d'alumini de 0,6 mm de gruix.

Totes les conduccions d'aigua emprades estaran aïllades tèrmicament. El gruix mínim de l'aïllant tèrmic a utilitzar serà l'estipulat per la IT 1.2.4.2.1 del Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis, que es fixa en:

Fluid interior calent			
Diàmetre exterior ¹ mm	Temperatura del fluid ² °C		
	40 a 60	>60 a 100	>100 a 180
D [35	25	25	30
35 < D [60	30	30	40
60 < D [90	30	30	40
90 < D [140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Fluid interior fred			
Diàmetre exterior ¹ mm	Temperatura del fluid ³ °C		
	-10 a 0	>0 a 10	>10
D [35	30	20	20
35 < D [60	40	30	20
60 < D [90	40	30	30
90 < D [140	50	40	30
140 < D	50	40	30

¹ Diàmetre exterior de la canonada sense aïllar

² Temperatura màxima de la xarxa

³ Temperatura mínima de la xarxa

Taula 2.5: Gruix de l'aïllament tèrmic

Les conduccions que discorrin per l'exterior dels edificis disposaran d'un gruix superior a 10 mm respecte els indicats a les taules anteriors. Així mateix, en les conduccions d'aigua freda potable o en llocs amb risc de condensacions o congelacions, el gruix de l'aïllament serà de 20 mm com a mínim.

Caldrà que el segellat de l'aïllament sigui el correcte per evitar problemes de manteniment posteriors.

Un cop col·locat l'aïllament es procedirà a la protecció i senyalització de les conduccions.

2.7. Elements d'estalvi d'aigua

2.7.1. Aspectes generals

Les instal·lacions es realitzaran d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació i el Decret d'Ecoeficiència, i s'aplicarà el que sigui més exigent. Les obres que hagin de complir amb aquestes normatives, caldrà que justifiquin a la Memòria Tècnica del Projecte, que les solucions que adoptin permetran assolir les exigències requerides.

A efectes d'aquest plec caldrà entendre com a mesures d'estalvi d'aigua:

1. Tots aquells mecanismes i instal·lacions que garanteixin un estalvi o un ús més eficient del consum d'aigua provinent de la xarxa de potables.
2. Tots aquells mecanismes i instal·lacions que garanteixin l'aprofitament d'aigua d'origen diferent al de la xarxa potable, estalviant així aigua potable en usos determinats.

Els sistemes d'estalvi d'aigua són tots aquells mecanismes i instal·lacions que tinguin per objectiu una reducció del consum d'aigua.

Els sistemes de captació d'aigües pluvials són tots aquells mecanismes i instal·lacions que tenen per objectiu la recollida i emmagatzematge d'aigua de pluja.

Airejadors: són economitadors per a les aixetes i dutxes que redueixen el cabal introduint aire en el flux d'aigua.

Reductors de cabal: són limitadors de cabal que permeten reduir el volum d'aigua subministrat per les aixetes de lavabos i dutxes.

2.7.2. Sistemes i mesures per a l'estalvi d'aigua

Sense caràcter limitat, es disposaran dels sistemes d'estalvi d'aigua següents:

Comptadors individualitzats pel control de la despesa

S'instal·laran comptadors individualitzats pel control de la despesa en:

- ACS
- Aigua potable de cadascun dels edificis
- Aigua recuperada de cadascun dels edificis
- Aigua de reg



Es pot millorar la informació sobre el funcionament del punt o centre consumidor amb la instal·lació de nous comptadors i amb un seguiment continu dels consums, enlloc de controlar només els consums passats generats.

Reguladors de la pressió d'entrada

Per tal d'evitar una sobrepressió, en cada alçada o desnivell topogràfic d'entrada d'aigua, a cadascun dels edificis s'instal·larà un regulador de pressió.

Mecanismes d'estalvi d'aigua

1. **Reductors de cabal:** S'hauran d'instal·lar mecanismes que permetin regular el cabal d'aigua, airejadors, economitadors, mecanismes reductors de cabal o similars. El cabal màxim tant per a aixetes de lavabo com per a dutxes serà de 8 l/min.
2. **Ruixadors de dutxa:** L'estalvi d'aigua de les dutxes eficients s'aconsegueix a través de diferents mecanismes que poden trobar-se combinats entre si, en funció del model triat:
 - Reducció del cabal a 9 litres per minut (a 3 bar de pressió).
 - Barreja d'aire amb aigua, de manera que el raig proporcioni la mateixa sensació de moll, consumint aproximadament la meitat d'aigua.
 - La concentració del raig de sortida aconsegueix a les dutxes eficients un estalvi considerable, sense reduir la quantitat d'aigua útil per unitat de superfície.
3. De forma general, en tots els punts de consum d'aigua exceptuant els llocs d'ús públic en què s'instal·laran **aixetes d'electròniques**, s'utilitzaran **aixetes monocomandament** i/o **aixetes amb polsador**.
 - **Aixetes monocomandament:** permetran la regulació del cabal i temperatura i contemplaran la incorporació dels elements d'estalvi següents:
 - Obertura en fred: Mitjançant aquest sistema, la palanca del monocomandament se situa per defecte en la posició que proporciona solament aigua freda. Per tant, és necessari realitzar un desplaçament cap a l'esquerra en el cas que es vulgui disposar d'aigua calenta.
 - Regulador de cabal: La funció d'aquests mecanismes és, simplement, limitar internament el pas d'aigua, de manera que en obrir al màxim el monocomandament, no es disposa del cabal màxim. Hi ha diferents sistemes que persegueixen el mateix fi:
 - Limitar el cabal en el propi tub, reduint la secció per on passa l'aigua, mitjançant un cargol ubicat a l'exterior de l'aixeta.
 - Discs eficients o ecodiscs (disc amb dents a la part interior i amb diferents tipus de marques situades a la part superior del monocomandament. La seva missió és reduir el recorregut de la palanca).
 - Obertura en dues fases: l'obertura es realitza en dues fases, amb un topall a la meitat del recorregut de la palanca del monocomandament, que se situa a una posició que proporciona un cabal suficient per als usos habituals (entre 6 i 8 litres/minut). Si es desitja disposar d'un cabal més elevat, s'ha de realitzar una lleugera pressió en sentit ascendent. L'obertura en dues fases permet reduir el consum de les aixetes monocomandament en més d'un 50%, i al mateix temps, si es vol, disposar d'un gran volum d'aigua en un temps reduït, per exemple, si es volen omplir recipients.
 - **Aixetes polsador:** en cas de disposar d'aigua freda i aigua calenta, aquest tipus d'aixetes permet la regulació de la temperatura. Hauran d'incorporar elements reductors de cabal, com airejadors o similars esmentats anteriorment. L'obertura s'activarà amb el polsador. En aquest cas caldrà parar molta cura en minimitzar el temps d'obertura de l'aixeta.



- **Aixetes electròniques:** aquest tipus d'aixetes s'utilitzaran en llocs d'ús públic i en dependències administratives, ja que ofereixen les màximes prestacions des del punt de vista de la higiene i l'estalvi d'aigua. L'obertura s'activa quan es col·loquen les mans sota el tub de sortida d'aigua. Mentre l'usuari té les mans en posició de demanda d'aigua, el flux és constant, i s'atura immediatament en el moment de retirar les mans. A més, disposaran de:
 - Regulador de temperatura
 - Airejador
 - Cabal de 6 l/min
 - Alimentació elèctrica: Pila estàndard 6V (4 anys durada o 1 milió de pulsacions)
 - Transformador 230 V/12 V (en cas de no voler pila)
 - Funció parada automàtica.
- 4. En general, s'instal·laran aixetes termostàtiques amb pulsador i capçal de baix consum a les dutxes dels edificis. Aquest tipus d'aixetes disposaran d'un selector de temperatura amb una escala graduada que permeti triar la temperatura desitjada de l'aigua. A més, disposaran de:
 - Limitador de temperatura.
 - Airejador.
 - Desbloqueig limitador de cabal.
 - Vàlvula depressora buidat dutxa.
- 5. Mecanismes per a cisternes de vàters. Les cisternes i urinaris hauran de disposar d'un mecanisme que dosifiqui el volum de les descàrregues d'aigua. Les cisternes equipades amb doble descàrrega o parada voluntària de la descàrrega disposaran d'un rètol que informi de l'existència d'aquest mecanisme. El volum de descàrrega en vàters serà de 6-3 litres. Cada aparell disposarà d'una clau unitària de tall.

De forma general, es prioritzaran els urinaris sense aigua ni productes químics que, tot i que, s'assemblen als urinaris convencionals, eliminen les canonades de dotació d'aigua per a neteja, i els fluxos o sensors. Els procediments diaris de neteja són els mateixos que els de l'urinari convencional. A la sortida de l'urinari es col·locarà un sifó amb cos flotant hidrostàtic.

Sistemes d'aprofitament d'aigua de pluja

Es disposarà sempre que sigui possible d'una xarxa separativa de sanejament (aigua de pluja i general de sanejament) per tal d'aprofitar les aigües de pluja provinents de la coberta.

Els usos aplicables d'aquesta aigua s'hauran de valorar en cada cas: reg de jardins, neteja d'interiors i d'exterior, cisternes d'inodors i qualsevol altre ús adient a les seves característiques.

Cada edifici disposarà de dues escomeses d'aigua. La primera per a l'aigua de consum i boca, i una segona per tal d'aprofitar les aigües recuperades de pluja, que s'empraran bàsicament en els vàters.

Es disposarà de senyalització que consistirà en un pictograma amb una aixeta negra sobre fons blanc, vores i banda vermelles.

Aquest rètol ha d'estar situat en llocs fàcilment visibles en tots els casos. A més, totes les canonades d'aquestes instal·lacions hauran de ser fàcilment diferenciables de la resta i per això, hauran de ser específiques per a aigua no potable.

Urinaris



3

Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions d'electricitat



3.1. Normativa d'obligat compliment

La normativa de referència que cal considerar, sense perjudici que el llistat pugui ser ampliat, és:

- Normes de l'empresa subministradora d'energia elèctrica sobre la construcció i muntatge d'escomeses, línies repartidores, instal·lacions de comptadors i derivacions individuals, assenyalant-hi les condicions tècniques de caràcter concret que siguin precises per aconseguir una major homogeneïtat en les xarxes de distribució i les instal·lacions dels abonats (REBT).
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació (RCE) i els seus ITC.
- MIE, Reglament de Verificacions Elèctriques i Regularitat en el Subministrament d'Energia.
- Normes UNE d'obligat compliment publicades per l'Institut de Racionalització i Normalització.
- Normes Tecnològiques de l'Edificació NTE-IPT i NTE-IPP. Directrius de la normativa de posades a terra VDE i de posada a terra en fonaments VDEW.
- Reial Decret 314/2006 pel que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.
- UNE-EN 61537:2007. Conducció de cables. Sistemes de safates i de safates d'escala.

- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OGMAU). Acord del Consell Plenari de 26 de març de 1999 i correccions posteriors.
- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OMA). Acord del Consell Plenari de 25 de febrer de 2011.
- Normativa europea RoHS segons la directiva 2002/95/CE de 27 de gener de 2003.

3.2. Aspectes generals

El disseny de les instal·lacions d'electricitat es realitzarà d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió. Per a les instal·lacions que hauran de complir amb aquesta normativa, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions que s'adoptaran permetran assolir les exigències requerides.

A partir d'un consum anual de 1.000.000 kWh/any es recomana la instal·lació d'una estació transformadora pròpia per l'edificació o centre. En aquest cas, el contracte de subministrament amb la companyia elèctrica serà de mitja tensió i el centre de transformació serà propietat de l'edificació o centre al qual doni servei.

Aquesta instal·lació caldrà que compleixi el que s'estableix en el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, les Normes de l'empresa subministradora d'energia elèctrica, el Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació (RCE), el Reglament de Verificacions Elèctriques i Regularitat en el Subministrament d'Energia (MIE), les Normes Tecnològiques de l'Edificació NTE-IPT i NTE-IPP, les Directrius de la normativa de posades a terra VDE i de posada a terra en fonaments VDEW i altres normatives d'obligat compliment.



Per a les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions que s'adopten permetran assolir les exigències requerides.

Abans d'executar les instal·lacions caldrà disposar de tots els permisos administratius corresponents.

3.3. Nivell màxim de soroll de la maquinària elèctrica instal·lada en edificis

El nivell de soroll dels equips o maquinària no sobrepassarà els valors establerts en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona. L'objectiu últim de l'instal·lador o companyia instal·ladora serà mantenir el nivell de soroll de la unitat per sota del nivell de soroll ambient de la zona.

Els objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable serien els següents, dependent de la franja horària i el que s'estableix en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona:

Valors límit d'immissió (dBA)				
Ús de l'edifici	Dependències	7 h – 21 h	21 h – 23 h	23 h – 7 h
Habitatge o ús residencial	Habitacions d'estar	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Hospitalari	Zones d'estada	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Educatiu o cultural	Aules	40	40	40
	Sales de lectura, audició i exposició	35	35	35

Taula 3.1: Objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable

Per comparació, a continuació, s'indiquen els valors mitjos, facilitats per fabricants de transformadors a Espanya, segons la potència de les seves unitats, obtinguts d'acord amb procediments d'assaig normalitzats.

Potència nominal	Nivell mig de soroll
Fins a 10 kVA	40 dBA
de 11 a 50 kVA	45 dBA
de 51 a 150 kVA	50 dBA
de 151 a 300 kVA	55 dBA
de 301 a 500 kVA	60 dBA
de 501 a 1.000 kVA	65 dBA
Més de 1.000 kVA	70 dBA

Taula 3.2: Nivell mig de soroll emès per transformadors

Per tal de disminuir el nivell de soroll, es seguiran, acuradament, les normes bàsiques següents:

- Situar la maquinària (implantació) el més a prop possible de la zona o zones en les quals el soroll resulti el menys molest o representi un inconvenient menor.
- Evitar muntar la maquinària en racons propers a sostres baixos, ja que les seves tres cares els fan actuar com a megàfons i n'amplifiquen el so.
- Utilitzar un muntatge rígid quan la maquinària pugui assegurar-se fermament a una massa sòlida i pesada que no pugui vibrar audiblement (formigó armat, tant al terra com a les parets).
- Utilitzar una tècnica de muntatge flexible, utilitzant reblliments o suports especials, amortidors de vibració.
- Utilitzar (si és necessari) material absorbent acústic per reduir la propagació del soroll a les zones adjacents.

3.4. Instal·lació d'analitzadors de xarxa per al control i la gestió de consums

Sempre que la potència instal·lada en el quadre o subquadres sigui superior a 15 kW i el consum previst es consideri important, s'instal·larà un analitzador de xarxes de panell per tal d'avaluar els paràmetres de consum i elèctrics més importants. Quan existeixi un grup electrogen aquests elements es col·locaran a l'embarat d'emergència. Caldrà instal·lar aquest tipus d'analitzador en els punts consumidors de més rellevància de l'edifici, com ara climatització, equipament informàtic i enllumenat, a fi de comptabilitzar la despesa energètica que generen.

3.5. Equipament elèctric i aparellatge interior de l'armari

Transformadors per comandament

Generalitats

En armaris que utilitzin més de 5 contactors per maniobres, la maniobra s'haurà de realitzar mitjançant transformador de comandament. També s'imposa el seu ús en aquelles maniobres que afectin motors o accionaments mecànics, independentment del nombre de contactors.

Els transformadors -monofàsics 400/230 Vac-, aniran disposats a la part superior de l'armari, per la gran quantitat de calor que desprenen.

No es permetrà utilitzar el mateix transformador per comandament i per a serveis auxiliars.

Proteccions elèctriques

El sistema de protecció tindrà les característiques següents:

- Interruptor de potència tripolar del tipus guardamotor per a protecció del primari, i encara que sigui monofàsic, s'utilitzaran tots els pols de l'interruptor.
- Un dels pols del secundari anirà connectat a terra i serà ininterromput.
- L'altre pol del secundari es protegirà mitjançant interruptor magnetotèrmic unipolar, en el cas que el transformador sigui monofàsic.
- La carcassa del transformador anirà unida a terra.

Transformadors per força

Generalitats

Quan es necessitin tensions de força diferents de 400 VCA, per exemple en alimentacions de determinats variadors de freqüència, s'utilitzaran necessàriament transformadors trifàsics.



Proteccions elèctriques

- Interruptor de potència tripolar de tipus guarda-motor per a protecció del primari.
- Interruptor magnetotèrmic per al secundari.
- Carcassa del transformador unida a terra.

Fonts d'alimentació d'equips de maniobra o altres

Generalitats

Hauran de tenir en compte un 33% de reserva sobre el consum nominal. Per a punts llunyans on hi pugui haver problemes de caigudes de tensió superiors al 5%, s'instal·laran fonts de tensió regulades properes als punts de consum.

Proteccions elèctriques

- Interruptor de potència tripolar per a protecció de l'entrada, i s'utilitzaran tots els seus pols.
- El comú negatiu de la font d'alimentació estarà connectat a terra de manera ininterrompuda.
- El comú positiu estarà protegit mitjançant interruptor magnetotèrmic unipolar.
- La font d'alimentació de l'autòmat comptarà amb un element supressor de sorolls.

Variadors de freqüència

S'haurà de garantir una ràpida i senzilla intercanviabilitat a través de connector, excepte terminals de potència. Aquests hauran d'estar preparats per suportar microtalls de fins a 0,5 segons, i estaran preparats per arrencar automàticament després d'un tall de tensió.

Els variadors hauran de tenir suport cinètic i possibilitat d'enganxar un motor girant (arrencada volant), ambdues funcions s'han de poder habilitar i deshabilitar per programari.

Per a un accionament de revolucions regulable de

forma contínua s'utilitzaran motors de corrent trifàsica normalitzats.

Per als casos d'avaria, en cada regulació de freqüència s'haurà de preveure un commutador de xarxa / regulació, de tal manera que es pugui funcionar amb 50 Hz per a velocitats nominals teòriques. La commutació s'activarà des d'un interruptor amb clau mitjançant un relé bloquejat mecànicament i elèctricament. Si per motius del procés no es pot funcionar amb 50 Hz, s'haurà d'instal·lar un convertidor de reserva que s'activi endollant una connexió.

Els accionaments també s'hauran de preveure per connexió directa a partir de 15 kW (estratègia d'emergència).

Es lliurarà una llista de paràmetres de variador de freqüència juntament amb la documentació.

Sempre que s'instal·li un variador de freqüència s'hauran de col·locar filtres d'harmònics per evitar fuites cap a la xarxa de l'edifici.

3.6. Canalitzacions per cables

Per a les safates i els seus suports es seguiran els criteris establerts en la norma UNE-EN 61537. Quan s'utilitzin safates passables de PVC, aquestes compliran la normativa 2002/95/CE RoHS d'aparells elèctrics i electrònics en què es prohibeix la utilització del cadmi, plom, crom hexavalent, polibromobifenils, mercuri i polibromodifenil èter.



Figura 3.3: Etiquetatge segons normativa 2002/95/CE RoHS

Les safates emprades estaran visiblement identificades i indicaran que es compleix la normativa RoHS.

3.7. Motors

Tots els nous motors que s'instal·lin o els motors convencionals existents que se substitueixin, seran motors d'alta eficiència classe Eff1.



