

Diagnosi energètica i potencial d'estalvi energètic dels equipaments esportius de Catalunya

– Pavellons, piscines cobertes i camps –



Barcelona, 27 de Desembre de 2017

INFORMACIÓ TÈCNICA

Autors:	Joana Ortiz / Jaume Salom
Revisat per:	Jaume Salom

ÍNDEX

1.	Introducció i objectius de l'estudi	3
2.	Equipaments esportius nZEB	4
3.	Metodologia i hipòtesis	5
3.1.	Recopilació d'informació existent	5
3.2.	Definició e implementació del mètode de càlcul	8
3.2.1.	Calefacció i tractament d'aire – Pavellons	8
3.2.2.	Calefacció i tractament d'aire – Piscines cobertes.....	10
3.2.3.	Aigua calenta sanitària	12
3.2.4.	Il·luminació	12
3.2.5.	Energia primària no renovable	13
4.	Diagnosi energètica dels equipaments esportius de Catalunya	14
4.1.	Pavellons	17
4.2.	Piscines cobertes.....	20
4.3.	Camps.....	24
5.	Potencial d'estalvi energètic i costos d'inversió	27
5.1.	Pavellons nZEB	27
5.2.	Piscines cobertes nZEB	28
5.3.	Camps nZEB.....	29
5.4.	Balanç energètic i econòmic per assolir un parc d'equipaments esportius nZEB	29
6.	Conclusions	34
7.	Referències	36
	Annex I – Hipòtesis de càlcul	37
	Annex II – Mapes de resultats	40
	Annex III – Mesures d'eficiència energètica.....	46

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS DE L'ESTUDI

El present estudi forma part del treball iniciat pel Consell Català d'Esport (CCE) en el marc de l'actualització del Pla Director d'Instal·lacions i Equipaments Esportius de Catalunya (PIEC). Un cop superat l'horitzó del PIEC-2005 i després de la seva avaluació, el CCE està treballant per:

- adaptar les determinacions del PIEC a la realitat actual del sistema esportiu català i al planejament territorial desplegat en aquest període
- estimar la infraestructura esportiva necessària per a l'escenari demogràfic previst al nou horitzó, establert a l'any 2026
- redefinir la normativa i els criteris a aplicar en els programes d'inversió pública en equipaments esportius.

El CCE ha publicat una síntesi de les conclusions dels estudis de base, els quals suportaran la proposta d'actualització del PIEC (aPIEC). El Servei d'Equipaments Esportius del CCE els posa a l'abast de tothom amb l'objectiu de compartir-los i obrir el debat sobre els diferents temes que incideixen a la planificació dels equipaments esportius. Per tant, són documents de treball provisionals, oberts a la incorporació d'aportacions externes d'entitats i associacions interessades. A data de desembre 2017 es troben publicats¹ els següents informes:

- 1 aPIEC: l'activitat esportiva i els equipaments esportius
- 2 aPIEC: les xarxes d'equipaments esportius del PIEC
- 3 aPIEC: la planificació d'equipaments esportius del PIEC

En aquest context, l'objectiu del present estudi es realitzar una diagnosi energètica dels equipaments esportius de Catalunya, així com avaluar quin és el potencial d'estalvi energètic i els seus costos associats per tal de convertir el parc d'equipaments esportius amb edificis de consum gairebé nul (nZEB). L'estudi es centra en els següents equipaments esportius de la xarxa bàsica: pavellons, piscines cobertes i camps. Els objectius principals són:

- Diagnosi de la situació energètica actual dels d'equipaments esportius de Catalunya. Estimació del consum energètic en funció del tipus d'instal·lació, localització (clima) i del nombre d'usuaris.
- Definició del nivell energètic nZEB pels tres tipus d'equipaments esportius avaluats.
- Estimació del potencial d'estalvi energètic necessari per assolir un parc d'equipaments esportius nZEB, així com els costos d'inversió per la seva implementació.
- Representació geogràfica dels resultats mitjançant sistemes d'informació geogràfica (SIG).

¹esport.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/equipaments-esportius/pla-director-dinstallacions-i-equipaments-esportius-de-catalunya-piec/actualitzacio-del-pla-director-dinstallacions-esportives/

2. EQUIPAMENTS ESPORTIUS NZEB

Es defineix² com "edifici de consum d'energia gairebé nul" (nZEB) aquell edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt que condueix a un nivell de consum molt baix. La quantitat gairebé nul·la o molt baixa d'energia requerida ha d'estar coberta, en gran part, per energia procedent de fonts renovables produïda "in situ" o a l'entorn.

No existeix en l'àmbit de Catalunya ni de l'estat espanyol una definició oficial de que és un edifici de consum d'energia gairebé nul, ni estan definits els indicadors (ni el tipus d'indicador ni el valor numèric del mateix) que permetin identificar un edifici com a nZEB. En qualsevol cas, aquest paradigma planteja una nova concepció dels edificis que han de ser alhora consumidors i productors d'energia. El balanç energètic ha de mesurar-se en energia primària no renovable en un balanç anual.

Tanmateix, tot i no existir una definició oficial de que és un edifici nZEB, s'està treballant en el camp de la recerca i en el sector professional per tal d'aprofundir en el coneixement de com es pot assolir un edifici d'aquestes característiques. Concretament per la tipologia d'edificis esportius, el CCE conjuntament amb l'IREC, ha realitzat diversos estudis per treballar aquesta temàtica [1-5] (disseny nZEB, optimització de la il·luminació natural, estratègies de ventilació, integració de renovables). Per altra banda, el projecte europeu STEP2SPORT³ han avaluat com aconseguir equipaments esportius nZEB analitzant diversos casos pràctics a Catalunya i altres països europeus.

² Art.2.2 Directiva 2010/31/EU, EPBD.

³ step2sport.eu/

3. METODOLOGIA I HIPÒTESIS

Aquest treball representa el primer diagnosi energètic del parc d'equipaments esportius de la xarxa bàsica de Catalunya, centrant-se en pavellons, piscines cobertes i camps. La metodologia implementada consta de les següents etapes:

1. **Recopilació d'informació existent.** La principal font d'informació ha estat el Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC), així com els estudis realitzats en el marc del aPIEC.
2. **Definició e implementació del mètode de càlcul.** Donat l'abast de l'estudi i la manca d'informació de detall disponible per cada un dels equipaments, s'ha implementat la metodologia de càlcul establerta al Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives" publicat per Institut Català d'Energia (ICAEN) al setembre 2012 [6].
3. **Càlcul del consum energètic per cada un dels equipaments.** Un cop el mètode de càlcul s'ha validat i es disposa de tota la informació necessària de cada equipament esportiu, es realitza el càlcul energètic per cada un dels equipaments esportius disponibles al CEEC.
4. **Definició nZEB.** Establir uns nivells energètics nZEB raonables per cada tipus d'equipament, en base a l'estat actual dels equipaments i la tecnologia existent.
5. **Estimació dels costos d'inversió per assolir equipaments esportius nZEB.** S'han definit diferents nivells d'intervenció per rehabilitar energèticament els equipaments amb criteris nZEB.

3.1. RECOPIACIÓ D'INFORMACIÓ EXISTENT

El CEEC és una base de dades informatitzada sobre les característiques dels equipaments esportius d'ús col·lectiu de Catalunya que gestiona el Servei d'Equipaments Esportius del CCE. Les dades bàsiques del CEEC són les necessàries per definir les característiques principals de les instal·lacions mínimes comunes. A la pàgina web⁴ de la Secretaria General de l'Esport estan disponibles les dades bàsiques de les instal·lacions censades, així com el procediment establert per la seva actualització.

A la Taula 1 es detallen quines són les dades que s'han utilitzat pel present estudi. Cal esmentar que existeixen camps de la base de dades com "superfície de l'espai", "altura" o "profunditat" entre d'altres, que no s'han utilitzat degut a la falta d'informació a tots els equipaments.

⁴ esport.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/equipaments-esportius/cens-dequipaments-esportius-de-catalunya-ceec/

Taula 1 Dades utilitzades del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC) i el aPIEC.

Variable	Objectiu
Referència de la instal·lació	Identificació de la instal·lació esportiva.
Nom instal·lació	
Codi espai esportiu	Identificació de l'espai esportiu dins de la instal·lació esportiva.
Municipi	
Comarca	
Àmbit de Planificació Esportiva (APE)	
Coordenades (UTM X, UTM Y)	Localització i zona climàtica.
Energies renovables instal·lació	
Estat	
Any de construcció	Assignació de les característiques constructives, tipus d'instal·lacions i aportació solar tèrmica. Si no hi ha informació s'ha assignat el període constructiu 1987-2000.
Any de remodelació	
Ús potencial per setmana	Ús de l'espai esportiu.
Tancament	Identificació de si el recinte conte tancaments fixos o coberta mòbil, en el cas de les piscines cobertes.

A partir de la informació disponible al CEEC i els estudis previs, com ara Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives", el projecte STEP2SPORT i els treballs previs desenvolupats per IREC en el marc de col·laboració amb el Consell Català d'Esport [1-5], s'han classificat i caracteritzat les tipologies d'equipaments, segons l'any de construcció / remodelació i el clima.

La Taula 2 descriu les característiques assignades a cada tipologia. Les característiques dels espais s'han assignat segons l'any de construcció de l'espai. En el cas de que l'espai esportiu s'hagi remodelat, és aquest any el que s'utilitza com a referència, assumint que en la remodelació s'ha produït una millora tant en la part passiva com activa de l'equipament.

A continuació és descriuen les característiques que s'han definit:

- **Característiques constructives.** S'han definit en base a la normativa vigent del període de construcció / remodelació (NBE-CT-79 [7], NRE-AT-87 [8], CTE2007 [9] i CTE2013 [10]). Les característiques constructives dels tancaments es troben a l'Annex I.

Taula 2 Classificació i caracterització dels equipament segons any de construcció / remodelació i clima.

PAVELLONS					
Any construcció / remodelació	<1987		1987-2007	2007-2013	>2013
Característiques constructives	NBE-CT-79		NRE-AT-87	CTE2007	CTE2013
Sistema de calefacció	Cap		Clima càlid: Cap Clima fred: Caldera	Caldera	Caldera
Sistema de tractament d'aire	Cap		Clima càlid: Cap Clima fred: Constant	Constant	Modulant
Aigua calenta sanitària	Caldera		Caldera	Caldera Solar tèrmica	Caldera Solar tèrmica
Il·luminació	Halogen metàl·lic		Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic Sistema control
PISCINES COBERTES					
Any construcció / remodelació	<1987	1987-2000	2000-2007	2007-2013	>2013
Característiques constructives	NBE-CT-79	NRE-AT-87	NRE-AT-87	CTE2007	CTE2013
Sistema de calefacció (aigua vas)	Caldera	Caldera	Caldera Solar tèrmica	Caldera Solar tèrmica	Caldera Solar tèrmica Recuperador de calor Manta tèrmica
Sistema de tractament d'aire	Aire exterior	Aire exterior	Bomba calor deshumectadora	Bomba calor deshumectadora	Bomba calor deshumectadora
Aigua calenta sanitària	Caldera	Caldera	Caldera Solar tèrmica	Caldera Solar tèrmica	Caldera Solar tèrmica
Il·luminació	Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic	Halogen metàl·lic Sistema control
CAMPS					
Any construcció / remodelació	<2007			>2007	
Aigua calenta sanitària	Caldera			Caldera Solar tèrmica	
Il·luminació	Halogen metàl·lic			Halogen metàl·lic	

Clima càlid: B3, C2, C3; Clima fred: D1, D2, D3, E1; segons la classificació climàtica del Codi Tècnic de l'Edificació

- **Sistema de calefacció.** S'ha considerat la utilització d'una caldera convencional de gas natural amb un rendiment del 90%. En el cas que l'espai esportiu disposi de biomassa com a energia renovable, la caldera és de biomassa amb un rendiment del 90%. En el cas particular de les piscines cobertes, el sistema de calefacció està dissenyat per escalfar l'aigua calenta

del vas. En aquest cas, com a sistema de referència es considera la caldera convencional de gas natural. A mesura que el sistema és més eficient s'afegeixen altres elements a la instal·lació per reduir la demanda energètica necessària per escalfar l'aigua del vas: sistema solar tèrmic, recuperador de calor en la renovació d'aigua del vas de la piscina, i manta tèrmica per evitar pèrdues de calor durant les hores que no es fa servir la piscina.

