



# PEMEEM

## Pla d'Estalvi i Millora Energètica als Edificis Municipals

Esborrany

15 d'octubre del 2010

Energia i qualitat ambiental  
**Agència d'Energia de Barcelona**



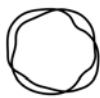
AGÈNCIA D'ENERGIA  
DE BARCELONA



Ajuntament de Barcelona

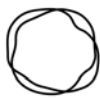


Barcelona  
pel Medi  
Ambient



## ÍNDEX DEL PEMEEM

|  |          |
|--|----------|
| <b>PLA DE MILLORA ENERGÈTICA ALS EDIFICIS MUNICIPALS.....</b>  | <b>4</b> |
| 1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS .....   | 4        |
| 2. DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL .....  | 6        |
| 2.1. CENS D'INSTAL·LACIONS.....  | 6        |
| 2.2. CONSUMS.....  | 7        |
| 3. OBJECTIUS .....   | 15       |
| 4. PROJECTES ESTRATÈGICS .....   | 20       |
| 4.1. PROJECTE 1. DESPLEGAR LA MESURA DE GOVERN D'ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN ELS EDIFICIS MUNICIPALS .....                      | 21       |
| 4.2. PROJECTE 2. CREAR LA TAULA DE TREBALL D'ESTALVI ENERGÈTIC I LA FIGURA DEL GESTOR ENERGÈTIC DE LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS ..... | 22       |
| 4.3. PROJECTE 3. REDACTAR EL PROTOCOL D'EDIFICACIÓ MUNICIPAL I RECEPCIÓ D'EDIFICIS.....  | 25       |
| 4.4. PROJECTE 4. REDACTAR EL PROTOCOL DE COMUNICACIÓ, CONSCIENCIACIÓ I DIFUSIÓ DE BONES PRÀCTIQUES .....                               | 27       |
| 4.5. PROJECTE 5. IMPLANTAR SISTEMES DE MONITORATGE A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS - SISTEMES DE GESTIÓ ENERGÈTICA (SGE) .....         | 29       |
| 4.6. PROJECTE 6. IMPLANTAR MESURES D'EFICIÈNCIA I ESTALVI ENERGÈTIC A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS .....                              | 32       |
| 4.6.1. REHABILITACIÓ ENERGÈTICA DE L'ENVOLUPANT TÈRMICA DELS EDIFICIS EXISTENTS. ....  | 34       |
| 4.6.2. MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE L'ENLLUMENAT INTERIOR DELS EDIFICIS EXISTENTS. ....                                       | 38       |
| 4.6.3. MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS TÈRMiques DELS EDIFICIS: OPTIMITZACIÓ DE LA DEMANDA. ....              | 46       |
| 4.6.4. REALITZACIÓ D'AUDITORIES ENERGÈTIQUES: DIAGNÒSTIC ENERGÈTIC. ....   | 48       |
| 4.6.5. MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN LES INSTAL·LACIONS D'ASCENSORS EXISTENTS EN ELS EDIFICIS.....                             | 49       |
| 4.7. PROJECTE 7. IMPLANTAR SISTEMES DE GENERACIÓ TÈRMICA D'ALTA EFICIÈNCIA.....  | 50       |
| 4.7.1. MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS TÈRMiques DELS EDIFICIS: OPTIMITZACIÓ DE LA GENERACIÓ. ....            | 50       |
| 4.7.2. CANVI DE COMBUSTIBLE DELS SISTEMES DE GENERACIÓ. ....   | 54       |
| 4.7.3. COGENERACIÓ A LES INSTAL·LACIONS AMB ELEVAT CONSUM TÈRMIC .....   | 55       |
| 4.7.4. CONNECTAR LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS A LES XARXES DE CLIMATITZACIÓ DE BARRI.....   | 56       |



|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 4.8.   | PROJECTE 8. IMPLANTAR MESURES D'ENERGIES RENOVABLES .....   | 58        |
| 4.8.1. | IMPLANTACIÓ DE SISTEMES SOLARS TÈRMICS EN INSTAL·LACIONS MUNICIPALS.....  | 65        |
| 4.8.2. | IMPLANTACIÓ DE SISTEMES SOLARS FOTOVOLTAICS EN INSTAL·LACIONS MUNICIPALS. ....  | 68        |
| 4.8.3. | IMPLANTACIÓ DE SISTEMES PILOT DE CONCENTRACIÓ SOLAR .....   | 70        |
| 4.8.4. | INSTAL·LACIONS DE BIOMASSA.....   | 72        |
| 4.8.5. | SISTEMES DE MINIEÒLICA.....   | 73        |
| 4.9.   | PROJECTE 9. DIFONDRE LA IMPLANTACIÓ DE LES EMPRESES DE SERVEIS ENERGÈTICS (ESE) A LES<br>INSTAL·LACIONS MUNICIPALS .....  | 75        |
| 4.10.  | PROJECTE 10. FOMENTAR LA COMPRA VERDA D'ENERGIA.....  | 79        |
| 4.11.  | PROJECTE 11. RECOLLIDA, CENTRALITZACIÓ I TRACTAMENT DE LES DADES DE CONSUMS<br>ENERGÈTICS DELS EDIFICIS I EQUIPAMENTS MUNICIPALS EN L'OBSERVATORI DE L'ENERGIA..... | 81        |
| 5.     | ELS PLANS D'ACCIÓ .....   | 82        |
| 5.1.   | PLA D'ACCIÓ 1: PA 2010-2011.....  | 83        |
| 5.1.1. | INVERSIÓ EN MONITORATGE DE LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS .....  | 85        |
| 5.1.2. | INVERSIÓ EN MESURES D'ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA .....   | 86        |
| 5.1.3. | INVERSIÓ EN LA IMPLANTACIÓ DE SISTEMES D'ALTA EFICIÈNCIA .....  | 87        |
| 5.1.4. | INVERSIÓ EN LA IMPLANTACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES.....  | 88        |
| 5.1.5. | IMPULS A LA CREACIÓ DE LA FIGURA DEL GESTOR ENERGÈTIC .....   | 90        |
| 5.1.6. | IMPULS I PROMOCIÓ A LA CONTRACTACIÓ D'EMPRESES DE SERVEIS ENERGÈTICS .....  | 91        |
| 5.1.7. | CAMPANYA DE CONSCIENCIACIÓ I BONES PRÀCTIQUES.....  | 92        |
| 5.2.   | PLA D'ACCIÓ 2 I 3: PA 2012-2015 I PA 2016-2019.....   | 92        |
| 6.     | INDICADORS AMBIENTALS .....   | 97        |
|        | <b>ANNEX: FITXES DELS PROJECTES DEL PEMEEM .....</b>  | <b>99</b> |



# PLA DE MILLORA ENERGÈTICA ALS EDIFICIS MUNICIPALS

## 1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

El consum dels edificis i equipaments propis de l'Ajuntament de Barcelona, representa de l'ordre del 53,0% del consum energètic total associat als serveis municipals. Per tant, en el sector edificis i equipaments hi ha un gran potencial d'actuació, motiu pel qual el **Pla d'Estalvi Millora Energètica als Edificis Municipals** (en endavant **PEMEEM**), que inclou tant la millora de l'eficiència i l'estalvi energètic dels edificis com la realització d'obres de millora energètica i d'instal·lacions d'energies renovables, esdevé un dels grans pilars del Programa Municipal del **PECQ**.

El desenvolupament d'aquest **PEMEEM** ha passat per diverses fases. Durant l'any 2009 s'han dut a terme les fases inicials de desenvolupament del projecte, des de la localització dels edificis a estudiar, la coordinació amb els districtes, els anàlisis tècnics, econòmics i de viabilitat previs a l'impuls de diferents projectes i fins a la realització de projectes pilot que permetin replicar experiències durant els propers anys. D'altra banda, en coherència amb els objectius del **PEMEEM**, s'hi integren aquelles actuacions aprovades en l'anterior mandat i encara pendents de finalització, com ara la instal·lació de sistemes fotovoltaics en equipaments municipals, o actuacions que tenen continuïtat en el temps, com per exemple el monitoratge d'instal·lacions d'energies renovables.

L'any 2002, el Pla de Millora Energètica de Barcelona (**PMEB**), proposava portar a terme un seguit de mesures en el seu període d'aplicació, des de 1999 fins a 2010, per a millorar l'eficiència energètica i reduir els consums en els edificis. En aquest aspecte, es preveïen diverses mesures pel que fa a l'estalvi i l'eficiència energètica com ara la implantació de sistemes de generació eficients i energies renovables.

Les mesures que es proposaven eren les següents:

- Millora i actualització de la gestió energètica dels edificis públics



- Implantació de programes de gestió energètica pública a escoles i universitats.
- Millora de fusteries i vidres de les finestres
- Millora en els aïllaments dels edificis actuals
- Introducció de sistemes de captació solar per ACS en poliesportius.
- Instal·lació de sistemes de cogeneració en poliesportius.
- Instal·lació de sistemes fotovoltaics per a oficines majors de 1.500m<sup>2</sup>.
- Instal·lació de sistemes solars de mitjana temperatura per a calefacció i refrigeració d'oficines.
- Instal·lació de sistemes de cogeneració en oficines de més de 4.000m<sup>2</sup>.
- Adequació de la massa tèrmica en noves oficines.
- Revisió dels estàndards energètics en la construcció d'obra nova i en la rehabilitació d'oficines.
- Certificació energètica d'edificis.
- Difusió de continguts pedagògics en centres educatius.

L'aplicació d'aquestes mesures s'ha fet a partir dels diferents projectes proposats al **PMEB**, amb major o menor grau de consecució. D'entre aquestes mesures n'hi ha diverses que, atesa la seva naturalesa, es creu convenient donar-los continuïtat, mentre que n'existeixen d'altres que en el context actual no hi tenen cabuda. Així mateix, la conjectura actual i l'estat de l'art de les tecnologies obliga a impulsar noves mesures que permetran arribar als objectius d'estalvi que aquest Pla proposa.



## 2. DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL

### 2.1. CENS D'INSTAL·LACIONS

A març del 2008, l'Ajuntament de Barcelona gestionava 2.015 instal·lacions, de les quals, 645 eren gestionades pel Sector de Serveis Generals de l'Ajuntament.

| Districte                            | Nombre de bens |
|--------------------------------------|----------------|
| <i>Sense assignació de districte</i> | 13             |
| Ciutat Vella                         | 405            |
| Eixample                             | 152            |
| Gràcia                               | 113            |
| Horta - Guinardó                     | 201            |
| Les Corts                            | 76             |
| Nou Barris                           | 209            |
| Sant Andreu                          | 195            |
| Sant Martí                           | 249            |
| Sants - Montjuïc                     | 261            |
| Sarrià - St. Gervasi                 | 127            |
| <b>TOTAL BARCELONA</b>               | <b>2.001</b>   |

| Districte                      | Nombre de bens |
|--------------------------------|----------------|
| L'Hospitalet de Llobregat      | 2              |
| Montcada i Reixac              | 4              |
| Sant Cugat del Vallès          | 2              |
| Sant Hilari Sacalm             | 1              |
| St. Adrià del Besós            | 5              |
| <b>TOTAL FORA DE BARCELONA</b> | <b>14</b>      |

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| <b>TOTAL BÉNS</b> | <b>2.015</b> |
|-------------------|--------------|

Taula 3.1 Béns immobles de l'Ajuntament de Barcelona

Per tal de poder fer un anàlisi sectorial, els edificis municipals es classifiquen d'acord a les següents tipologies:

| Codi Tipologia | Nom Tipologia    | Descripció  |
|----------------|------------------|---|
| AQA            | AQUARTERAMENT    | Guàrdia Urbana i bombers  |
| CEPS           | CENTRE D'ESTUDIS | Centres d'Educació Infantil i Primària, Escoles Bressol, Instituts d'Educació Secundària, Escoles d'especialització(fotografia, música, arts), etc. |



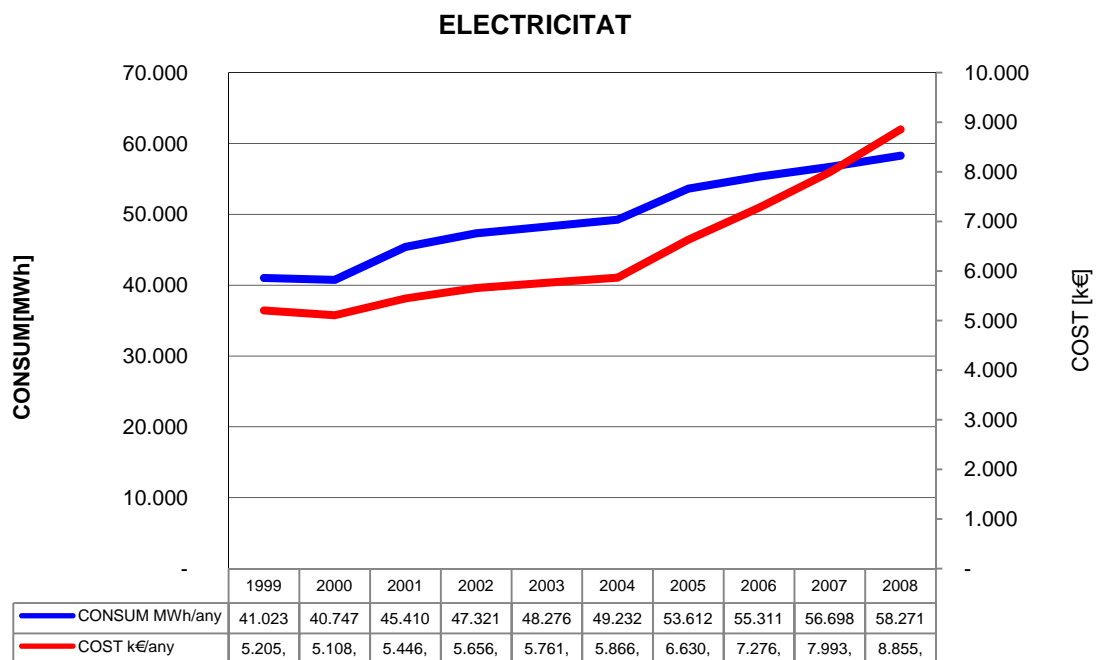
| Codi Tipologia | Nom Tipologia            | Descripció   |
|----------------|--------------------------|--|
| CSC            | CENTRE SOCIO - CULTURAL  | Espais de reunió i activitats socials: biblioteques, mercats, fundacions, associacions de veïns, agrupacions, centres cívics, casals, etc. |
| CULT           | CENTRE CULTURAL          | Centres culturals especialitzats: monuments, museus, sales d'exposició, teatres, etc.  |
| EQES           | EQUIPAMENT ESPORTIU      | Poliesportius, complexos esportius municipals i instal·lacions esportives exteriors, pistes de petanca, etc.                               |
| HAB            | HABITATGE                | Habitatges municipals i residències d'estudiants.  |
| OFIC           | OFICINES ADMINISTRATIVES | Edificis propis a l'administració municipal.   |
| PKG            | APARCAMENT               | Aparcaments exteriors i soterrats.   |
| SERV           | SERVEIS                  | Espais públics, lavabos públics, gosseres, punts verds, deixalleries, magatzems, etc.  |
| SING           | SINGULARS                | Zoo, Estadi Olímpic, Palau Sant Jordi, Parc de Recerca Biomèdica i Tibidabo.   |
| SSAN           | SOCIO SANITARI           | Agència de Salut Pública de Barcelona, centres de dia, centres d'atenció primària, hospitals, dispensaris, etc.                            |
| ALT            | ALTRES                   | La informació no permet relacionar-ho amb cap de les categories anteriors.   |

## 2.2. CONSUMS

L'anàlisi del consum d'electricitat en els edificis municipals es realitza a partir de les dades facilitades pel Sector de Serveis Generals de l'Ajuntament de Barcelona, que és el principal gestor de les dependències municipals, i de les dades de consum d'energia d'altres gestors d'edificis i equipaments municipals, com ara l'Institut Barcelona Esports, l'Institut de Cultura de Barcelona, l'Institut Municipal de Mercats i el Patronat Municipal de l'Habitatge, entre d'altres.

L'any 2008, el consum d'electricitat associat als edificis municipals va ser de 138.800,59 MWh/any.

L'evolució del consum elèctric es mostra al gràfic següent i, com s'observa, no deixa de créixer any rere any, a una taxa interanual del 3,9%, considerant el període representat.



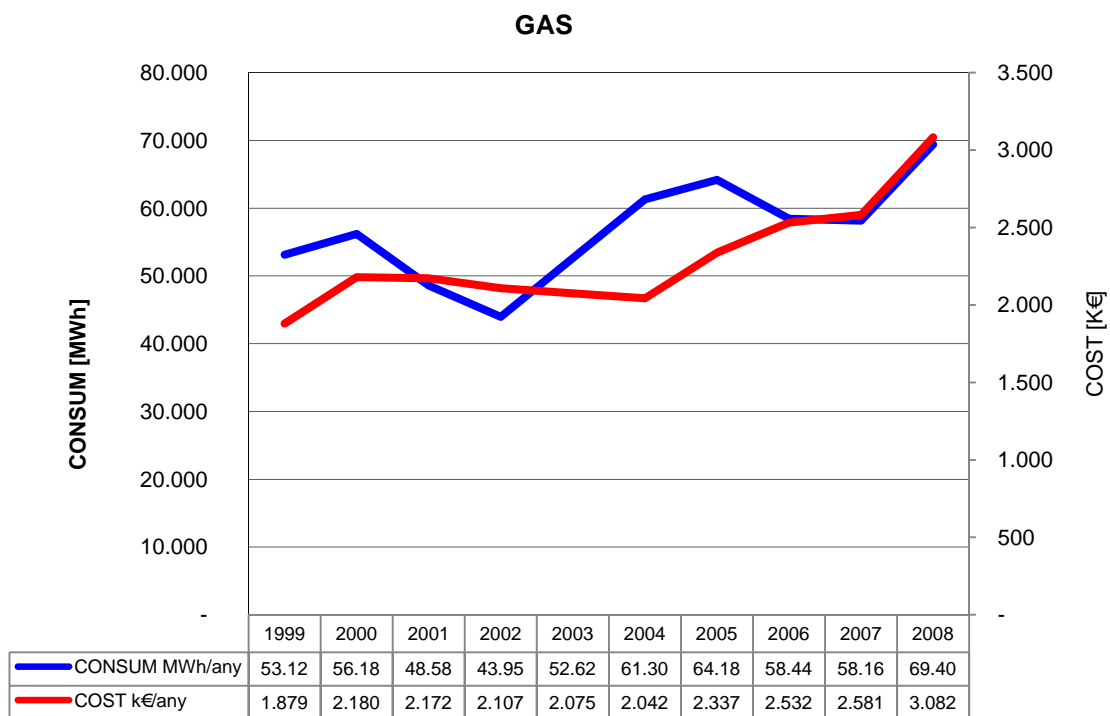
Gràfic 3.1 Evolució del consum d'electricitat dels edificis de Serveis Generals (consum corresponent a 625 establiments i 853 pòlisses l'any 2008)

D'altra banda, l'anàlisi dels consums de gas natural en els edificis municipals s'ha realitzat també a partir de les dades facilitades per Serveis Generals i per la resta d'entitats i departaments municipals que gestionen edificis i equipaments.

L'any 2008, el consum de gas natural associat als edificis municipals va ser de 100.021,91 MWh/any.

Com pel consum d'electricitat, es pot observar el creixement continu any rere any del consum de gas natural en el gràfic següent. La taxa anual de creixement del consum de gas natural en el període considerat és del 2,1%.





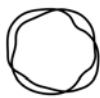
Gràfic 3.2 Evolució del consum de gas natural dels edificis de Serveis Generals (consum corresponent a 341 establiments i 386 pòlisses l'any 2008)

A més del consum d'electricitat i gas natural s'ha detectat un consum de gasoil que, l'any 2008, corresponia a 871,74 MWh i un consum de residus sòlids urbans, aprofitats mitjançant xarxes de calor i fred de barri, de 3.606,00 MWh.

Tot aquest consum de les diferents fonts es tradueix en unes emissions anuals de GEH de 40.394 tones de CO<sub>2</sub> equivalent, de les quals el consum elèctric és responsable d'un 49,5% i el consum de gas natural del 50,0%.

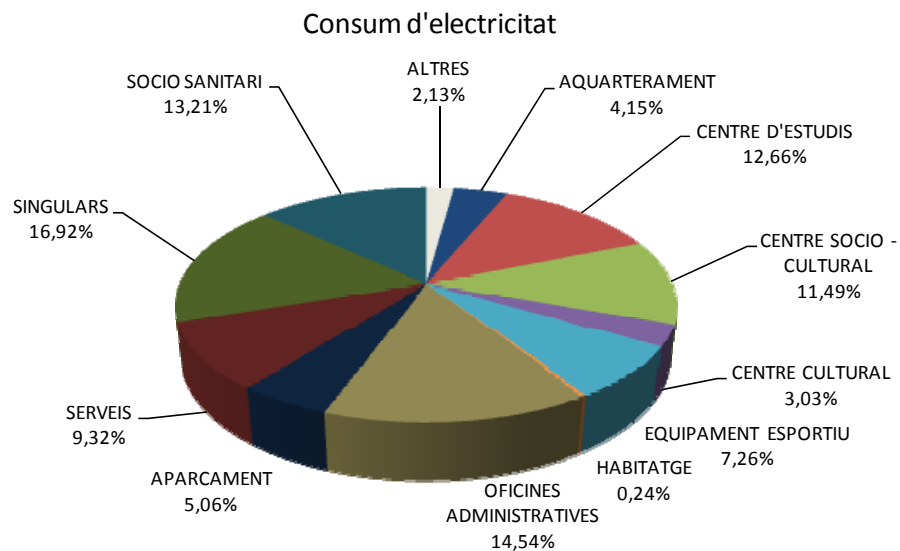
D'altra banda, s'ha estudiat també el consum d'electricitat i de gas natural segons les tipologies edificatòries considerades per l'Ajuntament.

| Nom Tipologia           | Consum Electricitat (MWh) | %     |
|-------------------------|---------------------------|-------|
| ALTRES                  | 2.951,90                  | 2,1%  |
| AQUARTERAMENT           | 5.765,87                  | 4,2%  |
| CENTRE D'ESTUDIS        | 17.570,64                 | 12,7% |
| CENTRE SOCIO - CULTURAL | 15.943,68                 | 11,5% |
| CENTRE CULTURAL         | 4.207,41                  | 3,0%  |



|                          |                   |        |
|--------------------------|-------------------|--------|
| EQUIPAMENT ESPORTIU      | 10.072,25         | 7,3%   |
| HABITATGE                | 337,44            | 0,2%   |
| OFICINES ADMINISTRATIVES | 20.175,98         | 14,5%  |
| APARCAMENT               | 7.028,64          | 5,1%   |
| SERVEIS                  | 12.931,64         | 9,3%   |
| SINGULARS                | 23.483,63         | 16,9%  |
| SOCIO SANITARI           | 18.331,53         | 13,2%  |
| <b>TOTAL</b>             | <b>138.800,59</b> | 100,0% |

Taula 2.2.1 Consums d'electricitat de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.