Figura 3.4: Motor d'alta eficiència

Potència (kW)	2 pols		4 pols	
	Eff2/Eff3	Eff1/Eff2	Eff2/Eff3	Eff1/Eff2
1,1	76,2	82,8	76,8	83,8
1,5	78,5	84,1	78,5	85,0
2,2	81,0	85,6	81,0	86,4
3	82,6	86,7	82,6	87,4
4	84,2	87,6	84,2	88,3
5,5	85,7	88,6	85,7	89,2
7,5	87,0	89,5	87,0	90,1
11	88,4	90,5	88,4	91,0
15	89,4	91,3	89,4	91,8
18,5	90,0	91,8	90,0	92,2
22	90,5	92,2	90,5	92,6
30	91,4	92,9	91,4	93,2
37	92,0	93,3	92,0	93,6
45	92,5	93,7	92,5	93,9
55	93,0	94,0	93,0	94,2
75	93,6	94,6	93,6	94,7
90	93,9	95,0	93,9	95,0

Figura 3.5: Classificació dels motors segons la seva eficiència

Aquests nivells d'eficiència es basen en els estàndards IEC 34-2 i IEC 34-1. La classe Eff1 representa el nivell d'eficiència més elevat, i actualment només la poden aconseguir els millors fabricants. Les expectatives europees pels pròxims anys és que tots els fabricants aconseguixin la qualificació Eff1 per als seus motors.

En el gràfic següent es mostren les tres classes de rendiment en què es classifiquen els motors:

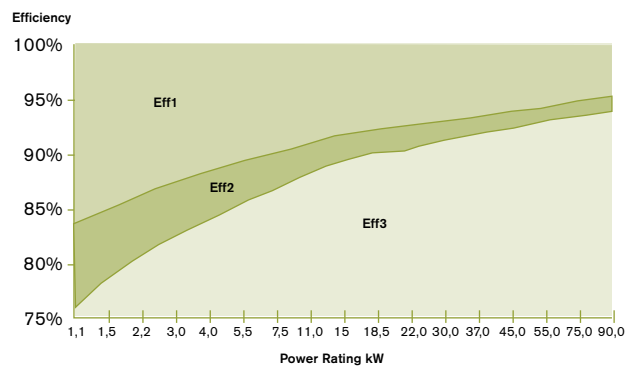


Figura 3.6: Gràfic d'eficiència de motors

Eff1 - Eff2 - Eff3; on Eff1 és la més elevada. Aquesta classificació és aplicable als motors trifàsics, de 2 i 4 pols, a 400 V i 50 Hz, que funcionen en servei continu (S1) i amb un rang de potències entre 1,1 i 90 kW.

3.8. Millora del factor de potència en el subministrament elèctric

Es recomana instal·lar bateries de condensadors per millorar el factor de potència en el subministrament elèctric. Les bateries de condensadors permetran neutralitzar i compensar l'energia reactiva



d'una instal·lació i facilitar l'estabilització i la qualitat de subministrament.

L'actual proliferació d'equipament electrònic pot afavorir l'aparició d'harmònics, i generar problemes a les bateries de condensadors i altres equips del centre. És per això que es recomana instal·lar filtres allà on sigui necessari. L'anàlisi de la xarxa elèctrica és la metodologia per conèixer l'existència d'aquestes perturbacions i és el millor mecanisme per determinar la idoneïtat de filtres que ho evitin.

3.9. Proteccions elèctriques en l'enllumenat

Al capdavant de cada quadre d'enllumenat es col·locarà un interruptor magnetotèrmic tetrapolar, que tallarà tots els pols actius, inclòs el neutre.

Cada circuit es protegirà contra contactes indirectes mitjançant diferencial tetrapolar d'alta sensibilitat (30 mA), que per a cada zona serà independent i únic. Aquest diferencial haurà de protegir alhora l'enllumenat ordinari i el d'emergència de la mateixa zona.

Cada circuit es protegirà amb un interruptor automàtic amb possibilitat de telecomandament. L'interruptor automàtic serà de tipus tripolar en el cas de l'enllumenat ordinari i de tipus unipolar en el cas del de vigilància. Les proteccions seran independents per a cada circuit i estaran coordinades amb el diferencial immediatament anterior, per protegir en casos en què es produeixin curtcircuits i sobrecàrregues. Dit d'altra manera, el diferencial sempre serà d'un calibre superior al magnetotèrmic.

Pel que fa a l'enllumenat d'emergència es dispo-

sarà d'un interruptor magnetotèrmic convencional independent i quedarà aigües avall de l'interruptor diferencial.

L'alimentació del comandament serà a 230 VCA amb un transformador monofàsic 400/230 VCA. A més el primari s'haurà de protegir amb interruptor magnetotèrmic tripolar guardamotor.

La porta de l'armari de comandament s'haurà d'unir a terra. Les envoltants de les lluminàries també hauran de quedar unides a terra.



4

Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions d'enllumenat



4.1. Normativa d'obligat compliment

La normativa de referència que cal considerar, sense perjudici que el llistat pugui ser ampliat, és:

- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Normes UNE d'obligat compliment publicades per l'Institut de Racionalització i Normalització.
- Normes Tecnològiques de l'Edificació NTE-IPT i NTE-IPP. Directrius de la normativa de posades a terra VDE i de posada a terra en fonaments VDEW.
- Reial Decret 314/2006 pel que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.
- UNE-EN 61537:2007. Conducció de cables. Sistemes de safates i de safates d'escala.
- UNE-EN 12464-1:2003. Il·luminació dels llocs de treball en interior.
- UNE-EN 12193:2000. Il·luminació d'instal·lacions esportives.
- UNE-EN 60598. Llumínaries. Requeriments generals i assaigs.
- Reial Decret 1890/2008, de 14 de novembre, pel que s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementàries EA-01 a EA-07.
- Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- Decret 82/2005, de 3 de maig, pel qual s'apro-

va el Reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.

4.2. Aspectes generals

El disseny de les instal·lacions d'il·luminació es realitzarà d'acord amb el Codi Tècnic de l'Edificació i el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió. Per a les instal·lacions que hagin de complir amb aquesta normativa, caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides. Caldrà presentar una justificació tècnica del compliment de la secció HE-3 del CTE amb tots aquells paràmetres que la pròpia normativa exigeix per a les instal·lacions d'enllumenat.

S'implantaran estratègies de disseny per aconseguir la penetració de la llum natural difusa i s'evitaran enlluernaments. Seran útils sistemes com les persianes venecianes especials, tendals contra l'enlluernament, patis, atris, finestres, finestres enlairades, llucanes, claraboies, bandes de llum...

L'enllumenat s'haurà de dissenyar de forma sectoritzada. Disposar de diferents línies d'enllumenat en una mateixa sala permet encendre o apagar únicament l'enllumenat que es necessita a cada moment i circumstància.

Cada lloc de treball disposarà d'un punt de llum individualitzat amb interruptor d'encesa i apagada en el mateix punt de treball. Caldrà dissenyar la lluminària de cada zona, en funció de l'activitat que s'hi desenvolupi.

Un excés de nivell lumínic comporta un consum energètic innecessari, mentre que una manca pot provocar afectacions a la salut dels treballadors.



En general, a les taules i escriptoris de les oficines, el nivell d'il·luminació necessari és superior al de les zones de pas. Instal·lar punts de llum individuals permet assegurar, en tot moment, el nivell d'il·luminació necessari en aquests espais de treball, de manera que la resta de l'oficina pot ser dissenyada amb un menor nivell lumínic, produint estalvis energètics.

Durant les hores en què l'aportació d'il·luminació solar natural és suficient, es podrà aturar part o tota la il·luminació general (veure apartat "Sistemes de regulació i control") assegurant, si s'escau, l'adequat nivell d'il·luminació a les taules gràcies als llums individuals.

S'evitarà, sempre que sigui possible, la utilització de llum artificial indirecta amb motius ornamentals.

En la tria dels colors interiors s'haurà de tenir en compte el màxim aprofitament de la llum natural. Escollir preferentment els paraments interiors de parets, terres i sostres amb colors clars, permet aprofitar la reflexió de la llum natural en aquestes superfícies i millorar la il·luminació general.

Abans d'executar la instal·lació s'haurà de disposar de tots els permisos administratius corresponents.

4.3. Paràmetres d'il·luminació recomanats

La il·luminació serà uniforme, i es compliran els nivells mínims d'enllumenat indicats a les normes de Seguretat i Salut.

Enllumenat interior general

Dins l'enllumenat interior general caldrà distingir entre l'ordinari, el de vigilància i el d'emergència

-que precisarà senyalització específica-. Tot seguit es defineixen les condicions per a cada un d'ells:

- **Per a l'enllumenat ordinari**, és el destinat al servei normal de la instal·lació durant les hores de treball, amb les característiques següents:
 - La distribució de les diferents línies d'enllumenat que depenen d'un mateix quadre s'hauran d'executar de manera que les seves càrregues quedin repartides en les tres fases.
 - Per garantir el màxim aprofitament de llum solar, s'instal·laran detectors de presència i de lluminositat interior i exterior, que permetran regular la lluminositat interior.
- **Per a l'enllumenat de vigilància**, que queda encès quan s'apaga l'enllumenat ordinari com a mesura d'estalvi energètic durant les hores de no concurrència, es complirà que:
 - Es garantirà una il·luminació per transitar passadissos, zones d'accés i vestidors, amb un valor mínim de 30 lux al nivell del sòl.
 - Les lluminàries de vigilància estaran intercalades entre les lluminàries de l'enllumenat ordinari i seran iguals, tot i que pertanyeran a circuits diferents.
 - Cada circuit d'enllumenat de vigilància s'haurà d'alimentar d'una única fase. En un mateix quadre s'alternaran successivament les fases, per evitar que se'n sobrecarregui alguna i provoqui descompensacions.
- **Per a l'enllumenat d'emergència i senyalització**, que és l'enllumenat mínim que s'ha de garantir per a l'evacuació segura dels espais en cas de fallada de subministrament elèctric, es complirà que:
 - Caldrà que asseguri un nivell d'enllumenat mínim d'1 lux a nivell del sòl en totes les zones de pas.



Uniformitat

En les àrees de treball d'oficines, la relació entre la il·luminació mínima respecte la il·luminació mitjana es recomana que sigui major de 0,8. En els casos d'enllumenat general localitzat, la relació pot ser el 50% del nivell de les àrees de treball, amb un mínim de 350 lux.

Il·luminància

Moltes normes donen recomanacions per a tasques visuals específiques. En aquest sentit, es recomana donar compliment al que s'estableix a la UNE-EN 12464-1:2003, respecte a la il·luminació dels llocs de treball en interior. A mode d'exemple, la UNE-EN 12464-1:2003 recomana els valors següents en els usos d'oficines i educatius:

Iluminación en lugares de trabajo según norma UNE - EN 12464-1

Tipo de actividad	LUX	UGRL	R _s
Oficinas			
Archivo, copias	300	19	80
Escritura, máquina de escribir, lectura, trat. Datos	500	19	80
Dibujo técnico	750	19	80
Puestos de trabajo en CAD	500	19	80
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80
Mostrador de recepción	300	22	80
Establecimientos minoristas			
Área de ventas	300	22	80
Área de cajas	500	19	80
Mesa de envolver	500	19	80
Lugares de pública concurrencia			
Áreas comunes			
Halls de entrada	100	22	80
Guardarropías	200	25	80
Salones	200	22	80
Oficinas de taquillas	300	22	80
Restaurantes y hoteles			
Recepción caja y consejería	300	22	80
Cocinas	500	25	80
Restaurante, comedor y salas de reuniones	-	-	80
Salas de conferencias	500	19	80
Pasillos	100	25	80
Ferias, pabellones de exposiciones, teatros, salas de cine y de conciertos			
Alumbrado general	300	22	80
Museos			
Obras exhibidas insensibles a la luz	Iluminación determinada por requisitos de la presentación		
Obras exhibidas sensibles a la luz			
Bibliotecas			
Estanterías	200	19	80
Área de lectura	500	19	80
Puestos de servicio público	500	19	80
Aparcamientos de vehículos públicos (interior)			
Rampas de acceso o de salida (de día)	300	25	80
Rampas de acceso o de salida (de noche)	75	25	80
Calles de circulación	75	25	80
Área de aparcamiento	75	-	80
Caja	300	19	80
Actividades industriales y artesanales			
Agricultura			
Carga y operaciones con artículos y maquinaria	200	25	80
Edificios para ganadería	50	-	40
Sala de veterinaria, establos para parir	200	25	80
Cemento, artículos de cemento, hormigón, ladrillos			
Secado	50	28	20
Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	40
Trabajo de máquinas en general, encofrado	300	25	80

Tipo de actividad	LUX	UGR _L	R _a
Cerámicas, tejas, vidrio			
Secado	50	28	20
Preparación, trabajo en máquinas en general	300	25	80
Esmaltado, laminado, prensado, horneado	300	22	80
Amolado, grabado, pulido	750	19	80
Amolado de vidrio óptico	750	19	80
Trabajo de precisión	1000	16	90
Fabricación de piedras preciosas	1500	16	90
Industria química de plásticos y caucho			
Instalaciones de tratamiento con control remoto	50	-	20
Instalaciones de tratamiento con control manual	150	28	40
Puestos de trabajo protegidos en instalaciones	300	25	80
Salas de medida de precisión, laboratorios	500	19	80
Producción farmacéutica y de neumáticos	500	22	80
Inspección de colores	1000	16	90
Corte, acabado, inspección	750	19	80
Industria eléctrica			
Fabricación de cable e hilos, bobinas grandes	300	25	80
Bobinas pequeñas	750	19	80
Impregnación de bobinas y galvanización	300	25	80
Trabajo de ensamblaje basto (transformadores)	300	25	80
Trabajo de ensamblaje medio (cuadro contador)	500	22	80
Trabajo de ensamblaje fino (teléfonos)	750	19	80
Trabajo de ensamblaje de precisión (eq. medida)	1000	16	80
Talleres de electrónica	1500	16	80
Productos alimenticios e industria de alimentos de lujo			
Puestos de trabajo, fábrica de cerveza	200	25	80
Puestos de trabajo para lavado, limpieza	200	25	80
Puestos de trabajo en zonas de cocción	200	25	80
Puestos de trabajo en azucareras	200	25	80
Puestos de trabajo, secar y fermentar tabaco	200	25	80
Clasificación y lavado de productos	300	25	80
Puestos de trabajo, zonas críticas en mataderos	500	25	80
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80
Fabricación de productos delicatessen	500	22	80
Inspección de vidrios y botellas	500	22	80
Laboratorios	500	19	80
Inspección de colores	1000	16	80
Fundiciones y colada de metales			
Fosos, cuevas	50	-	20
Plataformas	100	25	40
Preparación de arena	200	25	80
Vestuarios	200	25	80
Puestos de trabajo, en cúpula y mezclador	200	25	80
Nave de colada, moldeo en máquina	200	25	80
Moldeo a mano y en núcleos y moldeo a presión	300	25	80
Construcción de modelos	500	22	80

Iluminación en lugares de trabajo según norma UNE - EN 12464-1

Tipo de actividad	LUX	UGR _L	R _a
Panaderías			
Preparación y hornos de cocción	300	22	80
Acabado, horneado, decoración	500	22	80
Peluquerías			
Trabajo de peluquería	500	19	90
Fabricación de joyas			
Trabajo con piedras preciosas	1500	16	90
Fabricación de joyas	1000	16	90
Relojería manual	1500	16	80
Relojería automática	500	19	80
Lavanderías y limpiezas en seco			
Marcado, clasificación de artículos y lavado	300	25	80
Limpieza en seco, planchado y a vapor	300	25	80
Inspección y reparaciones	750	19	80
Cuero y artículos de cuero			
Trabajo en tintas, barriles y pozos	200	25	40
Limpieza y frotado de pieles	300	25	80
Curtido, fabricación de zapatos	500	22	80
Control de calidad	1000	19	80
Inspección de colores	1000	16	90
Trabajo y tratamiento de metales			
Forja en troquel abierto	200	25	60
Estampación en caliente, soldadura	300	25	60
Fabricación de herramientas	750	19	80
Montaje basto	200	25	80
Montaje medio	300	25	80
Montaje fino	500	22	80
Montaje precisión	750	19	80
Galvanización	300	25	80
Preparación de superficies y pintura	750	25	80
Fabricación de herramientas, micromecánica	1000	19	80
Papel y artículos de papel			
Molino vertical y de pulpa	200	25	80
Fabricación y tratamiento de papel	300	25	80
Encuadernado estándar, plegado, encolado	500	22	80
Centrales de energía eléctrica			
Alojamiento de caldera	100	28	40
Salas de máquinas	200	25	80
Imprentas			
Corte, grabado, tipografía, clichés, impresión	500	19	80
Clasificación de papel e impresión a mano	500	19	80
Ajustes de tipos, retoques, litografía	1000	19	80
Inspección de colores en impresión, multicolor	1500	16	90
Grabado en acero y cobre	2000	16	80
Laminación, instalaciones siderúrgicas			
Instalación de producto no intervención manual	50	-	20
Instalación de producto intervención manual continua	200	25	80

Taula 4.1: Il·luminació en llocs de treball segons UNE-EN 12464-1:2003

Tipo de actividad	LUX	UGR _L	R _a
Hornos	200	25	20
Tren de laminación, bobinadora	300	25	40
Plataformas de control	300	22	80
Ensayos, medición e inspección	500	22	80
Industria textil			
Puestos de trabajo y servicios	200	25	60
Cardado, planchado, lavado, peinado	300	22	80
Hilado, plegado, enrollado, bobinado, tejido	500	22	80
Cosido, tejido de punto, costuras, patrones	750	22	80
Acabado, teñido	500	22	80
Sala de secado	100	28	80
Impresión automática de tejidos	500	25	80
Inspección de colores, control de tejidos	1000	16	90
Zurcido invisible	1500	19	90
Fabricación de vehículos			
Carrocería y montaje	500	22	80
Pintura, pulverización, pulido	750	22	80
Pintura, retoque, inspección	1000	19	80
Fabricación de tapicería	1000	19	80
Industria maderera y su tratamiento			
Tratamiento automático, secado, fabrica tablero	50	28	40
Tratamientos con vapor	150	28	40
Trabajo en uniones, encolado, montaje	300	25	80
Pulido, pintura, ensambles finos	750	22	80
Tomeado, estriado, enderezado, ranurado	500	19	80
Selección de maderas de placas	750	22	90
Marquetería, incrustación en madera	750	22	90
Control de calidad, inspección	1000	19	90
Establecimientos educativos			
Jardines de infancia, guarderías, edificios educativos			
Aulas, aulas de tutoría	300	19	80
Aulas para clases nocturnas y adultos	500	19	80
Aulas de dibujo técnico	750	16	80
Aulas de prácticas, laboratorios, taller enseñar	500	19	80
Aulas de música, informática e idiomas	300	19	80
Aulas de preparación y talleres	500	22	80
Halls de entrada, aulas comunes de estudio	200	22	80
Hospitales, consultas médicas, clínicas			
Salas comunes	200	22	80
Pasillos (horario diurno)	200	22	80
Pasillos (horario nocturno)	50	22	80
Salas de diagnóstico iluminación general	500	19	90
Salas de diagnóstico iluminación visita o tratamiento	1000	19	90
Sala operatoria, quirófano	1000	19	90
Farmacia, laboratorio, dentistas	500	19	90
Cuidados intensivos	1000	19	90
Salas de desinfección y esterilización	300	22	80

Taula 4.2: Il·luminació en llocs de treball segons UNE-EN 12464-1:2003

A més, a la norma UNE-EN 12193:2000 es defineixen els requeriments específics sobre il·luminació en instal·lacions esportives.

Limitació de l'enlluernament

Per a oficines normals, es recomana instal·lar lluminàries de baix enlluernament, de qualitat alta o molt alta.

Factor de rendiment de contrast CRF

El CRF per a la tasca de referència (CRFR), ha de tenir valors de:

- 0,8 per a llocs de treball on s'utilitzin materials mats.
- 0,9 per a llocs de treball on s'utilitzin materials semisatinats.
- 1 per a llocs de treball on s'utilitzin materials satinats.