- **Sistema de tractament d'aire.** Les solucions proposades són específiques de cada equipament esportiu. Pels pavellons, s'han considerat dues opcions: sistema de ventilació amb renovació d'aire constant i sistema de ventilació amb renovació d'aire modulant (permet ajustar el caudal de ventilació segons les necessitats de cada moment, reduint substancialment la demanda energètica). Pel que fa a les piscines cobertes, els dos sistemes considerats són: renovació amb aire exterior i bomba de calor deshumectadora, ja que aquest tipus d'espais té uns requeriments específics pel que fa la humitat relativa de l'aire.
- **Sistema d'aigua calenta sanitària.** El sistema definit per cobrir l'aigua calenta sanitària és el mateix que s'utilitza per cobrir la demanda de calefacció. Seguint la normativa vigent de cada període, la demanda de calor es cobreix parcialment mitjançant un sistema solar tèrmic.
- **Il·luminació.** A la majoria dels casos, el sistema d'il·luminació considerat són halògens metàl·lics. Únicament en els pavellons i piscines cobertes més recents s'inclou un sistema de control d'il·luminació que permet optimitzar la utilització de la il·luminació artificial.

3.2. DEFINICIÓ I IMPLEMENTACIÓ DEL MÈTODE DE CàLCUL

Un cop definit quins són els usos energètics i sistemes que es consideren per cada equipament esportiu, a continuació es descriu breument quina és la metodologia de càlcul emprada. La Taula 3 mostra les referències utilitzades en cada cas.

Taula 3 Metodologia implementada per pavellons, piscines cobertes i camps en base al Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives" [6]

	Pavelló	Piscina coberta	Camp
Calefacció	SI – Capítol 5	SI – Capítol 6	NO
Tractament d'aire	SI – Capítol 5	SI – Capítol 6	NO
Aigua calenta sanitària	SI – Capítol 5	SI – Capítol 5	SI – Capítol 5
Il·luminació	SI – Capítol 5	SI – Capítol 5	SI – Capítol 5

3.2.1. Calefacció i tractament d'aire – Pavellons

La despesa per calefacció serveix per a compensar les pèrdues tèrmiques a través de les superfícies que formen el tancament. Per a determinar la despesa per calefacció d'un pavelló esportiu, cal calcular la càrrega tèrmica, en la qual s'inclouen bàsicament:

- Les pèrdues tèrmiques per transmissió a través de les superfícies que formen el tancament.
- Les infiltracions paràsites d'aire exterior.
- Les renovacions d'aire per a mantenir les condicions higièniques de l'ambient interior.

A partir d'aquesta informació, es calcula el coeficient general de pèrdues de calor de l'edifici (UA) que és propi de cada construcció i independent del lloc on està ubicada. Amb aquest paràmetre i aplicant el mètode simplificat de Graus-dia, es determina la demanda de calefacció per un període de temps, un any pel nostre cas. Els detalls de la metodologia es troben al Capítol 5 del Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives".

Les hipòtesis de càlcul es descriuen a continuació:

- Les dimensions dels pavellons i dels tancaments s'han definit en funció de la tipologia de pavelló: pavelló bàsic esportiu, pavelló doble esportiu i pavelló triple esportiu. Les característiques es troben a l'Annex I.
- Tal i com s'ha explicat anteriorment, les característiques constructives utilitzades depenen de l'any de construcció / remodelació i la zona climàtica, i estan detallades a l'Annex I.
- No s'han considerat els espais complementaris ni pel càlcul de la demanda energètica, ni per considerar el bescanvi de calor entre espais i sales annexes. Per tant, la demanda de calefacció fa referència únicament a l'energia necessària per condicionar l'espai esportiu.
- S'han utilitzat els graus dia anuals en base 15 °C (GD 15/15), ja que la temperatura de confort per esports col·lectius intensos o esports amb activitat moderada pot anar de 12 – 18 °C [6] i la temperatura de l'espai esportiu no ha de ser inferior a 14°C (en base a les "Fitxes tècniques d'equipaments esportius"⁵). Els graus-dia de cada municipi s'han obtingut de l'estudi "Els graus-dia de calefacció i refrigeració de Catalunya. Resultats a nivell municipal" [11].
- Hores funcionament: 14 h/dia
- El número d'usuaris s'ha ajustat a cada espai esportiu, fent servir la variable "ús potencial per setmana" de la base de dades del CEEC.
- El càlcul de les pèrdues de calor per la infiltració de l'aire és realitza mitjançant el mètode de les esclatxes. Aquest mètode té en consideració l'aire infiltrat per les diferents esclatxes exteriors que estan sotmeses a l'efecte del vent, així com el tipus d'edificació, la seva localització i la intensitat del vent. Les hipòtesis utilitzades estan detallades a l'Annex I.
- La renovació d'aire és necessària per mantenir unes condicions ambientals higièniques, la qual cosa origina una despesa energètica. S'ha considerat un caudal de renovació de 8 litres/persona.

⁵ esport.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/equipaments-esportius/estudis-tecnics-sobre-equipaments-esportius/fitxes-tecniques-requeriments-tipologics-i-aspectes-normatius/

3.2.2.Calefacció i tractament d'aire – Piscines cobertes

En el cas de les piscines cobertes, la demanda de calefacció inclou l'energia tèrmica necessària per escalfar l'aigua del vas de la piscina. Les variables que condicionen les pèrdues de calor del vas són quatre: la temperatura de l'aigua, la temperatura i la humitat relativa de l'espai esportiu i el nivell d'ocupació de la piscina. El balanç energètic de l'aigua del vas inclou:

- Pèrdues de calor per evaporació
- Guanys de calor per convecció
- Pèrdues de calor per renovació de l'aigua del vas
- Pèrdues de calor per conducció a través dels murs i solera del vas.

Per totes les piscines construïdes o remodelades a partir de l'any 2000, part de la demanda tèrmica necessària per l'aigua del vas està coberta mitjançant energia solar tèrmica.

Tal i com s'ha explicat anteriorment, l'evaporació constant d'aigua de la superfície de la piscina i la respiració dels ocupants fa que l'ambient es carregi d'humitat amb la possibilitat que es produeixin condensacions, fet que pot provocar el deteriorament dels materials dels tancaments, així com desconfort als usuaris. Per aquets motiu, es necessari climatitzar l'espai esportiu introduint aire sec per absorbir aquest excés de vapor d'aigua. Es proposen dos sistemes per aconseguir aquest tractament d'aire:

- Renovant l'aire de l'espai esportiu amb aire exterior, el qual s'ha d'escalfar a la temperatura adient. Aquesta solució implica un gran consum energètic, ja que no aprofita la calor emmagatzemada a l'aire interior per pre-escalfar l'aire exterior abans d'introduir-lo a l'espai.
- Utilitzar sistemes per assecar l'aire interior, com seria una bomba de calor deshumectadora o un recuperador de calor rotatiu. Aquests sistemes el que fan és refredar l'aire interior a fi de que condensi el vapor d'aigua que conté, per després escalfar-ho i tornar a introduir-ho a l'espai esportiu.

Els detalls de la metodologia per calcular la demanda energètic de l'aigua del vas i el tractament de l'aire es troben al Capítol 6 del Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives".

Les hipòtesis de càlcul es descriuen a continuació:

- Tal i com s'ha explicat, l'energia necessària en una piscina coberta consta de dos components diferenciats: per una banda l'energia tèrmica necessària per escalfar l'aigua del vas; i per l'altre, l'energia necessària per tractar l'aire de l'espai esportiu. Tanmateix, un mateix equipament esportiu pot disposar de més d'un vas al mateix espai, per la qual cosa, es necessari fer el càlcul de l'energia tèrmica per vas de forma independent, i el càlcul conjunt per obtenir l'energia necessària pel tractament de l'aire. Això ha fet necessari agrupar les piscines cobertes (espais esportius) per instal·lacions esportives. Les tipologies de piscines cobertes identificades estan detallades a l'Annex I.

- S'han establert unes dimensions per als vasos de les piscines en funció del tipus de vas (vas esportiu, vas recreatiu, vas d'ensenyament i altres vasos). Les característiques es troben a l'Annex I.
- Tal i com s'ha explicat anteriorment, les característiques constructives utilitzades depenen de l'any de construcció / remodelació i la zona climàtica i estan detallades a l'Annex I.
- No s'han considerat els espais complementaris ni pel càlcul de la demanda energètica, ni pel considerar el bescanvi de calor entre espais i sales annexes. Per tant, la demanda de calefacció fa referència únicament a l'energia necessària per condicionar l'espai esportiu.
- Pel que fa a les dades climàtiques s'ha utilitzat la classificació climàtica de Catalunya, en base als graus-dia [6, 11]. Concretament s'ha utilitzat la temperatura exterior mitja, la temperatura exterior mitja diürna (de 9 a 20 hores) i la temperatura exterior mitja nocturna (de 21 a 8 hores).
- Per la temperatura de l'aigua de la xarxa s'han utilitzat els valors mensuals de cada capital de província definits al CTE2013 [10].
- Com a condicions ambientals i de funcionament s'ha considerat que la temperatura de l'aire interior és de 29°C amb una humitat relativa de 65%. La temperatura de l'aigua del vas és de 27°C. La velocitat de l'aire a la làmina d'aigua és de 0.1 m/s. La renovació diària d'aigua del vas és d'un 5%, segons la normativa NRE-AT-87 (la normativa actual no especifica cap valor).
- Hores funcionament: 15 h/dia.
- El número d'usuaris s'ha ajustat a cada espai esportiu, fent servir la variable "ús potencial per setmana" de la base de dades del CEEC.
- Per calcular les pèrdues de calor per conducció a través dels murs i la solera, s'ha considerat que la solera està recolzada directament al terra i els murs en contacte amb l'aire. La temperatura del terra s'ha considerat de 12°C al llarg de l'any.
- Quan la piscina coberta disposa de deshumectadora es considera que la renovació d'aire exterior és de 2.5 litres/s per cada metre quadrat de làmina d'aigua.
- Per l'avaluació energètica de la manta tèrmica, s'ha considerat que l'evaporació es redueix en un 90%.
- Per les piscines amb cobertes mòbils s'estima que la coberta està instal·lada durant els mesos freds (Gener, Febrer, Març, Abril, Novembre i Desembre). Conseqüentment, la demanda energètica degut al tractament d'aire només es comptabilitza per aquest període.

En canvi, la demanda tèrmica per escalfar l'aigua del vas, si és calcula durant tots els mesos de l'any.

3.2.3. Aigua calenta sanitària

La metodologia utilitzada per estimar de la demanda de calor per cobrir l'aigua calenta sanitària és la mateixa per tots els equipaments: pavellons, piscines cobertes i camps. La informació necessària per realitzar el càlcul és la temperatura de l'aigua de la xarxa, la temperatura de l'aigua calenta i el volum d'aigua a escalfar.

Per tots els espais esportius construïts o remodelats a partir de l'any 2007, part de la demanda tèrmica necessària per l'aigua del vas està coberta mitjançant energia solar tèrmica.

Els detalls de la metodologia per calcular la demanda energètica de l'aigua del vas i el tractament de l'aire es troben al Capítol 5 del Quadern Pràctic nº 6 "L'energia a les instal·lacions esportives".

Les hipòtesis de càlcul es descriuen a continuació:

- Per la temperatura de l'aigua de la xarxa s'han utilitzat els valors mensuals de cada capital de província definits al CTE2013 [10].
- La temperatura a la qual s'ha d'escalfar l'aigua calenta és 60 °C.
- El volum d'aigua a escalfar depèn directament del nombre d'usuaris i del volum d'aigua utilitzat per persona. S'ha estimat que el volum d'aigua per servei és de 15 litres a 60 °C.
- El nombre d'usuaris s'ha estimat a partir de l'ús potencial per setmana de cada espai esportiu, considerant que el 50% dels usuaris dels pavellons i el 100% dels usuaris de les piscines cobertes i els camps fan ús de les dutxes.