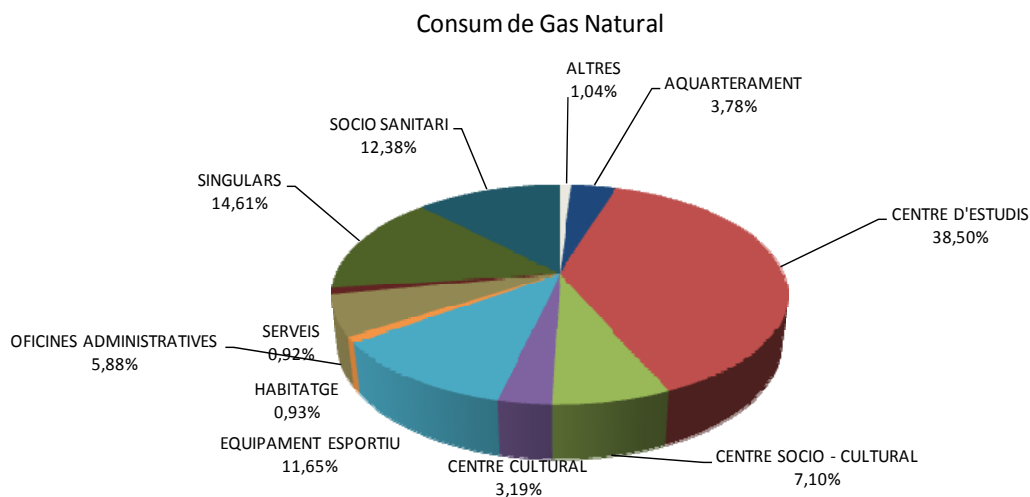
Gràfic 2.2.1 Consums d'electricitat de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.

| Nom Tipologia            | Consum de Gas Natural (MWh) | %     |
|--------------------------|-----------------------------|-------|
| ALTRES                   | 1.043,08                    | 1,0%  |
| AQUARTERAMENT            | 3.776,43                    | 3,8%  |
| CENTRE D'ESTUDIS         | 38.511,76                   | 38,5% |
| CENTRE SOCIO - CULTURAL  | 7.104,98                    | 7,1%  |
| CENTRE CULTURAL          | 3.192,17                    | 3,2%  |
| EQUIPAMENT ESPORTIU      | 11.655,59                   | 11,7% |
| HABITATGE                | 930,86                      | 0,9%  |
| OFICINES ADMINISTRATIVES | 5.882,54                    | 5,9%  |
| SERVEIS                  | 922,93                      | 0,9%  |



|                |                   |               |
|----------------|-------------------|---------------|
| SINGULARS      | 14.617,50         | 14,6%         |
| SOCIO SANITARI | 12.384,08         | 12,4%         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>100.021,91</b> | <b>100,0%</b> |

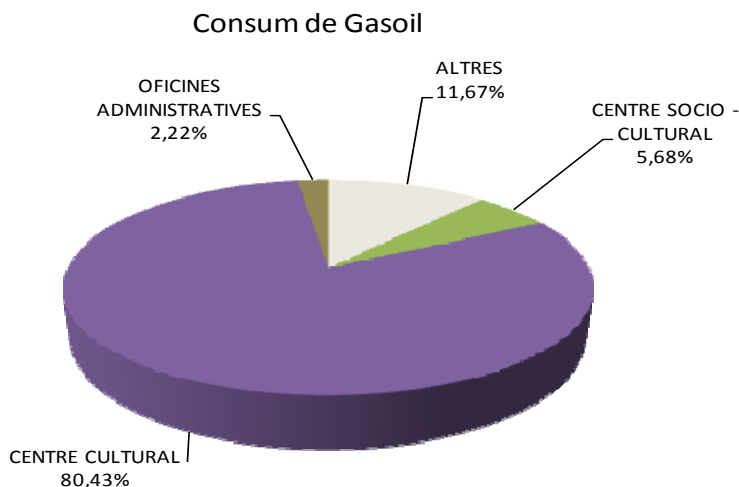
Taula 2.2.2 Consum de gas natural de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.



Gràfic 2.2.2 Consums de gas natural de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.

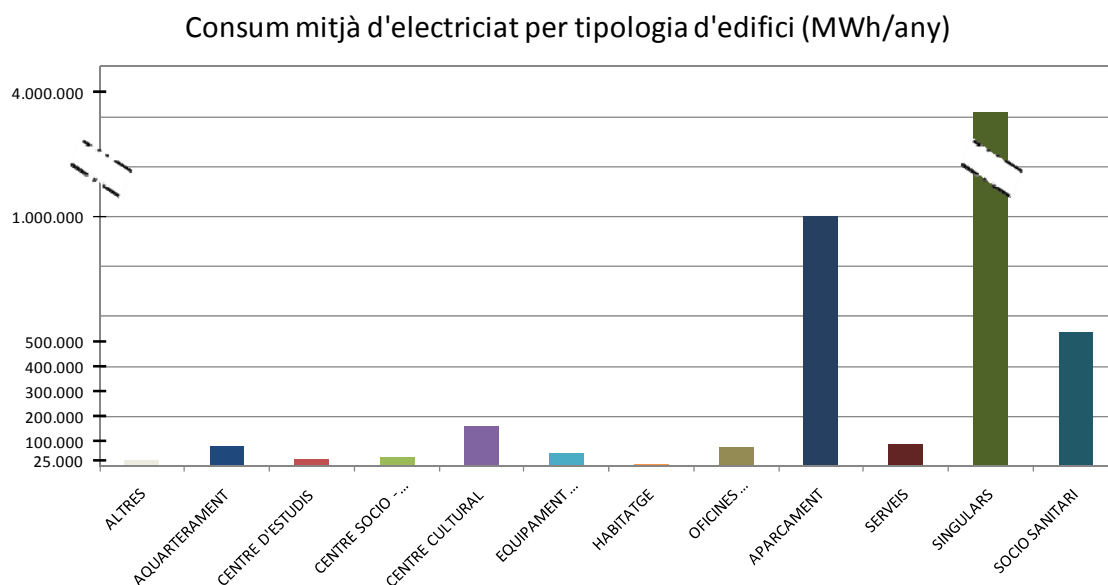
| Nom Tipologia            | Consum de Gasoil (MWh) | %             |
|--------------------------|------------------------|---------------|
| ALTRES                   | 101,70                 | 11,7%         |
| CENTRE SOCIO - CULTURAL  | 49,55                  | 5,7%          |
| CENTRE CULTURAL          | 701,17                 | 80,4%         |
| OFICINES ADMINISTRATIVES | 19,32                  | 2,2%          |
| <b>TOTAL</b>             | <b>871,74</b>          | <b>100,0%</b> |

Taula 2.2.3 Consums de gasoil de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.

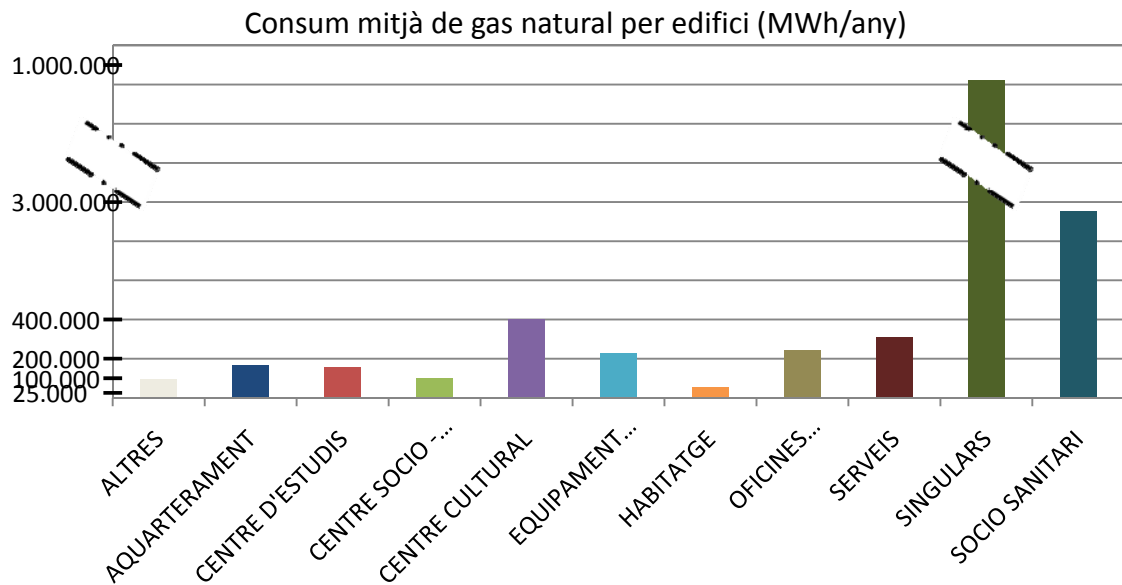


Gràfic 2.2.3 Consum de gasoil de les instal·lacions municipals, per tipologia. Any 2008.

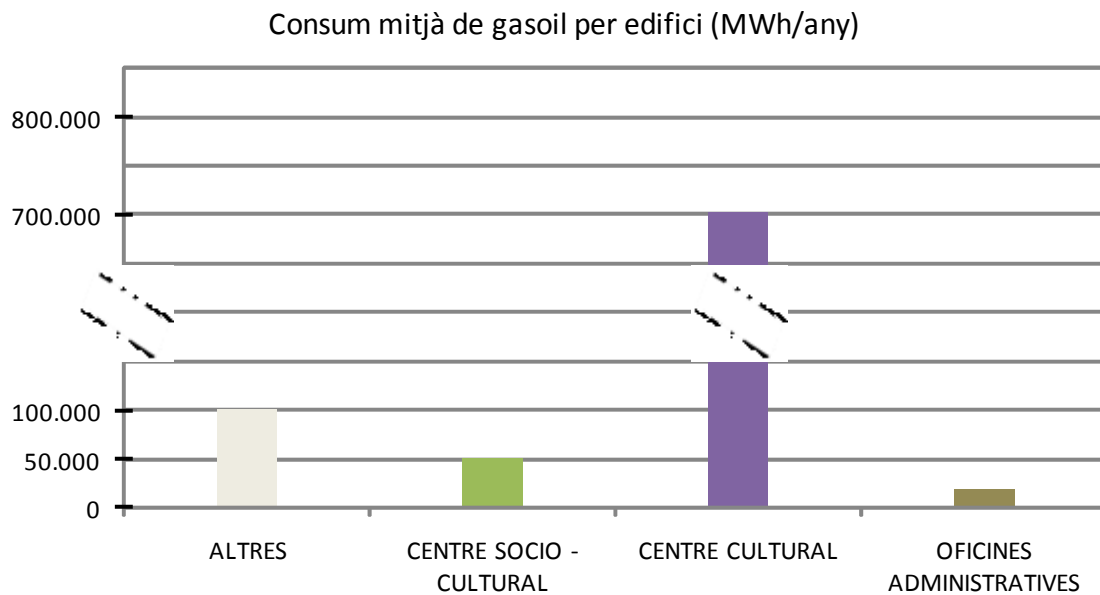
A partir de les dades disponibles es pot fer una distribució de consums per tipologia en funció del consum total i del nombre d'edificis considerats. D'aquesta manera, es pot obtenir més informació sobre el consum per tipologies en base al valor de consum energètic mitjà per edifici per a cada tipologia i en deriven els gràfics que es mostren a continuació.



Gràfic 3.4 Consum mitjà d'electricitat per edifici i any, segons tipologies. Any 2008.



Gràfic 3.5 Consum mitjà de gas natural per edifici i any, segons tipologies. Any 2008.



Gràfic 3.6 Consum mitjà de gasoil per edifici i any, segons tipologies. Any 2008.



Així doncs, per exemple, tot i que en el gràfic de distribució de consum energètic de gas natural per tipologia es veia que el màxim consum s'associava als Centres d'Estudis, amb un 38,5% del total de gas natural, al fer el consum mitjà per edifici, la tipologia que passa a tenir molta rellevància és la de Centres Culturals. Tot i només representar el 3,2% del consum total de gas natural, cadascun dels seus edificis tenen un consum mitjà de gas natural molt elevat; molt més que el dels Centres d'Estudis.

En qualsevol cas, aquest estudi caldria complementar-se amb la comparativa a partir del valor de consum per superfície construïda dels edificis, ja que també podria ser que tot i que els edificis considerats en la tipologia de Centres Culturals tinguin un consum mitjà de gas natural elevat, la seva superfície construïda mitjana sigui també més elevada, pel que el seu notable valor de consum mitjà podria quedar, en certa manera, justificat.

Per tant, forma part del Pla l'elaboració de ratis i indicadors de consum que no tan sols donin valors absoluts de consum energètic, sinó que permetin fer comparatives entre consums relatius d'edificis d'una mateixa tipologia, per exemple, respecte la mitjana del seu sector i que permetin detectar quines són les tipologies amb consums per superfície construïda més elevats. A partir d'aquest anàlisi d'indicadors és possible dissenyar una estratègia d'actuació més adequada a la realitat, prioritzant els estudis i la intervenció sobre els edificis amb consums energètics associats anormalment alts respecte la mitja per a la seva tipologia i segons el seu rati de consum energètic per superfície construïda.

En aquest sentit, s'ha desenvolupat una base de dades que permet recollir tota la informació de l'edifici, tant els consums d'energia com les característiques físiques de l'edifici, amb la finalitat d'elaborar ratis i realitzar anàlisis comparatius dels edificis municipals que facilitin la presa de decisions a l'hora de fer inversions en eficiència energètica i energies renovables.



### 3. OBJECTIUS

L'objectiu del **PEMEEM** és el d'estalviar energia i incorporar Energies Renovables als edificis i a 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.

Conscients que estalviar energia als edificis i equipaments significa reduir les GEH i els costos econòmics, cal establir una estratègia que doni compliment als compromisos presos en l'**Agenda 21** i en el **Pacte dels Alcaldes** (COM).

Així mateix, cal donar compliment a la Directiva Europea d'Eficiència Energètica als Edificis (Directiva 2002/91/CE), al CTE (RD.314/2006), al Decret d'Ecoeficiència de la Generalitat de Catalunya (DECRET 21/2006) i a la Directiva Europea sobre l'eficiència de l'Ús final de l'Energia i els serveis energètics (Directiva 2006/32/CE).

Actualment, les dues directives europees anteriors queden modificades per la Directiva 2010/31/UE de 19 de Maig del 2010 relativa a l'eficiència energètica en els edificis.

L'objectiu principal d'aquesta directiva és fomentar l'eficiència energètica en els edificis, tenint en compte les particularitats de cadascú, tant tècniques com econòmiques. Aquesta directiva estableix:

- Els requisits d'un marc comú per a la metodologia de càlcul de l'eficiència energètica dels edificis, tant d'obra nova com existents.
- La necessitat de fixar uns requisits mínims d'eficiència energètica, tant en edificis nous com en edificis existents.
- L'elaboració de plans nacionals per potenciar els edificis de consum d'energia gairebé nul.
- La inspecció periòdica de les instal·lacions de calefacció i aire condicionat.
- La definició dels requisits dels sistemes de control independent dels certificats d'eficiència energètica i inspeccions.



D'altra banda, a nivell estatal s'està treballant en la redacció de la nova Llei d'eficiència energètica i energies renovables, la qual reflectirà els esforços tant centrals com locals pel foment de l'eficiència energètica i les energies renovables.

Aquesta nova llei transposarà les polítiques europees en matèria d'eficiència energètica i energies renovables a la legislació espanyola i establirà un marc estable per al foment de la competitivitat i la innovació en el sector.

A la vegada, la nova llei defineix la figura del gestor energètic dels edificis, a qui atorga funcions com:

- Realitzar un seguiment mensual del consum d'energia de l'edifici.
- Analitzar anualment el consum d'energia i les emissions de CO<sub>2</sub> comparativament amb els anys anteriors amb la finalitat de detectar possibles millores.
- Desenvolupar un programa de funcionament de les instal·lacions on es relacioni el consum d'energia amb els paràmetres clau de funcionament de l'edifici, com pot ser l'ocupació, la temperatura, etc.
- Proposar un programa de millora de l'eficiència energètica de l'edifici que s'haurà de tenir en compte en el moment de fer renovacions substancials.

En qualsevol cas, tots els objectius d'estalvi energètic i d'emissions de GEH passen per disposar inicialment d'un coneixement detallat dels consums de les dependències municipals i implicar a tots els treballadors en aquest Pla d'estalvi i millora energètica als edificis municipals, mitjançant la participació, sensibilització, comunicació i orientació per actuar de forma transversal.

El **PEMEEM** és un pla que s'anirà implantant paulatinament, amb objectius a 2020, i que es desenvoluparà mitjançant tres Plans d'Acció de diferent temporalitat:

- Pla d'Acció 1: 2010 - 2011
- Pla d'Acció 2: 2012 - 2015





- Pla d'Acció 3: 2016 – 2019

L'any 2020, serà el de tancament del Pla i d'avaluació dels resultats obtinguts.

El **PEMEEM** pivotarà sobre la Mesura de Govern d'estalvi i eficiència energètica a les instal·lacions municipals, l'eina transversal que servirà per implementar el propi Pla. Una actuació que implica a tots els Departaments i Àrees de l'Ajuntament i que esdevindrà el mecanisme pel que la taula de treball d'Estalvi Energètic podrà coordinar els diversos gestors energètics de les instal·lacions municipals per a executar els citats Plans d'Acció.

L'objectiu concret que es marca el **PEMEEM** de cara a l'any 2020 és el d'aconseguir una reducció de les emissions de GEH derivades del consum d'energia dels edificis municipals, aproximadament d'un 20,0% respecte la situació de l'any 2008. Aquesta reducció es durà a terme, principalment, mitjançant accions que augmentin l'eficiència energètica de les instal·lacions dels edificis municipals i redueixin el seu consum.

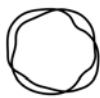
En termes d'emissions de GEH, l'estalvi energètic objectiu fixat pel **PEMEEM** reporta un estalvi total de 9.360 tones/any de CO<sub>2</sub> equivalent, que traduït a consum d'energia, significa un estalvi del consum energètic de 41.776,17 MWh/any.

Aquests objectius d'estalvi energètic s'assoliran mitjançant dos tipus d'accions:

- Actuacions sobre els sistemes actius i passius dels edificis que redueixin el consum energètic degut a l'activitat, i que s'anomenaran accions d'Estalvi i Eficiència Energètica.
- Actuacions per a la implantació de sistemes de generació energètica d'alta eficiència o que permetin l'aprofitament d'energies renovables, i que s'anomenaran accions en Energies Renovables i Sistemes de Generació d'Alta Eficiència.

Pel que fa a les actuacions en Estalvi i Eficiència Energètica:

Les mesures de millora en estalvi i eficiència energètica permetran obtenir un estalvi d'emissions de 6.904 tones de CO<sub>2</sub> equivalent, 3.304 tones



degudes a l'estalvi d'electricitat i 3.601 tones degudes a l'estalvi de gas natural.

En termes energètics, l'estalvi d'emissions prové d'una reducció en el consum energètic de 32.954,34 MWh l'any 2020, que correspon a estalviar 15.385,69 MWh d'electricitat i 17.568,65 MWh de gas natural.

Pel que fa a les actuacions en Energies Renovables i sistemes de Generació d'Alta eficiència:

Adicionalment, la inversió en sistemes de generació mitjançant energies renovables i sistemes d'alta eficiència permetrà estalviar 2.456 tones de CO<sub>2</sub> equivalent; que traduït a estalvi energètic suposa assolir 8.821,84 MWh d'estalvi l'any 2020; la qual cosa es tradueix amb 8.187,59 MWh d'electricitat, -151,78 MWh de gas natural i 786,03 MWh<sup>1</sup> de gasoil, donat que es comptabilitza el consum necessari dels grups de cogeneració d'alta eficiència, així com el canvi dels sistemes basats en gasoil a gas natural.

En tots els casos, el factor d'emissions considerat per al càlcul de l'estalvi ha estat, per a l'electricitat, el del mix elèctric català segons elaboració pròpia, que indica un valor de 0,144 kgCO<sub>2</sub>eq/kWhe, mentre que per al gas natural s'ha considerat un factor d'emissions de 0,202 kgCO<sub>2</sub>eq/kWhGN. En el cas dels sistemes de generació d'alta eficiència o mitjançant energies renovables, el mix elèctric utilitzat per als càlculs és de 0,360 kgCO<sub>2</sub>eq/kWhe produït.

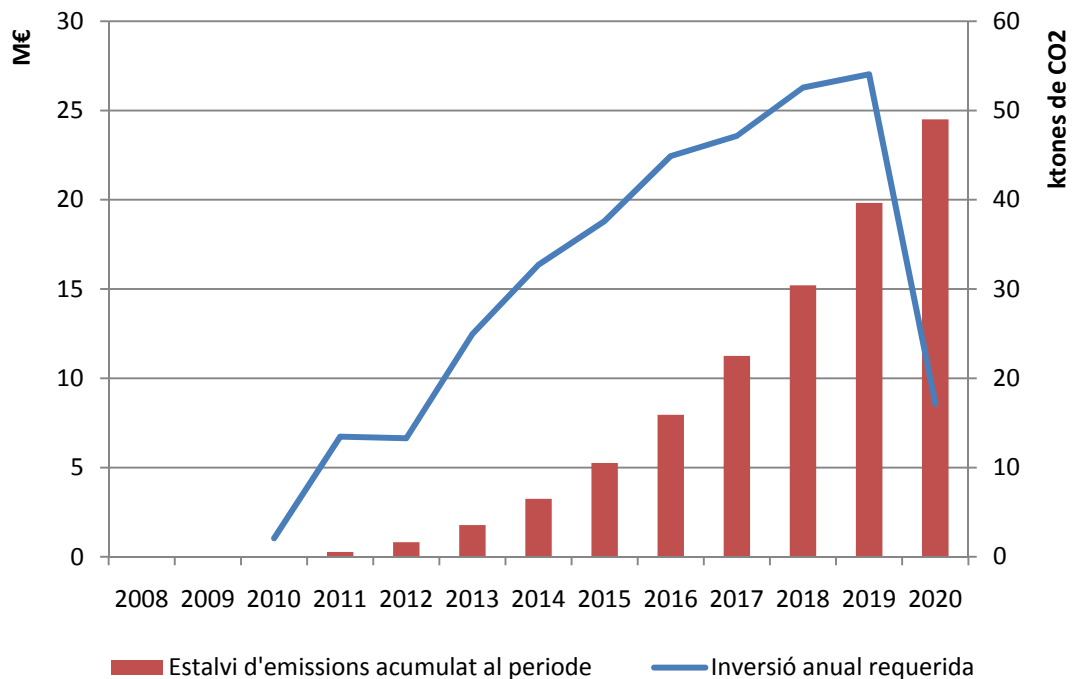
L'aplicació del **PEMEEM** per a l'obtenció dels estalvis energètics i d'emissions esmentats comporta, fins al 2020, una inversió total associada de 136 M€.

---

<sup>1</sup> L'estalvi negatiu correspon al balanç de consum necessari per a la generació elèctrica i de calor mitjançant una cogeneració amb gas natural i al sobreconsum produït pel canvi dels equips de gasoil.



### Relació entre la inversió i l'estalvi d'emissions de GEH



Gràfic 3.1 Relació entre la inversió acumulada i l'estalvi d'emissions de GEH.



#### 4. PROJECTES ESTRATÈGICS

S'han adefinit 11 projectes estratègics dirigits a la reducció de les emissions de GEH mitjançant la reducció del consum d'energia i la producció energètica amb fonts renovables i sistemes d'alta eficiència.

Aquests projectes són:

**Projecte 1.** Desplegar la Mesura de Govern d'estalvi i eficiència energètica en edificis municipals.

**Projecte 2.** Crear la taula de treball d'Estalvi Energètic i la figura del Gestor Energètic de les instal·lacions municipals.

**Projecte 3.** Redactar el protocol d'edificació municipal i recepció d'edificis.

**Projecte 4.** Redactar el Protocol de comunicació, conscienciació i difusió de bones pràctiques.

**Projecte 5.** Implantar sistemes de monitoratge a les instal·lacions municipals - Sistemes de Gestió Energètica (SGE).

**Projecte 6.** Implantar Mesures d'eficiència i estalvi energètic a les instal·lacions municipals.

**Projecte 7.** Implantar Sistemes de generació tèrmica d'alta eficiència.

**Projecte 8.** Implantar Mesures d'energies renovables.

**Projecte 9.** Difondre la implantació de les Empreses de Serveis Energètics (ESE) a les instal·lacions municipals.

**Projecte 10.** Fomentar la Compra verda d'energia.

**Projecte 11.** Recollida, centralització i tractament de les dades de consums energètics dels edificis i equipaments municipals en l'Observatori d'Energia.



#### 4.1. PROJECTE 1. DESPLEGAR LA MESURA DE GOVERN D'ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN ELS EDIFICIS MUNICIPALS

Es desenvoluparà la Mesura de Govern que estableix les estratègies d'estalvi, eficiència i energies renovables en els edificis i instal·lacions municipals. Aquestes estratègies són coherents amb el Pla de Millora Energètica de Barcelona 2010 (**PMEB**) i el que recull aquest **PEMEEM** en els seus Plans d'Acció.

La Mesura de Govern és l'eina transversal dins l'Ajuntament de Barcelona que servirà per implementar el **PEMEEM**, donat que aquest Pla és una actuació que implica a tots els Departaments i Àrees de l'Ajuntament.

Tal i com suggereix el **PEMEEM**, l'abast d'actuació sobre els edificis és ampli, ja que es cobreixen els àmbits de l'Estalvi, l'Eficiència Energètica i les Energies Renovables, així com l'ambientalització de les diverses dependències i instal·lacions municipals.

Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.



#### 4.2. PROJECTE 2. CREAR LA TAULA DE TREBALL D'ESTALVI ENERGÈTIC I LA FIGURA DEL GESTOR ENERGÈTIC DE LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS

En el marc del **PEMEEM** s'ha creat la Taula de Treball d'Estalvi Energètic amb l'objectiu de portar a terme les estratègies que estableix el propi Pla.

La Taula la conformen:

- L'Àrea de Medi Ambient, a través de l'Agència d'Energia de Barcelona, com a assessor tecnològic i expert en els temes energètics.
- El Sector de Serveis Generals, a través del Departament de Manteniment, que actua com a referent per al territori.
- Representants dels dos Districtes amb major consum o nombre d'edificis gestionats o que estan desenvolupant plans d'actuació ambientals:
  - Districte d'Horta Guinardó.
  - Districte de Les Corts.
- Representants d'aquelles àrees, sectors o departaments de l'Ajuntament de Barcelona que gestionen un gran nombre d'edificis o equipaments municipals. En concret hi participen:
  - Barcelona d'Infraestructures Municipals, SA (BIMSA), com a promotora d'edificació pública municipal.
  - El Sector d'Educació, Cultura i Benestar, com a sector responsable de la gestió d'un gran nombre d'edificis i equipaments municipals.