Valor d'eficiència energètica VEEI

Segons el CTE, per tal d'establir els corresponents valors d'eficiència energètica límit, les instal·lacions d'il·luminació s'han d'identificar, segons l'ús de la zona, dins d'un dels 2 grups següents:

1. Grup 1: Zones de no representació o espais en què el criteri de disseny, la imatge o l'estat anímic que es vol transmetre a l'usuari amb la il·luminació, quedi relegat a un segon pla, davant d'altres criteris com el nivell d'il·luminació, el confort visual, la seguretat i l'eficiència energètica.
2. Grup 2: Zones de representació o espais on el criteri de disseny, imatge o l'estat anímic que es vol transmetre a l'usuari amb la il·luminació, siguin preponderants enfront dels criteris d'eficiència energètica.

Els valors d'eficiència energètica límit en recintes interiors seran els següents:

Grup	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (2)	4,0
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aparcamientos	5
	Espacios deportivos (5)	5
	Recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	Administrativo en general	6
	2 zonas de representación	Estaciones de transporte (6)
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes		6
Bibliotecas, museos y galerías de arte		6
Zonas comunes en edificios residenciales		7,5
Centros comerciales (excluidas tiendas) (9)		8
Hostelería y restauración (8)		10
Religioso en general		10
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de Ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)		10
Tiendas y pequeño comercio		10
Zonas comunes (1)		10
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.		12
Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior		10

(1) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

(4) Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escaner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1

(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

(7) Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

(9) Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

Taula 4.3: Valors límit d'eficiència energètica de la instal·lació

En general, a la il·luminació d'oficines, el menor índex d'eficiència energètica s'aconseguirà amb pantalles equipades amb làmpades T5, és a dir, de 16 mm de diàmetre, per la seva gran eficàcia, ja

que treballen sempre amb equip electrònic. També s'usaran òptiques d'alt rendiment per a una òptima distribució de la llum en el pla de treball.



A les Sales de Reunions, passadissos i zones comunes es prioritzarà l'ús de balastos electrònics per lluminàries amb fluorescents T8 o compactes. Les lluminàries amb làmpada LED (Light Emitting Diode) són recomanables en llocs d'activitat baixa.

Factors de reflexió recomanats

L'equilibri de la reflectància mitjana de cadascuna de les superfícies del local, i de tots els elements del seu mobiliari, han de tenir una harmonització que aporti a l'observador el confort visual demanat per al desenvolupament de la tasca habitual. És poden considerar els següents valors de reflexió:

Superfície	Valors de reflexió
Sostres	0,7 a 0,8
Parets	0,5 a 0,7
Mampares	0,4 a 0,7
Terres	0,1 a 0,3
Mobles	0,3 a 0,5

Taula 4.4: Valors de reflexió

Coeficient d'utilització mínim

Per disposar d'una instal·lació racional i energèticament eficient, el coeficient d'utilització resultant del sistema d'il·luminació seleccionat, hauria de ser:

- Oficines petites: 0,33 - 0,50
- Oficines grans: 0,55 - 0,65

4.4. Tipus de lluminàries recomanades

Les lluminàries que s'utilitzin en l'enllumenat general compliran la Norma UNE-EN 60598, que defineix com a lluminària a l'aparell d'enllumenat que

reparteix, filtra o transforma la llum emesa per un o diversos llums i que comprèn tots els dispositius necessaris per al suport, la fixació i la protecció de llums, (excloent els propis llums) i, en cas necessari, els circuits auxiliars en combinació amb els mitjans de connexió amb la xarxa d'alimentació.

Per a la instal·lació de les lluminàries a cada zona, es consideraran els aspectes següents:

1. Distribució fotomètrica de la lluminària.
2. Rendiment de la lluminària.
3. Sistema de muntatge al sostre, paret, etc.
4. Grau de protecció (IP XXX): 1^a xifra: grau d'estanquitat a la pols o partícules sòlides; 2^a xifra: grau d'estanquitat als líquids; 3^a xifra: determina la resistència a l'impacte.
5. Classe elèctrica.
6. Compliment de la normativa que se'ls aplica.

Distribució fotomètrica de la lluminària

La forma de la distribució de llum d'una lluminària depèn del tipus de font de llum i del component òptic que incorpori: òptiques, reflectors, lents, diaframes, pantalles, etc. La taula següent recomana diferents tipus d'aplicació, segons els diferents tipus de distribució.

Tipus de distribució	Aplicació
Difusa	Il·luminació d'accent i decorativa
Extensiva	Il·luminació general
Intensiva	Il·luminació general per a grans alçades
Asimètrica	Il·luminació perimetral
Intensiva orientable	Il·luminació d'accent i decorativa

Taula 4.5: Distribució fotomètrica de la lluminària

S'han d'analitzar les característiques d'enllumenat de la lluminària, segons els diagrames de cor-



bes límits de luminàncies i les classes d'enlluernament, per a cada tipus de distribució de llum. Des del punt de vista fotomètric la lluminària s'haurà d'adequar al tipus d'activitat que cal desenvolupar. D'acord amb la classificació C.I.E. de percentatge de flux a l'hemisferi superior i inferior de l'horitzontal, tenim les següents classes de lluminàries:

- Directa: Hemisferi superior del 0 ÷ 10 %, hemisferi inferior 90 ÷ 100 %.
- Semidirecta: Hemisferi superior del 10 ÷ 40 %, hemisferi inferior 60 ÷ 90 %.
- Directa - indirecta / general difusa: Hemisferi superior del 40 ÷ 60 %, hemisferi inferior 40 ÷ 60 %.
- Semi - indirecta: Hemisferi superior del 60 ÷ 90%, hemisferi inferior 10 ÷ 40 %.
- Indirecta: Hemisferi superior del 90 ÷ 100 %, hemisferi inferior 0 ÷ 10 %

Índex de rendiment de lluminàries recomanat

Les lluminàries que s'utilitzin per a l'enllumenat general, tindran un rendiment cap a l'hemisferi inferior ≥ 60 %. Per a les lluminàries d'enllumenat exterior tipus projecció, el seu rendiment total serà ≥ 60 %, les d'enllumenat decoratiu ≥ 55 % i les de tipus viari ≥ 65 %. S'admetran excepcionalment lluminàries amb rendiments inferiors a l'establert, en il·luminacions de zones singulars que així ho requereixin, però caldrà justificar-ne l'ús.

Índex recomanat de consum propi d'equips

El consum propi del conjunt d'equip auxiliar (ballast, arrencador, condensador) no podrà sobrepasar els percentatges següents:

- Llums fluorescents (vegeu consums màxims de la taula)
- Làmpades de descàrrega < 150 W 10 %
- Làmpades de descàrrega > 150 W 15 %
- Cosinus φ del conjunt $> 0,9$

Categoria del balast	Potència de la làmpada		Potència màxima del conjunt (W)
	50 Hz	HF	
1	15	13,5	23
	18	16	26
	30	24	38
	36	32	43
	38	32	45
	58	50	67
2	18	16	26
	24	22	32
	36	32	43
3	18	16	26
	24	22	32
	36	32	43
4	10	9,5	16
	13	12,5	19
	18	16,5	26
	26	24	34
5	18	16	26
	26	24	34
6	10	9	16
	16	14	23
	21	19	29
	28	25	36
	38	34	45

Taula 4.6: Balastos en làmpades fluorescents

S'utilitzaran balastos electrònics enlloc de les reactàncies electromagnètiques convencionals.

Grau de protecció (IP XXX)

En general, les lluminàries d'enllumenat general no necessiten d'un grau d'estanquitat elevat, en tractar-se de lluminàries obertes. Només les lluminàries destinades a instal·lacions específiques, com ara sales de calderes i cuines, exigiran un grau d'estanquitat determinat, que podríem establir en un IP54 o IP55. En locals humits el grau d'estanquitat s'estableix en un IP65.

Classe elèctrica

S'utilitzaran lluminàries com a mínim de classe I, segons EN 60598.



Enllumenat exterior

El disseny de les instal·lacions d'enllumenat exterior es realitzarà d'acord amb el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior, la llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn i el Decret 82/2005, de 3 de maig, pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament de la llei 6/2001. Per a les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions que s'adoptin permetran assolir les exigències requerides.

S'haurà d'evitar que cap raig d'il·luminació directe surti de l'edifici cap al cel o al carrer.

Les lluminàries ornamentals que s'utilitzin a les zones exteriors comptaran amb un apantallament que eviti la projecció per sobre de l'hemisferi nord i centraran la il·luminació als espais de pas.

Es minimitzarà la il·luminació dels elements arquitectònics i de jardineria o, en cas que sigui necessari, s'utilitzaran projectors de pantalles asimètriques per il·luminar façanes i es dirigirà, sempre que sigui possible, el flux lluminós de dalt cap a baix.

4.5. Tipus de làmpades recomanades

Il·luminació zones de treball

Per a l'enllumenat interior s'utilitzaran lluminàries que incorporin els següents tipus de làmpada per ordre de preferència:

1. Fluorescents tipus T5 (16 mm)
2. Fluorescents compactes
3. Fluorescents tipus T8 (26 mm)

En cas d'instal·lar tubs fluorescents, es recomana que siguin trifòsforos de nova generació (tubs eco), aconseguint d'aquesta manera una eficàcia molt més gran, que suposi estalvis mitjans del 10 % respecte els fluorescents estàndard.

La vida útil dels tub eco és més elevada: 12.000 hores amb balast electromagnètic, 17.000 amb balast electrònic i 19.000 h per a tubs T5 eco.

- Bon rendiment cromàtic ($Ra > 80$)
- Mínim contingut de mercuri (2 mg)
- Flux lluminós superior



Fluorescent estàndard i fluorescent eco

El balast serà sempre electrònic a fi d'assolir estalvis energètics, respecte a l'ús de balastos convencionals, de l'ordre del 25 %.

Enllumenat arquitectònic

En cas de ser necessària la utilització d'enllumenat arquitectònic en edificis, s'utilitzaran lluminàries que incorporin els següents tipus de làmpada per ordre de preferència:

1. Led
2. Fluorescents tipus T5 (16 mm)
3. Fluorescents compactes
4. Fluorescents tipus T8 (26 mm)
5. Halogenurs metàl·lics

Prioritzant l'enllumenat Led s'aconseguirà un estalvi d'entre el 60 i el 85 %, i s'assolirà una elevada vida útil de les làmpades.

Vida útil de les làmpades en hores:

- Led: 45.000 h
- Fluorescents tipus T5 (16 mm): 19.000 h



- Fluorescents compactes: 14.000 h
- Fluorescents tipus T8 (26 mm): 12.000 h
- Halogenurs metàl·lics: 10.000 h
- Tubs fluorescents eco: 17.000 h a 19.000 h (tubs T5)

En fluorescència, el balast serà sempre electrònic a fi d'assolir estalvis energètics respecte a l'ús de balastos convencionals de l'ordre del 25%.

Enllumenat de lavabos i passadissos

En aquests espais es proposa la utilització de làmpades Led, per la seva major vida útil. Les làmpades incandescents dicroïques seran substituïdes per làmpades Led dicroïques:

Làmpada dicroïca halògena de 35 W



Làmpada dicroïca Led de 3 a 7 W

En el cas dels passadissos es pot plantejar també l'ús d'altres làmpades, sempre que suposin un estalvi substancial vers la utilització de làmpades incandescència halògena.

Enllumenat d'altres zones

El tipus de lluminària emprat serà del tipus de fluorescència (T5, fluorescència compacta o T8) amb pantalles i difusors d'alt rendiment, que caldrà valorar, segons la zona il·luminada. El balast serà sempre electrònic a fi d'assolir estalvis energètics respecte a l'ús de balastos convencionals, de l'ordre del 25 %.

Les lluminàries en locals humits seran estanques IP65 i preferentment amb làmpades fluorescents T5, T8 o compactes. El balast, igual que en els casos anteriors, serà electrònic.

En zones a determinar per l'Administració, la il·luminació podrà variar per adaptar-se a l'ambient que es vulgui crear, tot aconseguint determinats

efectes. La llum d'accentuació pot ser tan important com la funcional. Atès que la uniformitat no és essencial, la distribució de les lluminàries no ha de ser regular i podrem crear efectes elegants emfatitzant arcs, columnes o altres elements arquitectònics, respectant sempre un nivell general mínim d'il·luminació. La contribució de la llum natural en entrades o atris grans es pot aprofitar per obtenir estalvis energètics.

Enllumenat i senyalització d'emergència

Per a l'enllumenat i senyalització d'emergència, s'utilitzaran lluminàries apropiades que compliran, com a mínim, els requeriments següents:

- Una bateria formada per acumuladors de Ni-Cd.
- Un aparell per a càrrega de bateries, a intensitat constant, en presència de xarxa.
- Tensió d'alimentació de 220 Vac.
- Tensió d'utilització de 6 Vcc.
- Autonomia mínima de 1h 45 min.
- Possibilitat de control d'estat i funcionament a través del control de supervisió informàtic del centre.

Enllumenat exterior

A l'exterior es prioritzarà la utilització de llum groga, ja que és menys agressiva pels invertebrats i afecta menys la fauna nocturna. Sempre que sigui possible, es prioritzarà l'ús de làmpades de vapor de sodi o bé làmpades tipus Led.

Paràmetres recomanats per a la selecció de làmpades, segons criteris de color

Tot seguit es mostren tres taules on es poden observar els paràmetres recomanats per a la selecció de làmpades segons criteris de color (de llum càlida a freda):



Índex de reproducció cromàtic (Ra)	Grup de rendiment de color	Càlid < 3.300	Neutre de 3.300 a 5.000 K	Fred > 5.000 K
Excel·lent	1 A	Halògenes Fluorescència lineal Fluorescència compacta	Fluorescència lineal Fluorescència compacta	Fluorescència lineal Fluorescència compacta Led
Bo de 80 a 90	2 A	Fluorescència lineal Fluorescència compacta Sodi blanc	Fluorescència lineal Fluorescència compacta Led	
Raonable de 70 a 80	1 B	Halogenurs metàl·lics	Halogenurs metàl·lics	Halogenurs metàl·lics
Dolenta < 70	2 B	Vapor mercuri Vapor sodi	Vapor mercuri	

Taula 4.7: Selecció de làmpades segons criteris de color

L'elecció final del grup de temperatura de color depèn del nivell de il·luminació, la presència o absència de llum natural, les condicions climàtiques i, sense cap dubte, de la preferència personal.

Als llocs on hi hagi permanència de persones durant un període prolongat de temps, un dels colors fonamentals que les fonts de llum han de reproduir adequadament és el de la pell humana.

L'índex de reproducció cromàtica usat en oficines o dependències similars ha de ser superior a 80, per tant les fonts de llum utilitzades han de ser del grup de rendiment de color 1A i 2A.

Tot seguit es mostra una taula orientativa de la temperatura de color segons l'activitat o la il·luminació, i una altra taula amb les característiques principals de diversos tipus de làmpades:

To de llum Temperatura de color	Tipus d'activitat o d'il·luminació
Tons càlids < 3.000 K	Entorns decorats amb tons clars Àrees de treball Sales d'espera Sales de reunió Despatxos individuals Àrees d'esbarjo Baixos nivells d'il·luminació
Tons neutres de 3.300 a 5.000 K	Llocs amb importants aportacions de llum natural Llocs amb treballs visuals de requisits mitjans Despatxos individuals Oficines de tipus diàfan
Tons freds > 5.000 K	Entorns decorats amb tons freds Alts nivells d'il·luminació Treballs visuals d'alta concentració

Taula 4.8: Temperatura de color segons l'activitat o la il·luminació

Tipus làmpada	Rang de potències (W)	To de llum	Índex reproducció cromàtic (Ra)	Rendiment (lm/W)	Vida mitjana (h)	Aplicació
Incandescència halògena	20-500	Càlid	100	10-25	1.000–4.000	Localitzada
Fluorescència lineal de 26 mm	18-58	Càlid / Neutre / Fred	60-98	65-96	8.000–16.000	General
Fluorescència lineal de 16 mm	14-80	Càlid / Neutre / Fred	85	80-105	12.000–16.000	General
Fluorescència compacta	7-55	Càlid / Neutre / Fred	85-96	60-85	8.000–16.000	General/Localitzada/Decorativa
Sodi blanc	50-100	Càlid	85	50	12.000	Decorativa
Vapor mercuri	50-400	Càlid / Neutre	50-60	30-60	12.000–16.000	General
Halogenurs metàl·lics	35-400	Càlid / Neutre / Fred	65-85-96	70-93	6.000–10.000	General/Localitzada
Inducció	55/85/165	Càlid / Neutre	82	64-71	6.000	General
Led	1-20	Blanc càlid i Blanc fred	70-80	35-70	45.000	Localitzada/Decorativa

Taula 4.9: Característiques principals de diversos tipus de làmpades

4.6. Sistemes de regulació i control

En determinades zones o dependències caldrà disposar de sistemes de regulació i control de la il·luminació, que permetin el seu ajustament segons diferents situacions. La implantació de sistemes de control haurà de permetre la reducció dels costos energètics i de manteniment de la instal·lació, i incrementar la flexibilitat del sistema d'il·luminació. Aquest control permetrà realitzar enceses selectives i regular les lluminàries durant diferents períodes d'activitat o segons el tipus d'activitat canviant que s'hi desenvolupi.

Cal distingir 4 tipus fonamentals de sistemes de regulació i control de la il·luminació:

1. Regulació i control sota demanda de l'usuari per interruptor manual, polsador, potenciòmetre o comandament a distància.
2. Regulació de la il·luminació artificial segons aportació de llum natural per finestres, vidrieres, lluernes o claraboies.
3. Control de l'encesa i apagat segons presència a la sala.
4. Regulació i control per un sistema centralitzat de gestió.

Les zones o dependències d'ús discontinu amb un règim de funcionament elevat, disposaran d'elements de reducció del temps d'encesa, com ara sensors de presència, polsadors temporitzats, etc. Aquests elements no actuaran directament sobre la lluminària, sinó que sempre passaran per un element de control. En cas d'utilitzar fluorescents, el balast caldrà que sigui electrònic d'alta freqüència amb arrencada per precaldeig. A mode d'exemple, les zones o dependències on cal instal·lar detectors de presència serien:

- Lavabos
- Passadissos
- Sales de reunió
- Despatxos d'ús no continuat

Tots els sistemes de regulació automàtics permetran, si és possible, una actuació manual.

La primera línia de lluminàries es regularà en funció de la llum natural, i haurà d'estar situada a una distància inferior a 3 metres de les finestres. És a dir, que es modularà la intensitat lumínica en funció de l'aportació de llum natural.



De la mateixa manera també caldrà regular, en funció de la llum natural, les lluminàries situades sota els lluernaris. A més, a les sales de conferències, sales de reunions, despatxos de gerència, despatxos de direcció i espais similars, es recomana una regulació lluminosa a voluntat de l'usuari. En cas d'utilitzar fluorescents, caldrà un balast electrònic d'alta freqüència amb arrencada per precaldeig i regulació digital de flux.

Es posarà especial atenció en fer un repartiment equilibrat de fases.

Per al control de l'apagada i encesa de l'enllumenat exterior s'utilitzarà un rellotge astronòmic per zona, encara que es mantindran els pulsadors en quadre. Així, el quadre quedarà previst per a possibles funcionaments manuals i automàtics de l'enllumenat.