3.2.4. Il·luminació

El consum d'il·luminació depèn molt del disseny de l'edifici (aprofitament de llum natural), del tipus d'utilització (entrenament, competició, retransmissió televisiva...), del tipus de làmpades i de la reflexió de parets, sostre i terra.

El nombre de punts de llum instal·lats depèn del nivell d'il·luminació horitzontal (lux) requerit segons el tipus d'activitat, la superfície de l'espai esportiu i del flux lluminós de la lluminària. El nivell d'il·luminació horitzontal considerat és de 200 lux a l'espai esportiu (a excepció del camp d'hoquei que té un requeriment més elevat de 300 lux). De forma simplificada s'han considerat que:

- únicament s'han comptabilitzat els punts de llum necessaris per il·luminar l'espai esportiu, deixant fora del càlcul els espais complementaris, com serien vestuaris o sales annexes.
- el tipus de làmpades instal·lades són del tipus halogen metàl·lic.

- per tal de complir aquests requeriments, la potència instal·lada als pavellons i piscines cobertes és de 17 W/m^2 , i als camps es detalla a la Taula 4 (estimat a partir del Full Tècnic 14: L'enllumenat dels espais esportius a l'aire lliure [12]).
- Les hores de funcionament de la il·luminació corresponen a les hores de funcionament de pavellons i piscines cobertes (14 i 15 hores respectivament), i 5 hores de mitja pels camps.
- Gràcies a la implementació de sistemes de control de la il·luminació s'ha estimat una reducció en el consum d'il·luminació del 30 %.
- La instal·lació de sistemes LED s'ha inclòs con a mesura per assolir els nivells nZEB als equipaments esportius, produint un estalvi energètic del 40%.

Taula 4 Potència instal·lada d'il·luminació segons tipus de camp

Espai esportiu	Dimensions	Potència	Potencia projector	Nº projectors
Camp triple esportiu	114x73 m ²	72 kW	2 000 W	36
Camp doble esportiu	105x63 m ²	58 kW	2 000 W	29
Camp bàsic esportiu	95x48 m ²	40 kW	2 000 W	20
Camp de futbol	95x48 m ²	40 kW	2 000 W	20
Camp de futbol – 7	45x32 m ²	22 kW	1 000 W	22
Camp de beisbol	95x48 m ²	40 kW	2 000 W	20
Camp de softbol	95x48 m ²	40 kW	2 000 W	20
Camp d'hoquei	95x48 m ²	60 kW	2 000 W	30
Camp de rugbi	95x48 m ²	40 kW	2 000 W	20
Altres camps	45x32 m ²	22 kW	1 000 W	22
Altres camps petits	44x22 m ²	14 kW	400 W	35

3.2.5. Energia primària no renovable

Els factors de conversió d'energia final a energia primària no renovable utilitzats es detallen a la Taula 5 [13].

Taula 5 Factors de conversió a energia primària no renovable [13]

Energia final	Factor de conversió [$\text{kWh}_{\text{E primària}}/\text{kWh}_{\text{E final}}$]
Electricitat	2.007
Gas natural	1.190
Biomassa (pelets)	0.085

4. DIAGNOSI ENERGÈTICA DELS EQUIPAMENTS ESPORTIUS DE CATALUNYA

A la present secció es mostren els resultats obtingut un cop implementada la metodologia de càlcul a tots els equipaments esportius disponibles a la base de dades del CEEC amb data Agost 2017. Primer es fa un anàlisi comparatiu entre el consum total de cada un dels equipaments esportius, per després avaluar les particularitats de cada un dels equipaments.

La Figura 1 representa el nombre d'equipaments esportius de la xarxa bàsica de Catalunya en funció de la tipologia d'equipament i l'any de construcció:

- La Figura 1a mostra el nombre de pavellons per cada tipologia: bàsic, doble i triple. Es pot observar com la tipologia predominant és el pavelló doble amb 378 espais esportius, seguit del pavelló triple amb 258 i el pavelló bàsic amb 227. A les tres tipologies el període constructiu / remodelació majoritari és el compres entre els anys 1987-2007. Els equipaments construïts / remodelats a partir del 2007, són principalment del tipus doble o triple. Tenint en consideració que els pavellons construïts / remodelats a partir del 2007 tenen sistemes solars tèrmics, el 22% dels pavellons utilitzen energies renovables per cobrir part de la seva demanda d'aigua calenta sanitària.
- La Figura 1b mostra el nombre de piscines cobertes, classificades en funció del nombre i el tipus de vasos per instal·lació esportiva: 1 vas, 1 vas petit, 2 vasos, 2 vasos petits, 3 vasos i 3 vasos petits (descripció a l'annex I). En aquest cas, les tipologies predominants són les piscines cobertes amb 1 vas petit (220) i les piscines cobertes amb 2 vasos (169). La resta de tipologies té una presència inferior, sempre per sota de les 100 instal·lacions. Per aquets equipament, l'any de construcció / remodelació predominant és el període 1987-2000 per totes les tipologies de piscina coberta, excepte les piscines cobertes amb 2 vasos, on gairebé el 70% de les instal·lacions són posteriors al 2000. Considerant totes les tipologies de piscina coberta, 43% de les instal·lacions utilitzen l'energia solar tèrmica per cobrir part de la demanda d'aigua calenta sanitària i de l'aigua del vas (instal·lacions construïdes / remodelades a partir del 2000).
- La Figura 1c mostra el nombre de camps per cada tipologia. Les tipologies principals són camps de futbol (531), camps doble (425), altres camps petits (233) i camps de futbol-7 (202). La resta d'equipaments tenen una presència menor (< 100). De forma general, la majoria dels equipaments estan construïts o remodelats abans del 2007, excepte els de la tipologia camp doble que els construïts a partir del 2007 representa més del 50% dels camps. En aquest sentit, al voltat del 27% dels camps disposen d'energia solar tèrmica per cobrir part de la demanda d'aigua calenta sanitària
- Per últim, la Figura 1d mostra com es distribueixen el parc d'equipaments esportius. Els camps són els equipaments amb una presència territorial superior, representant el 52%, seguit dels pavellons amb un 29% i les piscines cobertes amb un 19%.

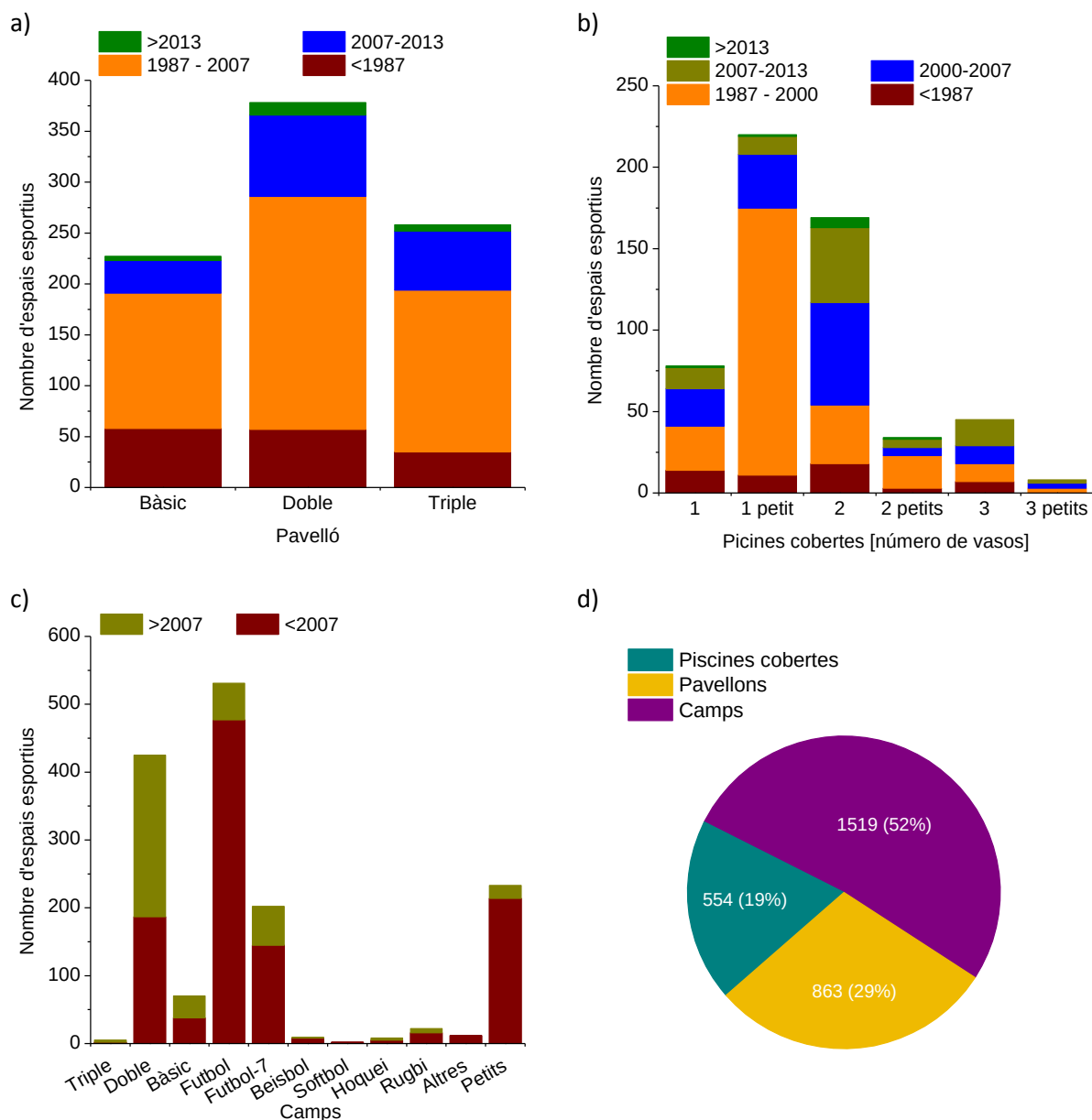


Figura 1 Nombre d'equipaments esportius de la xarxa bàsica de Catalunya classificats per tipologia i any de construcció / remodelació: a) Pavellons, b) Piscines cobertes i c) Camps. d) Percentatge de pavellons, piscines cobertes i camps.

La Figura 2 mostra el consum d'energia primària no renovable pel conjunt d'equipaments esportius de la xarxa bàsica de Catalunya, detallats per tipologia d'equipament.

- La Figura 2a representa l'energia primària no renovable dels pavellons. S'observa com la distribució del consum energètic té una relació directa amb el nombre d'espais esportius de cada tipologia, essent els pavellons dobles els que tenen un pes més elevat sobre el consum total dels pavellons. De totes maneres, es pot observar que els pavellons bàsics tenen un consum relativament més baix que els pavellons dobles i triples, especialment si ens fixem en el consum mig d'energia primària no renovable per instal·lació (0.18 GWh/pavelló). La raó

principal d'aquest fet és que la major part dels pavellons bàsics estan localitzat en climes càlids i són anteriors al 2007, per la qual cosa no disposen de sistema de calefacció, fent que la seva demanda energètica sigui inferior (a l'Annex II es mostren els mapes amb la distribució geogràfica dels pavellons en funció de la tipologia, anys de construcció / remodelació i ús potencial per setmana). En conjunt, els pavellons representen un consum d'energia primària no renovable de 256 GWh, amb un consum mig per pavelló de 0.3 GWh/pavelló.