La Taula de Treball té, entre d'altres, les següents funcions:

- Validar i aprovar les propostes aportades des del grup de treball format per l'Agència d'Energia de Barcelona i el Departament de Manteniment i Pla de locals.



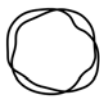
- Fixar línies d'actuació per assolir els objectius.
- Proposar canvis normatius, generació de circulars o notes interpretatives.
- Impulsar programes de formació de personal.

Per tal de coordinar el coneixement energètic dels edificis, es crearà la figura del gestor energètic de l'edifici: una persona, sigui el responsable administrador, sigui el responsable de manteniment de la instal·lació, coneixedora de l'estat de les instal·lacions, dels consums energètics, etc.

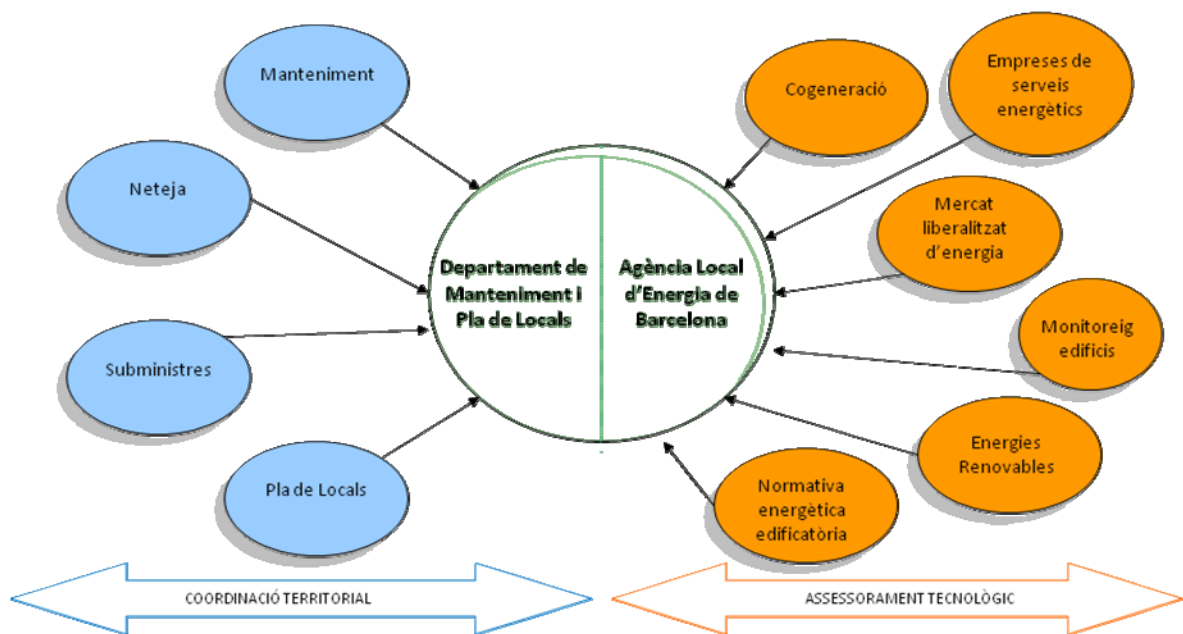
S'actuarà amb la participació dels gestors dels edificis de manera que la presa de decisions pel que fa a mesures, actuacions o inversions sigui consensuada.

Les funcions del gestor energètic seran, entre d'altres:

- Fer el seguiment de les dades de consums energètics del seu edifici: disposar i facilitar informació de consums energètics i costos associats.
- Ser l'interlocutor únic amb la Taula de Treball d'Estalvi Energètic dels edificis gestionats per ell.
- Assistir a les reunions que convoqui la Taula de Treball.
- Vetllar i fer el seguiment de les diferents actuacions sobre els edificis per incloure-hi mesures d'estalvi i eficiència energètica.
- Proposar a la Taula de Treball actuacions en matèria d'estalvi energètic i energies renovables, en el cas de detectar-ne la necessitat en els edificis gestionats.
- Fer el seguiment de les actuacions realitzades en matèria d'estalvi i eficiència energètica i energies renovables per vetllar pel compliment dels objectius d'estalvi o de producció energètica estimats en fase de projecte.
- Corregir mals hàbits detectats, per exemple, a partir del monitoratge energètic.



- Vetllar i fer el seguiment de les actuacions de manteniment per assegurar un bon manteniment preventiu i correctiu i que en aquests s'hi incorporin mesures d'estalvi energètic.
- Promoure accions de conscienciació d'estalvi energètic i optimització de recursos.



Esquema 3.1 Taula de treball.

Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.





### **4.3. PROJECTE 3. REDACTAR EL PROTOCOL D'EDIFICACIÓ MUNICIPAL I RECEPCIÓ D'EDIFICIS**

L'Agència d'Energia de Barcelona, per encàrrec de l'Ajuntament de Barcelona, implicarà als diversos Sectors de l'Ajuntament responsables de la gestió de nous edificis per a dissenyar un Protocol d'Edificis.

El Protocol d'Edificis serà un recull d'actuacions i recomanacions que hauran d'assumir les diverses entitats de l'Ajuntament de Barcelona relacionades amb la promoció i gestió d'edificis, tant de nova construcció com rehabilitats.

Inicialment contemplarà recomanacions de criteris d'estalvi, eficiència i en general, de gestió de l'energia i posteriorment, s'ampliarà a criteris ambientals.

Per tant, es promourà la implantació de sistemes d'energies renovables, la millora dels sistemes d'il·luminació per sistemes més eficients i en general totes aquelles mesures que ja contempla aquest pla per a les dependències municipals existents.

Es farà especial atenció a la implantació des de les fases de projecte de sistemes de monitoratge mitjançant telemesura i sistemes domòtics en general per tal de millorar el control i la gestió dels sistemes consumidors d'energia

El Protocol incidirà en aquelles mesures d'estalvi i eficiència que aplicades de bon principi, a nivell de projecte bàsic i executiu, suposin un major benefici en estalvi respecte a la inversió necessària. En aquest sentit, el Protocol recollirà millores que signifiquin superar en ambició les mesures que la legislació vigent ja contempla.

Recollint allò que expressen les diverses legislacions vigents, a nivell europeu la Directiva 2002/91/CE referent a l'eficiència energètica dels edificis i la Directiva 2006/32/CE sobre l'ús final de l'energia, modificades recentment per la Directiva 2010/31/UE de Maig del 2010 relativa a l'eficiència energètica en els edificis. A nivell estatal, el Codi Tècnic de



l'Edificació, RD. 314/2006 i a nivell autonòmic el decret d'Ecoeficiència, Decret 21/2006, així com les tendències actuals d'exigència, és objectiu del **PEMEEM** que els edificis municipals esdevinguin construccions energèticament modèliques i de referència tant en la fase de construcció com durant la seva vida útil. Per aconseguir aquest objectiu cal ésser exigents des de la fase de disseny.

Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.



#### 4.4. PROJECTE 4. REDACTAR EL PROTOCOL DE COMUNICACIÓ, CONSCIENCIACIÓ I DIFUSIÓ DE BONES PRÀCTIQUES

S'incentivarà la redacció d'un Protocol de comunicació, conscienciació i difusió de bones s'inscriurà pràctiques dins dels objectius estratègics transversals del **Programa Ajuntament +Sostenible** el qual recull les següents necessitats:

Desenvolupar una cultura organitzativa socialment responsable i ambientalment correcta:

Comporta en primer lloc canvis d'hàbits en els treballadors. L'èxit en aquest canvi té relació directa amb:

- Crear un sentiment d'objectiu compartit per tota l'organització
- Motivar els professionals i els equips de treball
- Compartir coneixement (formació i informació)

D'altra banda, requereix desenvolupar els elements de gestió interna necessaris per assolir els objectius ambientals i socials:

- Anàlisi i millora de processos de treball
- Accions normatives
- Introducció de clàusules en els plecs
- Comissions i grups de treball específics

Establir una estratègia de comunicació del programa:

Per a motivar els professionals i generar sentiment de missió entre els treballadors i també per dotar el programa de centralitat estratègica en el marc municipal i donar-li visibilitat a nivell local. En l'estratègia de comunicació s'insereixen les activitats que ja es duen a terme com el butlletí informatiu electrònic que edita el **Programa l'Ajuntament +Sostenible**, la pàgina Web, les accions de certificació ambiental de departaments municipals (ISO, EMAS) o la participació en xarxes internacionals.



Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.



#### **4.5. PROJECTE 5. IMPLANTAR SISTEMES DE MONITORATGE A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS - SISTEMES DE GESTIÓ ENERGÈTICA (SGE)**

A nivell estatal, com ja s'ha comentat, s'està en fase d'estudi de l'esborrany de la Llei d'eficiència i energies renovables. Aquesta proposta de Llei té per objectiu fomentar l'estalvi i l'eficiència energètica, la promoció de l'energia procedent de fonts renovables com a mitjà necessari per al desenvolupament econòmic sostenible, la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i la seguretat d'abastament energètic.

Un dels aspectes que contempla aquesta proposta de Llei és l'obligatorietat d'incorporar sistemes de gestió energètica i certificació als edificis. En particular l'article 16 del document proposta, de data 6 de febrer del 2009, determina:

- Les instal·lacions industrials hauran d'incorporar sistemes de gestió energètica que hauran de ser certificats per empreses acreditades per a aquest fi, d'acord amb el procediment i calendari que aprova reglamentàriament el Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç.
- El procediment i calendari al que es refereix el punt anterior inclourà els terminis obligatoris per a l'acreditació de l'exigència d'incorporació de sistemes de gestió energètica diferents segons l'agrupació d'activitats i nivell de producció.
- Les convocatòries públiques d'ajudes, qualsevol que sigui l'àmbit competencial i territorial de l'administració convocant, incorporaran criteris de discriminació positiva en favor de projectes que suposin les millores de l'eficiència energètica dels processos industrials suficientment acreditades i en favor d'empreses certificades d'acord amb el recollit en aquest article.

Un Sistema de Gestió Energètica (SGE) és el conjunt de requisits que permeten que una organització desenvolupi un sistema per a la millora en el consum energètic. Un SGE a les instal·lacions municipals permetrà:



- Millorar l'eficiència energètica dels seus processos de forma sistemàtica
- Establir, implementar, mantenir i millorar un sistema de gestió energètica
- Incrementar l'aprofitament d'energies renovables o energies excedents pròpies o de tercers
- Assegurar la seva conformitat amb la seva política energètica
- Demostrar aquesta conformitat als altres mitjançant la certificació del seu sistema de gestió energètica per una organització externa

Així doncs, el comptatge i el control del consum d'energia és l'eina imprescindible per a la correcta gestió de l'energia. És el pas previ a qualsevol inversió, ja que és el sistema de control el que permetrà dissenyar indicadors d'estalvi. Així mateix, un sistema centralitzat de comptatge energètic permet disposar d'històrics i consums instantanis que faciliten la tasca de detecció de fuites d'energia.

Adicionalment, el monitoratge permet la visualització de consums no només per part del gestor energètic de l'edifici sinó també per d'altres institucions, com ara l'Agència d'Energia de Barcelona, que podrà fer un seguiment precís de l'estalvi obtingut mitjançant les inversions en millora. D'altra banda, la visualització dels consums és també una eina útil per a la conscienciació del ciutadà, motiu pel qual es pot considerar la proposta d'instal·lació d'alguns monitors en aquells edificis més concorreguts, o que la informació sigui consultable via Internet.

La tipologia de monitoratge més bàsica consisteix en instal·lar un sistema de comptabilitat energètica centralitzada, que reculli dades de consum dels subministraments energètics més importants com l'electricitat i el gas natural. La lectura de consums i la centralització de les dades podria incorporar, de forma no excessivament complicada, la comptabilitat dels consums d'aigua de cadascun dels edificis.

Finalment, un cop implantat el sistema de monitoratge i control centralitzat, seria necessària molt poca inversió addicional per afegir sondes de control de temperatura, humitat, concentració de CO<sub>2</sub>, etc. d'una zona en particular



o de tot l'edifici, que permetrien fer una gestió acurada dels paràmetres energètics de l'edifici.

S'estima que un control efectiu dels consums energètics pot reportar entre el 3,0% i el 10,0% d'estalvi energètic.

Evidentment, la implantació d'un sistema de control i monitoratge a gran escala està pensat, en gran mesura, per al parc d'edificis existents, en vista que és una eina absolutament imprescindible per conèixer els consums energètics de cadascun dels edificis de forma precisa. En qualsevol cas, el sistema de control i monitoratge podria aplicar-se també a les noves construccions obligant, per exemple, mitjançant els plecs de licitació de les noves obres, a valorar la incorporació de sistemes de control i gestió en els edificis així com de sistemes domòtics integrals.

Finalment, tot i que en capítols posteriors es descriuran amb més detall els Plans d'Acció inclosos en el **PEMEEM**, a mode d'avanç es mostra el quadre de resultats d'estalvis energètics, d'emissions de CO<sub>2</sub> equivalent i les inversions econòmiques associades obtinguts de l'aplicació de sistemes de monitoratge energètic en edificis municipals al llarg del Plans d'Acció 1, 2 i 3 (PA1, PA2 i PA3 respectivament).

| Monitoratge de consums energètics | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                               | 37                         | 1.331,37                | 214                                | 643.800          |
| PA2                               | 47                         | 7.535,32                | 1.530                              | 967.731          |
| PA3                               | 57                         | 35.854,77               | 7.299                              | 1.950.494        |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>141</b>                 | <b>44.721,45</b>        | <b>9.042</b>                       | <b>3.562.025</b> |

Taula 4.5.1 Resultats d'estalvi i inversió requerida per les actuacions de monitoratge de consums als edificis municipals.



#### **4.6. PROJECTE 6. IMPLANTAR MESURES D'EFICIÈNCIA I ESTALVI ENERGÈTIC A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS**

S'invertirà en mesures d'estalvi energètic amb l'objectiu de reduir el consum d'energia.

En els darrers anys, les mesures d'estalvi i eficiència energètica han guanyat en notorietat, en vista del context socioeconòmic, polític i ambiental en el què ens trobem. L'augment dels preus de l'energia, l'escassetat de recursos fòssils i les polítiques energètiques i ambientals, sobretot lligades a la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, ha impulsat les inversions en mesures que permetessin reduir el consum energètic dels edificis.

En general, els principals factors que influeixen en la demanda i el consum energètic final en els edificis, i en conseqüència en les emissions de gasos d'efecte hivernacle, són:

- Zona climàtica.
- Orientació, forma i volum de l'edifici.
- Envolupant: característiques constructives dels tancaments, tant opacs com transparents.
- Tipus d'instal·lacions de distribució existents de calefacció, refrigeració, aigua calenta sanitària, enllumenat, etc.
- Fonts energètiques disponibles.
- Ús de l'edifici que en fan els usuaris.

Així doncs, les mesures d'estalvi energètic han de donar solució a cadascuna de les problemàtiques energètiques que plantegen els factors esmentats, com ara minimitzar els efectes de la climatologia a través d'un disseny adequat i de paràmetres bioclimàtics, reduir la demanda tèrmica mitjançant bons aïllaments, etc.





En qualsevol cas, caldrà que les mesures proposades diferenciïn entre dos casos d'intervenció:

- Intervenció sobre edificis existents.
- Intervenció sobre edificis de nova construcció o rehabilitacions importants.

La diferenciació entre edificis existents i de nova construcció ve donada per varis motius. Per una banda, cal tenir present que algunes de les mesures proposades comportaran un cost econòmic més elevat quan es valora la seva aplicació en edificis existents, donat que la seva implementació s'associa, sovint, a una complexitat tècnica major; mentre que per als edificis de nova construcció, el fet de poder intervenir sobre la fase de projecte fa que la majoria de mesures s'associïn a retorns d'inversió menors. D'altra banda, recordar també l'existència d'un marc normatiu i regulatori en l'àmbit de l'eficiència energètica molt diferent per a cadascun dels grups d'edificis, que fa que la forma d'intervenció s'hagi de plantejar des de diferents òptiques i seguint criteris diferenciats.

Així doncs, els edificis de nova construcció o aquells que són objecte de rehabilitacions importants estan subjectes a la nova normativa energètica edificatòria, com el Codi Tècnic de l'Edificació, el nou Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques, el Decret d'Ecoeficiència, la Certificació Energètica o l'Ordenança Solar Municipal. Aquesta normativa, sorgida majoritàriament com a transposició la Directiva Europea 2002/91/CE, ja contempla l'obligatorietat d'incorporar mesures d'eficiència energètica i d'energies renovables en els edificis. En canvi, els edificis existents no tenen un marc normatiu que els obligui a incorporar cap tipus de mesura d'eficiència energètica si no és de forma voluntària.

En vista d'això, la via d'intervenció s'ha de plantejar de diferent manera, a l'igual que cal estudiar quins requisits energètics es poden exigir en cada cas. A més, tot i que el gran parc d'edificis municipals és parc ja existent, és igualment necessari no perdre de vista el futur parc d'edificis donat que, com ja s'ha dit, és justament en la fase de projecte d'un edifici quan les intervencions per aplicar mesures d'estalvi energètic tenen un cost econòmic associat més fàcilment amortitzable.



Conseqüentment, aquest **PEMEEM** estableix quines de les mesures actuals i futures en l'àmbit de l'estalvi i l'eficiència energètica són susceptibles a ser implementades en els edificis i instal·lacions municipals, tant existents com de nova construcció, partint de l'anàlisi de les dades de consums energètics facilitades per Serveis Generals i pels diversos departaments de l'Ajuntament de Barcelona responsables de la gestió o promoció d'edificis municipals.

Al mateix temps, s'avalua el potencial de reducció de consum energètic i d'emissions associat a cadascuna de les mesures considerades, per tal de poder establir un marc i unes prioritats d'actuació.

#### **4.6.1. Rehabilitació energètica de l'envolupant tèrmica dels edificis existents.**

Els tancaments dels edificis, tant els opacs com els transparents, són una font de pèrdues o guanys energètics que cal contrarestar amb els sistemes de climatització instal·lats en els edificis, per tal de poder mantenir les condicions de benestar tèrmic desitjades a l'interior dels edificis.

Un edifici mal aïllat requereix més energia per a mantenir la temperatura interior i es refreda més ràpidament, donat que se'n va la calor. Un aïllament deficient genera ponts tèrmics i pot provocar l'aparició de condensacions.

Així doncs, dotar als edificis d'uns tancaments amb característiques energètiques aquedades tant a l'orientació de l'edifici, com a la climatologia del lloc o l'ocupació, etc., pot minimitzar les necessitats tèrmiques de l'edifici. La reducció de la demanda energètica de l'edifici comporta, al seu torn, un estalvi econòmic i d'emissions notable.

En general, per enfocar les mesures de rehabilitació energètica d'edificis existents, s'ha de considerar la limitació que existeix en aquestes actuacions respecte a l'obra nova. En qualsevol cas, un dels punts més importants en la rehabilitació energètica és treballar els aïllaments dels tancaments opacs, els vidres i les fusteries i evitar la formació de ponts tèrmics, punt crític des del punt de vista energètic.



Tot i que són les característiques particular de l'edifici a rehabilitar les que determinaran les necessitats de cada edifici i el nivell d'actuació o exigència al què es pot arribar, així com els estalvis energètics i econòmics que se'n derivaran, els resultats orientatius que se'n poden esperar són els següents:

- Aïllament tèrmic de façanes: aquesta mesura permet, principalment, obtenir un estalvi sobre la demanda de calefacció, pel que és especialment recomanable en climatologies fredes. En qualsevol cas, sempre es pot treballar sobre les diferents façanes per adaptar l'aïllament a les necessitats dels llocs, com ara aïllar façanes nord en el cas de climes freds o treballar més les sud, est i oest en el cas de climes càlids, per estalviar en refrigeració.

D'altra banda, prioritzar la implementació de l'aïllament per l'exterior és una bona mesura, en vista que no es redueix la superfície útil interior de l'edifici a la vegada que permet una millor correcció dels ponts tèrmics, un millor aprofitament de la inèrcia tèrmica i una reducció de possibles condensacions. En qualsevol cas, no sempre serà possible optar per un aïllament exterior, en vista que sovint existeixen edificis amb façanes protegides o en els quals s'ha de posar d'acord més d'un usuari. En aquests casos, caldrà optar sovint per l'aïllament interior o, en algunes ocasions, valorar la injecció d'aïllament en càmera.

La millora de l'aïllament de façanes pot comportar un estalvi energètic d'entre el 5,0% i el 15,0% sobre el total del consum energètic de l'edifici. En termes d'estalvi sobre la climatització, s'ha considerat un estalvi energètic del 10,0% tant en calefacció com en refrigeració.

- Aïllament tèrmic de cobertes: en aquest cas, la millora és independent de l'orientació de l'edifici i molt recomanable en totes les zones climàtiques. També existeix la possibilitat d'aïllar per l'exterior o de fer-ho per l'interior, amb els respectius avantatges i inconvenients. De totes maneres, és sempre important valorar la impermeabilització de la coberta.

L'estalvi energètic associat és d'entre el 4,0% i el 14,0% del consum total de l'edifici, i d'entre un el 10,0% i el 22,0% sobre el consum de climatització.



- Millora dels forats (finestres, lluernaris, façanes envidriades, etc.): quan es parla de forats envidriats no només es fa referència a la part transparent en sí, sinó que es tracten també les fusteries i els perfils. Els forats són la part tèrmicament més dèbil de l'envolupant i, per tant, un punt crític al qual s'hi associen moltes pèrdues energètiques. D'altra banda però, és una intervenció relativament més fàcil de portar a terme que la millora dels aïllaments, a la vegada que molt efectiva en termes d'estalvi energètic. Per tant, és una mesura que cal tenir molt present a l'hora de prioritzar les accions sobre l'envolupant tèrmica d'un edifici.

Així doncs, cal adequar vidres i fusteries a la climatologia corresponent. En tots els casos però, està comprovada l'efectivitat de reducció de demanda tèrmica de calefacció i refrigeració associada a la substitució de vidres simples per vidres dobles. Si aquests ja existeixen, es pot valorar la possibilitat d'incorporar vidres de baixa emissivitat o amb aïllament reforçat.

Pel que fa a les fusteries, que poden representar entre un 25,0 i 35,0% de la superfície total del forat, és interessant prioritzar els que tinguin valors de transmitància tèrmica baixos, com els dotats de ruptura de pont tèrmic, els de fusta, PVC, etc.

D'altra banda, per a climes càlids, on la radiació solar incident sigui elevada i, per tant, els forats siguin una important font d'entrada de calor durant els mesos més càlids, pot ser interessant considerar la instal·lació de vidres amb factor solar baix o vidres de control solar, com els de color, amb serigrafies o de capa, que reflecteixen part de la radiació solar rebuda. En aquests últims casos però, caldrà buscar l'equilibri entre l'aprofitament de la llum natural i la reducció de l'entrada de radiació solar incident.

En el cas de la instal·lació de doble vidre a les finestres, s'ha considerat un estalvi del 10,0% sobre el consum de climatització.

- Proteccions solars: una altra mesura estretament relacionada amb la millora dels forats és dotar les finestres, llumeneres o altres superfícies envidriades de sistemes de protecció solar, bé siguin proteccions fixes o mòbils.



En aquest sentit, les proteccions fixes, tipus voladís, porxos, gelosies, *paralúmens* fixos, etc., són adequades en orientacions sud. En orientacions est i oest les millors són les proteccions verticals tipus pantalles.

Les proteccions mòbils, com les persianes, tendals, porticons, cortines, lames interiors horitzontals, etc., són adequades tant en orientacions sud com en orientacions est i oest, en aquest últim cas sobretot del tipus persiana amb lames orientables verticals. En el cas de les persianes, és important que tinguin les caixes aïllades, donat que sovint signifiquen importants ponts tèrmics. També és interessant considerar els vidres dobles que incorporen proteccions solars entre els dos vidres o els vidres amb làmina de protecció solar.

En qualsevol cas, cal tenir clars quins són els efectes que volem evitar amb l'ús de les proteccions solars segons l'estació climàtica. Mentre que a l'hivern es busca una protecció als efectes de la llum, com l'enlluernament, i no pas al calor, és més adequat col·locar els elements de control solar a la cara interior del vidre, donat que així es manté l'efecte d'aportació de calor per radiació degut a l'escalfament del vidre. En canvi, a l'estiu es busca l'efecte contrari, el de protegir del calor per reduir l'aportació de refrigeració, pel que cal col·locar les proteccions a la cara exterior del vidre i millor que estigui separat, per tenir un entorn immediat més fresc.