5

Plecs de condicions tècniques d'instal·lacions de climatització i ventilació



5.1. Normativa d'obligat compliment

Les instal·lacions de climatització i ventilació es regiran a partir de la següent normativa i documentació:

- Reial Decret 1027/2007 (BOE núm. 207 de 29-08-2007), de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE).
- Reial Decret 1826/2009 (BOE núm. 298 de 11-12-2009), de 27 de novembre, pel qual es modifica el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis, aprovat pel Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol.
- Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Document Bàsic HS de Salubritat del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.
- Reial Decret 1369/2007 (BOE 23/10/2007), de 19 d'octubre, relatiu a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.
- Reial Decret 275/1995, de 24 de febrer (BOE 27-3-1995), pel qual es dicten les disposicions d'aplicació de la directiva del consell de les comunitats europees 92/42/CEE, relativa als requisits de rendiment per a les calderes noves d'aigua calenta alimentades amb combustibles líquids o gasosos, modificada per la directiva 93/68/CEE del consell.
- Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic i sanitaris per prevenir i controlar la legionel·losi.
- Decret 352/2004, de 27 de juliol (DOGC 29-7-2004), pel qual s'estableixen les condicions higièniques per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Instrucció 4/2005 dgemsi, de la direcció general d'energia mines i seguretat industrial, d'aclariments sobre els requisits de disseny d'instal·lacions tèrmiques en els edificis i d'instal·lacions frigorífiques per a la prevenció i control de la legionel·losi.
- Instrucció 2/2007 SIE, de la secretaria d'indústria i empresa, d'aclariments sobre les disposicions reglamentàries a complir en les instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) en relació al codi tècnic de l'edificació i al decret 21/2006 sobre criteris ambientals i ecoeficiència en els edificis.
- Reglament (CE) núm. 842/2006 del parlament europeu i del consell, de 17 de maig de 2006 (DOCE 14-06-2006) sobre determinats gasos fluorats d'efecte hivernacle.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Llei 31/1995 de 8 de novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.
- Reial Decret 3099/1977, de 8 de setembre de 1977, pel qual s'aprova el Reglament de Seguretat per a Plantes i Instal·lacions Frigorífiques. Instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Ordre CTE/3190/2002, de 5 de desembre de 2002, pel que es modifiquen les Instruccions Tècniques Complementàries MI-IF002, MI-IF004 i MI-IF009 del Reglament de Seguretat per a Plantes i Instal·lacions Frigorífiques.
- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OGMAU). Acord del Consell Plenari de 26 de març de 1999 i correccions posteriors.
- Ordenança General del Medi Ambient de Bar-



- celona (OMA). Acord del Consell Plenari de 25 de febrer de 2011.
- Disposició addicional de 10 d'abril de 2001 sobre prevenció de la legionel·losi i que modifica l'Ordenança General del Medi Ambient.
 - UNE-EN ISO 7730. Ambients tèrmics moderats. Determinació dels índexs PMV i PPD i especificacions de les condicions per al benestar tèrmic.
 - UNE-EN 13779. Ventilació dels edificis no residencials. Requisits de prestacions de sistemes de ventilació i condicionament de recintes.

També caldrà tenir en compte tots els reglaments i/o normativa que siguin d'aplicació directa o indirecta a les instal·lacions afectades.

5.2. Plec de condicions de les instal·lacions de climatització

5.2.1. Aspectes generals

Les instal·lacions de climatització es realitzaran d'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis i el Codi Tècnic de l'Edificació. Per a les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides.

La tria del sistema i les instal·lacions de climatització es farà d'acord amb els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat, i viabilitat econòmica. Per al disseny del sistema, l'edifici s'haurà de zonificar atenent a criteris d'horari de servei, orientació, ocupació, activitats desenvolupades, etc., de forma que es puguin obtenir condicions ambientals de projecte individualment en cadascuna de les dependències.

Es prioritzarà la utilització d'un sistema de climatització integrat, és a dir, que el sistema de climatització no es realitzi per parts, sinó que per ell mateix formi un sistema únic.

S'evitarà l'ús de calefactat elèctric per efecte Joule, ja que és molt poc eficient. Sempre que sigui possible, és preferible escollir altres alternatives. Es potenciarà la instal·lació de sistemes de captació solar tèrmica com a suport energètic per als sistemes de climatització, sempre que les condicions ho permetin.

En general, es prioritzarà l'ús d'equips de climatització que disposin d'alguna etiqueta ecològica o que tinguin la classificació energètica A. Seran vàlids el distintiu de garantia de qualitat ambiental de la Generalitat de Catalunya, l'etiqueta ecològica de la Unió Europea, la marca Aenor Medioambiente, o qualsevol altra etiqueta Tipus I, d'acord amb la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipus III, d'acord amb la norma UNE 150.025/2005 IN. Per justificar aquest criteri caldrà aportar una descripció de l'equip instal·lat a la Memòria Tècnica del Projecte, especificant quina etiqueta ecològica disposa o quina és la seva classificació energètica.

S'instal·laran equips que permetin modular el funcionament de les instal·lacions, com ara variadors de velocitat, i que permetin reduir el consum energètic.

A les instal·lacions de climatització amb distribució d'aigua als emissors finals, es prioritzaran les que siguin a 4 tubs, perquè són més eficients energèticament, especialment en èpoques intermèdies (primavera i tardor).

En instal·lacions amb distribució d'aigua als emissors finals, s'utilitzarà el sistema de col·lectors amb bombes primàries (una per màquina+reserva) i bombes secundàries (dues per circuit), i a més s'intercalarà un dipòsit d'acumulació.



Abans d'executar les instal·lacions s'haurà de disposar de tots els permisos administratius corresponents.

5.2.2. Condicions de confort

Un aspecte a incidir molt important és la temperatura interior del local tant a l'hivern com a l'estiu. En aquest sentit, cal fomentar l'ús responsable dels aparells de climatització, de manera que el termòstat sempre es posi a una temperatura adequada que generi benestar i, al mateix temps, estalviï energia.

La modificació del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis del passat 27 de novembre de 2009 estableix una limitació de temperatures aplicable a tots els edificis i locals, nous i existents, destinats als usos següents:

- a) Administratiu
- b) Comercial: botigues, supermercats, grans magatzems, centres comercials i similars
- c) Pública concurrència:
 - Culturals: teatres, cines, auditoris, centres de congressos, sales d'exposicions i similars.
 - Establiments d'espectacles públics i activitats recreatives
 - Restauració: bars, restaurants i cafeteries
 - Transport de persones: estacions i aeroports.

Els valors límits de les temperatures de l'aire en els recintes habitables condicionats que marca aquesta modificació són els següents:

- a) La temperatura de l'aire en els recintes calefats **no ha de ser superior a 21°C**, quan per a això es requereixi consum d'energia convencional per a la generació de calor per part del sistema de calefacció.
- b) La temperatura de l'aire en els recintes refrigerats **no ha de ser inferior a 26°C**, quan per a això es requereixi consum d'energia convencional per a la generació de fred per part del sistema de refrigeració.

- c) Les condicions de temperatura anteriors estan referides al manteniment d'una **humitat relativa compresa entre el 30 % i el 70 %**.

Adicionalment, aquesta modificació del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis estableix també l'obligatorietat de mostrar, en un lloc visible i freqüentat per les persones que utilitzen el recinte, la temperatura de l'aire i la humitat relativa registrades en cada moment mitjançant un dispositiu adequat. Aquest dispositiu és obligatori en els recintes destinats als usos indicats anteriorment la superfície dels quals sigui superior als 1.000 m².

En tots els casos es tindran en consideració les especificacions de benestar tèrmic establertes en la IT 1.1. del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis i aquelles assenyalades a la UNE-EN ISO 7730.

5.2.3. Generadors de fred i calor

Els equips de producció termofrigrorífica seran de reconeguda qualitat, gran robustesa i provada fiabilitat. Inclouran tot tipus d'elements de seguretat (pressòstats de baixa i alta, relès tèrmics, pressòstats d'oli, etc.) que protegeixin la màquina davant possibles anomalies. Tindran control electrònic amb visualització dels paràmetres de funcionament més representatius i possibilitat de telegestió.

El nivell de soroll dels equips no sobrepassarà els valors establerts en la Ordenança del Medi Ambient de Barcelona. L'objectiu últim de l'instal·lador serà mantenir el nivell de soroll de la unitat per sota del nivell de soroll ambient de la zona. Com a punt de sortida, els objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable, serien els següents, depenent de la franja horària i el que s'estableix en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona:



Ús de l'edifici	Dependències	Valors límit d'immissió (dBA)		
		7h-21h	21h-23h	23h-7h
Habitatge o ús residencial	Habitacions d'estar	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Hospitalari	Zones d'estada	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Educatiu o cultural	Aules	40	40	40
	Sales de lectura, audició i exposició	35	35	35

Taula 5.1: Objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable

Les màquines se situaran sobre bancades flotants, i han d'estar suportades per elements antivibratoris, de manera que no puguin transmetre sorolls, ni vibracions molestes a l'edifici o els edificis pròxims.

Els equips estaran ubicats en locals específics per a aquest fi, deixant espai suficient per permetre el fàcil accés a tots els seus components en les operacions de manteniment. Els locals de climatització disposaran de clau mestra.

Quan es tracti d'equips tipus bomba de calor es prioritzarà que incorporin recuperació total de calor. Aquest sistema comporta una eficiència energètica molt superior. Es justificarà documentalment l'estalvi en èpoques intermèdies on hi hagi zones que demandin fred i altres zones que demandin calor. Es valorarà a l'estiu la recuperació de calor per generar l'ACS.

Aquest sistema pren especial interès en edificis grans en els que es pot necessitar, en algunes dependències, refrigeració i, en d'altres, calefacció. En aquests casos, amb la tecnologia adequada, es pot aprofitar l'excedent de calor recuperat en la refrigeració per

calefactar o produir ACS, i es pot aprofitar la calor extreta de la refrigeració per calefactar dependències que ho demanin. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables, s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida i s'evita generar pèrdues de confort en canvi de temporades.

Les plantes refredadores i les bombes de calor disposaran de classificació energètica A o superior (A+, A++...). En funció del compressor utilitzat, el tipus d'equip que s'instal·larà, per ordre de preferència serà:

1. Equip amb compressors de levitació magnètica.
2. Equip amb compressors de cargol.
3. Equip amb compressors Scroll.

Nota: Les unitats amb compressor de cargol tenen un rendiment semblant a les unitats que incorporen compressors Scroll, no obstant, el seu índex de fiabilitat és altíssim, el que fa que els problemes de manteniment i la seva durabilitat sigui molt més elevada que amb compressor Scroll. Pel que fa a la unitat de levitació magnètica, disposa d'un millor rendiment, però té un preu final més elevat.

S'instal·laran generadors que permetin la modulació del seu funcionament, segons la càrrega frigorífica o calorífica i que permetin reduir el consum energètic.

D'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis, els diferents tipus de calderes hauran d'assolir els rendiments útils següents:

- A potència nominal, és a dir, funcionant a la potència nominal P_n , expressada en kW, i per a una temperatura mitjana de l'aigua a la caldera de 70°C.
- Amb càrrega parcial, és a dir, funcionant amb una càrrega parcial del 30 per 100, i per a una temperatura mitjana de l'aigua a la caldera variable segons el tipus de caldera.



Els rendiments útils que s'hauran de complir d'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis i el Reial Decret 275/1995 figuren en el quadre següent:

Tipus de caldera	Intervals de potencia (KW)	Rendiment a potencia nominal		Rendiment a càrrega parcial	
		Temperatura mitjana de l'aigua a la caldera (°C)	Expressió del rendiment (%)	Temperatura mitjana de l'aigua a la caldera (°C)	Expressió del requeriment del rendiment (%)
Calderes estàndard	4 a 400	70	$\geq 84 + 2\log P_n$	≥ 50	$\geq 80 + 3\log P_n$
Calderes de baixa temperatura*	4 a 400	70	$\geq 87,5 + 1,5\log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5\log P_n$
Calderes de gas de condensació	4 a 400	70	$\geq 91 + 1\log P_n$	30**	$\geq 97 + 1\log P_n$

Notes:

* Incloses les calderes de condensació que utilitzen combustibles líquids.

** Temperatura de l'aigua d'alimentació de la caldera.

Taula 5.2: Rendiments útils d'acord amb el RITE i el Reial Decret 275/1995

Es prioritzarà l'ús d'elements terminals funcionant a 50°C (climatitzadors, fan coils, terra radiant) a fi de poder treballar amb calderes en règim de condensació.

En cas d'utilitzar elements terminals que funcionin a 50°C o menys, s'utilitzaran calderes de condensació amb un rendiment nominal mínim del 105% (respecte el PCI del combustible). En cas d'utilitzar elements terminals que funcionin a més de 50°C, s'utilitzaran calderes d'alta eficiència amb un rendiment nominal mínim del 94 % (respecte el PCI del combustible).

Les calderes seran de primera qualitat i compliran les especificacions del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis i el Reial Decret 275/1995, pel que fa a rendiments i modulacions. Les calderes disposaran de classificació CE mínim de 3 estrelles o classificació energètica equivalent.

Les calderes hauran d'estar aïllades amb una manta calorífica i envoltant de xapa d'acer, pintat al forn i amb dispositiu de fàcil desmuntatge.

Les calderes incorporaran sistemes de regulació automàtica de la temperatura d'impulsió, en funció de la temperatura exterior, amb la qual cosa es podrà prescindir dels elements emprats habitualment en l'actualitat, consistents en vàlvules de 3 vies.

5.2.4. Temperatura de consigna flotant de les màquines de producció de calor/fred

Les bombes de calor aniran equipades d'un dispositiu de control per tal de regular la temperatura de consigna en funció de la temperatura exterior.

Al regular la temperatura de consigna l'equip pro-



ductor de calor i fred modularà la potència evitant moltes aturades i engegades innecessàries. En el cas de disposar de més d'una bomba de calor, es regularà la potència de forma simultània, evitant que una màquina treballi a ple rendiment i l'altre estigui aturada.

S'evitarà, en el disseny de les instal·lacions de climatització, que hi hagi diferències importants entre el focus fred i el focus calent. Cal indicar que com més diferència existeixi, més energia caldrà aportar al compressor per obtenir les mateixes prestacions tèrmiques. Caldrà dimensionar els equips emissors interiors correctament, per tal d'evitar temperatures d'impulsió extremes.

En cas de no adoptar les solucions d'aquest apartat, caldrà una justificació tècnica, energètica i econòmica; i en qualsevol cas, es realitzarà una comparació entre el sistema elegit i les solucions recomanades.

5.2.5. Sistemes VRV

Els equips seran de reconeguda qualitat, gran robustesa i provada fiabilitat. Inclouran tot tipus d'elements de seguretat que protegeixin la màquina davant possibles anomalies. Tindran control electrònic amb visualització dels paràmetres de funcionament més representatius i possibilitat de telegestió.

El nivell de soroll dels equips no sobrepassarà els valors establerts en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona. L'objectiu últim de l'instal·lador serà mantenir el nivell de soroll de la unitat per sota del nivell de soroll ambient de la zona. Com a punt de sortida, els objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable serien els següents, depenent de la franja horària i del que s'estableix en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona:

Ús de l'edifici	Dependències	Valors límit d'immissió (dBA)		
		7h-21h	21h-23h	23h-7h
Habitatge o ús residencial	Habitacions d'estar	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Hospitalari	Zones d'estada	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Educatiu o cultural	Aules	40	40	40
	Sales de lectura, audició i exposició	35	35	35

Taula 5.3: Objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable

Les màquines se situaran sobre bancades flotants i hauran d'estar suportades per elements antivibratòris, de manera que no puguin transmetre sorolls, ni vibracions molestes a l'edifici ni als edificis pròxims.

Es prioritzarà que incorporin recuperació total de calor. Així, el sistema permetrà simultàniament proporcionar fred i calor a les diverses dependències de l'edifici, segons demanda, i de forma independent. Aquest sistema comporta una eficiència energètica molt superior. Es justificarà documentalment l'estalvi en èpoques intermèdies, en zones que demandin fred i zones que demandin calor.

Aquest sistema pren especial interès en edificis grans on es pot donar el cas de necessitar refrigeració en algunes dependències i calefacció en d'altres. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables i s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida, a més, no es generen pèrdues de confort en canvi de temporades.

Els equips disposaran de classificació energètica A o superior (A+, A++...).



Caldrà dimensionar la instal·lació d'acord amb el que estableix el Reglament de Seguretat per a Plantes i Instal·lacions Frigorífiques i les instruccions tècniques complementàries (Reial Decret 3099/1977, de 8 de setembre de 1977 i Ordre CTE/3190/2002, de 5 de desembre de 2002). En aquesta normativa es defineixen els valors límit de càrrega màxima en quilograms per metre cúbic d'espai habitable, que cal complir en funció del gas refrigerant utilitzat.

En aquest sentit caldrà justificar a la Memòria Tècnica del Projecte que el quocient entre la càrrega màxima en quilograms del sistema i el volum del local de menors dimensions on s'aplica el sistema –per on passen les canonades de refrigerant o si el local disposa d'un emissor final–, sigui inferior a l'esmentat valor límit.

Caldrà que les canonades de refrigerant estiguin senyalitzades.

5.2.6. Torres de refrigeració i condensadors evaporatius en instal·lacions aigua-aigua

Els equips hauran de complir els requeriments establerts en el Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, el Decret 352/2004, de 27 de juliol, i la Instrucció 4/2005 dgemsi, de la direcció general d'energia mines i seguretat industrial.

També hauran de complir les condicions establertes en el plec de condicions tècniques d'instal·lacions d'aigua, apartat de prevenció del risc de la legionel·losi.

Per optimitzar el refredament amb la minimització del consum elèctric del sistema, els equips hauran de disposar de:

- **Controladors automàtics de temperatura:** En funció de la temperatura de sortida de la torre, es seleccionarà la velocitat dels motors dels ventiladors, mantenint la temperatura de consigna.
- **Reguladors de velocitat:** caldrà aplicar variadors de velocitat a les bombes i ventiladors que intervenen directament en una torre de refrigeració. Així, l'equip es podrà adaptar millor a la freqüent variabilitat de la càrrega tèrmica i a les condicions de l'aire ambient i s'assolirà un estalvi en el consum energètic.

Es recomana instal·lar també un transductor de pressió a la xarxa d'aigua de refrigeració, connectat amb el regulador de velocitat de la bomba, a fi de regular el cabal, en funció de la pressió de consigna i aconseguir una reducció del consum elèctric.

5.2.7. Unitats climatitzadores

Les unitats climatitzadores es dimensionaran amb unes temperatures d'ús de 10-15°C quan treballin en fred i de 30-35°C quan treballin en calor. Es tindran en compte les potències sensibles i latents subministrades per les unitats, per tal de realitzar un correcte tractament de l'aire tant en temperatura (sensible) com en humitat (latent). En el cas que sigui necessari realitzar una deshumectació en èpoques estivals, les unitats podran treballar a 7-12°C sempre que es justifiqui tècnicament en el projecte. Les unitats climatitzadores seran a quatre tubs.

Les unitats climatitzadores seran de primera línia dins de la gamma de fabricació de cada proveïdor. Estaran completament equipades amb carcasses i plenums, ventiladors, antivibratoris, aïllaments, safates, bateries, filtres, sistemes d'humidificació,



deflectors, comportes, enllumenat i altres elements i accessoris necessaris.

Serà necessari verificar els espais disponibles per a les unitats climatitzadores, que es muntaran en el lloc que se'ls ha destinat.

Les unitats seran dissenyades, construïdes i operaran sota tots els cabals de treball, de manera que es mantinguin les condicions tèrmiques i acústiques del projecte. Aquestes condicions de funcionament hauran d'assolir-se en les condicions reals de funcionament.