- La Figura 2b mostra el consum del conjunt de les piscines cobertes de Catalunya. Per aquesta tipologia d'equipament es pot veure com la relació entre el nombre d'instal·lacions i el consum energètic no és directe, degut a que el nombre de vasos i el tipus, té un impacte important. Les piscines cobertes amb un consum d'energia primària no renovable superior són les de 2 vasos (189 GWh), seguit de les piscines cobertes amb 3 vasos i amb 1 vas (al voltant dels 80 GWh ambdues). Si observem el consum energètic unitari (GWh/piscina coberta), podem veure com aquest augmenta a mesura que el número de vasos és major, tant per les piscines amb vasos, com per piscines amb vasos petits (0.95, 1.12 i 1.85 per piscines cobertes d'1, 2 i 3 vasos; 0.38, 0.58, 0.83 per piscines cobertes d'1, 2 i 3 vasos petits). El consum d'energia primària del conjunt de piscines cobertes és de 455 GWh amb un consum mig de 0.82 GWh/piscina coberta.
- La Figura 2c representa la distribució de consum energètic als camps esportius. Els camps amb un consum energètic més elevat són els camps dobles i els camps de futbol (125 GWh i 111 GWh, respectivament), els quals són els majoritaris al territori. De forma contrària, els altres camps petits i els camps de futbol-7 representen un consum energètic relativament baix, en comparació al nombre d'equipaments que inclouen. Analitzant el consum mig per camp, el camp triple, doble, de hoquei i de futbol són els que tenen un rati més elevat (0.37, 0.30, 0.25 i 0.21 GWh/camp, respectivament). El consum d'energia primària del conjunt de camps és de 287 GWh amb un consum mig per camp de 0.19 GWh/camp.
- La Figura 2d representa la distribució de consum d'energia primària no renovable segons tipus d'equipament: pavellons, piscines cobertes i camps. Es pot observar com les piscines cobertes són els equipaments amb un consum energètic superior, representant el 46% del total, tot i ser l'equipament esportiu amb una representació inferior (només el 19% dels equipaments són piscines cobertes). El consum energètic dels camps i els pavellons té un impacte similar, representant el 29% i 26% respectivament.

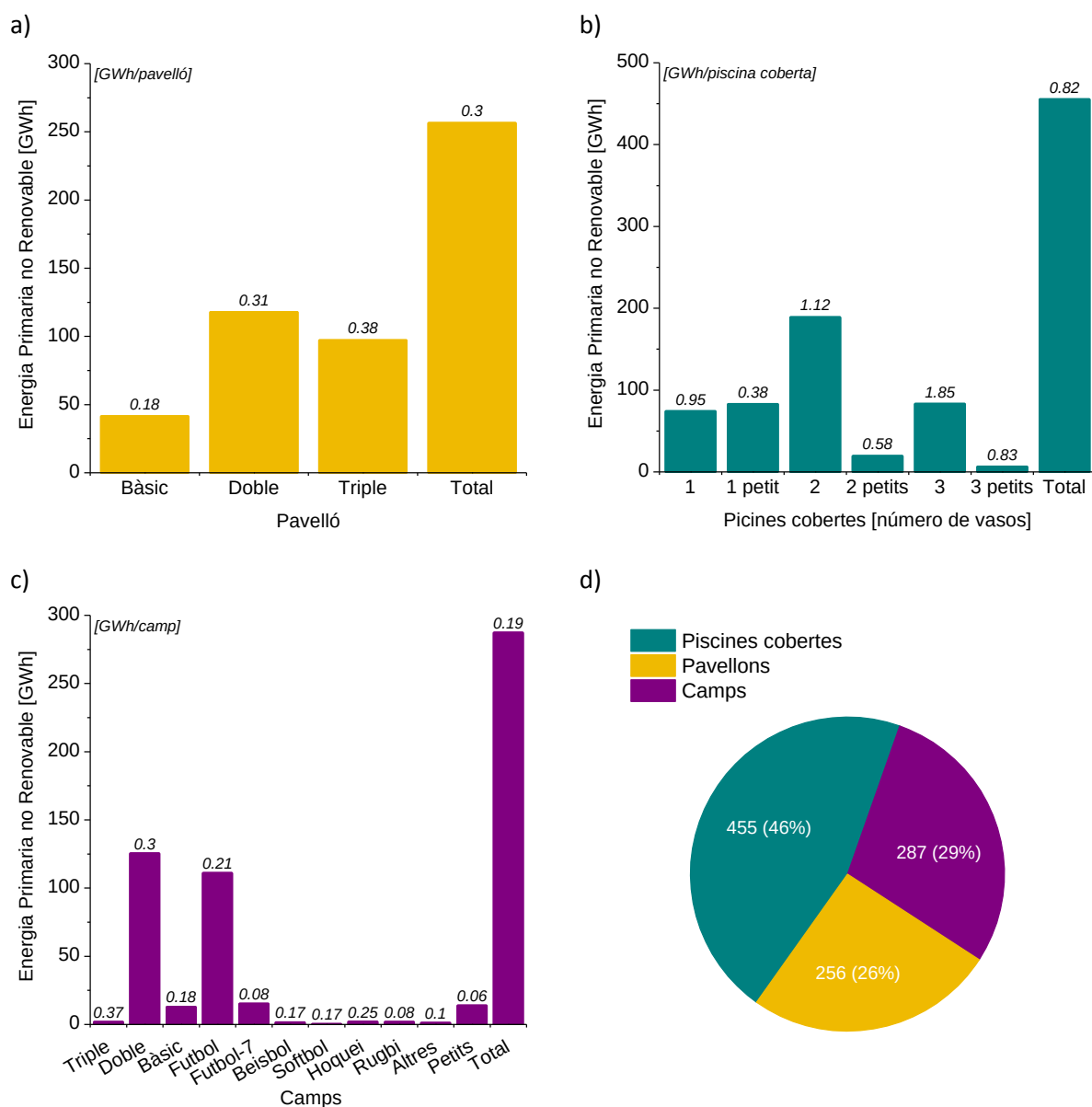


Figura 2 Energia primària no renovable consumida per el parc d'equipament esportiu de la xarxa bàsica de Catalunya, en funció de la tipologia: a) Pavellons, b) Piscines cobertes i c) Camps (Les etiquetes representen l'energia primària no renovable mitja per espai esportiu). d) Percentatge de consum dels pavellons, piscines cobertes i camps (GWh).

4.1. PAVELLONS

La Figura 3 i la Figura 4 representen el consum d'energia primària no renovable de cada un dels pavellons analitzats. Aquesta informació es complementa amb els mapes inclosos a l'Annex II, que mostren la distribució dels pavellons per tipus de pavelló (bàsic, doble i triple), per any de construcció i per ús potencial per setmana, així com les zones climàtiques de cada municipi.

Analitzant el consum d'energia primària no renovable dels pavellons per superfície d'equipament, es pot observar com en termes generals els pavellons situats en localitats costeres tenen un consum

energètic inferior. Això es conseqüència de la hipòtesis que els pavellons construïts /remodelats abans del 2007 i localitzats en climes càlids (B3, C2, C3 segons CTE2013) no disposen de sistema de calefacció i conseqüentment el seu consum energètic és inferior. En general, la gran majoria de pavellons tenen un consum d'energia primària no renovable al voltant dels 100-300 kWh/m².

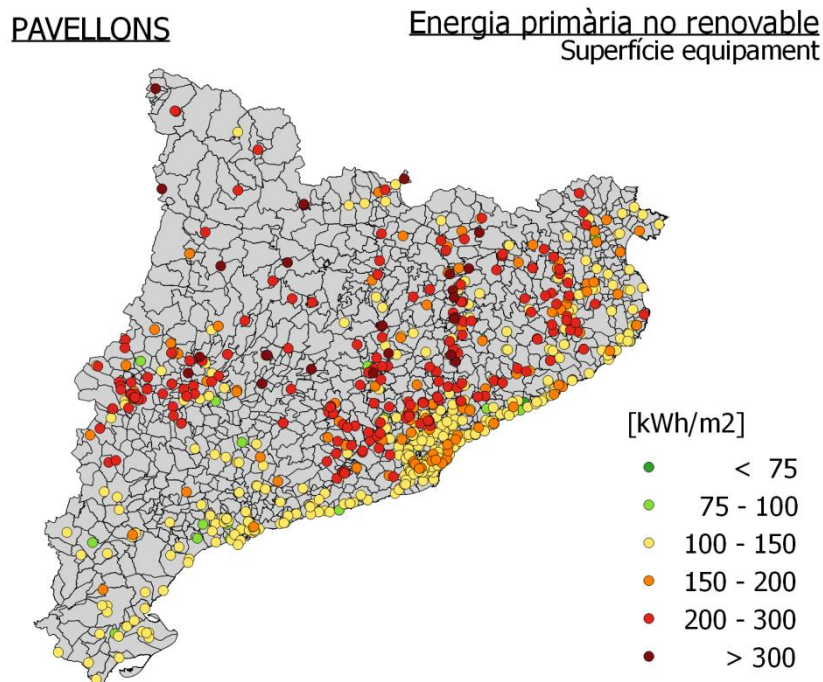


Figura 3 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable dels pavellons per unitat de superfície

Si comparem la Figura 3 i Figura 4 podem observar com els patrons són bastant similars, essent els consums més elevats als pavellons localitzats en municipis interior (climes freds) i els pavellons amb menys consum els de les zones costeres (climes càlids). El consum per usuari varia de 1 kWh/ús a més de 5 kWh/ús. Per avaluar amb més detall quina és la relació entre el consum energètic i els usos potencials per setmana es poden analitzar les Figura 5 i Figura 6.

Tal i com hem vist a la Figura 4, la Figura 5 ens mostra com la major part dels equipaments tenen un consum per ús inferior als 5 kWh/ús. Tanmateix, aquest consum unitari tendeix a augmentar al pavellons on l'ús potencial per setmana és inferior, és a dir, els pavellons amb un ús potencial per setmana elevat, tenen consums energètic unitari més baix (kWh/ús). Aquest fet, té una repercussió directa sobre el consum total dels equipaments, tal i com es reflexa a la Figura 6. El consum dels pavellons va augmentant a mesura que el nombre d'usos potencials per setmana augmenta, i ho fa al mateix ritme per els tres tipus de pavellons.

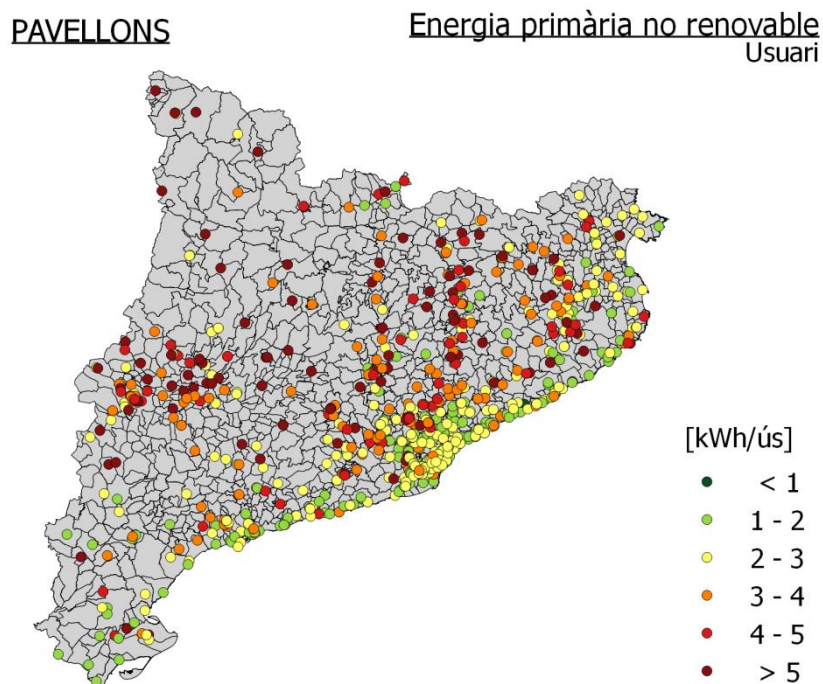


Figura 4 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable dels pavellons per ús