Les actuacions sobre els forats, tenint en compte el vidre, la fusteria i les proteccions solars, poden representar entre un 3,0% i un 10,0% d'estalvi energètic sobre el consum total de l'edifici i d'entre un 6,0% a un 20,0% sobre el consum per climatització.

Per aplicar les mesures de rehabilitació esmentades, cal analitzar en detall l'estat de l'envolupant dels edificis municipals i, a partir d'aquí, dissenyar un pla d'acció concret, com podria ser un pla de canvi de finestres o d'implantació de proteccions solars, en el cas que es detectessin deficiències. La intervenció sobre els aïllaments de façanes i cobertes són, sovint, més complicades de portar a terme en vista de la complexitat tècnica que suposen en alguns casos, de les elevades inversions associades i de períodes de retorn de la inversió generalment llargs.



Per als edificis de nova construcció cal treballar també per a que l'envolupant compleixi amb uns requisits energètics determinats. En aquests casos però, la nova normativa edificatòria ja marca uns requisits energètics mínims concrets segons zona climàtica pel que fa a aïllament façanes, de cobertes, forats, etc. Així doncs, el simple compliment de la normativa assegura ja un comportament energètic relativament bo, tot i que sempre pot existir l'opció de valorar positivament, en les licitacions d'obres noves municipals, la millora percentual d'aïllaments respecte a la normativa d'aplicació.

Com ja s'ha fet per al projecte de monitoratge, a continuació es presenta un avanç dels resultats associats a la implantació de mesures de rehabilitació de l'envolupant tèrmica dels edificis i equipaments municipals, que inclouen tant mesures de millora dels aïllaments de tancaments verticals com la millora de les finestres amb la substitució, per exemple, de finestres amb vidre simple per finestres amb doble vidre.

| Rehabilitació energètica de l'envolupant tèrmica dels edificis existents | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros)  |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|
| PA1  | 15                         | 474,92                  | 92                                 | 780.976           |
| PA2  | 24                         | 4.634,42                | 950                                | 25.326.058        |
| PA3  | 36                         | 20.808,72               | 4.272                              | 40.280.982        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>75</b>                  | <b>25.918,07</b>        | <b>5.314</b>                       | <b>66.388.016</b> |

Taula 4.6.1 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions sobre l'envolupant dels edificis.

#### 4.6.2. Millora de l'eficiència energètica de l'enllumenat interior dels edificis existents.

Les directrius sobre l'enllumenat interior venen definides pel document bàsic DB-HE 3 sobre eficiència energètica de l'enllumenat interior, el qual defineix la metodologia per a calcular el valor de l'eficiència de la instal·lació així com estableix els valors mínims d'eficiència.

A més, a nivell europeu existeix des de la seva aprovació al setembre del 2002 la norma UNE 12464-1 relativa a l'enllumenat en els llocs de feina



interiors, la qual defineix un conjunt de recomanacions referents al confort visual i al rendiment dels colors.

L'enllumenat interior dels edificis és, en molts dels edificis i instal·lacions municipals, un dels màxims consumidors energètics de l'edifici, juntament amb la climatització.

Evidentment, l'ús de l'edifici influirà molt en el pes de la il·luminació sobre el total del consum energètic però, en vista que la major part dels edificis municipals són d'ús intensiu (oficines administratives, centres culturals, equipaments esportius, etc.), aquesta ocupació intensiva i a la vegada prolongada al llarg del dia, fa que el consum energètic per a il·luminació pesi molt sobre el total del consum de l'edifici.

Per tant, un bon sistema d'enllumenat interior, referit tant a tecnologies d'alta eficiència com a l'existència d'un sistema de control de la il·luminació, pot reduir significativament el consum d'electricitat i, en conseqüència, el consum energètic total de l'edifici.

De totes maneres, cal tenir en compte que l'ús de l'edifici determina, en molts casos, les característiques requerides al sistema d'enllumenat, en vista que les instal·lacions d'il·luminació han d'assegurar un entorn visual confortable i adequat a les tasques que s'hi estiguin realitzant. Així doncs, no són iguals els requisits d'il·luminació d'un museu o d'una sala d'exposicions, que els d'una oficina o els d'un centre esportiu.

Per tant, el sistema d'il·luminació ha d'aconseguir un equilibri entre qualitat de la llum adequada a la tasca que es realitzi (nivell d'il·luminació, reproducció del color, temperatura de color i grau d'enlluernament) i grau d'eficiència energètica per oferir el servei requerit.

D'altra banda, maximitzar l'aprofitament de la llum natural és sempre una bona mesura d'estalvi energètic, a la vegada que està demostrat que influeix positivament en les persones que fan ús dels espais.

Les mesures més comunes que permeten un estalvi energètic i econòmic sobre la il·luminació són les que es detallen a continuació:



- Canvi de làmpades convencionals per enllumenat més eficient: les làmpades s'acostumen a caracteritzar per la forma en la què emeten llum.

Així doncs, trobem làmpades incandescentes quan l'emissió lluminosa es produeix per l'escalfament d'una resistència metàl·lica al pas d'un corrent elèctric a través seu fins a arribar a la temperatura d'incandescència, moment en el qual emet, entre d'altres formes de radiació, radiació visible. La proporció d'energia irradiada és aproximadament de l'ordre d'un 89,0% d'energia tèrmica i d'un 19,0% d'energia en espectre visible.

En general, es considera que la substitució de les làmpades convencionals per d'altres més eficients suposa un estalvi en el consum energètic en il·luminació al voltant del 30,0%.

Existeixen també les làmpades de descàrrega, quan s'aprofita l'emissió de luminescent produïda com a conseqüència d'una descàrrega en una columna gasosa, essent els gasos més utilitzats el mercuri i el sodi. Existeix una àmplia gamma de làmpades de descàrrega però, en termes generals, tenen una millor eficàcia lluminosa que les incandescentes i són en la seva gran majoria fàcils de regular, tant pel que fa al flux lluminós com a la potència elèctrica, mitjançant balasts electrònics d'alta freqüència.

Finalment, com a tecnologia emergent es troben les làmpades LED, que estan en constant evolució i per a les quals encara no s'ha arribat al seu màxim nivell d'eficiència. En general, es pot dir que la intensitat d'un LED pot ser controlable del 0 al 100,0%, que la seva vida útil se situa entre les 70.000 i les 100.000 hores, molt per sobre d'altres tipus de làmpades, i que la seva eficàcia lluminosa es troba, actualment, sobre els 100lm/W de mitjana. A més, l'encesa és instantània.

- Instal·lació de reactàncies electròniques: la majoria de làmpades requereixen d'un equip auxiliar per funcionar, que és l'anomenat transformador, reactància o balast. Els balasts generalment poden ser electromagnètics (amb altes pèrdues, tradicionals o d'alt rendiment) o





electrònics, també anomenats electrònics d'alta freqüència (tradicionals o regulables).

En el cas dels balasts electromagnètics, hi trobem els tradicionals per a làmpades fluorescents que sovint s'han de combinar amb encebadors i, habitualment, també amb condensadors que corregeixin el factor de potència.

En canvi, els balasts electrònics ofereixen molts avantatges respecte els electromagnètics tradicionals com ara l'augment de l'eficàcia del tub pel funcionament a alta freqüència, l'obtenció d'un factor de potència igual a 1, la reducció del consum d'energia associat a l'augment considerable de la vida útil de la làmpada, una major flexibilitat pel fet de poder regular el nivell d'il·luminació de les làmpades fluorescents quan es tenen balastos regulables, l'eliminació de les pampallugues d'encesa i una encesa instantània, el menor manteniment degut a la reducció de components en el sistema, absència d'efecte estroboscòpic, menor dissipació de calor que redueix la càrrega tèrmica de l'espai il·luminat i, per tant, redueix el consum en climatització, etc.

Així doncs, 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 notablement el nivell d'il·luminació.

En general, la substitució dels balasts per balasts electrònics té un estalvi energètic associat respecte al sistema convencional d'entre el 15,0% i el 25,0%.

- Instal·lació d'equips de regulació de la intensitat lumínica: la regulació de la intensitat lumínica pot permetre adequar l'enllumenat artificial a l'aportació de llum natural. Així doncs, és evident que hi haurà un estalvi energètic associat.

Tot i això, cal tenir en compte que no totes les làmpades són igualment regulables. Així com les làmpades incandescents són regulables de l'1 al 100,0% mitjançant dispositius de regulació de fase (*dimmers*), les làmpades fluorescents T5 i T8 només són regulables del 3,0 al 100,0% mitjançant un balast electrònic regulable mentre que les fluorescents



compactes només ho son del 3,0-10,0 al 100,0% també mitjançant balast electrònic regulable.

En canvi, les làmpades de descàrrega d'alta intensitat són difícilment regulables, donada la sensibilitat d'aquestes làmpades a la disminució de la seva tensió d'extinció. No obstant això, en els darrers temps s'han desenvolupat balasts electrònics regulables des d'un 35 a un 100,0% del flux lluminós.

D'entre els equips de control que s'utilitzen per al control de les làmpades de descàrrega, i algunes incandescent no estàndards alimentades a tensions diferents de la tensió nominal de xarxa, cal destacar els sistemes de regulació de fase o *dimmers* i els balasts.

Els reguladors de fase o *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. Alguns reguladors tallen l'ona durant la seva banda ascendent i són, per tant, adequats per a càrregues capacitives i d'altres la tallen per la seva banda descendent, que els fa adequats per a càrregues inductives. Els dos sistemes poden ser utilitzats per incandescència a 230V de corrent alterna.

En canvi, el balast electrònic regulable aporta una variació progressiva i adaptable a la major o menor aportació de llum natural, tot controlant la potència de la làmpada fluorescent mitjançant modulació de la freqüència de 20 a 100kHz. Els principals balasts regulables són els analògics de 1-10V, els DSI i els DALI.

Una vegada decidida la tecnologia de regulació a utilitzar en els sistemes de control, serà necessari decidir el sistema de gestió de l'edifici.

Per a la regulació de la intensitat lumínica en funció de l'aprofitament de la llum natural, el sistema caldrà que compti, a més, amb sensors de llum natural, fotocèl·lules, instal·lats a la lluminària o al sostre capaços de mesurar la quantitat de llum total (natural + artificial) que existeix a l'interior. Aquesta mesura es transmet al sistema de control, que regula automàticament el flux de les làmpades de les lluminàries de l'àrea controlada. És fins i tot possible programar les lluminàries per tal que



s'apaguin si la llum diürna supera un determinat nivell d'il·luminació durant un temps determinat.

La intensitat lumínica també pot regular-se per tal que el nivell d'il·luminació es mantingui constant durant tota la vida de la làmpada. Si les làmpades són noves, emeten major flux lluminós, pel què és possible atenuar-les amb la intenció d'aconseguir la intensitat adequada i estalviar energia.

Amb la instal·lació d'un sistema de regulació del flux lluminós en funció de la llum natural incident a l'interior de l'edifici, es pot assolir un estalvi mitjà de l'ordre del 25,0% del consum previst en il·luminació de l'edifici.

- Instal·lació de detectors de presència i d'apagada automàtica: molt relacionat amb la mesura anterior en la què es regulava el nivell lumínic segons la llum natural o per mantenir un nivell d'il·luminació constant, els sistemes de control poden permetre també l'apagada i encesa automàtica de la il·luminació en funció d'altres paràmetres com la presència o absència de persones, mitjançant detector de presència, o limitant el funcionament de l'enllumenat a un determinat temps, mitjançant temporitzadors.

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 de certes zones, sovint zones de pas o d'ocupació intermitent. Per realitzar aquest tipus de regulació cal partir d'una instal·lació d'enllumenat sectoritzada.

Els temporitzadors més comuns són els programadors, que van des de simples programadors horaris que es desconnecten després d'un cert temps (de minuts fins a hores) fins a centraletes programables que permeten controlar simultàniament múltiples operacions per períodes de fins a un any.

Una altra de les maneres més simples de controlar l'enllumenat artificial d'una zona és mitjançant un sensor de moviment, els anomenats detectors de presència. El sensor respon al moviment del calor corporal dins d'una zona determinada (pot variar entre els 15 i els 200m<sup>2</sup>),



apagant o encenent la llum en funció de la presència o absència d'una persona en moviment.

En vista que en alguns casos els usuaris de l'edifici poden romandre en una mateixa posició durant un període de temps determinat i que el sensor podria interpretar-ho com absència de moviment, els sensors incorporen un període de retard per evitar la desconexió no desitjada. Aquest tipus de sistema de control és sobretot adequat per zones de pas o lavabos, de manera que els llums només s'encenguin o s'apaguin al detectar-hi moviment.

Els detectors de presència i d'apagada automàtica poden estalviar al voltant d'un 10,0% del consum energètic d'il·luminació d'un edifici.

- Sectorització d'espais: per tal de realitzar un bon control de l'enllumenat i adequar en cada moment l'enllumenat artificial a les necessitats existents, és molt recomanable comptar amb un sistema d'il·luminació sectoritzat, és a dir, amb circuits diferenciats per zones. D'aquesta manera, es podrà actuar sobre cada zona concreta, tenint en compte les seves particularitats al llarg del dia, sense penalitzar la resta i, per tant, adequant-se a les necessitats d'il·luminació de cada moment i cada espai.

Així, per exemple, les zones de l'edifici amb més llum natural podran regular el seu nivell lumínic segons la llum natural incident, a la vegada que les zones més fosques podran comptar amb un sistema de regulació de nivell constant i simultàniament a poder comptar amb detectors de presència o dispositius d'aturada automàtica per temporitzadors en les zones de pas o d'ocupació no permanent. Sense comptar amb un sistema d'il·luminació diferenciat o sectoritzar per a cadascun d'aquestes zones, és impossible poder actuar de maneres tan diverses simultàniament.

La sectorització d'espais és un pas complementari a la incorporació de sistemes de regulació i control segons llum natural, presència, temporalitat, etc., en vista que permet aprofitar-se de les bondats de cadascun d'aquests sistemes.



- Sistema centralitzat de control de l'enllumenat: una gran mesura d'estalvi energètic és la centralització del control de l'enllumenat, per tal de poder regular cadascun dels sistemes instal·lats en l'edifici i relacionats amb la instal·lació d'enllumenat artificial.

Un sistema centralitzat permet controlar l'apagada o encesa de l'enllumenat establint un control horari. Per tant, serà necessari dissenyar un pla horari detallat en funció de dies concrets de la setmana, de la diferenciació entre dies laborables i festius, afegir perfils de temporada o vacances, etc.

Al mateix temps, el sistema de control pot facilitar la creació de diferents escenaris per a una mateixa sala o espai, regulant-ne les seves característiques d'il·luminació en funció de l'activitat que s'hi desenvolupi, funcionalitat molt útil en els casos en què es compti amb sales polivalents.

D'altra banda, la incorporació de sistemes de control centralitzat de l'enllumenat permeten també realitzar un registre d'hores d'utilització, donat que és possible mesurar la utilització de cada sortida del sistema de control. Per tant, mitjançant el sistema centralitzat de control s'obté informació acurada sobre l'ús i el temps de funcionament de les làmpades de cada zona, cosa que permet al seu torn ajustar millor les consignes prèviament establertes. En definitiva, permet un sistema de millora contínua.

A continuació es presenta un avanç dels resultats associats a la implantació de mesures de millora de l'enllumenat interior dels edificis.

| Millora Eficiència energètica en l'enllumenat interior | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros)  |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|
| PA1  | 25                         | 206,76                  | 30                                 | 67.000            |
| PA2  | 29                         | 4.915,24                | 1.407                              | 3.553.338         |
| PA3  | 53                         | 24.269,02               | 6.946                              | 7.406.431         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>107</b>                 | <b>29.391,03</b>        | <b>8.383</b>                       | <b>11.026.769</b> |



Taula 4.6.2 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions de millora sobre la instal·lació d'il·luminació interior dels edificis.

#### **4.6.3. Millora de l'eficiència energètica de les instal·lacions tèrmiques dels edificis: optimització de la demanda.**

Als edificis, el principal consum d'energia es troba en el sistema de climatització i en el sistema d'il·luminació. Un bon control d'aquests sistemes consumidors pot reduir significativament el consum d'electricitat i combustibles, principalment gas natural.

- La millora del sistema de climatització o millora de les instal·lacions tèrmiques pot comportar diversos tipus de mesura. Al seu torn, caldrà estudiar la introducció d'aquestes mesures en els edificis diferenciant entre els edificis existents i els de nova construcció. Les mesures més efectives en estalvi d'energia sobre la demanda energètica de la climatització són les següents: Instal·lació d'un sistema de control i gestió centralitzada per a la climatització: com s'ha anat mencionant amb anterioritat, el control de cadascun dels sistemes és de vital importància per a la consecució de majors estalvis energètics. Els sistemes de control permeten conèixer amb exactitud quina és la situació actual de l'edifici i veure'n l'evolució en el temps en funció de diferents paràmetres, a la vegada que permet instaurar, entre d'altres paràmetres, consignes de temperatura i sectorització d'espais, consignes d'engegada i parada d'equips segons horaris, dates o valors crítics, comprovació de les instal·lacions, tant perquè permet la visualització en temps real de cadascuna d'elles com perquè es registren dades que permeten ajustar el manteniment, etc.
- Millora de l'aïllament de canonades i equips: sovint, en els edificis existents, es troben sistemes de climatització en bon estat i amb bon rendiment pel que fa a la generació però en els quals hi ha moltes pèrdues en la distribució. Cal intervenir en l'aïllament de canonades i també dels propis equips de generació per evitar les pèrdues tèrmiques en aquests punts. Una bona manera de detectar pèrdues en canonades i equips és mitjançant diagnòstics termogràfics de les instal·lacions de generació i distribució.



Les millores sobre la distribució en les instal·lacions de climatització, comporta estalvis d'entre el 5,0% i el 7,0% del consum energètic de la instal·lació.

- Accions de manteniment sobre les instal·lacions: un altre punt crític dels sistemes de climatització és el manteniment que es fa dels equips. Sense un bon manteniment preventiu i correctiu, l'eficiència de les instal·lacions decau notablement amb el pas del temps. Així doncs, només en què en el manteniment s'hi instaurin un seguit de mesures relacionades amb l'eficiència energètica, l'eficiència energètica de les instal·lacions milloraria.

En el cas dels sistemes de climatització, un bon manteniment permet reduir el consum energètic al volant d'un 3,0%.

En el següent quadre, s'avancen els resultats de l'anàlisi de l'aplicació de mesures de millora de les instal·lacions tèrmiques dels edificis en els edificis municipals en l'àmbit de l'optimització de la demanda, donat que la millora en la generació es tractarà en el Projecte 7.

| Millora de les instal·lacions tèrmiques | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|---|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                                     | 5                          | 584,86                  | 116                                | 136.400          |
| PA2                                     | 4                          | 3.583,70                | 705                                | 3.352.463        |
| PA3                                     | 19                         | 16.154,07               | 3.170                              | 5.404.220        |
| <b>TOTAL</b>                            | <b>28</b>                  | <b>20.322,63</b>        | <b>3.991</b>                       | <b>8.893.083</b> |

Taula 4.6.3 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions de millora sobre les instal·lacions tèrmiques dels edificis.



#### 4.6.4. Realització d'auditories energètiques: Diagnòstic energètic.

El primer pas per conèixer el potencial real d'estalvi energètic de les instal·lacions municipals passa per la realització d'auditories energètiques.

El fet de portar a terme una auditoria energètica en una instal·lació pot comportar estalvis superiors al 5,0%, degut a les millores detectades en l'estudi.

A més, el resultat de les auditories proporciona la informació necessària per definir futures polítiques d'eficiència energètica i energies renovables amb un coneixement més exhaustiu del perfil de consum energètic de les instal·lacions municipals.

El següent quadre mostra els resultats de l'anàlisi de la realització d'auditories energètiques en diferents establiments.

| Auditories Energètiques | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                     | 23                         | 57,72                   | 8                                  | 31.200           |
| PA2                     | 95                         | 2.947,84                | 529                                | 145.897          |
| PA3                     | 176                        | 13.879,53               | 2.483                              | 285.915          |
| <b>TOTAL</b>            | <b>293</b>                 | <b>16.885,10</b>        | <b>3.020</b>                       | <b>463.012</b>   |

Taula 4.6.4 Resultats d'estalvi i inversió total requerida per la realització d'auditories energètiques a les instal·lacions municipals.





#### 4.6.5. Millora de l'eficiència energètica en les instal·lacions d'ascensors existents en els edificis

Els ascensors han evolucionat en els darrers anys conjuntament amb la tecnologia. Els equips dels quals es disposa actualment al mercat suposen un avenç tant en el sistema de control com en el de tracció tal que l'estalvi energètic en molts casos arriba al 30,0%.

A més, el consum energètic dels motors i de les cabines suposa un percentatge elevat del consum elèctric en les zones comuns dels edificis.

És per això que s'ha avaluat la substitució dels ascensors existents en 3 instal·lacions municipals per d'altres més eficients com a mesura d'estalvi energètic. Els resultats obtinguts en l'anàlisi es mostren a continuació.

| Millora eficiència energètica en les instal·lacions d'ascensors existents en els edificis | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|---|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1   | 0                          | 0,00                    | 0                                  | 0                |
| PA2   | 1                          | 728,18                  | 105                                | 248.757          |
| PA3   | 2                          | 3.595,38                | 516                                | 518.499          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3</b>                   | <b>4.323,56</b>         | <b>621</b>                         | <b>767.257</b>   |

Taula 4.6.5 Resultats d'estalvi i inversió total requerida per la substitució dels ascensors a les instal·lacions municipals.



#### **4.7. PROJECTE 7. IMPLANTAR SISTEMES DE GENERACIÓ TÈRMICA D'ALTA EFICIÈNCIA**

Hi ha instal·lacions municipals amb un elevat consum tèrmic. A la vegada, els sistemes de generació de calor i fred que actualment hi ha instal·lats a les diverses dependències municipals aniran arribant a la fi de la seva vida útil. Així doncs, cal aprofitar el moment de la renovació d'aquests equips per estudiar alternatives de climatització el màxim eficients possibles.

Pel que fa al mecanisme d'intervenció, l'estratègia a seguir ha de ser, per als edificis existents, la d'elaborar inventaris dels equips existents en l'actualitat per tal de cobrir les necessitats de climatització i actuar de manera directa, potenciant la renovació dels equips o optant per a l'externalització en els casos en què es tingui accés a xarxes de climatització urbanes o de districte. En canvi, en els edificis de nova construcció, ja obligats per normativa a complir amb certs requisits d'eficiència energètica en les seves instal·lacions tèrmiques, cal intervenir-hi a través de millores sobre la normativa obligatòria o bé marcant una lletra mínima de qualificació energètica basada en la normativa de certificació energètica d'edificis de nova construcció.

Actualment, el marc regulatori i l'estat de l'art de la tecnologia fan pensar en l'oportunitat d'implantar sistemes de microgeneració, especialment en reformes d'instal·lacions existents ja que per obra nova, l'Ordenança solar vigent, prioritza la instal·lació de sistemes solars tèrmics. **Com a criteri general, en els sistemes de generació de climatització, es prioritzaran els sistemes renovables i com a suport, es promouran sistemes d'alta eficiència.**

##### **4.7.1. Millora de l'eficiència energètica de les instal·lacions tèrmiques dels edificis: optimització de la generació.**

- Implantació d'equips eficients de generació de calor: en els edificis municipals existents sovint es troben equips de generació de calor molt antics, els quals han perdut part del seu rendiment inicial. Al mateix



torn, les tecnologies dels sistemes generadors de calor han evolucionat, pel que molts dels equips actualment instal·lats estan obsolets en termes d'eficiència energètica.

Així doncs, una primera mesura d'estalvi energètic és analitzar els edificis municipals existents amb la intenció d'elaborar un inventari del tipus d'equips i instal·lacions actuals, indicant la seva antiguitat i les mesures correctives de manteniment que s'hi ha fet. A partir de la identificació del parc susceptible a ser renovat, es pot estudiar, en cada cas, quina és la tecnologia de generació de calor més adequada a les necessitats tèrmiques, tenint en compte també altres criteris, com ara espai, sistemes de distribució, sistemes de regulació, etc.

Evidentment, en molts casos caldrà diferenciar què cal cobrir amb aquell sistema de generació de calor, és a dir, si es cobreix simplement la demanda d'aigua calenta sanitària, si només la de calefacció o si se'n cobreix una percentatge de cadascuna. Això és important perquè cadascuna de les tecnologies existents al mercat pot adequar-se millor a un o altre cas. De totes maneres, és necessari considerar sempre les possibles aportacions de l'energia solar tèrmica en la cobertura de la demanda tèrmica, en vista que aprofiten una font d'energia renovable i gratuïta. Així doncs, la integració de les tecnologies d'energia solar tèrmica en la cobertura de les necessitats tèrmiques dels edificis és un factor clau i prioritari per a la millora de les instal·lacions de climatització.