Cada unitat serà construïda i operarà en totes les condicions de cabal d'aire sense que es sobrepassin les condicions acústiques requerides i segons les característiques constructives de l'edifici, la ubicació de destí de la unitat i els conductes connectats, tal i com es va projectar. Si no s'aconsegueixen els nivells requerits, caldrà afegir les mesures o silenciadors que siguin necessaris, sense comprometre el disseny original.

Es prioritzarà la instal·lació de variadors de velocitat que permetin la modulació del funcionament dels equips, especialment els ventiladors, en funció de la càrrega tèrmica i l'ocupació dels locals, per tal d'aconseguir reduir el consum energètic.

La identificació dels aparells per part del fabricant anirà visible a l'exterior de l'equip, amb totes les dades principals. S'indicarà la zona que abasteixen, el volum d'aire, watts, RPM, pressió estàtica i mida. Les capacitats dels ventiladors hauran de basar-se en el funcionament, en les pressions estàtiques indicades a 21°C i 1 atm. de pressió baromètrica.

Se senyalitzaran els fluxos d'aire amb distintius de color per tipus de fluid, segons la següent estandardització:

- Blau: entrada aire fresc de l'exterior
- Verd: aire exterior després de passar pel recuperador
- Vermell: impulsió aire a instal·lació
- Taronja: retorn aire de la instal·lació
- Marró: extracció aire a l'exterior després de passar pel recuperador

Caldrà presentar la següent informació per a la seva acceptació:

- Plànols de fabricació i muntatge dels climatitzadors, que inclogui informació completa sobre equipament, materials i detalls constructius.
- Dades de càlcul de cadascuna de les seccions que componen les unitats de ventilació.
- Catàlegs i informació d'altres equips: humidificadors, comportes, filtres, etc.

Ventiladors

Caldrà presentar la següent informació per a la seva acceptació:

- Corbes de Rendiment: juntament amb els plànols de fabricació dels ventiladors presentats per a la seva revisió. Tots els ratios de rendiment de ventiladors i dades presentades hauran de ser certificades d'acord amb la normativa local o estàndard de reconegut prestigi.
- Dades acústiques dels ventiladors: El fabricant haurà de lliurar dades de nivell de potència sonora indicant les corbes que s'obtidran quan s'assagen, d'acord amb una normativa de reconegut prestigi. Les dades hauran de definir els nivells de potència per a cada una de les vuit (8) bandes d'octaves.
- La presentació per a l'aprovació haurà d'indicar potència absorbida, potència de frenada si s'escau, i rendiment a plena càrrega complint amb les especificacions.

Pel que fa al rendiment dels ventiladors s'haurà de basar en assaigs realitzats segons normatives de



reconegut prestigi, i s'acompanyarà d'un certificat. Els ventiladors centrífugs tindran una característica de pressió ràpidament creixent, que s'estendrà al llarg del rang de funcionament i continuarà el seu creixement més enllà del pic d'eficiència, per garantir un funcionament silenciós i estable en qualsevol condició. Les característiques de potència hauran de ser realment autolimitades i hauran d'arribar a un pic dins de l'àrea normal de selecció.

Secció de filtratge

La seva superfície haurà de permetre que la velocitat de pas d'aire no superi els 2,5 m/s.

La secció de filtratge haurà d'estar dotada amb un manòmetre de pressió diferencial per indicar si el filtre està brut, que s'instal·larà a l'exterior de l'evolvent i donarà el senyal d'alarma al supervisor de la instal·lació.

S'haurà de realitzar un canvi de filtres dels climatitzadors, quatre setmanes després de la seva posada en funcionament.

Secció de bateries de refredament i escalfament

La velocitat de pas d'aire per les bateries de fred, haurà de ser inferior a 2,6 m/s i de 2,7 m/s per les bateries de calor.

La pèrdua de càrrega que originin les bateries al pas de l'aire, no haurà de ser superior a 12 mmca. La pèrdua de càrrega que originin les bateries al pas de l'aigua no haurà de ser superior a 2,5 mca. Els serpentins es disposaran per treballar a contracorrent.

Seccions d'impulsió i retorn

Els ventiladors de les seccions d'impulsió i retorn seran centrífugs, antiguspies, de doble banda d'aspiració, àleps a reacció, amb el cabal i pressió re-

querits, equilibrats estàticament i dinàmicament. Per cabals superiors a 20.000 m³/h disposaran de pales amb secció tipus airfoil. El rendiment mínim serà del 80 % i la velocitat de gir no superarà les 3.000 rpm. El nivell sonor màxim no sobrepassarà els valors establerts a l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona.

La velocitat de descàrrega de l'aire haurà de ser inferior a 12 m/s.

Tot el conjunt motor-ventilador anirà suportat en una bancada aïllada mitjançant antivibratoris. La sortida d'aire, estarà connectada mitjançant una lona antivibratòria.

5.2.8. Unitats emissores interiors

Es prioritzarà la utilització d'equips o elements terminals que treballin a 50°C a l'hivern (climatitzadors, fan coils i terra radiant) per tal de poder utilitzar calderes en règim de condensació.

Es dimensionarà el terra radiant amb unes temperatures d'ús de 30-35°C quan treballi en calor i de 15°C, o temperatura superior, quan treballi en fred per evitar condensacions.

En cas d'utilitzar *fan coils* o climatitzadors, es dimensionaran amb unes temperatures d'ús de 10-15°C quan treballin en fred, i de 30-35°C quan treballin en calor. Es tindran en compte les potències sensibles i latents subministrades dels fan coils per tal de realitzar un correcte tractament de l'aire, tant en temperatura (sensible) com en humitat (latent). En el cas que sigui necessari realitzar una deshumectació en èpoques estivals mitjançant els *fan coils*, podran treballar a 7-12°C sempre que es justifiqui tècnicament en el projecte.



En cas d'utilitzar *fan coils*, es prioritzarà que siguin a quatre tubs. El ventilador disposarà d'un mínim de tres velocitats o variació de velocitat.

Per a una renovació d'aire de més de 1.800 m³/h es disposarà d'un sistema de recuperació d'aire, amb una eficiència de recuperació segons la taula "2.4.5.1 Eficiència de recuperació" del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis.

Les bateries d'intercanvi tèrmic disposaran de filtre i safates de condensat amb aïllament exterior, per tal d'evitar la possibilitat de condensacions. Aquestes safates disposaran de desguàs sifònic a la sortida. La regulació del cabal d'aigua es durà a terme mitjançant vàlvules de tres vies proporcionals. Les unitats terminals també disposaran de vàlvula d'equilibrat.

El grup motor-ventilador anirà fixat a la carcassa a través de suspensions elàstiques, per tal d'evitar la transmissió de vibracions.

La unitat emissora disposarà d'un commutador manual de velocitats, i un termòstat per a regulació de la unitat emissora ubicat en el retorn o en l'ambient tractat.

Per tal de mantenir una qualitat acceptable de l'aire en els locals ocupats, es tindran en compte els criteris de ventilació esmentats en la norma UNE-EN 13779. L'aire exterior aportat sempre serà filtrat i tractat tèrmicament abans d'introduir-lo al local.

Es justificarà tècnicament, energèticament i econòmicament la solució adoptada.

En cas d'utilitzar radiadors, caldrà que disposin de vàlvules termostàtiques o bé un sistema de regulació basat en la instal·lació d'una vàlvula de tres vies en cada emissor final o en el ramal de cada local, i

un element de control de temperatura (tipus sonda) per a cada espai a climatitzar que reguli les vàlvules de tres vies. En edificis on existeix risc de vandalisme no s'aconsellen les vàlvules termostàtiques i es prioritzarà el segon sistema esmentat. La incorporació d'aquests sistemes permetrà un augment considerable del nivell de confort, així com un estalvi d'energia, ja que els emissors només proporcionaran la calor que realment es necessita a la sala.

5.2.9. Zonificació de la climatització

Es zonificaran o sectoritzaran els circuits de climatització, ja que és una eina molt eficaç en sistemes centralitzats, per assegurar el confort de tots els usuaris i, alhora, per no malbaratar recursos energètics.

Es maximitzarà l'estalvi energètic mitjançant la zonificació i individualitzant el clima a cada dependència segons la demanda, per tant, la climatització es podrà apagar en aquella zona on no sigui puntualment necessària.

La distribució és un punt crític d'optimització energètica, i caldrà prioritzar-ne el bon disseny i instal·lació. També caldrà tenir en compte l'aïllament de canonades.

En instal·lacions amb climatitzadors de conductes aire-aire o aire-aigua-aire, es prioritzarà la incorporació de sistemes de volum d'aire variable (VAV), consistents en col·locar elements capaços de restringir el pas de l'aire en cadascuna de les sortides, com difusors que incorporin comportes de zonificació automatitzades, en funció de la temperatura de cada espai que es vol climatitzar. Aquest sistema permetrà millorar el rendiment de la instal·lació, ja que només es climatitzaran aquelles zones que ho necessitin en cada moment i augmentarà el confort,



ja que es podrà mantenir la temperatura desitjada en tots els locals.

La zonificació permetrà regular les condicions interiors de cada dependència per mitja del control centralitzat. Per tant, la climatització es podrà apagar en aquella zona on no sigui necessària.

5.2.10. Bombes de distribució d'aigua de climatització

En edificis amb un gran consum es prioritzarà la instal·lació de variadors de velocitat en els motors elèctrics dels grups o equips de bombament dels circuits secundaris de climatització. En aquest cas, caldrà equipar els emissors finals amb vàlvules de 2 vies per tal d'equilibrar correctament els circuits hidràulics.

Els equips de bombament dels circuits de fred a partir de 750W de potència elèctrica, seran preferiblement de rotor sec. Els equips de bombament disposaran de l'aïllament tèrmic corresponent.

Es tindrà en compte en el càlcul de fred, la potència instal·lada en equips de bombament.

Per tal de no sobrecarregar els equips de climatització, es mantindrà el circuit primari i/o secundari en règim de temperatura de funcionament en períodes curts en què l'edifici no es trobi en ús (caps de setmana, ponts curts, etc.). Les màquines de climatització s'aturaran en períodes de vacances o similars, en què l'edifici romangui sense ús durant un temps considerable.

Tots els nous motors que s'instal·lin o motors convencionals existents que se substitueixin, seran motors d'alta eficiència classe Eff1.

5.2.11. Equilibrat tèrmic i hidràulic

Els traçats dels circuits de canonades portadores es dissenyaran, en el nombre i forma que resulti necessari, tenint en compte l'horari de funcionament de cada subsistema, la longitud hidràulica i el tipus d'unitats terminals servides.

S'aconseguirà l'equilibrat hidràulic dels circuits de canonades durant la fase de disseny utilitzant vàlvules d'equilibrat, si és necessari.

Els acoblaments a màquines i bombes es realitzaran amb maneguns elàstics. Es preveurà la lliure dilatació de les canonades mitjançant compensadors adequats i s'inclouran purgadors d'aire tipus boia automàtics amb comandament manual, proveïts de vàlvula de tancament per eliminar l'aire del circuit.

La xarxa hidràulica disposarà dels suficients elements de tall per permetre aïllar zones i equips, sense afectar la resta de la instal·lació, i s'instal·laran vàlvules d'equilibrat per a l'ajust de cabals.

Es realitzarà un equilibrat tèrmic dels diferents circuits hidràulics per tal que totes les unitats emissores i productores rebin el mateix nivell de temperatura.

5.2.12. Sistema de control i gestió de climatització

La instal·lació de climatització disposarà d'un sistema automàtic centralitzat de regulació i control. Aquest sistema permetrà l'ajust de la climatització en funció de les condicions exteriors i d'ambient interior, així com la posada en marxa, aturada i control horari de la instal·lació.

Haurà de disposar dels elements necessaris per efectuar, a través de la xarxa telefònica, la seva com-



pleta operació des de l'exterior de l'edifici, així com la transmissió a un lloc central d'alarmes, estats, etc.

Es prioritzarà l'ús de sondes i controladors de climatització en detriment dels termòstats per a les unitats de condicionament d'aire, que se situaran en un lloc inaccessible per al públic.

En el sistema de regulació s'inclouran els mecanismes necessaris (sondes de temperatura, humitat, actuadors...) per aconseguir mantenir la temperatura de disseny amb la mínima despesa d'exploració de la instal·lació.

A les zones de despatxos o espais similars s'instal·laran sondes de temperatura amb una correcció màxima $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de consigna, prefixada pel control centralitzat. El control d'aquesta sonda determinarà el funcionament dels emissors finals de cadascun dels espais.

En cas d'utilitzar terra radiant, caldrà controlar i tenir en compte tots els paràmetres possibles, com temperatura ambient, humitat ambient, temperatura del terra i temperatura exterior. L'algorisme de control disposarà de la funció anticipativa per tal de controlar les inèrcies tèrmiques del sistema radiant.

El diferencial estàtic no serà superior a $1,5^{\circ}\text{C}$ entre la temperatura d'ambient real i la temperatura de consigna.

En cas d'utilitzar un *fan coil* o climatitzador per més d'una dependència, es disposarà d'una sonda en el retorn de l'equip pel control de la temperatura ambient. Es consideraran les prescripcions següents:

- Variació de la temperatura de consigna de forma automàtica en funció de la presència de persones a l'estança (ús de sensors de presència).

- Instal·lació d'un detector d'obertura per tal d'aturar la climatització en cas d'obertura de finestres.

Centrals de regulació

La posada a punt d'aquests tipus d'aparells es realitzarà per un tècnic especialitzat de l'empresa integradora (empresa especialitzada en sistemes de control de diverses marques).

Vàlvules motoritzades

Les vàlvules es construiran amb materials inalterables pel fluid circulant.

Comptabilització de consums

Per a tota la instal·lació tèrmica es disposarà de comptadors de calories per tal de registrar el consum de cada servei (fred, calor i ACS), entre les diferents zones o usuaris. Els registres establerts seran suficients per poder portar a terme un sistema de gestió d'energia.

Les bombes i ventiladors del sistema de climatització disposaran d'un registre de funcionament des del sistema centralitzat.

Per a les instal·lacions d'energia solar tèrmica amb una superfície d'obertura de captació major que 20 m^2 , es donarà compliment al que estableix el punt IT 3.4.3 del Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis.

Control de climatització

El control de climatització que es vulgui instal·lar contindrà, com a mínim, les funcions següents:

Equips de producció fred i calor:

- Marxa / aturada dels equips de producció.
- Estat de funcionament dels equips de producció.
- Alarma general.
- Temperatura de l'aigua en impulsió.



- Temperatura de l'aigua en retorn.

Climatitzadors:

- Marxa / aturada dels ventiladors d'impulsió.
- Estat de funcionament dels ventiladors d'impulsió.
- Marxa / aturada dels ventiladors d'extracció o retorn.
- Estat de funcionament dels ventiladors d'extracció.
- Temperatures de l'aire d'impulsió.
- Humitat relativa de l'aire d'impulsió.
- Pressió de l'aire d'impulsió.
- Alarma de prefiltrats.
- Alarma de filtres d'alta eficàcia.
- Alarma de filtres absoluts.
- Regulació de les bateries de fred.
- Regulació de les bateries de calor.
- Regulació de la humectació.
- Marxa / aturada de les bombes de recuperació.
- Estat de funcionament de les bombes de recuperació.
- Regulació de les freqüències dels motors de ventilació.

Terra radiant:

- Marxa / aturada dels diferents circuits.
- Temperatura del terra.
- Temperatura de l'aire de la zona afectada.
- Temperatura exterior.
- Humitat relativa de la zona afectada.
- Engegada / aturada de bombes.
- Temperatura d'impulsió i retorn.
- Control de les vàlvules mescladores.

Fan coils:

- Marxa / aturada dels ventiladors.
- Estat de funcionament dels ventiladors.
- Temperatures de l'aire d'impulsió.
- Temperatura d'aire de retorn.
- Alarma de filtres.
- Regulació de les bateries de fred.

- Regulació de les bateries de calor.
- Marxa / aturada de les bombes de circulació.
- Estat de funcionament de les bombes de circulació.
- Regulació de les velocitats dels motors en funció de la demanda tèrmica.
- Funció deshumectació.

Equips de ventilació:

- Marxa / aturada dels ventiladors.
- Estat de funcionament dels ventiladors.
- Temperatures de l'aire d'impulsió.
- Temperatura d'aire de retorn.
- Alarma de filtres.
- Regulació de les bateries de fred.
- Regulació de les bateries de calor.
- Regulació de la humectació.

Sondes, sensors, pressòstats i resta d'accessoris

S'instal·laran sondes de temperatura i sondes d'humitat en conductes; sensors de temperatura en canonades; transductors de pressió per als variadors de velocitat dels motors dels ventiladors d'impulsió, actuadors proporcionals per a vàlvules; pressòstats diferencials per a aire; vàlvules de tres vies PN-16 amb connexions roscades, en funció de les necessitats de cada sistema, subsistema o part de la instal·lació i el seu ús.

La central de regulació serà d'una marca i model homologats per la direcció tècnica amb programació en central de l'estat de tots els elements, alarmes, horaris i consignes.

El sistema de control permetrà realitzar registres de control i històrics de dades, i també permetrà realitzar una gestió dels diferents consums de la instal·lació de climatització.



5.2.13. Sistemes de control de la humitat

Sempre que sigui possible per les dimensions i necessitats de l'espai, es prioritzarà l'ús de sistemes d'humectació basats en atomitzadors per ultrasons. Pel que fa a la deshumectació, es prioritzarà l'ús de sistemes de deshumectació per procés químic, com els que utilitzen gel de sílice.

5.2.14. Aïllaments tèrmics d'aparells i conduccions

S'aïllaran totes les conduccions que passin per dependències no calefactades, les que passin per l'exterior de les edificacions, encara que no estiguin enterrades dins un caixetí, les que passin per fals sostre, terres tècnics, passadissos, galeries, patinets, aparcaments, sales de màquines o qualsevol altra ubicació que pugui comportar una pèrdua d'energia.

Abans d'aplicar-se l'aïllament, les conduccions i equips hauran estat sotmesos a les proves i assaigs de pressió.

S'aïllaran també les vàlvules i accessoris.

Caldrà parar una atenció especial a les embocadures i connexions als equips de ventilació, punts en què es realitzaran les connexions amb un maniquet elàstic per evitar les transmissions de vibracions a la xarxa de conductes.

Canonades d'aigua

Els interiors de les canonades s'aïllaran amb escuma elastomèrica, i els exteriors amb escuma elastomèrica acabada en xapa d'alumini o qualsevol altra que sigui adient i que compleixi les normes vigents. Es respectaran els gruixos segons el Reglament

d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis. El gruix mínim de l'aïllament tèrmic a utilitzar serà l'estipulat per la IT 1.2.4.2.1.2, que es fixa en:

Fluid interior calent			
Diàmetre exterior (1) mm	Temperatura del fluid (2) °C		
	40 a 60	> 60 a 100	> 100 a 180
D [35	25	25	30
35 < D [60	30	30	40
60 < D [90	30	30	40
90 < D [140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Fluid interior fred			
Diàmetre exterior (1) mm	Temperatura del fluid (3) °C		
	-10 a 0	> 0 a 10	> 10
D [35	30	20	20
35 < D [60	40	30	20
60 < D [90	40	30	30
90 < D [140	50	40	30
140 < D	50	40	30

- (1) Diàmetre exterior de la canonada sense aïllar
- (2) Temperatura màxima de la xarxa
- (3) Temperatura mínima de la xarxa

Taula 5.4: Gruix de l'aïllament tèrmic

L'espessor d'aïllament quan les canonades discorren per l'exterior s'augmentarà en 10 mm per a canonades de fluid calent i de 20 mm per a canonades de fluid fred.