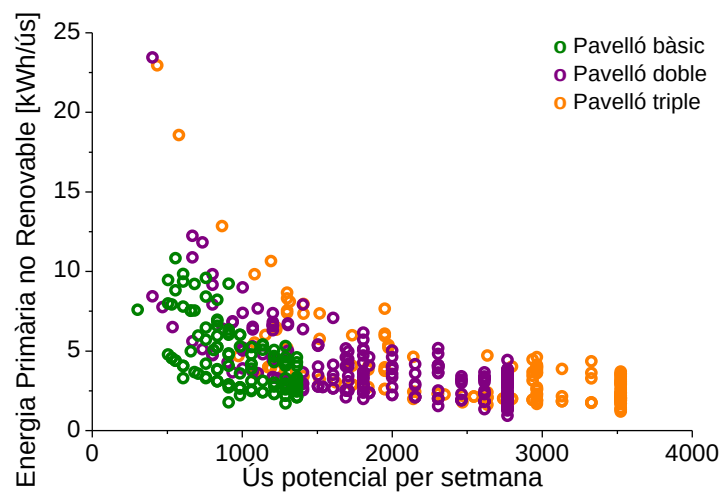


Figura 5 Energia Primària no Renovable per ús en funció dels usos potencials per setmana i el tipus de pavelló

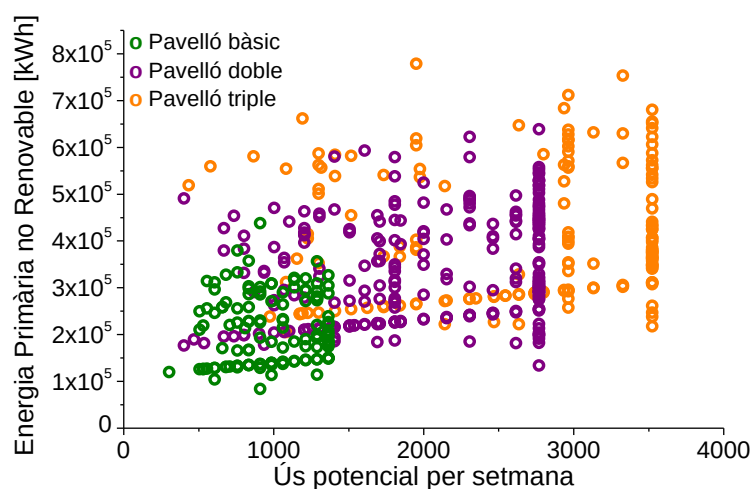


Figura 6 Energia Primària no Renovable en funció dels usos potencials per setmana i el tipus de pavelló

4.2. PISCINES COBERTES

La Figura 7 i la Figura 8 representen el consum d'energia primària no renovable de cada una de les piscines cobertes. Aquesta informació es complementa amb els mapes inclosos a l'Annex II, que mostren la distribució de les piscines cobertes per tipus, per any de construcció i per ús potencial per setmana, així com les zones climàtiques de cada municipi.

Analitzant el consum d'energia primària no renovable de les piscines cobertes per superfície d'equipament, es pot observar que no existeix un patró que relacioni el consum energètic amb la localització geogràfica; sinó que aquesta relació ve donada pel tipus de piscina coberta i el nombre de vasos, tal i com es mostra als mapes de l'annex. Les piscines cobertes amb 1 vas corresponen a les que tenen un consum energètic inferior ($150\text{-}300 \text{ kWh/m}^2$ d'energia primària no renovable), en canvi, les piscines de 2 o 3 vasos tenen consums energètics superiors ($> 500 \text{ kWh/m}^2$).

En canvi, si analitzem el consum d'energia primària no renovable per ús, el comportament és completament invers. Les piscines cobertes amb consums energètics per unitat de superfície elevats, tenen consums energètics per ús inferiors. Per tant, aquest tipus d'equipaments esportiu requereix d'un consum energètic important que és independent al nombre d'usuaris, és a dir, l'escalfament de l'aigua del vas s'ha de realitzar, sigui quin sigui del nombre d'usuaris, a diferència, per exemple, del consum d'aigua calenta.

PISCINES COBERTES

Energia primària no renovable
Superfície equipament

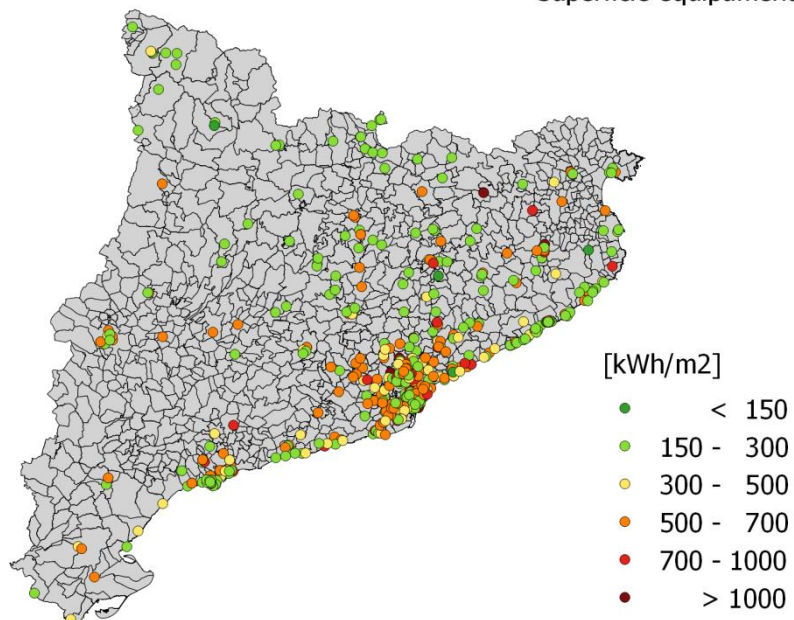


Figura 7 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable de les piscines cobertes per unitat de superfície

PISCINES COBERTES

Energia primària no renovable
Usuari

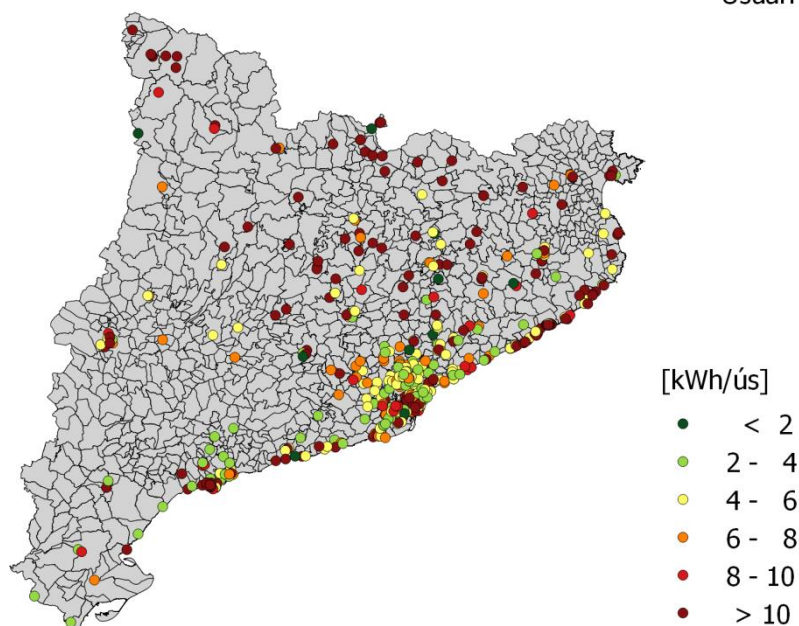


Figura 8 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable de les piscines cobertes per ús

A la Figura 9 i Figura 10 s'avalua la relació entre el consum energètic i els usos potencials per setmana. A les piscines cobertes amb un ús potencial per setmana baix (inferior als 2500 ús/setmana), el consum d'energia primària no renovable és superior als 10 kWh/ús; mentre que a mesura que augmenta els usos potencials per setmana, aquest consum va disminuint lleugerament per sota dels 10 kWh/ús. Si comparem el consum unitari (kWh/ús) segons el nombre de vasos, es pot observar com en termes generals, les piscines cobertes amb 1, 2 o 3 vasos petits, tenen consum energètics per ús mes elevats.

Si pel contrari, analitzem el consum d'energia primària no renovable total, en funció dels usos potencials per setmana, s'observa una tendència a augmentar el consum a mesura que augmenten els usos per setmana, a excepció de les piscines cobertes amb tres vasos que el seu comportament és mes dispers. El consum total per tipus de piscina coberta varia directament amb el nombre i tipus de vasos, essent el vasos petits els que tenen un consum energètic inferior. Per tant, el consum energètic té una relació amb la quantitat d'aigua dels vasos, és a dir, la superfície de làmina d'aigua.

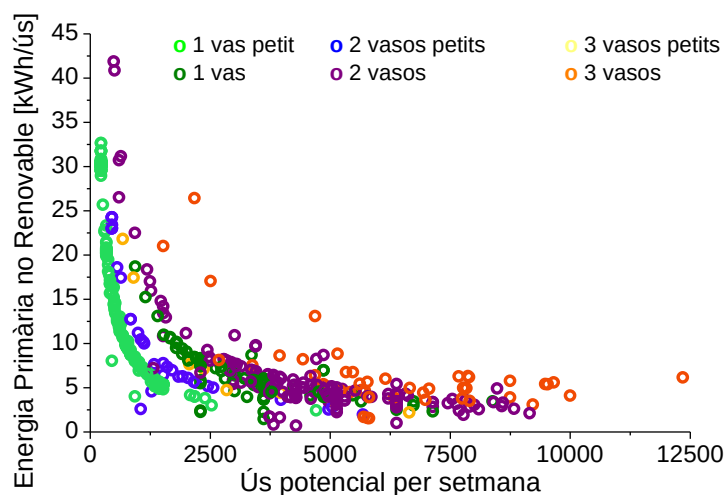


Figura 9 Energia Primària no Renovable per ús en funció dels usos potencials per setmana i el nombre de vasos d'aigua

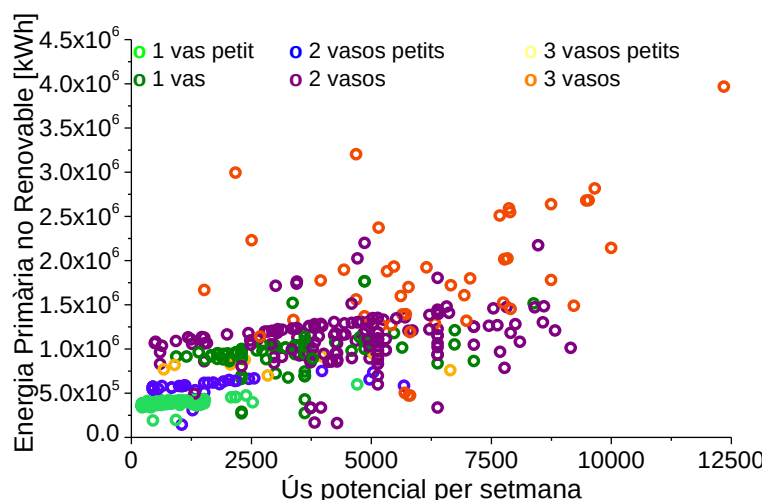


Figura 10 Energia Primària no Renovable en funció dels usos potencials per setmana i el nombre de vasos d'aigua

La Figura 11 representa l'energia primària no renovable per superfície de làmina d'aigua, en funció de l'ús potencial per setmana. En comparació a la Figura 10, el comportament s'ha invertit, les piscines cobertes amb vasos petits són les que tenen un consum energètic per superfície de làmina d'aigua superior. De fet, les piscines cobertes amb 1, 2 o 3 vasos tenen un consum d'energia primària no renovable inferior als 3000-4000 kWh/m²_{làmina}. Si comparem les piscines cobertes amb 1, 2 i 3 vasos amb les de 1, 2 i 3 vasos petits, observem com l'augment d'energia a mesura que augmenten els usos per setmana és produeix amb ritmes diferents, les primeres augmentes de forma més lenta que les piscines cobertes amb vasos petit.