Per citar algunes de les tecnologies de generació de calor més emergents es poden mencionar les calderes de baixa temperatura, que permeten adaptar la temperatura de funcionament a la demanda tèrmica real i obtenir valors de rendiment estacional d'entre el 91,0 i el 96,0% sobre el PCI, mentre que els de les calderes convencionals se situen al voltant dels 75,0-80,0%. Encara més eficients que les de baixa temperatura, són les calderes de condensació, amb rendiments estacionals de fins el 109,0% sobre el PCI gràcies a l'aprofitament del calor latent dels fums, a la vegada que permeten una millor modulació de la potència. Les calderes de baixa temperatura poden suposar estalvis energètics de fins el 15,0% respecte les convencionals mentre que les



de condensació arriben al voltant del 30,0%, sempre respecte les convencionals.

S'inclouen també, com a sistemes eficients de generació de calor, les bombes de calor geotèrmiques, que al treballar contra temperatures constants al llarg de l'any tenen rendiments més elevats que les bombes de calor convencionals. A més, poden cobrir també la demanda de refrigeració de l'edifici.

D'altra banda, un altre sistema de generació de calor per a cobrir la demanda d'aigua calenta sanitària o de calefacció són les cogeneracions, sistemes que es mencionen més endavant.

Un altre sistema eficient és el d'optar per instal·lacions de generació de calor centralitzades, sobretot en els edificis d'habitatges plurifamiliars, encara que la gestió d'aquestes instal·lacions pugui ser un punt crític. En aquests casos, l'existència de sistemes de comptatge, monitoratge i control de consums és fonamental, per tal de poder imputar a cada punt consumidor l'energia efectivament consumida.

Finalment, recordar que la presència d'un bon sistema de regulació i control dels sistemes de generació de calor i integrar-lo en un sistema de gestió centralitzada, des del qual poder controlar les necessitats de cadascun dels espais, les temperatures de consigna, els horaris de funcionament, etc, pot aportar un estalvi energètic addicional i, sovint, molt més significatiu que l'aportat solament per la renovació del sistema de generació.

- Implantació d'equips eficients de refrigeració: en els últims anys la demanda de refrigeració dels edificis ha crescut de forma notable, passant a ser una de les demandes energètiques principals dels edificis existents. Així doncs, l'eficiència dels sistemes de refrigeració és igual d'important que la dels equips de generació de calor, pel que és necessària la implantació de sistemes de refrigeració eficients.

A l'igual que per als equips de generació de calor, un primer pas és el de realitzar l'inventari dels equips de refrigeració existents, per veure quin és el parc d'equips a substituir. D'altra banda, en vista de les necessitats de fred de cadascun dels edificis, s'hauria d'optar per una a altra



tecnologia, prioritzant sempre aquelles que permetin la integració d'energies renovables, com ara l'aprofitament d'energia solar tèrmica per a la generació de fred mitjançant màquines d'absorció.

Algunes de les tecnologies eficients per a la generació de fred són les mateixes que s'han mencionat en el cas de la generació de calor, en vista que són equips que poden actuar tant per a calefacció com per a refrigeració. Així doncs, les bombes de calor geotèrmiques serveixen també per cobrir la demanda de refrigeració dels edificis, així com les cogeneracions, que mitjançant la integració d'una màquina d'absorció permeten generar fred, les ja conegudes "trigeneracions".

D'altra banda, si s'opta per plantes refredadores de tipologia més convencional, un aspecte sobre el qual es pot intervenir per a la millora de l'eficiència energètica de la unitat de generació de fred és sobre el tipus de compressor. Actualment, els compressors amb nivells d'eficiència més elevats són els compressors de cargol, els Scroll o els de levitació magnètica.

Evidentment, és també molt important comptar amb un bon sistema de comptatge, monitoratge i de control de consums, així com integrar tot això en un sistema de gestió centralitzat, des del qual poder controlar les necessitats de cadascun dels espais, les temperatures de consigna, els horaris de funcionament, etc.

Actualment les diferents tecnologies disponibles al mercat permeten assolir estalvis energètic en refrigeració que van del 3,0% al 50,0%.

| Millora de les instal·lacions tèrmiques:<br>Optimització de la generació | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros)  |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------|
| PA1  | 7                          | 148,81                  | 28                                 | 1.033.569         |
| PA2  | 4                          | 5.224,07                | 1.012                              | 9.530.851         |
| PA3  | 20                         | 23.655,08               | 4.567                              | 16.896.002        |
| <b>TOTAL</b>   | <b>31</b>                  | <b>29.027,97</b>        | <b>5.607</b>                       | <b>27.460.422</b> |

Taula 4.7.1 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions de millora sobre les instal·lacions tèrmiques dels edificis.



#### **4.7.2. Canvi de combustible dels sistemes de generació.**

L'ús de fonts energètiques d'origen fòssil és un dels principals causants del canvi climàtic, degut a que la seva combustió produeix elevades emissions de gasos d'efecte hivernacle.

En tot, en diverses situacions la component ambiental no és l'única variable a tenir en comptar i l'ús d'un combustible fòssil és pràcticament inevitable.

En aquests casos, és important conèixer els efectes que l'ús d'aquest combustible pot tenir sobre l'atmosfera.

La combustió del gasoil emet a l'atmosfera 263 g de CO<sub>2</sub> equivalent per kWh consumit, mentre que el gas natural emet per kWh consumit 202 g de CO<sub>2</sub> equivalent.

Fóra de l'àmbit dels gasos regulats pel protocol de Kyoto, les emissions de NOx degudes a la combustió de gasoil són 10 vegades superiors a les emissions degudes a la combustió del gas natural.

Pel que fa a la composició dels combustibles, el gasoil conté una concentració de sofre superior al gas natural, el qual pot provocar corrosions en l'equip i per tant un mal funcionament.

Pel que fa a nivell econòmic, el cost del gasoil és superior en un 189,0% al cost del gas natural per unitat d'energia aportada. Passa el mateix amb la tecnologia, les calderes de gasoil tenen en general un preu de venda superior a les calderes de gas natural.

Finalment, cal esmentar que tot i que el funcionament d'una caldera de gasoil i una de gas natural són molt similars, la segona és un 2,0% més eficient, i per tant garanteix un estalvi energètic respecte al gasoil.

En el quadre següent es mostren els resultats obtinguts d'analitzar el canvi de calderes de gasoil per calderes de gas natural en certs equipaments municipals amb la intenció de minimitzar el consum d'aquest combustible fòssil a les dependències de l'Ajuntament.



| Canvi de combustible | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                  | 0                          | 0,00                    | 0                                  | 0                |
| PA2                  | 0                          | 0,00                    | 0                                  | 0                |
| PA3                  | 3                          | 5.946,26                | 195                                | 119.725          |
| <b>TOTAL</b>         | <b>3</b>                   | <b>5.946,26</b>         | <b>195</b>                         | <b>119.725</b>   |

Taula 4.7.2 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions de canvi de combustible als equips de generació.

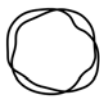
#### 4.7.3. Cogeneració a les instal·lacions amb elevat consum tèrmic

Una tecnologia eficient que permet cobrir la demanda tèrmica de l'edifici, tant de calor com de fred, és la cogeneració o trigeneració, en el cas de cobrir també la demanda de fred, sigui mitjançant turbina o mitjançant motor. Generalment, la font energètica emprada és el gas natural, tot i que també existeixen motors que poden funcionar amb biogàs.

Les cogeneracions són sistemes molt eficients, ja que es cobreixen les necessitats tèrmiques de l'edifici a la vegada que es produeix electricitat. D'aquesta forma s'aprofita fins al 90,0% de l'energia continguda en el combustible, davant del 50,0% de rendiment de la central convencional de generació elèctrica més eficient.

Aquesta tecnologia és molt adequada en els casos d'edificis amb una demanda tèrmica constant i significativa al llarg de l'any, ja sigui per cobrir les necessitats d'aigua calenta sanitària, bé per cobrir les de calefacció. En els darrers anys, mitjançant l'acoblament d'una màquina d'absorció en el sistema, és possible cobrir també la demanda de fred de l'edifici, pel que s'ha passat a tenir sistemes de trigeneració (producció de calor, fred i electricitat).

Inicialment, un dels màxims beneficiaris potencials d'aquests sistemes eren les instal·lacions esportives, en les quals hi ha una necessitat d'aigua calenta sanitària constant al llarg de l'any per a vestidors i a on sovint és necessari condicionar l'aigua de la piscina. En els darrers anys però, en vista que existeix la possibilitat de cobrir part de la demanda de fred mitjançant la cogeneració amb màquina d'absorció acoblada, aquest sistema passa a ser també adequat per a edificis d'altres usos, com oficines o hospitals.



Actualment s'està analitzant la instal·lació de sistemes de trigeneració a les Cases Consistorials de l'Ajuntament de Barcelona per donar servei a la calefacció i a la refrigeració i per a la producció d'electricitat. La solució es planteja amb una doble vessant, la implantació de sistemes de generació eficient i el impuls a les empreses de serveis energètics, donat que la implantació, el finançament i la gestió hauran d'anar al càrrec d'aquest tipus d'empreses.

En el quadre següent es presenten els resultats obtinguts de l'anàlisi de la implantació de sistemes de cogeneració en un cert nombre d'edificis i equipament municipals, prioritzant aquells que tenen elevats consums tèrmics, com poden ser els centres esportius.

| Inversió en instal·lacions de cogeneració | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|---|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                                       | 3                          | 0                       | 0                                  | 2.385.016        |
| PA2                                       | 1                          | -3.024,20               | 276                                | 1.647.357        |
| PA3                                       | 2                          | -8.467,76               | 774                                | 1.224.624        |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>6</b>                   | <b>-11.491,97</b>       | <b>1.051</b>                       | <b>5.256.996</b> |

Taula 4.7.3 Resultats d'estalvi i inversió requerida per la implantació de sistemes de cogeneració.

#### 4.7.4. Connectar les instal·lacions municipals a les Xarxes de climatització de barri

Un altre sistema que permet millorar l'eficiència energètica de les instal·lacions, tant de calefacció com refrigeració, són les xarxes de calor i fred urbanes o de districte, ja que s'externalitza la gestió de les instal·lacions a una empresa especialitzada, que vetllarà per al bon funcionament i el bon manteniment de les instal·lacions. A més, les empreses que s'encarreguen de la producció del calor i el fred, opten per sistemes que aprofiten calors residuals d'altres processos o per sistemes de generació d'alta eficiència.

En aquests casos, l'edifici que externalitza els seus sistemes de generació és connecta a una xarxa urbana o de districte que li proporciona l'aigua freda o calenta necessària per cobrir la seva demanda de refrigeració, de calefacció





i d'aigua calenta sanitària. Són de vital importància, en aquest cas, els sistemes de comptatge, monitoratge i control de consums.

En aquesta línia, l'any 2002, Barcelona va decidir apostar pel sistema de major eficiència de climatització tèrmica: la Climatització centralitzada o Climatització de barri. Aquest i d'altres sistemes d'alta eficiència, com ara la cogeneració, són sistemes imprescindibles per tal de minimitzar les emissions de CO<sub>2</sub> tot millorant el nostre confort.

Acabada d'adjudicar la nova xarxa de climatització centralitzada al barri de La Marina, que consolida en major grau l'aposta de Barcelona per aquesta tecnologia, cal intensificar l'esforç tot connectant la totalitat dels edificis municipals que disposen de l'opció de beneficiar-se de climatització de barri, a la xarxa centralitzada.

En aquest sentit, cal estudiar els edificis que potencialment es poden connectar per avaluar l'estat de les instal·lacions de climatització actuals i prioritzar la connexió a xarxa enfront la renovació dels propis equips generadors de clima.



#### 4.8. PROJECTE 8. IMPLANTAR MESURES D'ENERGIES RENOVABLES

Es proposa la inversió en instal·lacions d'energies renovables que permeten l'aprofitament de recursos energètics renovables i gratuïts. Quan es parla d'integrar les energies renovables en l'edificació sovint es prioritzen les aplicacions d'energia solar, tant tèrmica com fotovoltaica, i, en molta menor mesura pel cas de Barcelona, aplicacions de la biomassa (generalment mitjançant calderes de biomassa).

Tot i això, durant els darrers temps s'ha obert la possibilitat també a l'aplicació d'altres tipus d'energies renovables, fins ara amb tecnologies molt limitades a l'aplicació en vastes extensions de terreny o a camp obert, però que els últims avenços tecnològics han permès integrar-les en edificis i equipaments de ciutats com Barcelona, com és minieòlica.

Finalment, com a implantació d'una tecnologia innovadora i amb una aplicació inicialment més lligada a les operacions de demostració, s'estudia la introducció de les tecnologies de concentració solar, que poden tant aplicar-se com a tecnologia de refrigeració, mitjançant màquines d'absorció, com per produir electricitat.

En qualsevol cas, la integració d'aquestes tecnologies d'aprofitament de fonts energètiques renovables en els edificis i equipaments municipals tindran una estratègia d'implantació diferent segons si l'edifici és existent o si és de nova construcció, com en totes les mesures mencionades fins al moment. Per a edificis de nova construcció, la nova normativa edificatòria a nivell estatal ja obliga a implantar sistemes solars tèrmics i, en alguns casos, també fotovoltaics, que podrien ser substituïts només per d'altres sistemes renovables.

- Descripció de la Tecnologia de Generació d'aigua calenta mitjançant captadors d'Energia Solar Tèrmica

Aquesta tecnologia d'aprofitament solar per a la generació de calor és una de les més conegudes i que porta més anys implantant-se en els edificis,



sovint per l'obligatorietat de la normativa edificatòria vigent, tant estatal, com autonòmica o municipal, tot i que la seva rendibilitat està més que demostrada. L'ús més habitual de l'energia solar tèrmica és el de producció d'aigua calenta sanitària, tot i que mitjançant aquesta tecnologia es poden cobrir també part de les necessitats d'aigua calenta per a ús industrial, la climatització de piscines o part de la calefacció d'edificis i equipaments.

A grans línies, els sistemes d'energia solar tèrmica estan constituïts pels captadors solars, el subsistema d'emmagatzematge, el de transport d'energia (intercanviadors, canonades, bombes, etc.) i el subsistema auxiliar, generalment de tecnologia convencional. És important comptar també amb un bon sistema de regulació i control del global de la instal·lació.

La configuració de cadascun dels subsistemes així com el dimensionat del camp de captadors vindrà molt marcat per les necessitats tèrmiques que cal que el sistema cobreixi, així com també de si s'opta per una instal·lació centralitzada o individualitzada sobretot en els casos d'edificis d'habitatges plurifamiliars.

- Anàlisi de la implantació de l'Energia Solar Tèrmica per a aigua calenta, a Barcelona

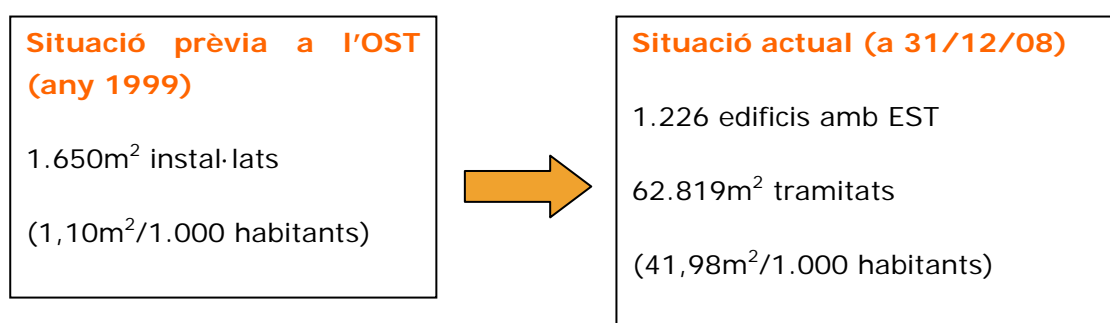
A Barcelona, els requisits demanats pel que fa al nivell de cobertura del total de les necessitats d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar tèrmica són força més elevats que els de la normativa estatal, ja que Barcelona presenta la particularitat de disposar des de l'agost de 2000, d'una Ordenança Solar Tèrmica (OST), que en breu s'inclourà dins l'Ordenança General de Medi Ambient Urbà.

Aquesta Ordenança obliga a instal·lar, en tots els edificis de nova construcció i en les rehabilitacions integrals, un sistema de generació d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar que aporti un determinat percentatge de cobertura de la demanda d'ACS, que pot diferir segons el cas però que sempre és més elevat que el marcat pel nou Codi Tècnic de l'Edificació. Tanmateix, cal esmentar que no tots els edificis afectats per l'ordenança solar resulten obligats a instal·lar energia solar, ja que la norma



preveu casos en que els edificis poden resultar exempts, com per exemple, en el cas dels edificis d'habitatges en què la falta de superfície a coberta o bé la presència d'ombres impedeixen el compliment dels percentes que marca l'Ordenança.

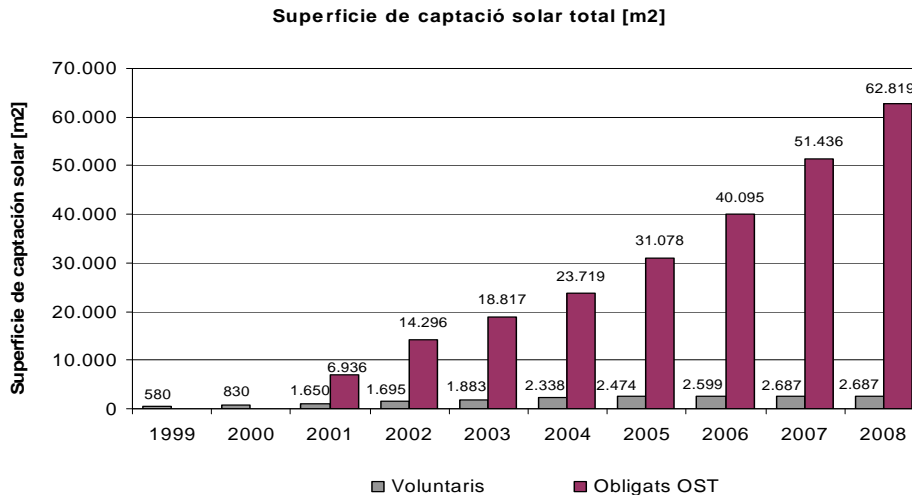
Fruit de l'obligació de l'ordenança solar, fins a 31 de desembre de 2008, 1.226 edificis han estat obligats a instal·lar sistemes de captació solar tèrmica per a la producció d'aigua calenta, amb una superfície de captació solar tèrmica total de 62.819 metres quadrats tramitats.



Esquema 3.3 Evolució de la Solar Tèrmica al llarg del temps

La superfície de captació solar tramitada en funció de la població actual de Barcelona és de 41,98 metres quadrats per cada 1000 habitants, valor que destaca davant el rati existent abans de la aplicació de l'OST, (1,1 m<sup>2</sup> / 1000 habitants), i que està en consonància amb la resta d'Europa i molt per sobre de la mitjana estatal.

L'evolució dels metres quadrats de superfície de captació solar instal·lada o en projecte en els darrers anys es pot apreciar en el gràfic següent, en el qual és més que notable la influència de l'entrada en vigor de la ja esmentada Ordenança Solar Tèrmica de Barcelona.



Gràfic 3.7 Evolució la superfície de plaques solars tèrmiques

Les instal·lacions d'energia solar obligades per l'ordenança solar generen un estalvi energètic de 50.255 MWh/any i anualment un estalvi d'emissions de gasos d'efecte hivernacle de 8.836 tones de diòxid de carboni equivalent.

En canvi, per a edificis existents, no existeix l'obligatorietat d'instal·lar sistemes solars tèrmics per a la cobertura d'ACS o calefacció, si no és en el moment d'una rehabilitació o per pròpia voluntat del propietari. En l'actualitat, la via d'impuls a la solar tèrmica en edificis existents s'està realitzant mitjançant ajudes econòmiques directes, però la repercussió obtinguda pel que fa a augment de superfície instal·lada no ha estat significativa. Per tant, un dels reptes importants que es planteja per als propers anys és el de la incorporació de sistemes solars tèrmics als edificis existents, sobre els quals l'Ordenança no té cap efecte, i que requereix un altre tipus de mesures de promoció que resultin més eficaces que les impulsades fins ara.

- Descripció de la Tecnologia de Generació d'aigua freda mitjançant captadors d'Energia Solar Tèrmica

Actualment, s'estan començant a desenvolupar experiències de generació d'aigua freda a partir l'aigua calenta provinent del sistema solar. Per a la



producció de fred a partir d'un sistema solar tèrmic, caldrà acoblar una màquina d'absorció (amb la corresponent torre de refrigeració associada), que generarà fred a partir del calor generat mitjançant el sistema de captació solar.

Aquest sistema de generar fred a partir del fluid calent provinent del sistema de plaques permet aprofitar l'aigua calenta que normalment no s'aprofita durant els mesos d'estiu ja que la màxima demanda de calor és a l'hivern i per tant, a l'estiu, cal dissipar energia per evitar malmetre els equips.

Aprofitant que quan hi més radiació solar disponible, a l'estiu i al migdia, és quan hi ha més consum per refrigeració en els edificis, és voluntat del present Pla apostar per les tecnologies solars per a la climatització, sobretot amb la voluntat d'arribar a cobrir una part notable de la demanda de refrigeració dels edificis i equipaments municipals.

D'aquesta manera, és rendibilitzen millor les instal·lacions solars al treure'n tot el profit possible.

La principal barrera d'aquesta tecnologia és el sobre cost en plaques ja que es requereix d'una tecnologia que generi aigua calenta a més de 90°C per tal de "poder-la transformar", amb la màquina d'absorció amb aigua freda. L'altre gran sobre cost d'aquesta tecnologia és la pròpia màquina d'absorció i la torre de refrigeració així com el seu manteniment.

- Anàlisi de la implantació de l'Energia Solar Tèrmica per a climatitzar, a Barcelona

L'edifici Laboratoris de l'Agència de Salut Pública (Edifici PERACAMPS) a l'Avinguda de les Drassanes de Barcelona, disposa d'una instal·lació pilot promoguda per l'Agència d'energia de Barcelona, que genera aigua calenta per a ACS i durant els mesos d'estiu, aigua freda mitjançant una màquina d'absorció de 35kW. La font d'energia prové d'un camp de captació de 86m<sup>2</sup>.

Actualment el sistema, completament monitoritzat, s'està analitzant per extreure'n un balanç energètic fiable.



Fins al moment, no es té constància de més instal·lacions d'aquest tipus ubicades a Barcelona.

- Descripció de la Tecnologia de Generació d'electricitat mitjançant Captadors d'Energia Solar Fotovoltaica

L'energia solar fotovoltaica és una tecnologia solar que permet produir electricitat mitjançant l'aprofitament de l'energia lumínica del sol a través de panells fotovoltaics, que es basen en l'efecte fotoelèctric.

Els panells, mòduls o col·lectors fotovoltaics estan formats per dispositius semiconductors, les cèl·lules solars, on artificialment s'ha creat un camp elèctric permanent amb la qual cosa, a l'exposar-se a la llum del sol, es produeix la circulació d'electrons i l'aparició del camp elèctric entre les dues cares de la cèl·lula.

Entre els diversos materials semiconductors utilitzats per a la fabricació de cèl·lules fotovoltaïques, el més emprat és el silici, monocristal·lí, policristal·lí o amorf. La potència nominal de les cèl·lules es mesura normalment en wats pic (Wp), que és la potència que pot proporcionar la cèl·lula amb una intensitat de radiació constant de  $1.000\text{W}/\text{m}^2$  a  $25^\circ\text{C}$ . Per obtenir potències utilitzables per als aparells elèctrics de mitja potència cal unir un cert nombre de cèl·lules, en el què s'anomena panell fotovoltaic.

D'altra banda, per optimitzar el rendiment de les instal·lacions solars fotovoltaïques cal orientar els panells a sud i inclinar-los per aprofitar al màxim la radiació solar. En general, això es dona quan la inclinació del panell és igual a la de la latitud de l'emplaçament menys  $10^\circ$ .

Les instal·lacions fotovoltaïques es divideixen en instal·lacions autònomes o aïllades de la xarxa elèctrica, quan cobreixen les necessitats en emplaçaments on la xarxa elèctrica no arriba, i instal·lacions connectades a la xarxa, on tota l'electricitat generada s'aboca a la xarxa. En els cas dels edificis i equipaments municipals, les instal·lacions fotovoltaïques ja incorporades o a implantar són connectades a xarxa.



Considerant doncs que la gran majoria d'instal·lacions fotovoltaïques en edificis seran connectades a la xarxa elèctrica, es pot indicar que els principals components de la instal·lació seran, a grans línies, els panells fotovoltaïcs en sí (camp fotovoltaïc), l'ondulador o inversor per convertir la corrent contínua dels panells en alterna per abocar-la a la xarxa, les proteccions, els comptadors de compra-venda d'energia elèctrica i el comptador d'entrada a l'edifici o equipament.