Caldrà que el segellat de l'aïllament sigui correcte per evitar problemes de manteniment posteriors. Una vegada col·locat l'aïllament es procedirà a la protecció i senyalització de les conduccions.

Conducces d'aire

S'aïllaran tots els conductes d'aire amb el nivell d'aïllament necessari per evitar la formació de condensacions.



Si s'utilitzen conductes metàl·lics s'aïllaran per la seva part exterior per tal de facilitar les tasques de neteja.

Es compliran les prescripcions tècniques d'aïllament exposades en el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis, que especifica que els conductes i accessoris de la xarxa d'impulsió d'aire disposaran d'un aïllament tèrmic suficient perquè la pèrdua de calor no sigui major al 4 % de la potència que transporten i sempre que sigui suficient per evitar condensacions.

Un cop instal·lat, l'aïllament presentarà un aspecte uniforme i que abastarà tota la superfície de les diferents xarxes de conductes.

5.2.15. Utilització de materials respectuosos amb el medi ambient

En el disseny de les instal·lacions de climatització es definirà la utilització de materials respectuosos amb el medi ambient. Aquests materials seran en gran part reciclables i/o reutilitzables.

Els materials plàstics utilitzats en les instal·lacions hauran de ser lliures de clors o altres agents contaminants.

Es prioritzaran materials que permetin la unió dels tubs per calor tot evitant l'ús de coles. També es prioritzarà l'ús de materials prefabricats, per tal d'aconseguir una obra amb menys residus i estalvi de materials.

Les pintures que s'utilitzin seran ecològiques de base aquosa, per tal d'evitar la presència de dissolvents.

5.3. Plec de condicions de les bombes geotèrmiques

5.3.1. Aspectes generals

Les instal·lacions es realitzaran d'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis i el Codi Tècnic de l'Edificació. Per a les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides.

Les instal·lacions amb bomba geotèrmica seran de circuit tancat.

La tria del sistema i de les instal·lacions de climatització es durà a terme seguint els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat i viabilitat econòmica.

En general, es prioritzarà l'ús d'equips de climatització, calefacció i ventilació mecànica que disposin d'alguna etiqueta ecològica o que tinguin la classificació energètica A. Seran vàlids el distintiu de garantia de qualitat ambiental de la Generalitat de Catalunya, l'etiqueta ecològica de la Unió Europea, la marca Aenor Medioambiente, o qualsevol altra etiqueta Tipus I, d'acord amb la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipus III, d'acord amb la norma UNE 150.025/2005 IN. Per justificar aquest criteri caldrà aportar una descripció de l'equip instal·lat a la Memòria Tècnica del Projecte especificant de quina etiqueta ecològica disposa o quina és la seva classificació energètica.

S'instal·laran equips que permetin la modulació del seu funcionament en funció de la càrrega frigorífica o calorífica i que permetin reduir el consum energètic.



Caldrà realitzar un estudi geològic local acurat. Segons les característiques intrínseques del terreny, es determinarà la viabilitat i la rendibilitat de l'aplicació geotèrmica i la dimensió de l'intercanviador subterrani. Així, s'ajustarà al màxim el tipus d'instal·lació subterrània a les condicions naturals del subsòl, per aconseguir el màxim rendiment.

Abans d'executar les instal·lacions es disposarà de tots els permisos administratius corresponents.

5.3.2. Generadors de fred i calor

Els equips seran de reconeguda qualitat, gran robustesa i provada fiabilitat. Inclouran tot tipus d'elements de seguretat (pressòstats de baixa i alta, relès tèrmics, pressòstats d'oli, etc.) per protegir la màquina davant possibles anomalies. Tindran control electrònic amb visualització dels paràmetres de funcionament més representatius i possibilitat de telegestió. Es garantiran nivells de pressió sonora inferiors a 70 dBA mesurats a 1 metre de distància de les màquines.

Les màquines se situaran sobre bancades flotants, i estaran suportades per elements antivibratoris, de manera que no puguin transmetre sorolls, ni vibracions molestes a l'edifici ni a edificis pròxims.

Els equips estaran ubicats en locals específics per a aquest fi, deixant espai suficient per permetre el fàcil accés a tots els seus components en les operacions de manteniment. Els locals de climatització disposaran de clau mestra.

Les bombes de calor disposaran de classificació energètica A o superior (A+, A++...).

Les bombes de calor geotèrmiques solen ser per a instal·lacions a dos tubs, fet que motiva que el

canvi de temporada sigui un moment crític. Sovint, aquest canvi de temporada comporta que els locals climatitzats no assoleixin les condicions de confort desitjades.

Per tal de millorar l'eficiència energètica del sistema, sobretot en èpoques intermèdies, es prioritzarà que el sistema de climatització geotèrmic sigui a quatre tubs amb recuperació total de calor. Es justificarà documentalment l'estalvi en èpoques intermèdies on hi hagi zones que demandin fred i zones que demandin calor. Es valorarà a l'estiu la recuperació de calor per generar ACS.

Aquest sistema esdevé especialment interessant en edificis grans on es requereix refrigeració en algunes dependències i calefacció en d'altres. En aquests casos, amb la tecnologia adequada, es pot aprofitar l'excedent de calor recuperat en la refrigeració per calefactar o produir ACS, i es pot aprofitar la calor extreta de la refrigeració per calefactar dependències que ho demanin. D'aquesta manera la màquina funciona en unes condicions més favorables i s'aconsegueix un estalvi en l'energia consumida, a més de no generar pèrdues de confort en canvi de temporades.

Quan s'hagi de dissipar la calor o el fred al terreny, es controlaran les bombes de circulació d'aigua mitjançant variadors de velocitat que s'ajustaran a la demanda requerida.

Per tal que la bomba de calor pugui produir ACS, les màquines han de tenir una potència determinada, que cal tenir prevista.

5.3.3. Temperatura de consigna flotant de les màquines de producció de calor/fred

Les bombes de calor geotèrmiques disposaran d'un



mecanisme de control per tal de regular la temperatura de consigna, en funció de la temperatura exterior.

En regular la temperatura de consigna l'equip productor de calor i fred modularà la potència i evitarà moltes aturades i engegades innecessàries. En cas de disposar de més d'una bomba de calor geotèrmica, es regularà la seva potència de manera simultània i s'evitarà que una màquina treballi a ple rendiment i l'altra estigui aturada.

El disseny de les instal·lacions de climatització haurà d'evitar diferències importants entre el focus fred i el focus calent. Cal indicar que com més diferència existeix, més energia caldrà aportar al compressor per obtenir les mateixes prestacions tèrmiques. Caldrà dimensionar els equips emissors interiors correctament, per tal d'evitar temperatures d'impulsió extremes.

En el cas de no adoptar les solucions suggerides en aquest apartat, s'haurà de justificar tècnicament, energèticament i econòmicament; en qualsevol cas, es realitzarà una comparació entre el sistema recomanat i l'escollit.

5.3.4. Disseny dels pous

El disseny dels pous dependrà en gran mesura del tipus de terreny on es realitzi la instal·lació. És per això que es mostren els paràmetres de disseny mitjançant una forquilla de valors.

La relació entre la potència tèrmica i la profunditat dels pous hauria de trobar-se entre 50 W/ml i 100 W/ml.

Es recomana sempre realitzar el test de Resposta Tèrmica del Terreny en instal·lacions que superin els

6 pous o amb una potència tèrmica superior als 30 kW.

La profunditat màxima recomanable és de 100 ml. La profunditat màxima executable estaria entre 60 i 150 ml, i la distància mínima recomanada entre els pous hauria de ser d'entre 6 i 8 m.

Es recomana que el reomplert dels pous sigui amb ciment ventonític o bé amb graves, en cas de tractar-se d'un terra amb aigües freàtiques.

A l'entrega de les obres de perforacions, cal comprovar que disposin de sondes provades i que tant les perforacions com les sondes estiguin correctament segellades.

A més, el material de les sondes cal que sigui adequat a la profunditat dels pous.

5.4. Plec de condicions de les instal·lacions de ventilació

5.4.1. Aspectes generals

Les instal·lacions de ventilació es realitzaran d'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis i el Codi Tècnic de l'Edificació. En les instal·lacions que hagin de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions adoptades permetran assolir les exigències requerides.

La tria del sistema i de les instal·lacions de ventilació es farà d'acord amb els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat i viabilitat econòmica.



En general, es prioritzarà l'ús d'equips de ventilació mecànica que disposin d'alguna etiqueta ecològica o que tinguin la classificació energètica A. Seran vàlids el distintiu de garantia de qualitat ambiental de la Generalitat de Catalunya, l'etiqueta ecològica de la Unió Europea, la marca Aenor Medioambiente, o qualsevol altra etiqueta Tipus I, d'acord amb la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipus III, d'acord amb la norma UNE 150.025/2005 IN. Per justificar aquest criteri caldrà aportar una descripció de l'equip instal·lat, a la Memòria Tècnica del Projecte especificant quina etiqueta ecològica disposa o quina és la seva classificació energètica.

A l'hora de dissenyar les instal·lacions de ventilació caldrà parlar una atenció especial per a que puguin tenir un comportament flexible.

La instal·lació de ventilació es dissenyarà de manera que es pugui realitzar un desplaçament de la calor interna de l'edifici cap a altres zones que la requereixin. Amb aquest desplaçament s'aconseguirà una homogeneïtzació de temperatures internes, s'evitaran les zones fredes (zones amb orientació nord) i les zones calentes (zones amb orientació sud). Aquest tipus de ventilació prendrà especial interès en zones diàfanes o de grans dimensions i en diferents orientacions dins la mateixa zona ocupada.

Les unitats de ventilació i de renovació d'aire compliran les condicions establertes anteriorment per les unitats climatitzadores i els seus ventiladors. En els ventiladors també es prioritzarà la instal·lació de variadors de freqüència que permetin modular el seu funcionament.

Abans d'executar les instal·lacions es disposarà de tots els permisos administratius corresponents.

5.4.2. Regulació d'aportació d'aire en funció de la concentració de CO₂

Es realitzarà una ventilació interior eficient, que es basarà en la mesura de la qualitat de l'aire mitjançant sensors apropiats. En el sistema de ventilació controlat, la quantitat d'aire exterior distribuïda als espais serà continuament adaptada per afrontar la demanda actual de renovació d'aire.

El principi de control de la ventilació estarà basat en una sonda de qualitat d'aire, ubicada en el conducte d'extracció d'aire d'una sala o equip, que mesura les impureses de l'aire. També es col·locarà una sonda a l'exterior de l'edifici per comparar el nivell de qualitat d'aire de l'exterior. Com a resposta a aquesta mesura, el controlador determinarà continuament la demanda d'aire exterior i, d'acord amb per a que d'això, consignarà la velocitat del ventilador o adaptarà el rang de cabal d'aportació sobre la base de la demanda. D'aquesta forma, s'aconseguirà un significatiu estalvi energètic, ja que cal recordar que una part molt important del consum d'energia en les instal·lacions de climatització i ventilació es consumeix en la preparació de l'aire exterior.

En els edificis es mesurarà la concentració de CO₂. Com que el CO₂ s'exhala a l'aire, es pot utilitzar com un indicador per mesurar la presència de persones.

Les categories de qualitat d'aire requerides en l'interior dels edificis estan condicionades pel seu ús. Aquests nivells de concentració es troben en el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis, exposats a continuació:



Categoria	CO ₂ (ppm)*
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

* Concentració de CO₂ (en parts per milió en volum) per sobre de la concentració en l'aire exterior.

Taula 5.5: Categories de qualitat d'aire requerides en l'interior dels edificis

Es disposarà d'elements de regulació del cabal d'aire de renovació higiènica, en funció de la qualitat de l'aire. Aquesta regulació es podrà realitzar mitjançant les diverses velocitats disponibles en els equips de ventilació o mitjançant variadors de velocitat en els motors dels ventiladors. El control de la ventilació es realitzarà mitjançant un sistema de control centralitzat, que podrà gestionar tots els equips del sistema de ventilació.

5.4.3. Free-cooling & free-heating

El sistema de ventilació disposarà d'un sistema de refredament i escalfament gratuït, que es podrà controlar mitjançant l'augment de velocitat dels ventiladors dels equips de renovació d'aire sempre que sigui necessari, en funció de la comparació de les entalpies de l'aire exterior i interior, i de l'època de l'any en curs.

El sistema de control prioritzarà el refredament i/o l'escalfament gratuït, respecte la funció de regulació de velocitat en funció de la concentració de CO₂.

En el cas de no utilitzar aquest sistema suggerit, la opció elegida es justificarà tècnicament, energèticament i econòmicament.

5.4.4. Recuperació de calor de l'aire de renovació

El sistema de ventilació disposarà d'un sistema de recuperació de calor. Així, l'aire de ventilació que s'hagi d'expulsar a l'exterior per mitjans mecànics, podrà ser emprat per al tractament tèrmic, per recuperació d'energia, de l'aire nou que s'aporta des de l'exterior.

En cas d'instal·lar recuperadors de calor de les marques que subministren sistemes tipus VRV, caldrà que es verifiquin les condicions que estableix el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis, especialment pel que fa a filtres.

És competència de l'instal·lador el subministrament, muntatge i posada en servei dels recuperadors, d'acord amb les característiques tècniques, implantació i qualitats previstes en el projecte. Els recuperadors més utilitzats en aquests tipus d'instal·lacions són:

Recuperació de calor sensible i latent (recuperador rotatiu)

Per realitzar la recuperació de calor latent i sensible s'utilitzaran recuperadors rotatius, que permeten recuperar la calor i la humitat de l'aire d'extracció (recuperació entàlpica).

El recuperador rotatiu anirà muntat en el cos de la unitat de tractament d'aire. Estarà compost per una carcassa de suport i protecció que conté el rotor al motor impulsor, amb la seva corresponent corretja de transmissió (és vàlida la pròpia carcassa de l'equip de ventilació). La carcassa formarà una caixa de construcció rígida i les seves cares laterals es projectaran per a la seva fàcil connexió. Al llarg del perímetre del rotor, i de la zona divisòria entre els dos fluxos d'aire es disposarà una tira de



tancament ajustable per tal d'evitar filtracions d'aire. El recuperador estarà equipat amb un sector de purga en què cada casella és netejada per aire fresc abans d'entrar en el propi flux d'aire impulsat.

L'eficàcia del recuperador no serà inferior al 70%.

Recuperació de calor sensible amb refredament adiabàtic

Per realitzar la recuperació de calor sensible s'utilitzaran recuperadors estàtics de plaques, que permeten recuperar només la calor de l'aire d'extracció.

El recuperador estàtic de plaques anirà muntat en el cos de la unitat de tractament d'aire. Serà de flux creuat amb separació de fluxos, mitjançant fulls d'alumini especialment resistent a la corrosió.

Els dos fluxos circularan rigorosament separats, de manera que no hi hagi cap contaminació de l'aire nou per part de l'aire d'extracció.

Per augmentar el rendiment del recuperador, especialment a l'estiu, es disposarà d'un sistema de refredament adiabàtic. Aquest sistema s'instal·larà a la part d'extracció d'aire abans del recuperador de calor. El rendiment del recuperador no serà inferior al 50 %.

S'estudiarà la millor opció, en funció de les condicions d'instal·lació i de les necessitats de cada edifici. Sempre es valorarà i justificarà el rendiment energètic de cada opció.

5.4.5. Aïllament de xarxes de conductes

Veure plec de condicions d'instal·lacions de climatització, apartat d'aïllaments tèrmics.

5.4.6. Utilització de materials respectuosos amb el medi ambient

Veure plec de condicions d'instal·lacions de climatització, apartat d'aïllaments tèrmics.



6

Plecs de condicions tècniques d'energies renovables



6.1. Normativa de referència

La normativa de referència que cal considerar, sense perjudici que el llistat pugui ser ampliat, és:

- Reial Decret 314/2006 pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Document Bàsic HE d'Estalvi d'Energia del Codi Tècnic de l'Edificació.
- Decret 21/2006 pel qual es regula l'adopció de criteris de sostenibilitat i d'ecoeficiència en els edificis a Catalunya.
- Reial Decret 1027/2007 (BOE núm. 207 de 29-08-2007), de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE).
- Reial Decret 1369/2007 (BOE 23/10/2007), de 19 d'octubre, relatiu a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.
- Reial Decret 275/1995, de 24 de febrer (BOE 27-3-1995), pel qual es dicten les disposicions d'aplicació de la directiva del consell de les comunitats europees 92/42/CEE, relativa als requisits de rendiment per a les calderes noves d'aigua calenta alimentades amb combustibles líquids o gasosos, modificada per la directiva 93/68/CEE del consell.
- Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic i sanitaris per prevenir i controlar la legionel·losi.
- Decret 352/2004, de 27 de juliol (DOGC 29-7-2004), pel qual s'estableixen les condicions higiènic sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Instrucció 4/2005 dgemsi, de la direcció general d'energia mines i seguretat industrial, d'aclariments sobre els requisits de disseny d'instal·lacions tèrmiques en els edificis i d'instal·lacions frigorífiques per a la prevenció i control de la legionel·losi.
- Instrucció 2/2007 SIE, de la secretaria d'indústria i empresa, d'aclariments sobre les disposicions reglamentàries a complir en les instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) en relació al codi tècnic de l'edificació i al decret 21/2006 sobre criteris ambientals i ecoeficiència en els edificis.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Real Decret 1433/2002, de 27 de desembre, pel qual s'estableixen els requisits de mitja en baixa tensió de consumidors i centrals de producció en Regim Especial.
- Normes de l'empresa subministradora d'energia elèctrica sobre la construcció i muntatge d'escomeses, línies repartidores, instal·lacions de comptadors i derivacions individuals, assenyalant-hi les condicions tècniques de caràcter concret que siguin precises per aconseguir major homogeneïtat en les xarxes de distribució i les instal·lacions dels abonats (REBT).
- Reglament sobre Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació (RCE) i els seus ITC.
- MIE, Reglament de Verificacions Elèctriques i Regularitat en el Subministrament d'Energia.
- Normes UNE d'obligat compliment publicades per l'Institut de Racionalització i Normalització.
- Normes Tecnològiques de l'Edificació NTE-IPT i NTE-IPP. Directrius de la normativa de posades a terra VDE i de posada a terra en fonaments VDEW.



- Llei 31/1995 de 8 de novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.
- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OGMAU). Acord del Consell Plenari de 26 de març de 1999 i correccions posteriors.
- Annex sobre captació solar tèrmica de l'Ordenança General del Medi Ambient Urbà, aprovat definitivament per l'acord del Consell Plenari de l'Ajuntament de 16 de juliol de 1999.
- Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona (OMA). Acord del Consell Plenari de 25 de febrer de 2011.
- Guia d'implantació d'instal·lacions solars fotovoltaïques en construccions públiques.

Tots els reglaments i/o normativa que siguin d'aplicació directa o indirecta en les instal·lacions afectades.

6.2. Plec de condicions de les instal·lacions d'energia solar tèrmica

6.2.1. Àmbit d'aplicació

Supòsits d'aplicació

D'acord amb l'annex sobre captació solar tèrmica de l'Ordenança General del Medi Ambient Urbà, caldrà implantar una instal·lació solar tèrmica per a ACS en les següents condicions simultànies:

- Noves edificacions, rehabilitació, reforma integral o canvi d'ús de la totalitat de l'edifici; s'aplicarà als edificis independents dintre d'un complex, encara que no s'intervingui a la resta del complex.
 - Que l'ús estigui afectat.
- Quan el consum d'ACS, d'acord amb l'Ordenança, comporti una despesa energètica superior a 292 MJ útils/dia, en càlcul de mitjana anual o bé quan la demanda d'ACS, d'acord amb el Decret d'Ecoeficiència, sigui igual o superior a 50 litres/dia a una temperatura de referència de 60°C.