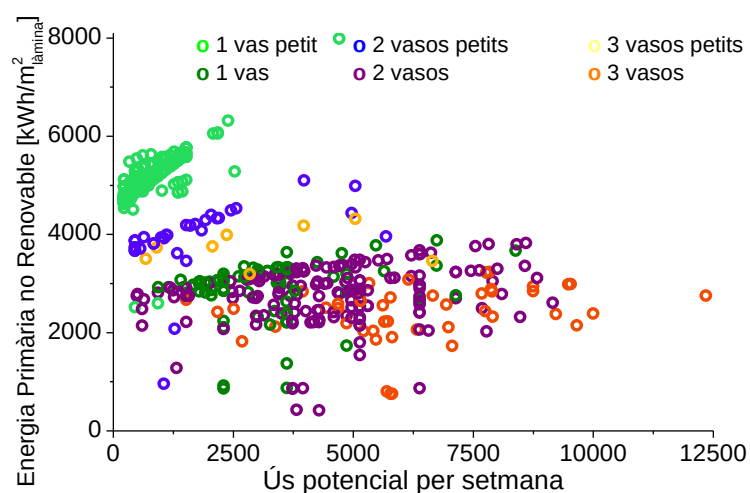


Figura 11 Energia Primària no Renovable per superfície de làmina d'aigua en funció dels usos potencials per setmana i el nombre de vasos d'aigua

La Figura 12 representa com varia el consum d'energia primària no renovable en funció de la superfície de làmina d'aigua. S'observa una tendència clara que demostra com a mesura que augmenta la superfície de làmina d'aigua, el consum unitari (kWh/m²_{làmina}) disminueix. Les piscines cobertes amb una superfície de làmina d'aigua inferior als 200 m² te uns consums energètics superiors als 3500 kWh/m²_{làmina} d'energia primària no renovable; i les piscines cobertes amb una superfície de làmina d'aigua superior als 300 m² els consums energètics mitjans són inferiors als 3000 kWh/m²_{làmina}.

Conseqüentment, el consum per unitat de superfície de làmina d'aigua és un indicador complementari i necessari per caracteritzar el consum energètic de les piscines cobertes, ja que identifica quins són els equipaments amb uns potencials d'estalvi superiors, quan en termes absoluts (kWh), eren els equipaments amb menys consum energètic.

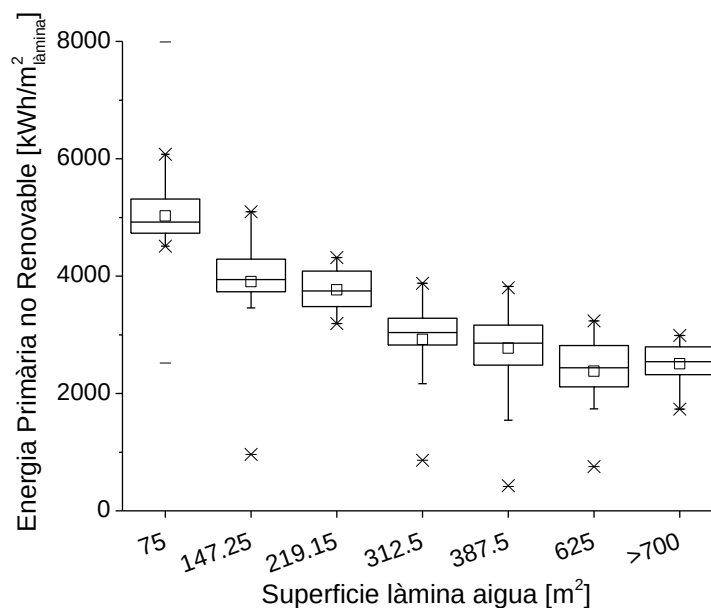


Figura 12 Energia Primària no Renovable per superfície de làmina d'aigua en funció de la superfície de làmina d'aigua

4.3. CAMPS

La Figura 13 i la Figura 14 representen el consum d'energia primària no renovable de cada un dels camps analitzats. Aquesta informació es complementa amb els mapes inclosos a l'Annex II, que mostren la distribució dels camps per tipus, per any de construcció i per ús potencial per setmana, així com les zones climàtiques de cada municipi.

Analitzant el consum d'energia primària no renovable dels camps per superfície d'equipament, es pot observar com la majoria dels camps tenen un consum energètic superior als 35 kWh/m². Aparentment, el consum energètic per unitat de superfície pot semblar baix, però cal destacar que les superfícies dels equipaments són considerablement elevades (fins a 8000 m²), i conseqüentment el consum energètic total és alt. La Figura 14 mostra el consum d'energia primària no renovable per ús, i s'observa com la majoria de camps tenen un consum energètic per ús superior als 2 kWh/ús.

El consum energètic als camps depèn de dos factors, la il·luminació i el consum d'aigua calenta sanitària. La il·luminació té una relació directa amb la superfície de l'equipament, en canvi el consum d'aigua calenta sanitària depèn principalment del nombre d'usuaris. Per aquets motiu, es difícil establir uns patrons de consum a partir dels mapes de la Figura 13 i la Figura 14.

CAMPS

Energia primària no renovable
Superfície equipament

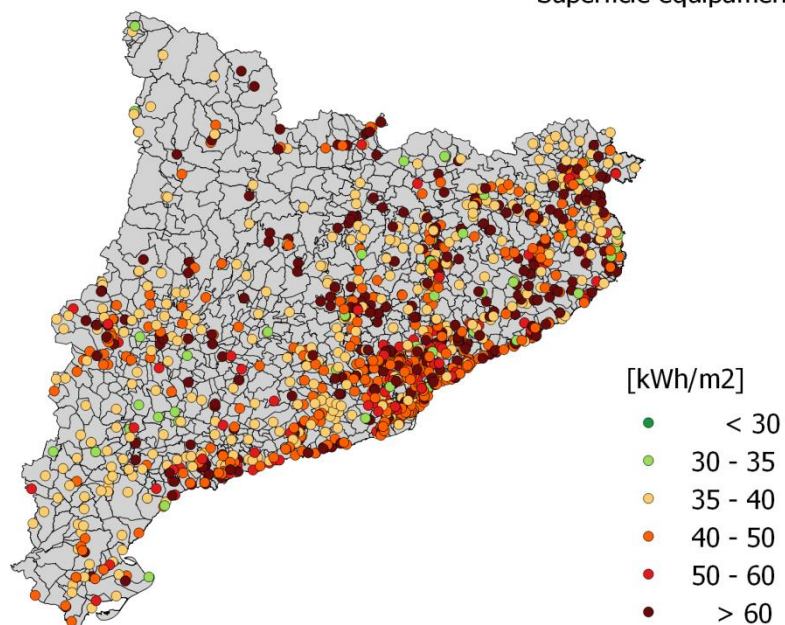


Figura 13 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable dels camps per unitat de superfície

CAMPS

Energia primària no renovable
Usuari

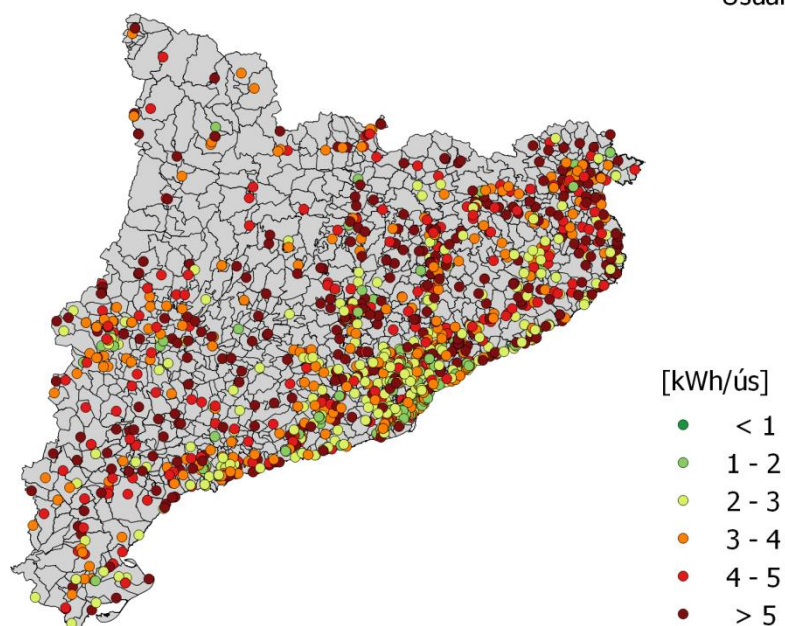


Figura 14 Representació geogràfica del consum d'energia primària no renovable dels camps per ús

La Figura 15 i la Figura 16 mostren el consum d'energia no renovable dels camps en relació a l'ús potencial per setmana de cada equipament. Es pot observar com a mesura que augmenta l'ús potencial per setmana, el consum unitari (kWh/ús) disminueix, i de forma contrària, el consum energètic total (kWh) augmenta. Si comparem els diferents tipus de camps, s'observa com en aquest cas, a diferència dels altres equipaments, els camps més petits tenen un consum unitari (kWh/ús) més petit que els camps més grans. També es pot observar com el consum en funció dels usos potencials per setmana varia al mateix ritme independentment del tipus de camp.

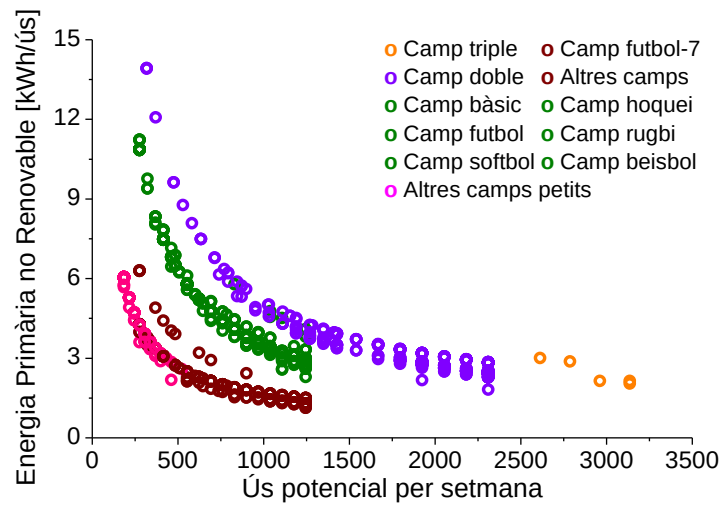


Figura 15 Energia Primària no Renovable per ús en funció dels usos potencials per setmana i tipus de camp

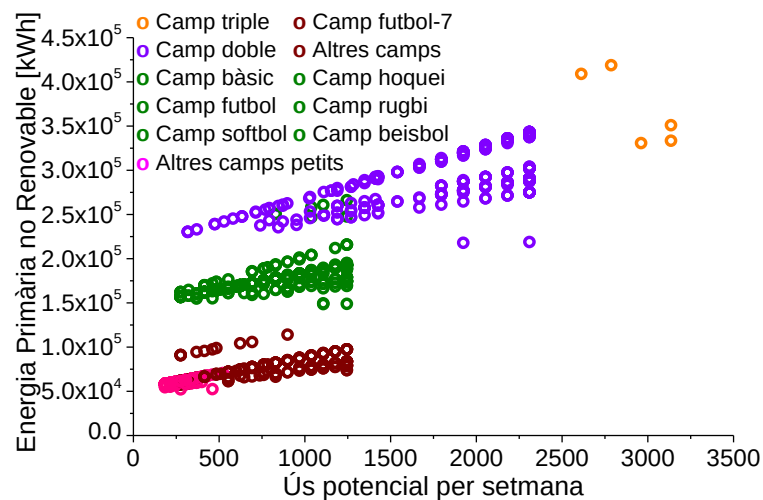


Figura 16 Energia Primària no Renovable en funció dels usos potencials per setmana i tipus de camp

5. POTENCIAL D'ESTALVI ENERGÈTIC I COSTOS D'INVERSIÓ

Un cop es coneix el consum energètic del pavellons, piscines cobertes i camps, es possible definir d'una forma justificada quins són els nivells als quals es possible arribar per tenir equipaments esportius nZEB. A continuació i per cada tipus d'equipaments s'han proposat els nivells nZEB, s'han definit diferents actuacions de rehabilitació per assolir els nivells nZEB i s'han estimat uns costos associats a cada intervenció, per així poder fer una valoració econòmica de la inversió necessària per aconseguir un parc d'equipaments esportius nZEB.