- Anàlisi de la implantació de l'Energia Solar Fotovoltaïca, a Barcelona

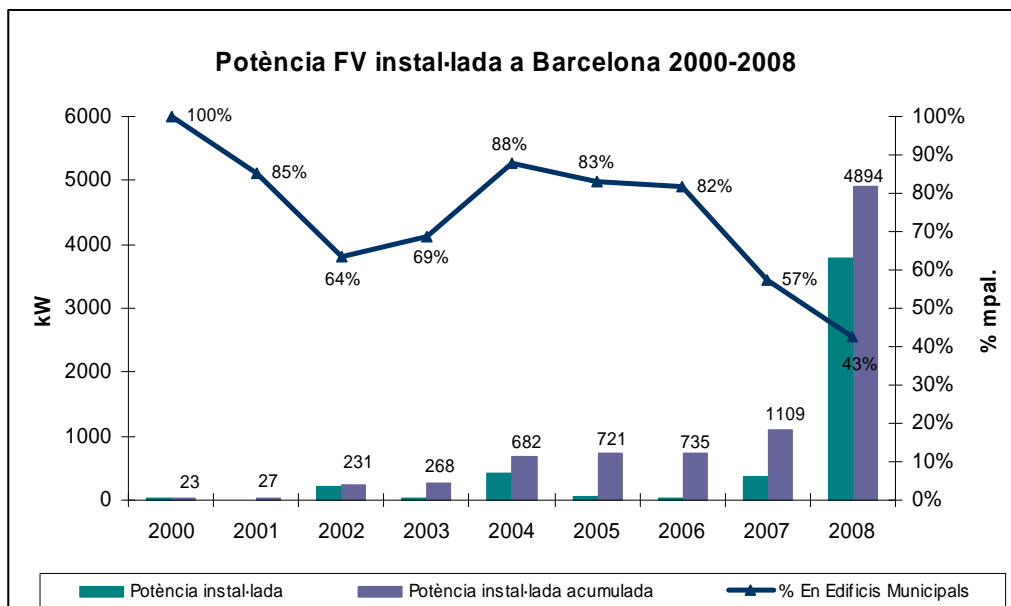
Per altra banda, l'aprofitament de l'energia solar fotovoltaïca a Barcelona és un altre dels reptes que es plantegen. Fins al moment, s'han estat fent una sèrie d'accions al respecte com la d'impulsar instal·lacions demostratives en edificis públics, promovent campanyes de subvenció i donant assessorament tècnic. L'últim pas en aquest àmbit, per als edificis de nova construcció i rehabilitacions importants, és la futura aprovació de l'Ordenança Solar Fotovoltaïca de Barcelona.

Pel que fa a les accions demostratives, s'ha treballat amb instal·lacions de diferents tipus que permetran fomentar el coneixement que és té d'aquesta tecnologia entre la població. Les instal·lacions s'han portat a terme en gran varietat d'edificis, des d'escoles i biblioteques o centres cívics a edificis i altres equipaments municipals.

Al mateix temps, el suport tècnic a les instal·lacions privades i les ajudes econòmiques que se sumen a les de caràcter autonòmic i nacional han facilitat, a la iniciativa privada, l'entrada en la producció d'energia elèctrica amb fonts renovables.

En total a Barcelona, actualment hi ha gairebé 5MW de potència instal·lada en fotovoltaïca. Un 43,0% fruit d'actuacions promogudes per l'àmbit municipal. A més, hi ha en tràmit més instal·lacions, tot i que més d'un 60,0% de les quals corresponen a instal·lacions fotovoltaïques obligades per l'entrada en vigor del CTE-HE5.





Gràfic 3.8 Evolució de la potència FV instal·lada

Com en el cas de l'energia solar tèrmica, un altre dels àmbits amb potencial solar disponible per a fotovoltaica és el dels edificis existents, per als quals continua sense existir una normativa que obliga a posar aquest tipus d'instal·lacions.

Finalment, en el cas de tecnologies innovadores relacionades amb l'energia solar, com la tecnologia solar de concentració, s'haurà d'impulsar la realització d'operacions de demostració singulars.

Així doncs, les energies renovables que es pretenen impulsar en el marc dels edificis i equipaments municipals són, principalment, les que s'exposen a continuació.

#### 4.8.1. Implantació de sistemes solars tèrmics en instal·lacions municipals.

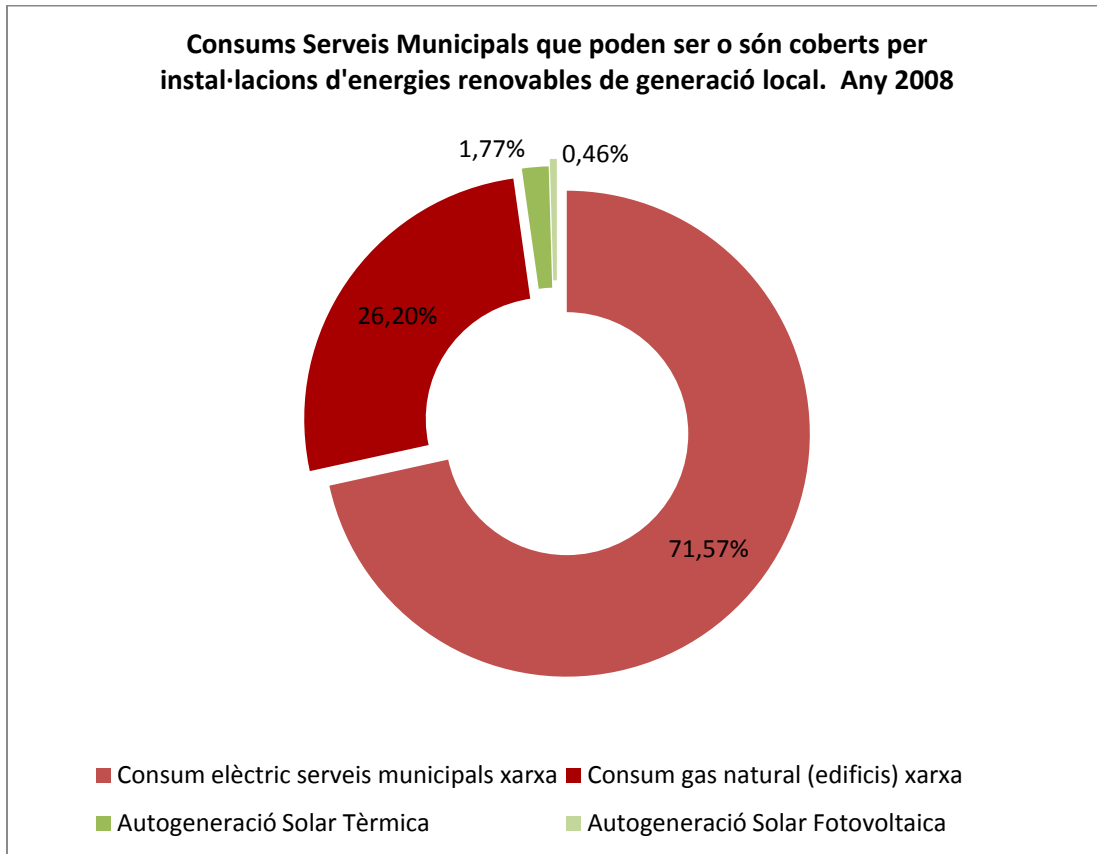
Pel que fa a les instal·lacions municipals, l'any 2008, es podien comptabilitzar sistemes solar tèrmics, fotovoltaics i minieòlics<sup>2</sup> que varen

<sup>2</sup> Instal·lació pilot sense producció comptabilitzable



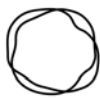
contribuir al que s'anomena "autogeneració" municipal d'energia. És a dir, energia que es genera en les pròpies instal·lacions gestionades per l'Ajuntament.

La quota d'autogeneració és del 1,8%, corresponent a les fraccions d'energia solar tèrmica i fotovoltaica produïdes en instal·lacions municipals.



Gràfic 3.6 Implantació de la solar tèrmica i fotovoltaica als edificis municipals

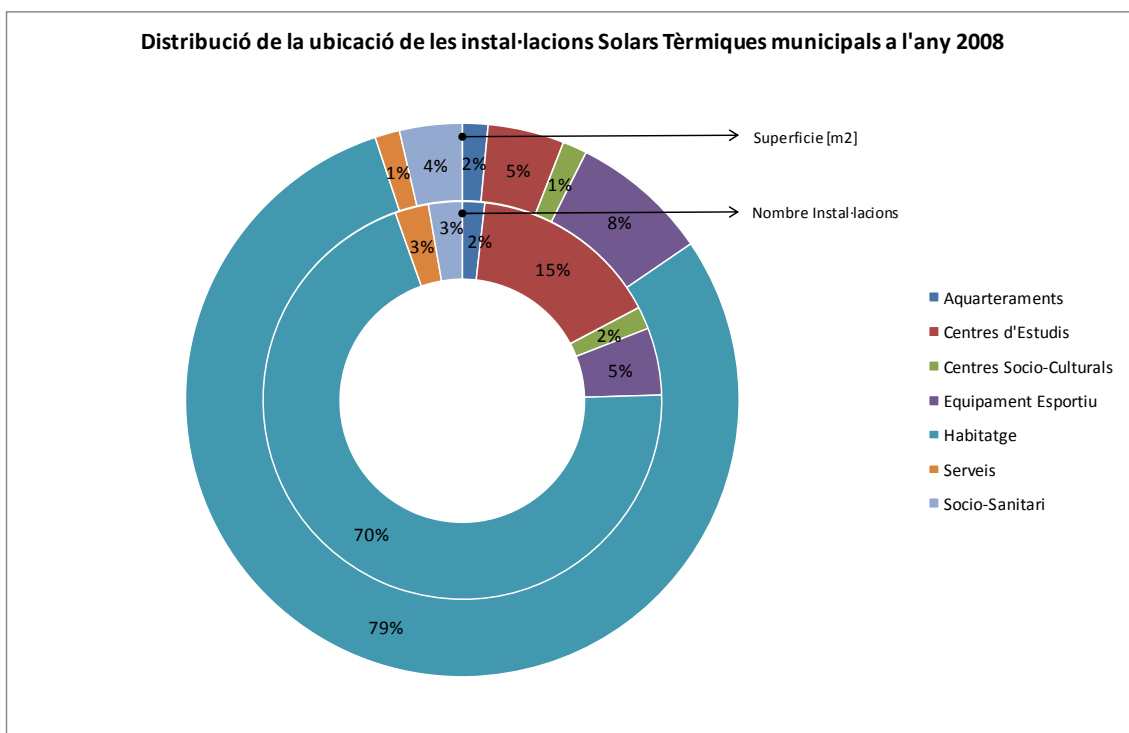
En qualsevol cas, es comptabilitzen 110 instal·lacions solars tèrmiques amb un total de 8233 m<sup>2</sup> de superfície de captació associades al sector municipal. Això representa més d'un 10,0% del total de la superfície de captació de la ciutat.



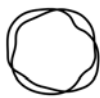
|                         | Nombre     | Superfície de captació [m <sup>2</sup> ] | Producció [kWh/any] |
|-------------------------|------------|--|---------------------|
| Aquarteraments          | 2          | 123,20                                   | 98.560              |
| Centres d'Estudis       | 17         | 367,80                                   | 294.240             |
| Centres Socio-Culturals | 2          | 117,00                                   | 93.600              |
| Equipament Esportiu     | 6          | 665,00                                   | 593.200             |
| Habitatge               | 77         | 6.540,55                                 | 5.226.440           |
| Serveis                 | 3          | 119,25                                   | 95.400              |
| Socio-Sanitari          | 3          | 300,74                                   | 240.592             |
| <b>Total</b>            | <b>110</b> | <b>8.233,54</b>                          | <b>6.642.032</b>    |

Taula 3.3.4. Instal·lacions solars tèrmiques municipals a 2008

Una part molt important d'aquesta superfície de captació solar tèrmica municipal comptabilitzada està en edificis d'habitatge públic. Les fronteres d'estudi del **PEMEEM**, en aquest àmbit, no assumeixen els consums energètics derivats de l'ús d'aquests habitatges, si no que només els consums que se'n deriven de certes instal·lacions comunes i de les quals la facturació va a càrrec de l'Ajuntament. Per tant, només en termes absoluts d'autogeneració, es pot considerar que el 21,0% d'aquesta energia solar tèrmica (aquella que no està situada sobre habitatge) és reducció real de facturació d'edificis municipals.



Taula 3.3.4. Instal·lacions solars tèrmiques municipals a 2008



El present Pla incideix en la necessitat d'aprofitar el potencial màxim de les fonts d'energies renovables, i molt particularment, de l'energia solar tèrmica per a generar tot promovent i prioritant la instal·lació de Sistemes Solars Tèrmics en front d'altres tecnologies, les quals essent el màxim eficients possibles hauran de treballar com a suport (i no pas com a substitut) dels sistemes solars.

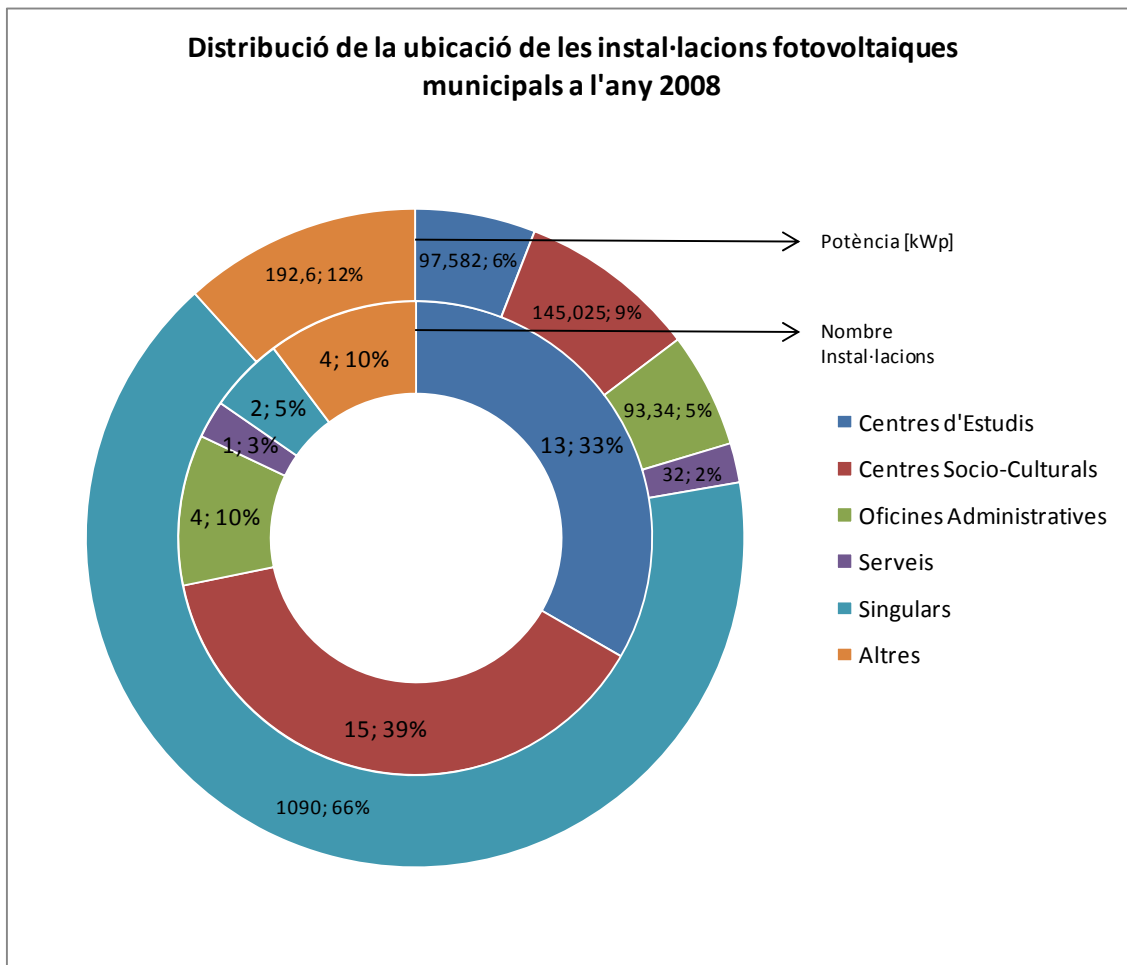
Així doncs, un dels àmbits d'actuació del **PEMEEM** és el d'impulsar la implantació de sistemes solars tèrmics per a la cobertura de la demanda tèrmica dels edificis i instal·lacions municipals, principalment ACS, principalment en aquells casos en què els edificis no estan obligats a complir amb cap normativa energètica edificatòria que els exigeixi instal·lar aquests tipus de sistemes.

| Implantació de sistemes solars tèrmics a les casetes de Parcs i Jardins | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|---|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1   | 0,00                    | 0,00                               | 0                |
| PA2   | 70,10                   | 10,29                              | 240.000          |
| PA3   | 245,36                  | 36,01                              | 300.000          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>315,46</b>           | <b>46,30</b>                       | <b>540.000</b>   |

Taula 4.8.1 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions d'implantació de sistemes solars tèrmics.

#### 4.8.2. Implantació de sistemes solars fotovoltaics en instal·lacions municipals.

Pel que fa a instal·lacions fotovoltaiques en edificis municipals, l'any 2008, es comptabilitzaven 1,6 MWp de potència fotovoltaica instal·lada, en un total de 39 instal·lacions municipals.



Gràfic 3.3.2. Instal·lacions fotovoltaïques municipals a 2008

La majoria d'instal·lacions s'han realitzat en centres socio-culturals i centres d'estudi (biblioteques, centres cívics, escoles, instituts, etc) per tal d'aprofitar el valor pedagògic que aporta la visualització d'aquest tipus d'instal·lacions, a més a més de la producció d'electricitat neta.

La flexibilitat de la tecnologia permet l'atomització de la potència total instal·lada en petites centrals al llarg del territori. Això no treu que el gruix principal de potència instal·lada recaigui en el conjunt posat en funcionament en la zona Fòrum, classificat com a "singular", i que concentra el 66,0% de la potència instal·lada i de la producció que se'n deriva.

El conjunt de les instal·lacions van generar 1700 MWh d'electricitat que va ser injectada a la xarxa.



És doncs, voluntat del **PEMEEM** donar continuïtat a la instal·lació de sistemes solars fotovoltaics per a la producció d'energia elèctrica en els edificis i instal·lacions municipals.

Així mateix, un bon mètode per propiciar l'augment de la potència elèctrica de fotovoltaica instal·lada en edificis municipals és el d'afavorir la contractació d'empreses de serveis energètics que s'encarreguin del subministrament, instal·lació i gestió d'aquestes instal·lacions o promocionar les instal·lacions mitjançant un model de finançament per tercers.

La inversió en instal·lacions FV pot gestionar-se mitjançant un sistema de Finançament per tercers, incorporant una empresa de Serveis Energètics, mitjançant la cessió o lloguer de taulades d'instal·lacions municipals, etc...

Aquest Pla, preveu que l'Ajuntament inverteixi directament o mitjançant altres sistemes en la instal·lació de fins a 2MW de Fotovoltaica.

| Implantació de sistemes solars fotovoltaics : 2 MW en edificis municipals | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros)  |
|---|-------------------------|------------------------------------|-------------------|
| PA1   | 0,00                    | 0,00                               | 2.052.675         |
| PA2   | 2.777,78                | 1.000,00                           | 3.555.556         |
| PA3   | 9.722,22                | 3.500,00                           | 4.444.444         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>12.500,00</b>        | <b>4.500,00</b>                    | <b>10.052.675</b> |

Taula 4.8.2 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions d'implantació d sistemes solars fotovoltaics.

#### 4.8.3. Implantació de sistemes pilot de concentració solar

Les tecnologies solar de concentració solar poden classificar-se en base a dos grans criteris, la seva tecnologia i el seu ús. En el primer nivell, la classificació pot venir donada en funció de si s'utilitza la reflexió o la refracció, pel tipus de concentrador, de l'absorbidor i d'altres característiques tècniques. Pel que fa a l'ús, es poden diferenciar segons si s'utilitzen per generar calor, fred o electricitat.

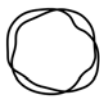


Així doncs, dins d'aquestes tecnologies es poden identificar els captadors tèrmics de concentració per a la seva aplicació en refrigeració mitjançant màquines d'absorció, els discs concentradors amb motor Stirling per a la producció d'electricitat i els seguidors concentradors de receptor fotovoltaic també per a la producció elèctrica.

Fins ara, el potencial de les tecnologies de concentració s'ha centrat en les de generació elèctrica termosolar a gran escala, mentre que la resta de tecnologies han quedat en un discret segon pla. En qualsevol cas, actualment semblen poder oferir moltes possibilitats per a un futur proper, sobretot les relacionades amb la utilització de calor o fred a mitja temperatura i les tecnologies de disc, que permetrien la generació descentralitzada d'electricitat. Ara bé, un dels principals frens a aquestes tecnologies ha estat el seu preu, superior a les termosolars a gran escala, tot i que guanyen en modularitat. D'altra banda, el marc regulatori actual tampoc afavoreix la implantació de les tecnologies de concentració mencionades.

Fent referència a la possible aplicació d'aquestes tecnologies en els edificis i equipaments municipals, cal tenir clar per a quines necessitats serien adequades aquestes tecnologies. Així doncs, en l'àmbit de la generació tèrmica, es podrien enfocar els sistemes de concentració solar per a la generació de fred mitjançant màquines d'absorció. Una altra aplicabilitat d'aquestes tecnologies, seria per a la generació d'energia elèctrica que es connectaria a la xarxa elèctrica de la ciutat.

Dins de cadascun dels casos es trobarien diferents opcions de tecnologies, que cal estudiar amb més detall per a valorar-ne la viabilitat tot i que, a priori, en vista de les seves característiques tècniques, la seva possibilitat d'aplicació pel que fa a ús, el preu, les repercussions mediambientals, l'estat de desenvolupament de la tecnologia i el nivell d'ocupació espacial, les més fàcilment integrables en els edificis i equipaments municipals de Barcelona serien les solars tèrmiques de concentració per a la producció de fred, en oficines, hospitals, etc. En qualsevol cas, com a operació de demostració, és interessant valorar també la implantació d'alguna instal·lació de discs concentradors acoblats a motors Stirling per a la producció d'electricitat.



En aquesta línia, el **PEMEEM** preveu impulsar projectes pilot de demostració de tecnologies de concentració solar, tant per a la generació de fred com per a la producció d'electricitat, en edificis i instal·lacions municipals.

| Implantació de sistemes pilot de concentració solar | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|---|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1   | 0,00                    | 0,00                               | 0                |
| PA2   | 32,53                   | 8,55                               | 3.142            |
| PA3   | 113,86                  | 29,91                              | 3.927            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>146,39</b>           | <b>38,46</b>                       | <b>7.069</b>     |

Taula 4.8.3 Resultats d'estalvi acumulat i inversió total requerida per les actuacions d'implantació de sistemes pilot de concentració solar.

#### 4.8.4. Instal·lacions de biomassa

La biomassa, i en concret la biomassa llenyosa, permet cobrir necessitats tèrmiques i també produir energia elèctrica, segons la tecnologia utilitzada.

En el cas de les 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 tèrmic directe. Així doncs, la combustió de residus forestals i agrícoles pot ser una font energètica una font energètica per a cobrir la demanda de calefacció en l'àmbit dels edificis, tant en instal·lacions individuals com en col·lectives. Aquesta és, sovint, l'aplicació més comuna de la biomassa, la de produir calefacció o aigua calenta sanitària mitjançant una caldera de biomassa.

D'altra banda, existeix també l'aplicació de la biomassa amb finalitats de producció d'energia elèctrica. 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.

Finalment, 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.





És important tenir en consideració l'opció d'implantar sistemes de generació de calor amb biomassa per tractar-se d'una font renovable, ara bé, en el cas concret de la ciutat de Barcelona, es presenten les següents barreres que dificulten la seva implantació:

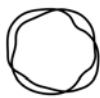
- a) La biomassa generada a Parcs i Jardins de la ciutat ja s'utilitza dins del Projecte de climatització del barri de La Marina el Prat Vermell i desenvolupat per l'empresa ECOENERGIES BARCELONA SUD, per tant, no hi ha biomassa disponible dins la ciutat.
- b) Necessitat de portar biomassa de fora amb el conseqüent impacte ambiental (associat al transport) i sobre-cost econòmic.
- c) Forta implantació al territori de la xarxa de gas natural (competidor natural de la biomassa com a font d'energia primària).
- d) Elevats paràmetres de contaminació local (NOx i PM10) que aconsellen evitar fonts energètiques emissores d'aquest tipus de productes.