Usos afectats

Els usos afectats seran els següents:

- Habitatge.
- Residencial (hotels, residències d'estudiants, llars de nens o avis, presons, casernes...).
- Sanitari.
- Esportiu.
- Restauració.
- Industrial, si s'empra aigua calenta en el procés i quan sigui preceptiva la instal·lació de dutxes per al personal.
- Qualsevol altra que comporti menjadors, cuines o bugaderies col·lectives.
- Instal·lacions per a l'escalfament de l'aigua dels vasos de les piscines cobertes climatitzades amb un volum d'aigua superior a 100 m³.
- Instal·lacions per a l'escalfament de l'aigua de les piscines descobertes.
- Qualsevol altre cas que requereixi ACS.

Exempcions

Quedaran exempts de l'obligatorietat d'una instal·lació solar tèrmica els casos següents, sempre que es justifiqui adequadament en la Memòria Tècnica del Projecte:

1. Els edificis d'habitatges on només sigui possible cobrir fins a un 25 % de la demanda energètica per ACS.
2. Els edificis destinats a usos diferents d'habitatges on només sigui possible cobrir fins a un 25 % de la demanda energètica per ACS, sempre que aquest 25 % no suposi una demanda d'energia diària superior a 90 MJ.



3. Els edificis destinats a usos diferents d'habitatges, amb una demanda d'energia diària per la producció d'ACS inferior a 20 MJ.

6.2.2. Aspectes generals

La instal·lació es realitzarà d'acord amb l'annex sobre captació solar tèrmica de l'Ordenança General del Medi Ambient Urbà, el Codi Tècnic de l'Edificació, el Decret d'Ecoeficiència i el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis. Per a les instal·lacions que hauran de complir amb aquestes normatives, a la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions que s'adoptin permetran assolir les exigències requerides.

La tria del sistema i de les instal·lacions es farà d'acord amb els criteris de màxima eficiència energètica, seguretat i fiabilitat, i viabilitat econòmica. La instal·lació comptarà amb els dispositius escassos per a la mesura de l'energia tèrmica i el control de temperatura, cabals i pressió, que permetin comprovar el funcionament del sistema.

La instal·lació s'haurà d'integrar al màxim en l'edificació, i caldrà preveure les mesures necessàries per tal que generi el menor impacte visual possible.

El tancament perimetral del terrat on s'ubiqui la instal·lació haurà d'assolir la màxima altura que permetin les OOMM (1,8 m per sobre de la cara superior del forjat; no per sobre de l'acabat del terrat).

Els muntants i canonades s'instal·laran en patis d'instal·lacions, fàcilment accessibles per a les operacions de manteniment; no podran discórrer per façanes (a vial o pati interior d'illa), però sí que ho podran fer per patis de parcel·la o celoberts.

En cas de comunicar edificis aïllats, hauran d'anar soterrades o de qualsevol altra forma que minimitzi l'impacte visual. El recorregut per terrats, es reduirà al mínim necessari per arribar als punts en què s'originin els muntats verticals.

Caldrà parlar una atenció especial a les solucions singulars necessàries en edificis protegits.

El sistema d'instal·lació d'energia solar tèrmica en edificis públics prioritzarà que sigui un sistema centralitzat, amb una circulació forçada del líquid caloportador per als captadors solars. Es disposarà d'un sistema de doble circuit, fent circular una barreja d'aigua i anticongelant pel circuit primari, i transferint la calor al circuit secundari o d'aigua sanitària mitjançant un bescanviador de calor, preferiblement extern al sistema d'acumulació. Els sistemes de circulació forçada s'utilitzaran tant per a l'escalfament d'aigua sanitària com de suport a la calefacció o escalfament de piscines.

Tots els equips i components hauran de ser fàcilment accessibles per a la revisió, manteniment, neteja i desinfecció.

Es seleccionaran dipòsits d'acumulació dotats d'una boca de registre per a la neteja interior. S'estableix un criteri per a la catalogació dels dipòsits d'acumulació:

- Els dipòsits més grans de 750 l disposaran d'una boca d'home fàcilment accessible, amb un diàmetre mínim de 400 mm o un sistema equivalent per permetre realitzar operacions de neteja, desinfecció i protecció contra la corrosió.
- En els dipòsits menors de 750 l serà suficient disposar d'un accés que permeti la neteja manual de totes les superfícies interiors.

És recomanable que els punts terminals, com aixetes i dutxes, comptin amb elements desmuntables



que permetin la seva correcta neteja i desinfecció. S'instal·laran maneguets electrolítics entre elements de diferents materials per evitar el parell galvànic.

Caldrà minimitzar les fonts de pèrdues d'energia, com canonades de distribució, que hauran de ser degudament aïllades tèrmicament, complint les exigències de les normatives (vegeu plec de condicions tècniques d'instal·lacions consumidores d'aigua, apartat instal·lació d'aigua sanitària, aïllaments tèrmics). També s'aïllaran les vàlvules i accessoris.

La instal·lació del sistema haurà d'assegurar que no es produeixin pèrdues energètiques rellevants degudes a fluxos inversos no intencionats en cap circuit hidràulic del sistema. La circulació natural que produeix el flux invers es pot afavorir quan l'acumulador es troba per sota del captador de manera que caldrà prendre, en aquests casos, les precaucions oportunes per evitar-ho. Per evitar fluxos inversos serà aconsellable la utilització de vàlvules antiretorn, llevat que l'equip sigui per circulació natural.

Caldrà establir un pla de vigilància per garantir el bon funcionament de la instal·lació que inclogui un programa de neteja periòdica del camp solar tèrmic amb aigua i fregall, si s'escau, sobretot en èpoques de sequera, així com la inspecció visual de diferents paràmetres.

Caldrà establir un programa de manteniment preventiu efectuat per personal competent i fer un seguiment de les operacions destacades, en un llibre de manteniment de la instal·lació.

Es potenciarà la conscienciació del personal de l'edifici, i la dels usuaris i visitants, sobre l'existència de la instal·lació solar tèrmica i del seu impacte

positiu sobre el medi ambient. En aquest sentit, es recomana instal·lar un sistema de visualització de la producció energètica i de les emissions evitades en temps real, en una zona freqüentada de l'edifici i oferir visites guiades a la instal·lació.

Abans d'executar la instal·lació es disposarà de tots els permisos administratius corresponents.

6.2.3. Protecció contra les gelades

S'utilitzarà prioritàriament additiu en l'anticongelant, que serà ecològic i no presentarà risc per a la salut en cas de fuga i mescla amb l'aigua sanitària.

En zones on sigui habitual el risc de gelada, la protecció no es basarà a fer funcionar les bombes recirculadores durant la nit, ja que es produeixen pèrdues de calor i despesa d'energia elèctrica degut al consum de la bomba circuladora.

Tampoc s'utilitzarà el sistema consistent en el buidat dels circuits primaris, a fi i efecte d'evitar l'entrada d'oxigen a les canonades i la corrosió en l'interior de la instal·lació.

6.2.4. Protecció contra els sobrees-calfaments

Es prioritzarà la utilització de sistemes d'aprofitament de l'energia residual, derivant la calor a altres punts de consum on sigui factible la recuperació de la calor.

Es donarà prioritat a sistemes d'ombrejat en èpoques d'excés de calor, enfront de sistemes de dissipació. En cas d'utilitzar dissipadors, seran preferentment estàtics o, en el seu defecte, dinàmics (aerotermos).



Si no es disposa de dissipadors de cap mena, es tindrà en consideració el sistema de dissipació nocturna, sempre que el volum d'acumulació pugui assolir els excedents tèrmics presents en un dia punta.

No s'utilitzaran sistemes de sobreescalfaments que deixin els col·lectors solars sense fluid calorífer (buidat parcial del circuit primari del camp de col·lectors solars), a fi i efecte d'evitar alts contrastos de temperatura en els panells i els efectes de la corresponent fatiga tèrmica.

6.2.5. Captadors i connexionat del sistema captador solar

El captador seleccionat haurà de tenir la certificació emesa per l'organisme competent en la matèria, segons el que regula el RD 891/1980 de 14 d'abril, sobre l'homologació dels captadors solars, i en l'Ordre de 28 de juliol de 1980 per la qual s'aproven les normes i instruccions tècniques complementàries per a l'homologació dels captadors solars, o la certificació o condicions que consideri la reglamentació que els substitueixi.

Es recomana que els captadors que integrin la instal·lació siguin del mateix model, tant per criteris energètics com per criteris constructius.

No es podran utilitzar, sota cap circumstància, captadors amb absorbent de ferro. Si s'utilitzen els d'absorbent d'alumini, obligatòriament s'utilitzaran fluids de treball amb un tractament inhibidor dels ions de coure i ferro.

El captador disposarà d'un orifici de ventilació de diàmetre no inferior a 4 mm situat a la part inferior per a l'eliminació d'acumulacions d'aigua. L'orifici es realitzarà de manera que l'aigua pugui drenar en la seva totalitat sense afectar l'aïllament.

Les característiques òptiques del tractament superficial aplicat a l'absorbidor, no han de quedar modificades substancialment en el transcurs del període de vida previst pel fabricant, fins i tot en condicions de temperatures màximes del captador.

El captador portarà en un lloc visible una placa en què constin, com a mínim, les dades següents:

1. Nom i domicili de l'empresa fabricant, i eventualment el seu anagrama.
2. Model, tipus, any de producció.
3. Número de sèrie de fabricació.
4. Àrea total del captador.
5. Pes del captador buit, capacitat de líquid.
6. Pressió màxima de servei.

Es muntarà el captador seguint sempre les especificacions i recomanacions del fabricant. La carcassa del captador ha d'assegurar que a la coberta s'evitin tensions inadmissibles, fins i tot sota condicions de temperatura màxima assolible pel captador.

La instal·lació s'haurà de dimensionar perquè la contribució solar mínima sigui la suficient per cobrir la demanda establerta en la normativa actual (Ordenança Municipal, CTE, Decret d'Ecoeficiència i Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis).

Els col·lectors solars es situaran en els llocs menys exposats al vent, per tal de no reduir el seu rendiment i assolir la major eficiència possible.

Respecte el connexionat del sistema captador solar, es parlarà una atenció especial a l'estanquitat i durabilitat de les connexions del captador. Els captadors es disposaran en files constituïdes, preferentment, pel mateix nombre d'elements. Les files de captadors es connectaran entre si en paral·lel, en sèrie o en sèrie-paral·lel, i s'hi han d'instal·lar vàlvules de tancament, a l'entrada i sortida de les



diferents bateries de captadors i entre les bombes, de manera que es puguin utilitzar per a l'aïllament d'aquests components en tasques de manteniment, substitució, etc.

Dins de cada fila els captadors es connectaran en sèrie o en paral·lel. El nombre de captadors que es poden connectar en paral·lel tindrà en compte les limitacions del fabricant. En el cas que l'aplicació sigui exclusivament per generar ACS, es podran connectar en sèrie fins a 10 m² de captadors segons CTE (Barcelona zona climàtica II), per millorar-ne el rendiment.

En la connexió entre captadors, perquè el circuit resulti equilibrat, es donarà prioritat a l'ús del retorn invertit respecte a les vàlvules d'equilibrat.

6.2.6. Sistema d'acumulació solar

Cada acumulador estarà equipat de fàbrica amb els corresponents maniguets d'acoblament, soldats abans del tractament de protecció, per a les funcions següents:

1. Maneguets roscats per a l'entrada d'aigua freda i la sortida d'aigua calenta.
2. Registre embridat per inspecció de l'interior de l'acumulador i eventual acoblament del serpentí.
3. Maneguets roscats per a l'entrada i sortida del fluid primari.
4. Maneguets roscats per a accessoris com termòmetre i termòstat.
5. Maniguet per al buidatge.

La placa característica de l'acumulador indica la seva pèrdua de càrrega.

Els acumuladors s'ubicaran en llocs adequats que permetin la seva substitució per envelliment o avaries.

La connexió dels acumuladors permetrà la seva desconexió individual sense interrompre el funcionament de la instal·lació.

No es permetrà la connexió d'un sistema de generació auxiliar en l'acumulador solar, ja que això pot suposar una disminució de les possibilitats de la instal·lació solar per proporcionar les prestacions energètiques que es volen aconseguir. Per als equips d'instal·lacions solars que vinguin preparats de fàbrica per albergar un sistema auxiliar elèctric, caldrà anul·lar aquesta possibilitat de forma permanent, mitjançant segellat irreversible o altre mitjà.

Els dipòsits d'acumulació hauran de comptar amb una vàlvula de desguàs en el seu punt més baix, de manera que permeti el seu complet buidatge.

6.2.7. Sistema d'intercanvi

Cal posar atenció a no reduir l'eficiència del captador, a causa d'un increment en la seva temperatura de funcionament, per la instal·lació d'un intercanviador de calor entre el circuit de captadors i el sistema de subministrament.

En cadascuna de les canonades d'entrada i sortida d'aigua de l'intercanviador de calor, s'instal·larà una vàlvula de tancament pròxima al maneguet corresponent.

6.2.8. Circuit hidràulic

La bomba del circuit primari estarà fabricada amb materials compatibles amb les barreges anticongelants i en general amb el fluid de treball utilitzat. En el circuit primari s'utilitzaran canonades de coure o d'acer inoxidable, amb unions roscades, soldades o embridades i protecció exterior amb pintura



anticorrosiva. S'evitarà la utilització del coure quan el pH de l'aigua presenti valors baixos, pel risc de cessió del metall.

Tots els materials emprats en el circuit seran resistents a l'acció agressiva de l'aigua sotmesa al tractament de xoc químic.

En el circuit secundari o de servei d'ACS, s'utilitzarà el coure o l'acer inoxidable, tot i que també es poden emprar materials plàstics que suportin la temperatura màxima del circuit, i amb una utilització autoritzada per les companyies de subministrament d'aigua potable.

Per a canonades exteriors, la terminació final de l'aïllament comptarà amb una protecció suficient contra la intempèrie, evitant a més, el pas d'aigua de pluja mitjançant juntes estanques.

L'aïllament de les canonades d'intempèrie haurà de portar una protecció externa que asseguri la durabilitat davant les accions climatològiques. L'aïllament no deixarà zones visibles de canonades o accessoris, quedant únicament a l'exterior els elements que siguin necessaris per al bon funcionament dels components.

Els vasos d'expansió seran preferiblement tancats. Hauran d'estar dimensionats de tal manera que, fins i tot després d'una interrupció del subministrament de potència a la bomba de circulació del circuit de captadors just quan la radiació solar sigui màxima, es pugui reiniciar l'operació automàticament quan la potència es restableixi.

El dipòsit d'expansió compensarà el volum del mitjà de transferència de calor a tot el grup de captadors complet, incloent totes les canonades de connexió entre captadors, més un 10 %.

S'evitarà l'ús de purgadors automàtics quan es prevegi la formació de vapor en el circuit. Els purgadors automàtics suportaran, almenys, la temperatura d'estancament del captador i en qualsevol cas fins a 130°C.

Els circuits amb vas d'expansió tancat han d'incorporar un sistema d'ompliment manual o automàtic que permeti omplir el circuit i mantenir-lo pressuritzat.

En qualsevol cas, mai es podrà omplir el circuit primari amb aigua de xarxa si les seves característiques poden donar lloc a incrustacions, deposicions o atacs al circuit, o si aquest circuit necessita anticongelat per risc de gelades o qualsevol altre additiu per al seu correcte funcionament.

Les xarxes de canonades hauran d'estar dotades de vàlvules de drenatge en tots els punts baixos. Els drenatges s'haurien de conduir a un lloc visible i estar dimensionats per permetre l'eliminació dels detritus acumulats.

Sempre que sigui possible, les bombes en línia es muntaran en les zones més fredes del circuit, tenint en compte que no es produeixi cap tipus de cavitació i sempre amb l'eix de rotació en posició horitzontal.

Els vasos d'expansió es connectaran a l'aspiració de la bomba.

Durant la fase de muntatge s'evitarà l'entrada de materials estranys. En la posada en marxa es realitzarà una neteja i desinfecció. La canonada d'escomesa d'aigua al capçal difusor i el mateix capçal hauran de quedar buits quan les dutxes o aixetes no estiguin en ús.



6.2.9. Sistema elèctric i de control

Els sensors de temperatura es localitzaran i s'instal·laran assegurant permanentment un bon contacte tèrmic amb la part en què s'ha de mesurar la temperatura. Per aconseguir-ho, les sondes d'immersió (recomanades) s'instal·laran a contracorrent amb el fluid. Els sensors de temperatura estaran aïllats de les condicions ambientals que els envolten.

Les sondes s'ubicaran de manera que mesurin exactament les temperatures que es volen controlar. Els sensors s'instal·laran a l'interior de beines i evitant les canonades separades de la sortida dels captadors i les zones d'estancament en els dipòsits.

Es parlarà una atenció especial a assegurar una adequada unió entre les sondes de contactes i la superfície metàl·lica.

6.2.10. Punts de consum

En els edificis en què sigui d'aplicació la contribució mínima d'energia solar per a la producció d'ACS, d'acord amb la secció HE-4 del DB-HE, es disposarà, a més de preses d'aigua freda, previses per a la connexió de la rentadora i el rentaplats, i de preses d'aigua calenta per permetre la instal·lació d'equips bitèrmics.

6.3. Plec de condicions de les instal·lacions de biomassa

6.3.1. Aspectes generals

Les instal·lacions de biomassa es realitzaran d'acord amb el Reglament d'Instal·lacions Tècni-

ques en els Edificis i el Codi Tècnic de l'Edificació. A la Memòria Tècnica del Projecte caldrà justificar que les solucions que s'adoptin permetran assolir les exigències requerides.

La tria del sistema i la de les instal·lacions es farà d'acord amb els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb altres fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat, i viabilitat econòmica.

Caldrà minimitzar les fonts de pèrdua d'energia, com canonades de distribució, que hauran de ser degudament aïllades tèrmicament, complint les exigències de les normatives (veure plec de condicions d'instal·lacions de climatització, apartat d'aïllaments tèrmics.). També s'aïllaran les vàlvules i accessoris.

Sempre que sigui possible es potenciarà la instal·lació de sistemes de captació solar tèrmica com a suport energètic per als sistemes de climatització. Abans d'executar la instal·lació es disposarà de tots els permisos administratius corresponents.

6.3.2. Generadors de calor

Els generadors de calor seran de reconeguda qualitat, gran robustesa i provada fiabilitat. Tindran control electrònic amb visualització dels paràmetres de funcionament més representatius i possibilitat de telegestió.

El nivell de soroll dels equips no sobrepassarà els valors establerts en l'Ordenança del Medi Ambient de Barcelona. L'objectiu últim de l'instal·lador serà mantenir el nivell de soroll de la unitat per sota del nivell de soroll ambient de la zona. Com a punt de sortida, els objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable serien els següents, depenent de la franja horària i del que s'estableix a



Ús de l'edifici	Dependències	Valors límit d'immissió (dBA)		
		7h-21h	21h-23h	23h-7h
Habitatge o ús residencial	Habitacions d'estar	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Hospitalari	Zones d'estada	45	45	35
	Dormitoris	40	40	30
Educatiu o cultural	Aules	40	40	40
	Sales de lectura, audició i exposició	35	35	35

Taula 6.1: Objectius de qualitat aplicables a l'espai o ambient interior habitable

Disposaran de dispositius de seguretat per interrompre el funcionament del cremador, tant en cas de retrocés dels productes de la combustió, com en la situació de superar la temperatura de disseny, i essent aquest últim de rearmament manual. També estaran dotats de sistemes d'eliminació de la calor residual de la caldera i vàlvula de seguretat tarada 1 bar per sobre de la seva pressió de treball, essent conduïda seva descàrrega a embornal.