Com les diferències climàtiques són poc significatives pel que fa al consum energètic, especialment pels equipaments mes recents on el nivell d'eficiència energètica es més elevat, s'ha agafat el clima de Barcelona com a referència alhora d'establir els nivells nZEB.

5.1. PAVELLONS nZEB

La Figura 17 mostra el consum energètic per un pavelló bàsic, doble i triple localitzat a Barcelona, en funció de l'any de construcció. Es representa com ha evolucionat el consum energètic en funció de l'any de construcció, per tal d'establir quins nivells energètics es poden assolir amb diferents mesures d'eficiència energètica: anteriors al 2007, entre 2007-2013, posteriors al 2013, i afegint diferents actuacions d'eficiència energètica com il·luminació eficient, bomba de calor aerotèrmica o caldera biomassa.

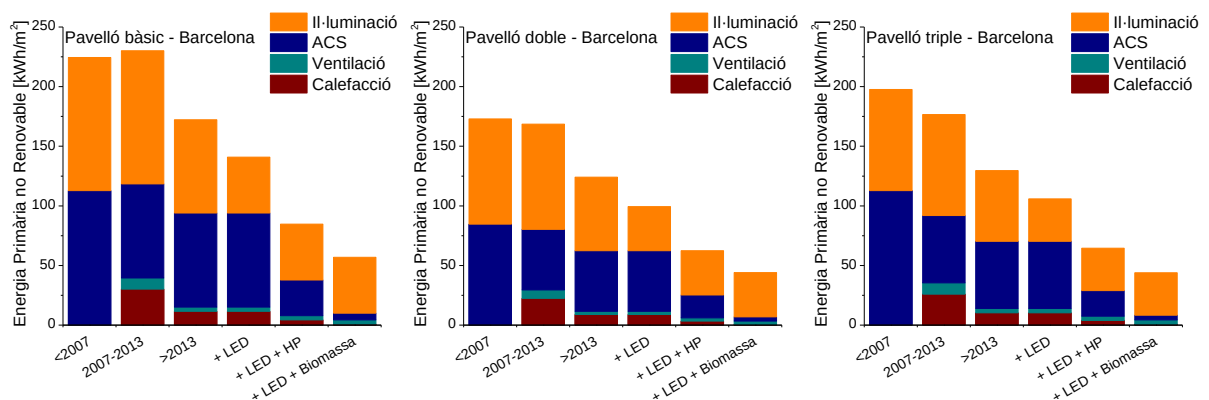


Figura 17 Energia primària no renovable per tipus de pavelló i any de construcció localitzat a Barcelona.

En general s'observa com als pavellons anteriors al 2007 el consum energètic es distribueix entre il·luminació i aigua calenta sanitària (com és un clima càlid, no disposa de sistema de calefacció). Al període 2007-2013, es millora l'envolupant tèrmica del pavelló i s'afegeix el consum de calefacció, així com es redueix el consum d'aigua calenta sanitària gracies a la incorporació del sistema solar tèrmic. A partir del 2013, es millora novament l'envolupant del pavelló, s'implementa un sistema de ventilació modulant i es millora l'eficiència energètica del sistema d'il·luminació mitjançant un sistema de control. A l'escenari +LED, es substitueixen les làmpades halògenes per sistemes LED. Posteriorment s'avaluen dos escenaris alternatius, la substitució de la caldera de gas natural per una bomba de calor aerotèrmica o per una caldera de biomassa.

Pels tres tipus de pavelló, bàsic, doble i triple, es pot observar com a mesura que es millora eficientment l'equipament, el consum energètic es redueix fins assolir nivells al voltant dels 50 kWh/m², sense considerar la implementació d'altres mesures com ara la incorporació de sistemes fotovoltaics. Per aquest motiu es considera que un pavelló nZEB ha d'assolir nivells energètics de 40-60 kWh/m² d'energia primària no renovable.

5.2. PISCINES COBERTES NZEB

La Figura 18 mostra el consum energètic per una piscina coberta amb 1, 2 i 3 vasos localitzada a Barcelona, en funció de l'any de construcció. Es representa com ha evolucionat el consum energètic en funció de l'any de construcció, per tal d'establir quins nivells energètics es poden assolir amb diferents mesures d'eficiència energètica: anteriors al 2000, entre 2000-2007, entre 2007-2013, posteriors al 2013, i afegint diferents actuacions d'eficiència energètica com il·luminació eficient, bomba de calor aerotèrmica o caldera biomassa.

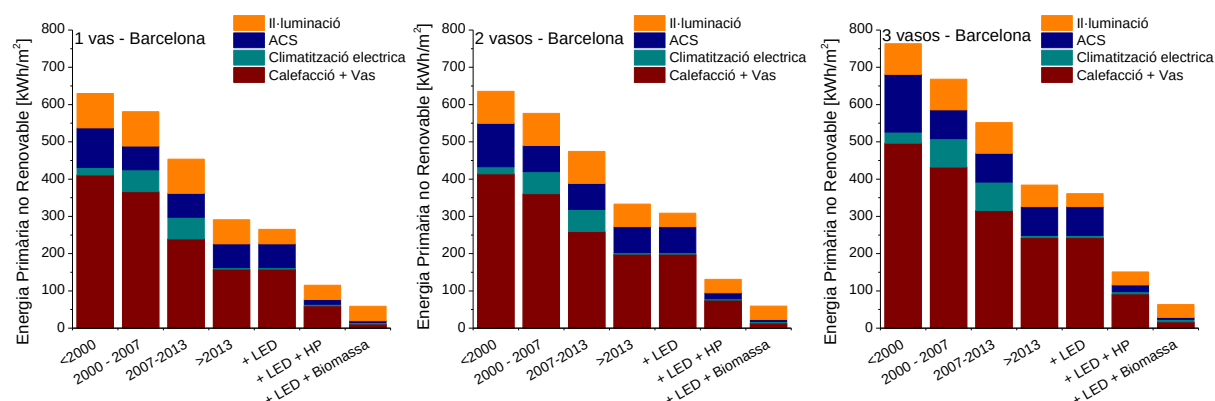


Figura 18 Energia primària no renovable per tipus de piscina coberta i any de construcció localitzat a Barcelona.

En general s'observa com a les piscines cobertes anteriors al 2000 el consum energètic es distribueix entre calefacció i climatització, aigua calenta sanitària i il·luminació. Al període 2000-2007 s'incorpora la bomba de calor deshumectadora i l'energia solar tèrmica que fa reduir la demanda de calefacció, d'aigua calenta sanitària i la calor per escalfar l'aigua del vas. Al període 2007-2013 es millora l'envolupant tèrmica. A partir del 2013, es millora novament l'envolupant del pavelló, s'implementa un sistema de recuperació de calor, s'inclou la manta tèrmica per reduir les pèrdues del vas d'aigua i es millora l'eficiència energètica del sistema d'il·luminació mitjançant un sistema de control. A l'escenari +LED, es substitueixen les làmpades halògenes per sistemes LED. Finalment s'avaluen dos escenaris alternatius, la substitució de la caldera de gas natural per una bomba de calor aerotèrmica o per una caldera de biomassa.

Pels tres tipus de piscines cobertes avaluades es pot observar com a mesura que es millora eficientment l'equipament, el consum energètic es redueix fins assolir nivells al voltant dels 100 kWh/m², sense considerar la implementació d'altres mesures com ara la incorporació de sistemes fotovoltaics. Per aquest motiu es considera que una piscina coberta nZEB ha d'assolir nivells energètics de 100-150 kWh/m² d'energia primària no renovable.

5.3. CAMPS NZEB

La Figura 19 mostra el consum energètic per el camp de futbol – 7, camp de futbol i camp doble (són els camps amb una presència majoritària a Catalunya) localitzat a Barcelona, en funció de l'any de construcció. Es representa com ha evolucionat el consum energètic en funció de l'any de construcció, per tal d'establir quins nivells energètics es poden assolir amb diferents mesures d'eficiència energètica: anteriors al 2007, posteriors al 2007, i afegint diferents actuacions d'eficiència energètica com il·luminació eficient, bomba de calor aerotèrmica o caldera biomassa.

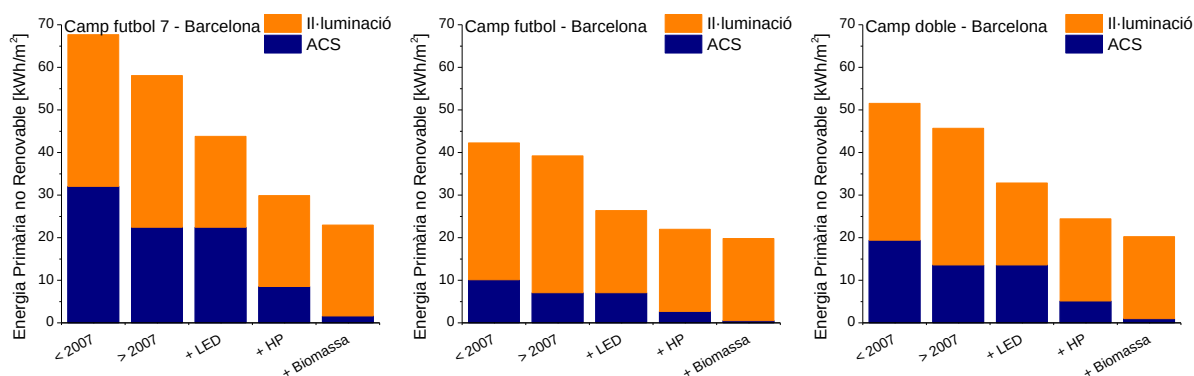


Figura 19 Energia primària no renovable per tipus de camp i any de construcció localitzat a Barcelona.

En general s'observa com els camps anteriors al 2007 el consum energètic es distribueix entre il·luminació i aigua calenta sanitària. A partir del 2007 es redueix el consum d'aigua calenta sanitària gracies a la incorporació del sistema solar tèrmic. A l'escenari +LED, es substitueixen focus halògens per sistemes LED. Per últim s'avaluen dos escenaris alternatius, la substitució de la caldera de gas natural per una bomba de calor aerotèrmica o per una caldera de biomassa.

Pels tres camps, es pot observar com a mesura que es millora eficientment l'equipament, el consum energètic es redueix fins assolir nivells al voltant dels 20 kWh/m², sense considerar la implementació d'altres mesures com ara la incorporació de sistemes fotovoltaics. Per aquest motiu es considera que un camp nZEB ha d'assolir nivells energètics de 20-15 kWh/m² d'energia primària no renovable.

5.4. BALANÇ ENERGÈTIC I ECONÒMIC PER ASSOLIR UN PARC D'EQUIPAMENTS ESPORTIUS NZEB

Un cop s'han definit quins són els nivells energètics per considerar un pavelló, una piscina coberta i un camp nZEB es pot avaluar quin impacte energètic i econòmic suposaria transformar el parc d'equipaments esportius de Catalunya a nZEB.

Pels pavellons i piscines cobertes s'han definit tres nivells d'actuació, en funció de quin es el punt de partida:

<2007. Tots els equipaments construïts o remodelats abans del 2007 inclouen mesures d'eficiència energètica passives, per reduir la demanda energètica, mesures actives, per millorar l'eficiència dels sistemes, i la incorporació d'energies renovables.

2007-2013. En aquest cas, les mesures d'eficiència energètica es centren en les mesures actives per tal de millorar l'eficiència energètica dels sistemes, i la incorporació de sistemes renovables.

>2013. Per últim, als equipaments mes recents es contempla la incorporació d'energies renovables, millora del sistema d'il·luminació i millores de gestió energètica.

En el cas dels camps, només s'ha considerat un nivell d'intervenció que incorpora mesures per millorar l'eficiència del sistema d'il·luminació i reduir la demanda d'aigua calenta sanitària mitjançant la millora de l'eficiència dels sistemes i la incorporació d'energies renovables.