Malgrat aquestes importants barreres, s'han identificat 6 projectes potencials que es proveïrien de biomassa de l'entorn de Barcelona (distància inferior als 30km).

Aquest projecte no s'avalua numèricament per que a data de d'avui, no s'ha acordat en ferm cap actuació.

#### **4.8.5.Sistemes de Minieòlica.**

Els sistemes de minieòlica són sistemes per ser instal·lats en edificis de forma que es contribueixi a la producció d'energia elèctrica. Són molt adients en zones amb vent amb velocitat mitjana anual de l'ordre de 5 o 6m/s.



|           | A nivell de mar     | A nivell de mar     | A 1.000m            | A 2.000m            |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Velocitat | a 15°C              | a 0°C               | a 8,5°C             | a 2°C               |
| Vent m/s  | Watt/m <sup>2</sup> | Watt/m <sup>2</sup> | Watt/m <sup>2</sup> | Watt/m <sup>2</sup> |
| 3         | 17                  | 17                  | 15                  | 14                  |
| 4         | 39                  | 41                  | 35                  | 32                  |
| 5         | 77                  | 81                  | 69                  | 63                  |
| 6         | 132                 | 140                 | 119                 | 108                 |
| 7         | 210                 | 222                 | 189                 | 172                 |
| 8         | 314                 | 331                 | 282                 | 256                 |
| 9         | 447                 | 471                 | 401                 | 365                 |
| 10        | 613                 | 646                 | 550                 | 500                 |
| 11        | 815                 | 860                 | 732                 | 666                 |
| 12        | 1058                | 1116                | 950                 | 864                 |
| 13        | 1346                | 1419                | 1208                | 1099                |
| 14        | 1681                | 1773                | 1509                | 1372                |

Taula 3.3 Generació d'energia funció de l'alçada sobre el nivell del mar i velocitat del vent

Contràriament a la Solar Fotovoltaica, la tecnologia minieòlica no ha comptat amb un marc regulatori propi que hagi afavorit la seva generalització. A aquest fet s'han d'afegir certes servituds pròpies de la tecnologia, tals com les vibracions associades al seu funcionament o la major complexitat tècnica dels aerogeneradors. En qualsevol cas, gran part d'aquestes limitacions tècniques s'haurien acabat solucionant en un context de major implantació d'aquest tipus d'instal·lacions.

És en aquest context que l'any 2007 es va promocionar la instal·lació d'un sistema mixt eòlic - fotovoltaic en la coberta d'un edifici d'habitatges públics, amb una potència eòlica instal·lada de 10 kW i una potència fotovoltaica de 34 kWp.

Adicionalment, s'està promovent aquesta tecnologia en d'altres edificis, però un marc regulatori, ara, poc favorable, no fa esperar un important creixement d'aquest sistema de generació d'electricitat.



#### **4.9. PROJECTE 9. DIFONDRE LA IMPLANTACIÓ DE LES EMPRESES DE SERVEIS ENERGÈTICS (ESE) A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS**

Les Empreses de Serveis Energètics, en endavant ESEs, són empreses privades que tenen com a principal línia de negoci la venda de confort a l'usuari final i per fer-ho, s'encarreguen de la compra del subministrament energètic, de la gestió dels equips generadors i consumidors d'energia i del seu manteniment, amb la intenció de generar confort de la manera més eficient energèticament.

En un contracte de serveis energètics, les ESEs s'encarreguen de la planificació, realització i finançament d'una varietat de mesures d'eficiència energètica en les instal·lacions del client. Aquestes mesures tenen per finalitat optimitzar el subministrament i l'ús d'energia, de la qual resulta un estalvi de consum i cost pel client. En general, l'ESE garanteix un estalvi mínim fixat contractualment. La diferència de cost anual d'energia abans i després de les mesures posa a disposició uns fons econòmics en el pressupost anual amb els quals el client remunera a la companyia de serveis al llarg del contracte.

Els avantatges principals de la contractació d'ESEs per a la gestió energètica d'edificis i instal·lacions municipals són els següents:

- Inversió en eficiència energètica i energies renovables sense impacte sobre el capítol d'inversions dels ajuntaments.
- Tècnics i professionals qualificats que s'encarreguen de la gestió de les instal·lacions.
- Necessitat de la figura d'un gestor energètic, cosa que recolza la idea de crear la figura d'un gestor energètic de referència per a cada edifici o instal·lació.
- Al basar els guanys en l'eficiència, l'ESE porta a terme els projectes amb la millor solució tècnico-econòmica existent.
- Externalització dels problemes tècnics, donat que responsabilitat recaurà sobre l'ESE.
- Obtenció de millors condicions en la compra d'energia.



- Renovació tecnològica constant de les instal·lacions per guanyar en eficiència.
- No existeix risc financer, donat que no es paga fins que no està en funcionament el projecte.
- La capacitat d'endeutament limitada dels municipis fa que aquesta opció de finançament sigui una via interessant per a la inversió en noves instal·lacions.

En qualsevol cas, la contractació d'ESEs per part d'ajuntaments o altres ens públics locals s'està veient alentida per l'existència d'un seguit de barreres de tipus tècnic, administratiu i legal que dificulten la contractació d'aquestes empreses. Algunes d'aquestes barreres són:

- La majoria d'ajuntaments ja disposen d'equips tècnics de manteniment molt solvents.
- El sistema d'ESE requereix d'una persona de dins l'edifici que faci el seguiment del correcte compliment dels compromisos d'inversió especificats per contracte, l'anomenat gestor energètic.
- Cal esmerçar esforços per establir un mètode sòlid de penalitzacions i bonificacions, recollit en el contracte, que asseguri el correcte compliment dels objectius.
- Barreres jurídiques: la Llei de Contractació del Sector Públic dificulta la formalització de contractes per a períodes llargs de temps, que en aquests casos són necessaris per tal d'assegurar que els llargs períodes de retorn de les inversions associades es produiran dins del període contractació.

D'altra banda i al mateix temps, amb l'objectiu de garantir l'eficiència energètica, l'estalvi energètic i la millora continuada dels sistemes, és important que les Empreses de Serveis Energètics (ESEs) disposin d'un sistema de gestió energètica que permeti identificar i avaluar l'eficiència dels serveis que estan gestionant.

Amb la finalitat de superar les barreres tècniques i econòmiques que dificulten la realització de contractes de gestió energètica a favor d'empreses de serveis energètics per part de l'Ajuntament de Barcelona,



s'ha realitzat un estudi tècnic i jurídic que ha permès resoldre molts dels dubtes que a dia d'avui existeixen sobre aquest tipus de contractacions.

Així doncs, s'han estudiat de forma concreta les possibilitats de contractació d'ESEs per a la gestió energètica de l'enllumenat públic, les flotes de vehicles i els edificis i equipaments municipals, a partir de l'anàlisi de la situació de partida dels actuals contractes o concessions de gestió i manteniment de cadascun dels serveis esmentats.

Al mateix temps, s'han estudiat les modalitats de contractació que s'inclouen en la Llei de Contractes del Sector Públic que més s'adapten a les necessitats a les qual s'intenta respondre a través de la implantació d'ESEs.

Finalment, en vista que els edificis i equipaments municipals representen al voltant del 53,0% de la totalitat del consum energètic associat als serveis municipals, on també s'inclouen l'enllumenat públic i les flotes, els dos altres àmbits sobre els quals s'ha estudiat la possibilitat d'implantació d'ESEs, es creu convenient prioritzar l'aplicació d'ESEs en el sector dels edificis i equipaments. D'altra banda, aquest sector és, a la vegada, el més complex dels tres estudiats, donada l'existència d'un gran nombre diferent de tipologies d'edificis segons el seu ús, que comporten una gran diversitat de perfils de consum energètic, i de la implicació de molts instituts i departaments en la gestió d'aquests equipaments.

En qualsevol cas, en el quadre següent s'avancen els resultats obtinguts de l'anàlisi d'una possible implantació d'empreses de serveis energètics en diferents edificis i equipaments municipals. Per a l'elaboració d'aquests valors d'estalvis i inversions, s'han considerat alguns projectes d'externalització que ja estan en marxa, com el cas de les Cases Consistorials, i en segon lloc s'han prioritzat els edificis amb elevats consums energètics.



| Implantació d'ESEs | Nombre d'edificis afectats | Estalvi energètic (MWh) | Estalvi de CO <sub>2</sub> (tones) | Inversió (Euros) |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------|
| PA1                | 1                          | 0,00                    | 0                                  | 120.500          |
| PA2                | 0                          | 0,00                    | 0                                  | 0                |
| PA3                | 4                          | 6.354,40                | 1.101                              | 500.000          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>5</b>                   | <b>6.354,40</b>         | <b>1.101</b>                       | <b>620.500</b>   |

Taula 4.9.1 Resultats d'estalvi i inversió requerida per la implantació d'ESEs.



#### 4.10. PROJECTE 10. FOMENTAR LA COMPRA VERDA D'ENERGIA

Barcelona participa, a través del **Programa Ajuntament + Sostenible**, a la Campanya **Procura+** que coordina la xarxa de ciutats *ICLEI-Governos locals per la Sostenibilitat*.

Aquesta xarxa està dedicada a la promoció de la compra verda entre autoritats locals europees. Bàsicament, promou tot un seguit de criteris ambientals a l'hora de contractar 7 grups de productes, entre ells:

- Autobusos,
- Productes i serveis de neteja,
- Energia (electricitat),
- Productes alimentaris i serveis de restauració,
- Equipament informàtic,
- Construcció i rehabilitació d'edificis públics
- Paper d'oficina.

Pel que fa a la compra d'energia verda, des del sector de Serveis Generals de l'Ajuntament de Barcelona, es coordina i s'executa la contracta d'electricitat dels serveis i les dependències municipals tot incorporant els criteris **Procura+**. Malgrat aquest objectiu, el Sector de Serveis Generals, s'ha acollit al sistema de plataforma de subhasta que la Generalitat de Catalunya ha apositat a disposició dels Ajuntaments que s'homologuin, que ha permès contractar el subministrament d'electricitat en baixa i mitja tensió. La citada plataforma de contractació ja contemplava determinats criteris de compra verda.

Els criteris **Procura+** per a l'electricitat verda, es resumeixen en els següents aspectes:

- Compliment de la definició de fonts d'energia renovables de la UE segons la definició de la Directiva 2001/77/CE.
- Preferència de fonts d'energia renovables no hidroelèctriques: ateses les preocupacions ambientals que aixequen els plans hidroelèctrics i



la quantitat de grans centrals hidroelèctriques existents, els criteris Procura+ fomenten altres fonts d'energia renovables.

- **Addicionalitat:** per augmentar la construcció de noves plantes de fonts d'energia renovables, els criteris Procura+ exigeixen que un determinat percentatge de l'electricitat subministrada procedeixi de noves centrals.

La proposta de criteris és molt ambiciosa i per tant cal adaptar-la a la realitat del mercat elèctric estatal (o bé fer lots d'edificis emblemàtics on aplicar el criteri al 100,0% i a d'altres ser més flexible).

La campanya **Procura+** proposa una sèrie de requeriments per incloure a les prescripcions tècniques del concurs per l'adjudicació del subministrament energètic:

- Com a mínim un 50,0% de l'electricitat subministrada ha de procedir de fonts d'energia renovables, tal com les defineix la Directiva 2001/77/CE.
- Un 30,0% de l'electricitat procedent de fonts renovables ha de correspondre a plantes noves. Es considerarà que una planta és nova si ha començat a funcionar menys de set anys abans de la convocatòria de concurs. Com a alternativa, l'agent licitador es pot comprometre a posar en funcionament una nova planta d'energia renovable en el termini de dos anys a partir de l'inici del contracte i fins a arribar a una capacitat global del 30,0% de l'electricitat subministrada (energia de plantes noves).

Informació de referència: Criteris **Procura+** per electricitat (ampliat)

[http://www.procuraplus.org/fileadmin/template/projects/procuraplus/files/CD-ROM/CD\\_ROM\\_Translations/CD-ROM\\_Catalan/detailed\\_product\\_Info/Productes\\_prioritaris\\_ampliats\\_C\\_Electricitat.pdf](http://www.procuraplus.org/fileadmin/template/projects/procuraplus/files/CD-ROM/CD_ROM_Translations/CD-ROM_Catalan/detailed_product_Info/Productes_prioritaris_ampliats_C_Electricitat.pdf)

Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.





#### **4.11. PROJECTE 11. RECOLLIDA, CENTRALITZACIÓ I TRACTAMENT DE LES DADES DE CONSUMS ENERGÈTICS DELS EDIFICIS I EQUIPAMENTS MUNICIPALS EN L'OBSERVATORI D'ENERGIA.**

L'anàlisi de les dades de consum dels 2.015 establiments municipals ha comportat el tractament d'un elevat volum de dades. Aquestes inclouen la ubicació de l'edifici, la superfície i els consums disponibles per les diferents fonts energètiques utilitzades. Els resultats obtinguts han servit per definir la situació actual de consum energètic en les instal·lacions municipals, així com per preveure el possible creixement futur del consum energètic i de les emissions de GEH associades.

El detall de les dades obtingudes també ha permès detectar els punts febles de les instal·lacions i definir les actuacions que millor s'adapten a la realitat actual, per tal d'assolir l'objectiu d'estalvi d'emissions de GEH a 2020.

Tot aquest volum de dades i l'anàlisi portat a terme s'ha integrat en un eina informàtica que permet gestionar els consums de tots els establiments així com actualitzar la situació de les emissions de GEH en relació a l'objectiu marcat.

La centralització de la informació referent als consums energètics de les instal·lacions municipals per part de l'Observatori de l'Energia, permet centralitzar i gestionar les actuacions per a la millora de l'eficiència energètica de les instal·lacions i realitzar un seguiment per valorar les polítiques energètiques, portant a terme accions correctives per a possibles desviacions sobre les previsions realitzades. És a dir, la centralització de la informació energètica referent a les instal·lacions municipals de l'Ajuntament de Barcelona, permet a l'Observatori de l'Energia establir-se com a gestor energètic únic d'aquests establiments i portar a terme polítiques conjuntes de millora del consum d'energia segons les necessitats de cada instal·lació.

Aquest projecte no comporta inversió en actius i, al considerar-se una eina, no se li associa un estalvi energètic ni d'emissions evitades, directe.



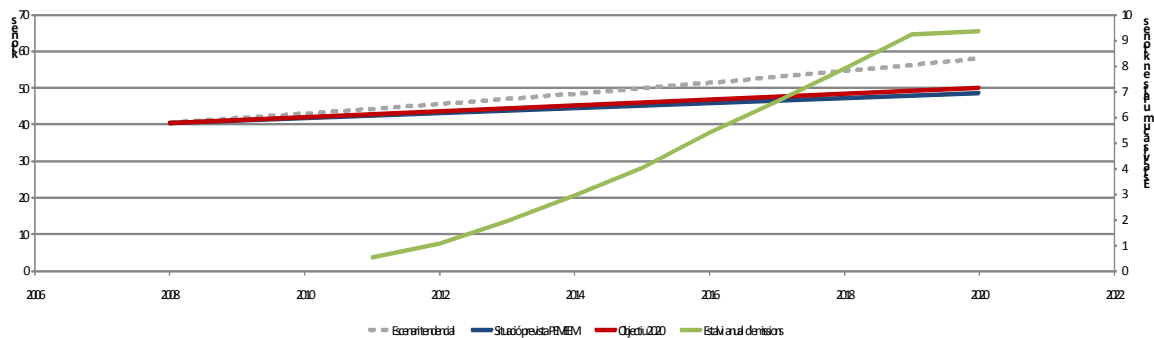
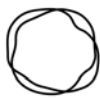
## 5. ELS PLANS D'ACCIÓ

La implementació en els edificis i instal·lacions municipals de les mesures esmentades anteriorment es concretarà mitjançant plans d'acció periòdics. En ells l'avaluació de cada mesura es farà de forma més detallada, tant pel que fa al potencial d'estalvi energètic respecte al consum energètic total del propi edifici, com en referència a la inversió econòmica que serà necessària per portar a terme la mesura, així com el període de retorn de la inversió. Finalment, cada pla d'acció tindrà associat també l'estalvi d'emissions de gasos d'efecte hivernacle derivats de l'aplicació de les mesures concretes proposades.

Inicialment es preveu que el **PEMEEM**, amb període de vigència fins a l'any 2020, inclourà tres plans d'acció diferenciats. El primer dels plans d'acció, amb mesures concretes ja detectades i valorades tant pel que fa a potencials d'estalvi com a inversions econòmiques associades, tindrà una durada de 2 anys (2010 – 2011). Els plans d'Acció 2 i 3 tindran una durada de 4 anys cadascun, i comprendran els períodes 2012 – 2015 pel Pla d'Acció 2 i 2016 – 2019 pel Pla d'Acció 3. L'any 2020 servirà per avaluar els resultats dels projectes contemplats en el **PEMEEM**.

Així doncs, el **PEMEEM** estableix tres plans d'acció per tal d'arribar als objectius marcats d'estalvi d'energia, d'emissions i d'integració d'energies renovables associats als edificis i instal·lacions municipals.

Considerant un creixement natural del consum d'energia serà del 3,1% anual, un 4,0% corresponent al consum d'electricitat i un 2,1% corresponent al consum de gas natural, obtinguts a partir dels creixements corresponents a l'evolució del consum energètic en els edificis municipals entre el 1990 i el 2008, la previsió de l'evolució de les emissions de GEH a 2020 és la següent:



Gràfic 5.1 Comparativa de l'evolució de les emissions a 2020 en els diferents escenaris.

### 5.1. PLA D'ACCIÓ 1: PA 2010-2011

En termes globals, el Pla d'Acció 1 sobre els edificis municipals requereix un pressupost de 7.767.536,-€, que es reparteixen en base als 4 eixos principals que conformen el **PEMEEM**.

| PRESSUPOST TOTAL PA-1     |                     |
|---------------------------|---------------------|
| <b>INVERSIÓ TOTAL</b>     | 2010-2011           |
| <b>EFICIÈNCIA</b>         | 1.800.276,-€        |
| <b>GENERACIÓ EFICIENT</b> | 3.418.585,-€        |
| <b>ERR</b>                | 2.548.675,-€        |
|                           | <b>7.767.536,-€</b> |

Taula 3.4 Detall del pressupost total d'inversió en edificis

A través d'aquesta inversió, s'esperen uns estalvis d'emissions de GEH globals del 6,6% respecte l'objectiu d'estalvi fixat a 2020. Aquest estalvi s'assoleix mitjançant un conjunt d'edificis que representen un consum total d'energia al 2008 de 49.536,15 MWh d'energia elèctrica i 30.396,57 MWh de gas natural tal i com s'anunciava en la diagnosi actual, és a dir, un consum energètic total de 79.932,72 MWh. Així doncs, l'estalvi que s'espera en termes energètics és de 3.168,35 MWh en total, repartits en 1.595,63 MWh d'estalvi en energia elèctrica i de 1.572,72 MWh de gas natural, al finalitzar el Pla d'Acció 1.

Cal tenir en compte a l'hora de veure com n'és de significatiu l'estalvi obtingut sobre el total del consum dels edificis municipals, quina és la representativitat, en termes de consum, que tenen els edificis sobre els quals s'apliquen mesures respecte al parc total d'edificis i equipaments



municipals. En vista que en termes de consum energètic total representen el 32,9% del consum total dels edificis municipals, un 35,7% en electricitat i només un 30,4% en termes de gas natural, obtenir un 6,6% d'estalvi energètic sobre el total es considera un bon inici, donat que encara queden molts edificis sobre els quals actuar.

D'altra banda, també cal tenir present com es reparteix el pressupost total del Pla d'Acció 1 entre les mesures que s'hi inclouen, ja que no totes repercuteixen d'igual manera sobre els estalvis energètics obtinguts. Així doncs, mentre hi ha mesures d'inversió en millores de l'eficiència energètica de l'enllumenat interior, en millora dels sistemes de climatització i en rehabilitació energètica de l'envolupant tèrmica dels edificis que aporten uns estalvis energètics directes sobre el consum energètic de l'edifici, el benefici de la implantació de sistemes d'energies renovables o, fins i tot, d'algun tipus d'instal·lació d'alta eficiència com per exemple les cogeneracions, és més complicat de comptabilitzar.

Si bé és cert que algunes de les energies renovables reporten també uns estalvis directes, com la solar tèrmica per cobrir la demanda d'ACS o de climatització o les calderes de biomassa que donen també cobertura a una part o a la totalitat de la demanda tèrmica de l'edifici, altres energies renovables, com la solar fotovoltaica per a la producció elèctrica, no repercuteixen en termes d'estalvi energètic sobre l'edifici de forma directa, a no ser que es comptabilitzin els seus efectes en aquells casos en què actuaren, a més, com a elements constructius o de protecció solar.

De fet, l'energia solar fotovoltaica o, en un futur, la minieòlica o la solar termoelèctrica, el que generen són bàsicament uns estalvis d'emissions de GEH a nivell global, associats a la generació d'energia en base a fonts renovables. Però aquesta influència ja es contempla en l'apartat dels balanços de generació energètica. En canvi, tal i com ja s'ha comentat, en termes d'estalvi energètic sobre el consum de l'edifici aquestes mesures no comporten una repercussió directa; fora dels casos en què puguin actuar, per exemple, com a elements de protecció solar passiva, tot i que aquesta influència és sovint complicada de valorar.

Per tant, tenint en compte que dins del pressupost global de 7.767.536,-€ per al Pla d'Acció 1 2.022.675,-€ es destinen a instal·lacions d'energia solar



fotovoltaica (inclosos en els 2.548.675,-€ totals destinats a projectes d'energies renovables) i 2.385.016,-€ a un projecte de cogeneració. Mesures que no afecten sobre els estalvis energètics comptabilitzats. Es pot dir que la inversió real associada a les mesures que reporten un estalvi energètic directe, i que són les que en el seu global aconseguen un estalvi d'emissions de GEH del 6,6% de l'objectiu a 2020 en els edificis municipals, és de 3.359.845,-€. Significa al voltant del 43,0% del pressupost total del primer Pla d'Acció.

Pressupost aprovat a l'AEB detallat per línies d'actuació (PA-1)

| MESURA   | PRESSUPOST         | PRESSUPOST<br>AEB  | 2009 | 2010      | 2011        |
|--|--------------------|--------------------|------|-----------|-------------|
| Auditories Energètiques Edificis i instal·lacions                                    | 31.200 €           | - €                | - €  | - €       | - €         |
| Millora Eficiència energètica en l'enllumenat interior                               | 67.000 €           | 48.500 €           | - €  | - €       | 48.500 €    |
| Millora Eficiència energètica instal·lacions tèrmiques edificis existents            | 1.169.969 €        | 232.500 €          | - €  | - €       | 232.500 €   |
| Rehabilitació energètica de l'evolvent tèrmica dels edificis existents (tancaments)  | 780.976 €          | 157.207 €          | - €  | - €       | 157.207 €   |
| Millora eficiència energètica en les instal·lacions d'ascensors existents en els edi | - €                | - €                | - €  | - €       | - €         |
| Estudis Viabilitat de cogeneració  | 120.500 €          | - €                | - €  | - €       | - €         |
| Inversió en instal·lacions de cogeneració  | 2.385.016 €        | 400.000 €          | - €  | 300.298 € | 99.702 €    |
| Inversió en compensació d'energia reactiva   | - €                | - €                | - €  | - €       | - €         |
| Monitoratge de consums energètics  | 643.800 €          | 400.200 €          | - €  | - €       | 400.200 €   |
| Implantació d'EER en Edificis Municipals   | 2.548.675 €        | 1.164.162 €        | - €  | 302.271 € | 861.891 €   |
| Campanya de conscienciació - Bones pràctiques  | 20.400 €           | - €                | - €  | - €       | - €         |
|  | <b>7.767.536 €</b> | <b>2.402.569 €</b> | - €  | 602.569 € | 1.800.000 € |

Taula 3.5 Inversió total, inversió l'Agència d'Energia de Barcelona i Programació de la inversió

En termes d'estalvis d'emissions de diòxid de carboni equivalent, el 6,6% de l'objectiu, suposa un estalvi de 547 tones de CO<sub>2</sub> equivalent, de les quals 229 tones de CO<sub>2</sub>eq s'associen als estalvis d'energia elèctrica i les 318 tones de CO<sub>2</sub>eq restants a l'estalvi en gas natural.

Per tal de cercar i obtenir el pressupost de 7.767.536,-€ necessari per a portar a terme el Pla d'Acció 1, caldrà la participació econòmica dels propis beneficiaris de les actuacions, així com cercar finançament extern via la modalitat de finançament per tercers, via la inversió i gestió d'instal·lacions mitjançant ESE's o via la sol·licitud de subvencions autonòmiques o estatals, entre d'altres.