En qualsevol cas, s'exigirà el compliment del reglament d'aparells a pressió i el marcatge CE.

Les calderes incorporaran sistemes de regulació automàtica de la temperatura d'impulsió, en funció de la temperatura exterior.

Els generadors de calor se situaran sobre bancades flotants, suportades per elements antivibratori, de manera que no puguin transmetre sorolls ni vibracions molestes a l'edifici. A més, es prendran les mesures necessàries per no produir molèsties en edificis pròxims.

Les calderes de biomassa estaran ubicades en locals específics per a aquest fi, deixant espai suficient per permetre el fàcil accés a tots els seus components, en les operacions de manteniment i disposaran a més de clau mestra.

D'acord amb el que estableix el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis, en el punt 3 de l'apartat IT 1.2.4.1.2.1, per les calderes de biomassa no caldrà complir els requeriments mínims de rendiment a potència nominal i amb una càrrega parcial del 30 per 100 i la temperatura mitjana de l'aigua a la caldera, d'acord amb el que s'estableix al Reial Decret 275/1995 (veure el plec de condicions d'instal·lacions de climatització, apartat generadors de fred i calor). En el cas de calderes de calor que utilitzin biomassa, el rendiment mínim instantani serà del 85 % a plena càrrega.

En la Memòria Tècnica del Projecte caldrà indicar el rendiment instantani del conjunt caldera-sistema de combustió pel 100 % de la potència màxima, per a un dels biocombustibles sòlids que es preveu utilitzar en la seva alimentació o, en el seu cas, la mescla de biocombustibles.

També s'indicarà el rendiment i la temperatura mitjana de l'aigua del conjunt caldera-cremador o conjunt caldera-sistema de combustió, a la potència màxima requerida pel sistema de calefacció i, en els seu cas, pel sistema de preparació d'ACS.

6.3.3. Emmagatzematge de biomassa

Caldrà disposar d'un lloc per a l'emmagatzematge de la biomassa, destinat exclusivament per a aquest ús, que pot estar situat dins o fora de l'edifici. Quan l'emmagatzematge estigui situat fora de l'edifici es podrà construir en superfície o bé subterrani.



També es podran utilitzar contenidors específics de biomassa. Caldrà preveure un sistema adequat de transport.

La instal·lació s'haurà d'integrar al màxim en l'edificació, i caldrà preveure les mesures necessàries per tal que generari el menor impacte visual possible.

En edificis nous, la capacitat mínima d'emmagatzematge de biomassa serà la suficient per cobrir el màxim consum de dues setmanes.

Caldrà preveure un procediment de buidatge de l'emmagatzematge de biomassa per quan sigui necessari, per a la realització de treballs de manteniment o reparació, o en situacions de risc d'incendi.

En edificis nous, l'emmagatzematge de biomassa i la sala de màquines hauran d'estar situats en locals diferents, amb obertures per al transport des de l'emmagatzematge als generadors de calor, i ambdues instal·lacions hauran d'estar dotades amb els elements adequats per evitar la propagació d'incendis d'una a una altra.

En les instal·lacions tèrmiques existents que es reformin, on no es pugui fer una divisió en dos locals diferents, el dipòsit d'emmagatzematge estarà situat a una distància de la caldera superior a 0,7 m i caldrà, entre el generador de calor i l'emmagatzematge, una paret amb resistència al foc, d'acord amb el que estableix la reglamentació vigent de protecció contra incendis.

Les parets, terra i sostre de l'emmagatzematge no permetran filtracions d'humitat, i s'hauran d'impermeabilitzar quan sigui necessari.

Les parets i portes del magatzem hauran de ser

capaces de suportar la pressió de la biomassa. Així mateix, la resistència al foc dels elements delimitadors i estructurals de l'emmagatzematge de biomassa, serà la que determini la reglamentació de protecció contra incendis vigent.

No estaran permeses les instal·lacions elèctriques dins del magatzem.

Quan s'utilitzi un sistema pneumàtic per al transport de la biomassa, haurà de comptar amb una presa de terra.

Quan s'utilitzin sistemes pneumàtics d'ompliment de l'emmagatzematge caldrà que compleixin els següents requeriments:

- Caldrà instal·lar a la zona d'impacte un sistema de protecció de la paret contra l'abradió derivada del cops de la biomassa i per evitar la seva desintegració per impacte.
- Caldrà dissenyar dues obertures, una de connexió a la mànega d'ompliment i una altra de sortida d'aire per evitar sobrepressions i per permetre l'aspiració de la pols impulsada durant l'operació d'ompliment. Es podran utilitzar solucions diferents a la suggerida, d'acord amb les circumstàncies específiques, sempre que siguin degudament justificades.

Quan s'utilitzin sistemes d'ompliment de l'emmagatzematge mitjançant descàrrega directa a través de portes a nivell del terra, s'ha de tenir en compte que les portes hauran de disposar dels elements de seguretat necessaris per evitar caigudes dins de l'emmagatzematge.

En emmagatzematges d'obra caldrà que la porta d'accés compleixi les següents característiques:

- Estanquitat a la pols per evitar la seva filtració cap a altres espais.
- En cas de subministrament neumàtic a la sitja,



caldrà que la porta se situï sota el nivell de les toveres ja que el combustible s'emmagatzema preferentment en el costat oposat. Si l'omplenat és per descàrrega directa, la porta estarà al costat oposat a la trapa de càrrega per les mateixes raons.

- Dispositiu interior de contenció per evitar la sortida de la biomassa en obrir la porta. Acostuma a estar format per varis llistons de fusta uns sobre els altres, que poden anar lliscant cap amunt i que es poden treure fins a veure l'alçada de la biomassa emmagatzemada.
- Obertura de la porta cap enfora.

Els diferents tipus d'emmagatzematge amb les diferents possibilitats recomanades es detallen en la taula següent:

Tipus d'emmagatzematge		Sistema de càrrega de la sitja	Sistema d'alimentació de la caldera	Observacions
Emmagatzematge prefabricat	Contenedor o tolva exterior	Sistema pneumàtic	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Normalment s'utilitza en habitatges unifamiliars
	Sitja flexible	Sistema pneumàtic o semiautomàtic	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Capacitat d'entre 2 i 5 tones. Per a habitatges unifamiliars o petits edificis (calderes de < 40 kW). Pot ser de lona o de polipropilè
	Dipòsit subterrani	Sistema pneumàtic	Sistema pneumàtic	Tant en habitatges unifamiliars com en grans instal·lacions.
	Tolva o emmagatzematge integrat	Semiautomàtic	Semiautomàtic	Emmagatzematge integrat en la caldera. Mida petita (100-1.000 l)
Emmagatzematge d'obra (sala de nova construcció o adaptació d'una existent)	Amb terra inclinat de 2 costats	Sistema pneumàtic o descàrrega directa a través de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	No necessita agitador
	Amb terra inclinat d'1 costat	Sistema pneumàtic o descàrrega directa a través de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Agitador només fins 25°. A major angle d'inclinació, major espai mort sota els costats inclinats
	Amb terra horitzontal	Sistema pneumàtic o descàrrega directa a través de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Amb agitador sempre
		Descàrrega directa	Semiautomàtic	Per a combustibles de mida o forma heterogènia com fusta o briquetes, que són difícils d'automatitzar

Taula 6.2: Diferents tipus d'emmagatzematge de biomassa amb les diferents possibilitats recomanades



6.4. Plec de condicions de les instal·lacions de mini eòlica

6.4.1. Aspectes generals

Les instal·lacions de mini eòlica es realitzaran d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i instruccions tècniques complementàries. En cas d'estar connectada a la xarxa caldrà donar compliment a la normativa específica d'aplicació.

La tria del sistema i de les instal·lacions es farà d'acord amb els criteris de màxima eficiència energètica, compatibilitat amb altres fonts d'energies renovables, estalvi d'emissions, seguretat i fiabilitat, i viabilitat econòmica.

Aquest tipus d'instal·lacions s'hauran d'introduir en zones on el seu impacte, ja sigui ambiental, visual o acústic, sigui mínim.

El nivell de soroll de la instal·lació no superarà els límits establerts a l'Ordenança General del Medi Ambient de Barcelona.

La instal·lació s'haurà d'integrar al màxim en l'edificació, i caldrà preveure les mesures necessàries per tal que generari el menor impacte visual possible.

La instal·lació no podrà instal·lar-se en edificis protegits.

Abans d'executar la instal·lació es disposarà de tots els permisos administratius corresponents.

Caldrà establir un programa de manteniment preventiu efectuat per personal competent, i fer un seguiment de les operacions destacades, i registrar-lo en un llibre de manteniment de la instal·lació.

També caldrà establir un pla de vigilància i control per garantir el bon funcionament de la instal·lació, que inclogui una inspecció visual dels diferents components, a més d'un control dels equips en temps real, que permeti visualitzar i resoldre les alarmes que es puguin produir. Encara que el sistema de control realitzi el treball de forma independent i automàtica, les dades es presentaran als operadors, de manera que puguin actuar directament sobre els aerogeneradors si és necessari.

L'operació de l'aerogenerador es realitza bàsicament a través de l'equip de control, tant pel que fa referència a la informació de funcionament i presa de dades, com a operacions de reinici d'alarmes. Es potenciarà la conscienciació del personal de l'edifici i la dels usuaris i visitants, de l'existència de la instal·lació mini eòlica i del seu impacte positiu sobre el medi ambient. En aquest sentit, es recomana instal·lar un sistema de visualització de la producció energètica i de les emissions evitades en temps real, en una zona freqüentada de l'edifici, i oferir visites guiades a la instal·lació.

Com a pas previ a la implantació de la instal·lació, caldrà realitzar una campanya de mesures de velocitat i direcció del vent en la zona on es pretengui implantar la instal·lació, durant 1 any, com a mínim.

6.4.2. Aerogenerador i torre de l'aerogenerador

Caldrà parlar una atenció especial a l'hora d'eleger la zona d'instal·lació de l'aerogenerador, tenint en compte que s'haurà de situar en una zona amb pocs obstacles de considerable alçada.

Donat que la instal·lació es situarà en una zona urbana, es recomana escollir aerogeneradors que necessitin poc vent per al seu funcionament i que



a baixes velocitats generin una potència acceptable.

Per tal d'aprofitar millor la direcció canviant del vent i generar nivells sonors baixos, es recomana la implantació d'aerogeneradors amb eix vertical. Aquest tipus de generadors a més, no requereixen una torre d'estructura poderosa i poden estar ubicats prop del terra, facilitant el seu manteniment. A part, són més fàcilment evitables pels ocells i tenen un baix impacte visual en l'entorn.

En cas de tenir moltes ombres de vent, per l'existència de moltes edificacions al voltant, es recomana la implantació d'un aerogenerador d'eix horitzontal. No obstant, en aquest cas l'impacte acústic serà superior i requerirà una torre d'estructura més poderosa. En cas d'instal·lar un aerogenerador d'eix horitzontal s'haurà d'encarar en funció de la direcció del vent dominant. Com a avantatge, cal dir que aquest tipus de generadors són més eficients que els d'eix vertical.

La torre de l'aerogenerador haurà de ser suficientment alta com per evitar obstacles propers i el sistema d'ancoratge haurà de ser capaç de suportar fortes càrregues de vent.

A més, es recomana que la torre de l'aerogenerador es situï en una zona oberta per tal de facilitar les tasques d'hissatge.

L'empresa subministradora dels aerogeneradors realitzarà la instal·lació de tots els elements necessaris per a la construcció, muntatge, posada en servei i proves de verificació del correcte funcionament, així com dels elements de control i monitorització.

L'empresa subministradora proporcionarà la formació i la documentació necessària per a la correcta

utilització dels equips, i haurà d'incloure, com a mínim, la memòria descriptiva de tots els elements, la descripció del funcionament complet dels sistemes de control i monitorització, i els esquemes i plànols de totes les instal·lacions.

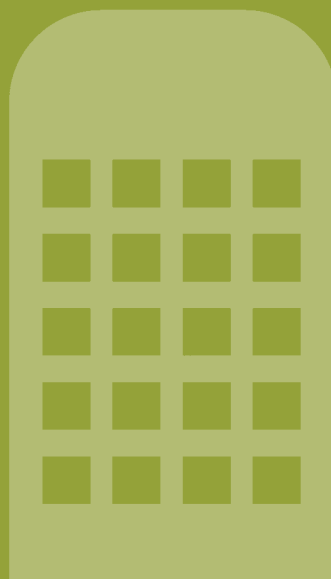
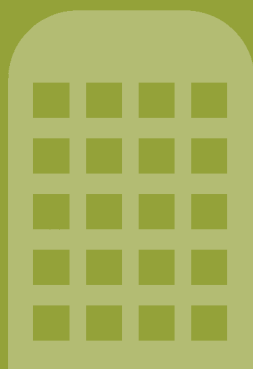
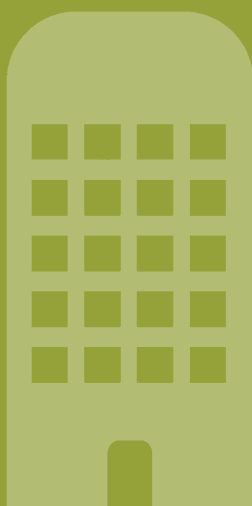
A més, l'empresa subministradora haurà de garantir mitjançant les tècniques de comprovació pertinents, el correcte funcionament de tot el sistema.

6.5. Plec de condicions de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica

Veure "Guia d'implantació d'instal·lacions fotovoltaïques en construccions públiques".

7

Plecs de condicions tècniques d'ofimàtica



7.1. Aspectes generals

En l'elecció dels equips d'ofimàtica caldrà complir els següents objectius:

- Reduir el consum de recursos.
- Millorar la qualitat ambiental del lloc de treball
- Millorar la gestió dels residus

S'ha de valorar la tria de tots els aparells d'ofimàtica: ordinadors, pantalles, fotocopiadores, impresores, equips multifunció, etc.

Caldrà tenir en compte la millora en la gestió dels residus generats pels equips d'informàtica. En aquest sentit i d'acord amb la Directiva 2002/95/CE transposada pel Reial Decret 208/2005, caldrà que els nous aparells elèctrics i electrònics no continguin plom, mercuri, cadmi, crom hexavalent, polibromobifenil (PBB) o polibromodifenieters (PBDE). A més, caldrà una gestió correcta dels equips obsolets i també dels embalatges generats.

Caldrà que els equips que s'adquireixin disposin de, com a mínim, una ecoetiqueta reconeguda, com ara:

- **Etiqueta Energy Star:** Es tracta d'una certificació introduïda l'any 1992 per l'Agència de Protecció Ambiental (EPA) dels Estats Units d'Amèrica. Tots els equips que disposen d'aquesta etiqueta compten amb una sèrie de característiques d'estalvi d'energia que els permet passar a un estat de repòs, al cap d'un període d'inactivitat. En aquest estat l'aparell consumeix menys energia, amb el conseqüent estalvi energètic i econòmic, alhora que s'allarga la seva vida útil en evitar el seu desgast.
- **Etiqueta GEEA (Group for Energy Efficient Appliances):** És un fòrum de representants d'agències nacionals d'energia europees i departaments governamentals que treballen amb la indústria buscant acords voluntaris per al de-

svolupament i millora de l'eficiència energètica en aparells electrònics.

- **Etiqueta TCO:** És una iniciativa de la confederació sueca de professionals en la que col·laboren experts, tècnics informàtics i usuaris a l'hora de definir nous requeriments. Certifica tant la qualitat ambiental del producte com la seva seguretat d'ús (usabilitat, ergonomia, camps electromagnètics...), a més del respecte a les normes de Responsabilitat Social Corporativa (RSC) de les empreses que el fabriquen.
- **Àngel Blau:** Sistema de l'Agència Federal Alemanya del Medi Ambient. Es tracta d'una certificació d'abast més ampli.
- **Flor Europea:** Sistema de certificació ecològica de la Unió Europea (excepte aliments). Es tracta d'una certificació d'abast més ampli.

7.2. Proposta d'implantació de mesures

Instal·lar SAI's d'alta eficiència

Es recomana instal·lar SAI's d'alta eficiència, amb un factor de potència igual o superior a 0,9. En els darrers anys s'ha assolit una millora important en el rendiment d'aquest tipus d'equips. En aquest sentit, per exemple, s'ha aconseguit millorar el factor de potència, passant de 0,8 fins a un factor de potència de 0,9.

Cal destacar també els avenços assolits per minimitzar l'impacte de les descàrregues inicials sobre les bateries. N'és un exemple la utilització d'elements de gir electromagnètics que a una velocitat de 54.000 rpm absorbeixen la punta de càrrega inicial en comptes de les bateries, evitant així les descàrregues inicials tan importants i perjudici-



als per aquests elements. Es recomana instal·lar equips amb aquestes prestacions.

Apagada automàtica d'ordinadors personals

Es recomana realitzar una gestió eficient dels recursos dels sistemes per hibernar els ordinadors, en els períodes de temps en què no s'estiguin utilitzant. En els sistemes operatius actuals es disposa d'una opció dins de les " propietats d'opcions d'energia" que permet ajustar els temps d'apagada del monitor, l'apagada del disc dur, el temps de passar a inactivitat, i el temps d'entrar en hibernació. Aquestes opcions permeten fer una gestió eficient dels nostres equips informàtics. Es recomana una configuració tipus dels sistemes d'estalvi energètic, que de totes maneres caldria adaptar a les necessitats reals de cada centre:

- Apagada monitor : 5 min
- Apagada discs durs : 10 min
- Passar a inactivitat : 15 min
- El sistema hiverna : 25 min

Això no serà aplicable en equips informàtics que disposin de programes que facin consultes a la xarxa tipus Messenger, que no deixen entrar l'equip en mode d'estalvi d'energia. Tampoc serà aplicable en programes que realitzin autoguardat per temps, quan hi hagin arxius oberts i sense utilitzar.

Implantació d'interruptors de capçalera en ordinadors personals

Es recomana la implantació de programadors horaris que tallin el subministrament elèctric fora de l'horari laboral, quan els equips estiguin fora d'ús. D'aquesta manera es podran desconnectar completament els ordinadors i un cop apagats auto-

màticament s'estalviarà el seu consum innecessari, obtenint un estalvi energètic. Es recomana realitzar aquesta desconnexió a través d'un magnetotèrmic en capçalera, si la línia d'endolls informàtics és independent.

Es recomana instal·lar programadors horaris en capçalera a les línies d'endolls informàtics, a ser possible, un programador per planta. Per simplificar la gestió s'aconsella instal·lar interruptors amb programació setmanal, tot i que serien ideals els interruptors amb programació anual. Caldrà preveure també la instal·lació d'un contactor en cada diferencial.

Reducció de les torres d'ordinador

Es recomana la reducció del nombre de torres d'ordinador, compartint la CPU d'un ordinador entre varis usuaris. Cal destacar que això només serà possible en els casos en què no s'utilitzin programes que requereixin una gran capacitat. És a dir, s'aplicarà en els casos en què es treballi amb processadors de textos, fulls de càlcul, etc.

Amb la reducció dels equips informàtics s'aconseguirà un estalvi energètic, ja que el principal consum energètic d'un PC és la CPU. Al mateix temps, també s'aconseguirà reduir el consum energètic en refrigeració durant el període estival, ja que aquestes torres contribueixen a l'escalfament de les oficines. També es reduiran les inversions en equips informàtics.

Afegir que actualment la tendència en el camp de la informàtica és la de treballar cada cop més amb ordinadors centralitzats, enlloc d'equips individuals.





AGÈNCIA D'ENERGIA
DE BARCELONA