### 5.1.1. Inversió en Monitoratge de les instal·lacions municipals

Amb la finalitat de conèixer el consum horari de cadascun dels edificis cal dotar els edificis de sistemes de telegestió. Inicialment es planteja com una simple lectura de consums, és a dir, una gestió unidireccional. Però es planteja amb l'objectiu que en un futur proper puguin arribar a telegestionar-se els sistemes consumidors.



Així doncs, inicialment els equips proporcionaran un seguiment dels consums de cada edifici de manera que s'aconseguirà una gestió centralitzada i, per tant, es disposarà i facilitarà l'obtenció d'informació de consums energètics i costos econòmics associats.

En aquest Pla d'Acció 1, s'invertirà un total de 643.800,-€ en el monitoratge de 35 instal·lacions que l'any 2008 van consumir un total de 13.313,66 MWh/any d'electricitat i 9.393,98 MWh/any de gas.

Pel sol fet de controlar els consums, s'espera obtenir estalvis de l'ordre del 10,0%, el que representa un estalvi al final del Pla d'Acció 1 d'uns 1.330,37 MWh que en emissions de diòxid de carboni equivalent són 214 tones de CO<sub>2</sub> equivalent.

### **5.1.2. Inversió en mesures d'estalvi i eficiència energètica**

S'invertirà un total de 3.266.434,-€ en la implantació de diverses mesures d'estalvi en l'envolupant tèrmica dels edificis i en les seves instal·lacions, tant de climatització com d'il·luminació, amb l'objectiu d'arribar a estalviar 598,56 MWh d'electricitat i de 1.180,75 MWh de gas natural al finalitzar el Pla d'Acció 1, 1.779,31 MWh en total.

A sumar a la inversió que s'ha esmentat, a la qual només s'hi associen les mesures de millora de sistemes i envolupant, cal sumar 151.700,-€ destinats a la realització de diagnòstics, auditories energètiques i estudis de viabilitat en edificis que encara no han estat objecte de cap tipus d'intervenció energètica. En relació a aquest tipus d'actuacions, es preveuen també estalvis sobre el consum total dels edificis auditats del voltant del 5,0%, en vista que es detecten els màxims punts de consum i això permet implantar algunes mesures de reducció. En termes energètics, s'espera un estalvi de l'ordre dels 57,72 MWh per aquest tipus d'accions al finalitzar el primer Pla d'Acció.

Així doncs, la totalitat d'estalvis energètics aconseguits amb la realització d'auditories, amb la millora de tancaments i amb la millora de les instal·lacions d'il·luminació, calefacció i refrigeració previstos en el primer Pla d'Acció suposen uns 1.837,03 MWh. En termes d'emissions, l'estalvi és de 333 tones de CO<sub>2</sub>eq.



### 5.1.3. Inversió en la implantació de sistemes d'alta eficiència

Els equips actuals de climatització de les tres cases consistorials presenten greus problemes de rendiment energètic i costos molt elevats de manteniment. La substitució d'aquests equips serà indispensable a curt o mitjà termini. Totes les opcions estudiades suposen la substitució de les màquines actuals de producció de fred (bombes de calor accionades per motor a gas). Arribat a la fi de la seva vida útil, el sistema ha de ser renovat. És en aquest punt que s'aprofita per implantar un sistema d'alta eficiència, com és un sistema de trigeneració.

Ara bé, el pressupost d'aquest sistema és força elevat, doncs addicionalment al cost d'aquest sistema, que es pressuposta en vista de la potència necessària en 1.685.016,-€, és necessària també una inversió de 700.000,-€ per a l'adequació dels sistemes hidràulics dels edificis afectats, per tal de possibilitar la instal·lació de trigeneració. En total, el projecte de trigeneració de les tres cases consistorials de l'Ajuntament de Barcelona es valora en 2.386.016,-€.

En vista que el pressupost és molt elevat i difícilment assumible per l'àrea de l'Ajuntament beneficiària de la mesura, s'ha optat per buscar finançament extern per tal de cobrir la part de la inversió associada al sistema de trigeneració en sí; mentre que la part associada a l'adequació dels sistemes hidràulics serà assumida pel propi Ajuntament, una part pel beneficiari i una part des de l'Agència Local d'Energia de Barcelona.

Pel que fa al sistema de trigeneració, s'optarà per externalitzar la instal·lació a través d'una Empresa de Serveis Energètics i mitjançant un concurs públic d'adjudicació. Aquesta ESE es farà responsable de la inversió associada a la trigeneració, a la vegada que la instal·larà i gestionarà. Al mateix temps, la ESE vetllarà per l'eficiència energètica de les instal·lacions. Finalment, la ESE vendrà a l'Ajuntament el calor i fred necessaris segons la demanda de clima dels edificis, venent per altra banda l'electricitat produïda pel sistema a la xarxa elèctrica, per a la qual cosa se segueixen els criteris i requisits de la producció elèctrica en règim especial.



Així doncs, a més de la realització d'un projecte de trigeneració per a cobrir les necessitats de calefacció i refrigeració de les tres cases consistorials i produir simultàniament electricitat, ja en sí força innovador, s'ha decidit optar per la via d'externalització de les instal·lacions de generació. Això fa que el projecte de trigeneració de les cases consistorials pugui considerar-se com un projecte singular, innovador i, al mateix torn, exemplificador.

#### **5.1.4. Inversió en la implantació de les energies renovables**

S'invertirà un total de 2.548.675,-€ en la implantació d'energies renovables en les instal·lacions municipals. D'aquest pressupost es destinaran 2.022.675,-€ a la instal·lació de panells fotovoltaics als edificis i instal·lacions municipals, 436.000,-€ a sistemes de climatització solar, 30.000,-€ a la realització d'estudis de viabilitat d'implantació d'energies renovables i se'n reservaran 60.000,-€ més per a la instal·lació d'altres energies renovables, com podrien ser operacions de demostració de tecnologies solars de concentració.

- Instal·lacions Fotovoltaïques: la línia en la què es treballa és la de proposar l'execució d'instal·lacions fotovoltaïques que, més enllà de la producció d'energia elèctrica de la pròpia instal·lació, suposin una millora del comportament energètic de l'edifici. És a dir, es proposa impulsar les instal·lacions fotovoltaïques que aporten un valor afegit addicional al de la producció elèctrica, sovint perquè actuen com a propi element constructiu o perquè amb la seva integració arquitectònica, com ara quan s'utilitzen com a proteccions solars, poden aconseguir una reducció de la demanda energètica i, en conseqüència, del consum.

Sovint, les instal·lacions que es proposen estan encabides en els propis Plans de Barris que es porten a terme a Barcelona. Un exemple dels edificis en què es proposa la instal·lació de panells fotovoltaics amb valor afegit més enllà de la producció elèctrica són les que se citen a continuació, diferenciant-se segons si estan o no incloses en un Pla de Barri ja existent.





### Pla de Barris:

- Edifici del Centre Cívic de Trinitat Vella (Pla de Barris Trinitat Vella):
  - Potència: 22,5 kW.
  - Producció Energètica Estimada: 29.182 kWh.
  - Característiques: instal·lació fotovoltaica col·locada com a pèrgola en coberta i a mode de visera en façanes, amb l'objectiu de reduir la radiació directa sobre l'edifici i reduir d'aquesta manera la càrrega tèrmica del mateix, sobretot en èpoques d'estiu.
  
- Edifici del CEIP Gaudí (Pla de Barris de Roquetes):
  - Potència: 24,4 kW.
  - Producció Energètica Estimada: 30.802 kWh.
  - Característiques: instal·lació fotovoltaica col·locada a mode de visera en la façana sud, amb l'objectiu de reduir la radiació directa sobre l'edifici i reduir d'aquesta manera la càrrega tèrmica del mateix, sobretot en èpoques d'estiu.
  
- Altres Edificis Municipals:
  - Edifici del Centre Cívic Font de la Guatlla.
    - Potència: 5,26 kW.
    - Producció Energètica Estimada: 9.250 kWh.
    - Característiques: instal·lació fotovoltaica col·locada a mode de mur cortina per tal de reduir l'impacte directe del sol sobre la façana de vidre de l'edifici i reduir d'aquesta manera la càrrega tèrmica del mateix.
  
  - Edifici de la Seu del Districte d'Horta – Casa de les Aigües.
    - Potència: 11,56 kW



- Producció Energètica Estimada: 20.360 kWh.
  - Característiques: instal·lació FV sobre el lluernari de coberta, fent una doble pell sobre els vidres existents amb l'objectiu de reduir la radiació directa sobre l'edifici i reduir d'aquesta manera la càrrega tèrmica en l'edifici, sobretot en èpoques d'estiu.
- Altres instal·lacions que es consideraran, són les que s'esmenten a continuació:
- Edifici de Serveis Personals del Raval.
  - Edifici de l'Antic Palau dels Marquesos d'Alòs.
  - Edifici del Centre Cívic Casa Grogà.
  - Edifici de la Seu del Districte de Gràcia.
  - Edifici Pallach – Centre Cívic Jaume Pallach.
  - Altres Edificis: Aules de l'Edifici del PMHB, Estació del Nord, etc.
- Instal·lacions solars tèrmiques per ACS, calefacció i refrigeració: a més d'invertir en estudis de viabilitat d'instal·lacions solars tèrmiques per a climatització, se segueixen dues línies de treball, amb els projectes concrets que s'esmenten a continuació:
- Climatització i producció d'ACS en el Viver de Tres Pins, utilitzant tecnologies de concentració solar.
  - Climatització sala d'usos comuns en edifici d'habitatges del PMHB, mitjançant màquines de baixa potència connectades a instal·lacions d'ACS ja existents, amb l'objectiu d'aprofitar els excedents de producció solar a l'estiu.

### 5.1.5. Impuls a la creació de la figura del Gestor energètic

El Pla d'Acció 1 pretén també impulsar la creació de la figura del gestor energètic per a tots els edificis i instal·lacions municipals, així com la



integració d'aquests gestors en una xarxa a nivell territorial, coordinada amb la Taula de Treball d'Estalvi Energètic.

De fet, actualment, ja s'està en fase de creació d'aquesta xarxa de referents energètics per als edificis i equipaments municipals a través de la ja mencionada Taula de Treball d'Estalvi Energètic.

La finalitat d'aquesta mesura és la de promoure accions de conscienciació d'estalvi energètic i optimització de recursos.

### **5.1.6. Impuls i promoció a la contractació d'Empreses de Serveis Energètics**

Tal i com ja s'ha mencionat al llarg del **PEMEEM**, les empreses de serveis energètics són un vehicle d'implantació de l'estalvi i l'eficiència als edificis públics, que cal doncs que l'Administració sàpiga aprofitar.

Actualment, en la línia d'impulsar aquest tipus de contractacions, s'està treballant en l'externalització de la producció de fred i calor per a climatització de les tres cases consistorials de l'Ajuntament de Barcelona, tal i com s'ha explicat anteriorment. L'externalització es farà via concurs públic d'adjudicació, seguint el nou model de contracte de col·laboració entre el sector públic i el sector privat que la nova Llei de Contractes del Sector Públic contempla. Sobre aquest tipus de contractes, en l'àmbit de l'externalització de serveis energètics, només se'n coneix un precedent a nivell estatal, aplicat per una Administració Pública de rang estatal; en canvi, cap Administració Autònoma ni Local s'ha llençat per ara a optar per aquest tipus de contracte, de col·laboració entre sector públic i privat.

Així doncs, en el Pla d'Acció 1 ja es treballa en un projecte singular i emblemàtic de contractació d'empreses de serveis energètics, impulsant així una figura que s'espera que sigui repetida en més edificis i equipaments municipals. D'aquesta manera, a més d'aconseguir un paper exemplificador i innovador, el projecte de les cases consistorials permetrà tenir més experiència tècnica, jurídica i legal en els procediments de contractació que permetin l'externalització de serveis energètic dels edificis de titularitat pública, fins ara molt limitats pels models de contracte contemplats en l'antiga llei de contractació del sector públic.



Al mateix temps i de forma paral·lela, s'ha realitzat un estudi a nivell tant tècnic com jurídic-legal que ha permès detectar les barreres tècniques i jurídiques més importants i comunes que dificulten la contractació d'empreses de serveis energètics per part de l'Administració Pública i s'han proposat mesures per a solventar-les. D'aquesta manera, la implantació d'ESEs a l'Ajuntament de Barcelona podrà veure's afavorida per la superació de certes barreres que fins a dia d'avi havien suposat un impediment.

### **5.1.7. Campanya de conscienciació i bones pràctiques**

A banda de desenvolupar, al llarg del període d'aplicació d'aquest **PEMEEM**, un protocol de comunicació, conscienciació i difusió de bones pràctiques, el Pla d'Acció 1 contempla ja una inversió econòmica associada a la realització d'una campanya de conscienciació i bones pràctiques energètica en la totalitat dels edificis i equipaments considerats en aquest primer Pla.

L'objectiu és aprofitar que es realitzaran una sèrie d'actuacions en diversos edificis municipals per a presentar la millora als treballadors i introduir el programa de bones pràctiques.

Aquest programa s'estima que requerirà una inversió de 20.400,-€ i consistirà en realitzar xerrades a 68 instal·lacions.

Es considera, en gran mesura, la necessitat d'aquesta formació que evocarà un estalvi d'un 2,0% sobre el consum energètic anual.

## **5.2. PLA D'ACCIÓ 2 I 3: PA 2012-2015 I PA 2016-2019**

En funció dels resultats que s'obtinguin del Pla d'Acció 1, que incideix especialment en mesures de monitoratge d'edificis i per tant, donarà informació precisa i rellevant sobre els consums energètics dels edificis municipals, tant per fonts energètiques com per usos dins de l'edifici (calefacció, refrigeració, enllumenat, equips, etc.), es dissenyaran els successius plans d'acció, amb una durada prevista de 4 anys cadascun.

En els futurs plans, se cercarà actuar sobre edificis i equipaments municipals no inclosos en el Pla d'Acció 1, així com fer noves inversions en els edificis ja contemplats en el primer Pla en el cas que fos necessari.



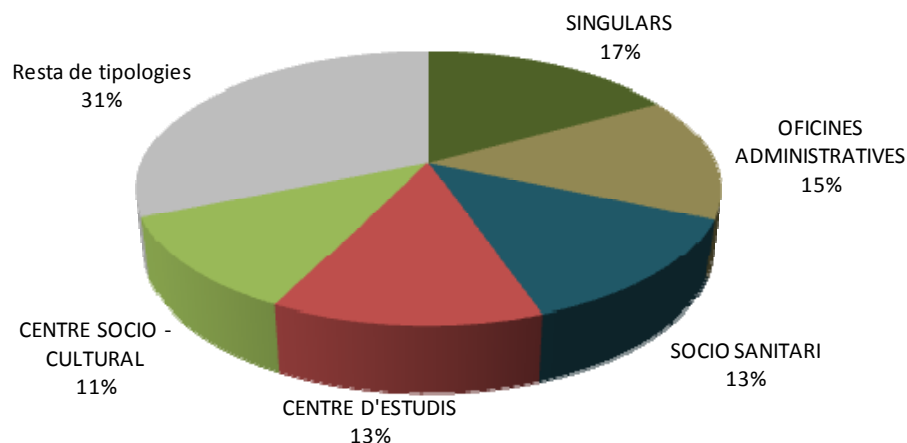
L'objectiu és el d'actuar sobre la totalitat dels edificis municipals, uns 2.015 béns immobles. En vista però, que encara no es coneixen quines seran les mesures que caldrà aplicar, donat que encara no s'han realitzat diagnòstics energètics en la totalitat dels edificis i se'n desconeix l'estat en termes de consums quart-horaris, és difícil indicar el pressupost associat. En qualsevol cas, la inversió que sigui necessària es temporitzarà en funció de les prioritats que s'estableixin en el moment de redactar el Pla d'Acció 2 i 3.

L'objectiu final serà assolir l'any 2020 una reducció del consum d'energètic equivalent al 20,0% del consum de l'any 2008.

Un primer punt de referència per a la elaboració del Pla d'Acció 2 i 3 ha estat l'anàlisi de les 5 tipologies més consumidores d'entre les 11 tipologies considerades d'edificis municipals, sobre les quals s'han establert mesures en aquells edificis que representaven el 50,0% del consum d'energia de cada font (electricitat i gas natural)

Les 5 tipologies més consumidores d'electricitat i gas natural l'any 2008 són les següents:

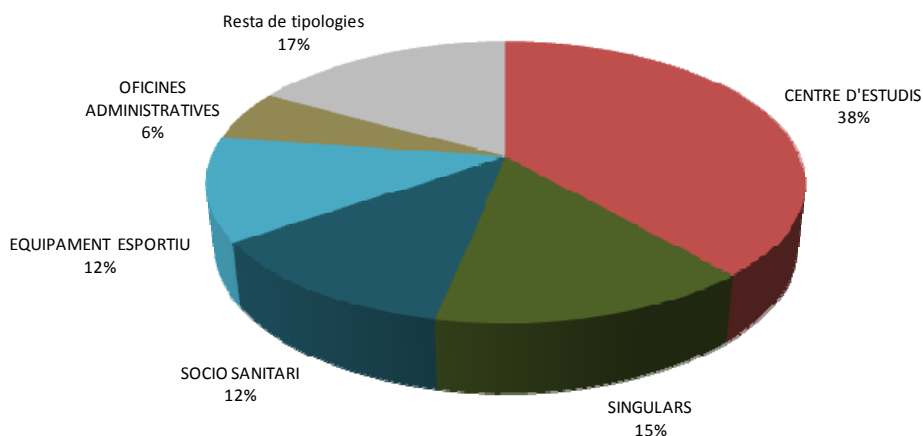
### 5 tipologies més consumidores d'electricitat al 2008



Gràfic 5.2.1 Distribució de consums d'electricitat de les 5 tipologies més consumidores.



### 5 tipologies més consumidores de gas natural al 2008



Gràfic 5.2.2 Distribució de consums d'electricitat de les 5 tipologies més consumidores

Les característiques dels edificis pel que fa a la seva distribució de consums promig ha permès definir un seguit d'actuacions per tipologia. Les mesures definides per cadascun dels tipus d'edificis es recullen a la següent taula:

| Mesura/Tipologia              |                           | EOES | SSAN | CEPS | OFIC | CSC | PKG | CULT | SING | ALT |
|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| II·luminació                  | Detectors de presència    |      | X    | X    | X    | X   | X   |      |      |     |
|                               | Enllumenat eficient       |      | X    | X    | X    | X   | X   |      |      |     |
|                               | Reactàncies Electròniques |      | X    | X    | X    | X   | X   |      |      |     |
| Climatització                 | Equips Eficients          | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
|                               | Millora distribució       | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
|                               | Manteniment generació     | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
|                               | Manteniment distribució   | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
|                               | Tancaments                | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
|                               | Doble vidre               | X    | X    | X    | X    | X   |     |      |      |     |
| <b>Comptatge Centralitzat</b> |                           | X    | X    | X    | X    | X   | X   |      |      |     |
| <b>Diagnosi energètica</b>    |                           | X    | X    | X    | X    | X   | X   |      |      |     |



| Mesura/Tipologia   |                              | EOES | SSAN | CEPS | OFIC | CSC | PKG | CULT | SING | ALT |
|--|------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| <b>Motors Ascensors</b>                                  |                              |      | X    |      |      |     |     |      |      |     |
| <b>ACS</b>   | Equips eficients             | X    | X    |      |      |     |     |      |      |     |
|  | Aïllament canonades i equips | X    | X    |      |      |     |     |      |      |     |
| <b>Contractació ESEs</b>                                 |                              |      |      |      |      |     |     |      | X    |     |
| <b>Sistemes de Cogeneració d'alta eficiència</b>         |                              | X    |      |      |      |     |     |      |      |     |
| <b>Substitució de calderes de gasoil per gas natural</b> |                              |      |      |      | X    | X   |     | X    |      | X   |

Taula 5.2.1 Relació de mesures aplicades per tipologia d'edifici.

Aquestes actuacions avaluades sobre els edificis de les tipologies més consumidores aporten un potencial d'estalvi d'emissions de GEH de 8.813 tones de CO<sub>2</sub> equivalent que, sumat a l'esforç calculat pel Pla d'Acció 1, donen un estalvi total de 9.360 tones de CO<sub>2</sub> equivalent. Amb aquests resultats s'assoleix l'objectiu del 23,2% d'estalvi d'emissions l'any 2020.

Pels plans d'actuació 2 i 3, els potencials d'estalvi d'emissions de GEH són els següents:

- Pla d'Acció 2: 8,6% respecte les emissions de GEH del 2008, 3.466 tones de CO<sub>2</sub>/any, amb una inversió requerida de 48,7 milions d'euros<sup>3</sup>
- Pla d'Acció 3: 13,2% respecte les emissions de GEH del 2008, 5.347 tones de CO<sub>2</sub>/any, amb una inversió requerida de 79,5 milions d'euros.

En termes energètics, l'estalvi assolit amb els Plans d'Acció 2 i 3 sumen un total de 37.841,81 MWh/any, que conjuntament amb el Pla d'Acció 1

<sup>3</sup> Considerant un creixement de l'IPC del 3% anual.



permeten obtenir un estalvi d'energia de 41.011,16 MWh/any, que representa el 17,2% del consum dels edificis municipals del 2008.





## 6. INDICADORS AMBIENTALS

Són els indicadors que serveixen per a anar seguint els Objectius establerts per l'Agència d'Energia de Barcelona dins del **PEMEEM**.

Es proposen indicadors que compleixin els principis de mesurabilitat al llarg del temps, que puguin ser comparables, que aportin informació d'utilitat pel seguiment del **PEMEEM** i que tinguin un mínim cost econòmic associat.

N'hi ha de controlables des de l'Agència d'Energia de Barcelona i, per tant, la consecució dels objectius són responsabilitat de l'Agència d'Energia de Barcelona. N'hi ha d'agregats que només es podrien calcular amb el compromís exprés de facilitar les dades necessàries amb la periodicitat acordada per part de les diverses dependències municipals.

Hi ha indicadors que es consideren importants però que no té sentit seguir-los mensualment ja que:

- a) no s'observarà una variació apreciable mes a mes que en justifiqui el seguiment en continu.
- b) deriven d'un procés intensiu de recollida de dades que comporta un molt alt grau d'activitat administrativa de forma que cal una inversió considerable en temps i recursos que no el fan gaire operatiu.

Tot seguit es proposen els ratis que serveixen d'indicadors de seguiment tant per al seguiment dels objectius com per a l'avaluació de l'activitat dels tècnics de l'Agència d'Energia de Barcelona.

Es proposen indicadors com ara:

### **PEMEEM:**

Edificis: kWhe/mes

Edificis: kWhGN/mes

Edificis: kgCO<sub>2</sub> equivalent emès/mes

### **Indicadors per a seguiment d'Instal·lacions Fotovoltàiques:**

kWp/mes



kgCO<sub>2</sub> equivalent evitat/mes

Per al càlcul del CO<sub>2</sub> equivalent evitat pel subministrament elèctric mitjançant sistemes solars fotovoltaics es prendrà com a referència el MIX de generació d'una Central de Cicle Combinat de gas natural amb rendiment real del 52,0%. Entenent que el subministrament mitjançant energia solar fotovoltaica, a Barcelona, significa evitar la generació d'electricitat mitjançant les Central de Cicle Combinat del port i Sant Adrià, es considera que aquest càlcul és el més precís. Alternativament es pot utilitzar el rati MIX de Catalunya que és el que utilitza el propi **PECO**.



## ANNEX: FITXES DELS PROJECTES DEL PEMEEM

1. DESPLEGAR LA MESURA DE GOVERN D'ESTALVI I EFICIÈNCIA EN EDIFICIS MUNICIPALS.
2. CREAR LA TAULA DE TREBALL D'ESTALVI ENERGÈTIC I LA FIGURA DEL GESTOR ENERGÈTIC I AMBIENTAL DE LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS
3. REDACTAR EL PROTOCOL EDIFICACIÓ MUNICIPAL.
4. REDACTAR EL PROTOCOL COMUNICACIÓ, CONSCIENCIACIÓ I BONES PRÀCTIQUES.
5. IMPLANTAR SISTEMES DE MONITORATGE A LES INSTAL·LACIONS MUNICIPALS – SISTEMES DE GESTIÓ ENERGÈTICA (SGE)
6. IMPLANTAR MESURES D'ESTALVI I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA.
7. IMPLANTAR SISTEMES DE GENERACIÓ TÈRMICA D'ALTA EFICIÈNCIA.
8. IMPLANTAR MESURES D'ENERGIES RENOVABLES.
9. DIFONDRE LA IMPLANTACIÓ DE LES EMPRESES DE SERVEIS ENERGÈTICS (ESE).
10. FOMENTAR LA COMPRA VERDA D'ENERGIA.
11. RECOLLIDA, CENTRALITZACIÓ I TRACTAMENT DE LES DADES DE CONSUM ENERGÈTICS DELS EDIFICIS I EQUIPAMENTS MUNICIPALS EN L'OBSERVATORI DE L'ENERGIA.