Es important remarcar que per assolir els nivells nZEB no hi ha una única combinació de mesures, sinó que les solucions poden ser diverses. Per aquest motiu no es descriuen paquets de mesures, sinó les mesures de forma individual, i segons el cas i les necessitats de cada equipament es configura la combinació de mesures adient. A l'annex III es detallen breument les mesures d'eficiència energètica considerades per cada equipament i nivell d'actuació. Informació més detallada sobre les mesures d'eficiència energètica es pot trobar a [1, 2, 4-6, 14].

La Taula 6, Taula 7 i Taula 8 descriuen els costos d'inversió per cada equipament, en funció del nivell d'intervenció i el tipus d'equipament. Per exemple, els costos d'inversió per un pavelló doble construït / remodelat al període 2007-2013 són de 110 000 – 140 000 €/pavelló. A més a més, es comptabilitzen quants equipaments hi ha de cada tipologia i període, per així obtenir els costos d'inversió total. Seguint amb l'exemple, el nombre de pavellons dobles és de 80 a tot Catalunya, i suposaria una inversió de 10 milions d'euros per rehabilitar-los amb criteris nZEB.

En general s'observa com la majoria d'equipaments són anteriors al 2007, la qual cosa implica rehabilitacions energètiques integrals per tal d'assolir els nivells nZEB.

Taula 6 Costos d'inversió per tipus de pavelló i nivell d'intervenció

	Pavelló bàsic	Pavelló doble	Pavelló triple	TOTAL
< 2007				
Inversió [€/inst.]	320 000 – 380 000	430 000 – 490 000	480 000 – 560 000	
Nº Pavellons	191	286	194	671
Inversió total [M€]	66.85	131.56	100.88	299.29
2007 – 2013				
Inversió [€/inst.]	65 000 – 100 000	110 000 – 140 000	140 000 – 180 000	
Nº Pavellons	32	80	58	170
Inversió total [M€]	2.64	10.00	9.28	21.92
> 2013				
Inversió [€/inst.]	40 000 – 70 000	60 000 – 120 000	80 000 – 150 000	
Nº Pavellons	4	12	6	22
Inversió total [M€]	0.22	1.08	0.69	1.99
Inversió TOTAL [M€]	69.71	142.64	110.85	323.20

Els costos d'inversió necessaris per rehabilitar els pavellons cap a nZEB és de 323.20 M€. En el cas dels pavellons (Taula 6), el 93% (299.29 M€) de la inversió necessària per tot el parc, aniria destinada als pavellons anteriors al 2007 (671 pavellons). Si diferenciem per tipus de pavelló, la inversió

principal va adreçada als pavellons dobles amb 142.64 M€ (representa un 44%), seguit dels pavellons triples amb una inversió necessària de 110.85 M€ (representa un 34%). La inversió necessària per rehabilitar les piscines triples és substancialment superior a la dels pavellons bàsics (110.85 € i 69.71 €, respectivament), tot i que el nombre de pavellons a rehabilitar és similar, degut a que els costos d'inversió unitaris (€/pavelló) són superiors pels pavellons triples.

A la Taula 7 es mostren els costos d'inversió per les piscines cobertes. Els costos d'inversió necessaris per rehabilitar les piscines cobertes existents cap a nZEB és de 259.61 M€. Les piscines cobertes anteriors al 2007 suposen un costos d'inversió de 214.78 M€, el que representa un 83% del costos totals. Si ho analitzem per tipologia de piscina coberta, les piscines d'un vas, i especialment les d'1 vas petit, són els equipaments amb un pes més important, el 55% de la inversió total (143.19 M€), seguit de les piscines cobertes amb 2 vasos que requereixen de 81.25 M€ (31%).

Taula 7 Costos d'inversió per tipus de piscina coberta i nivell d'intervenció

	1 vas	2 vasos	3 vasos	TOTAL
< 2007				
Inversió [€/inst.]	450 000 – 550 000	680 000 – 780 000	900 000 – 1 250 000	
Nº Piscines cobertes ¹	64 + 208	54+23	18+3	136 + 234
Inversió total [M€]	136.00	56.21	22.57	214.78
2007 – 2013				
Inversió [€/inst.]	210 000 – 360 000	280 000 – 610 000	400 000 – 1 000 000	
Nº Piscines cobertes ¹	13 + 11	46 + 5	16 + 2	75 + 18
Inversió total [M€]	6.84	22.69	12.60	42.13
> 2013				
Inversió [€/inst.]	100 000 – 250 000	170 000 – 500 000	260 000 – 900 000	
Nº Piscines cobertes ¹	1 + 1	6 + 1	-	7 + 2
Inversió total [M€]	0.35	2.34	-	2.69
Inversió TOTAL [M€]	143.19	81.25	35.17	259.61

¹Piscines cobertes amb vas + piscines cobertes amb vas petit

Per últim, els costos d'inversió necessari per rehabilitar els camps cap a nZEB és de 89 M€. Aquests costos es distribueixen principalment entre el camp bàsic i el camp doble amb 61 % i 38 %, tenint en consideració que s'han agrupat els camps de futbol, futbol-7, beisbol, softbol, hoquei, rugbi, altres camps i altres camps petits amb els camps bàsic.

Taula 8 Costos d'inversió per tipus de camp

	Camp bàsic ¹	Camp doble	Camp triple	TOTAL
Inversió [€/inst.]	30 000 – 70 000	50 000 – 110 000	60 000 – 160 000	
Nº Camps	1 089	425	5	1 519
Inversió TOTAL [M€]	54.45	34.00	0.55	89.00

¹Camp bàsic inclou els camps de: futbol, futbol-7, beisbol, softbol, hoquei, rugbi, altres camps i altres camps petits

Per últim i amb la finalitat d'avaluar econòmicament i energèticament l'impacte de les intervencions de millora, a la Figura 20 es representa els costos d'inversió (esquerra) i l'estalvi energètic (dreta) per

cada tipus d'equipament esportiu, així com la rendibilitat energètica de la inversió (inferior). De forma global, l'estalvi energètic assolit als pavellons amb una inversió de 323 M€ és de 175 GWh, a les piscines cobertes amb una inversió de 260 M€ és de 328 GWh i als camps de 145 GWh amb 89 M€.

En el cas del pavellons i les piscines cobertes i tal i com ja s'ha esmentat, les inversions mes importants estan destinades als equipaments anteriors al 2007, i conseqüentment són els que generen un estalvi energètic superior (major número d'intervencions i major potencial de millora energètica).

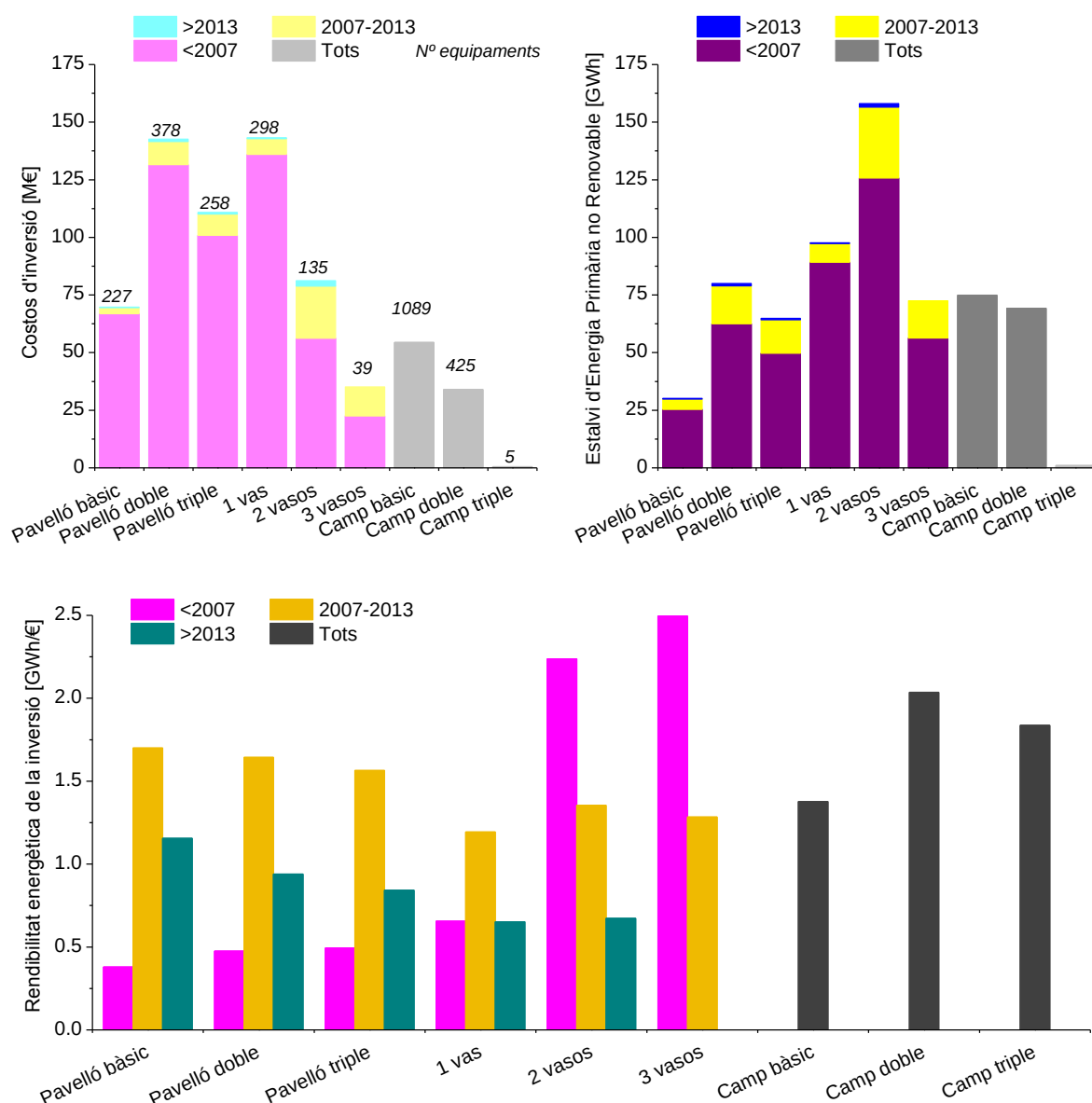


Figura 20 Costos d'inversió (esquerra), estalvi energètic d'energia primària no renovable (dreta) i rendibilitat energètica de la inversió (inferior) per cada tipus d'equipament esportiu

Si analitzem amb detall els pavellons, es pot observar com existeix una correlació entre el nivell d'inversió i l'estalvi energètic assolit per cada tipus de pavelló, és a dir, la rendibilitat energètica de la inversió és molt similar per tots els pavellons. On si s'observen diferències és amb el tipus d'intervenció, les rehabilitacions energètiques integrals (les realitzades als pavellons anteriors al 2007) tenen una rendibilitat energètica inferior (al voltant del 0.5 GWh/€), mentre que per les actuacions realitzades als pavellons mes recents la rendibilitat energètica ronda els 1.6 GWh/€ i 1 GWh/€, respectivament. Això es deu principalment a que els costos d'inversió de les mesures passives són bastant elevats, en comparació amb les mesures actives, i alhora de realitzar el balanç econòmic no s'han considerat aspectes com els costos de manteniment, la vida útil del components i els costos de reposició associats, els quals farien reduir les diferències entre les mesures passives i actives.

En el cas de les piscines cobertes, l'impacte energètic de les actuacions no segueix la mateixa tendència pels tres tipus de piscines, especialment pel que fa a les piscines cobertes d'un vas. Les piscines cobertes amb 2 i 3 vasos tenen un comportament similar, la rendibilitat energètica de les actuacions anteriors al 2007 està al voltant del 2.4 GWh/€ i es va reduint progressivament amb les actuacions posteriors (1.3 GWh/€ i 0.7 GWh/€, respectivament). En canvi, en el cas de les piscines cobertes amb 1 vas, la rendibilitat no segueix el mateix comportament, especialment per les piscines cobertes anteriors al 2007 on la rendibilitat destaca per ser del 0.7 GWh/€ (considerablement inferior en comparació a les piscines cobertes amb 2 i 3 vasos). Això es deu principalment a que en aquest grup d'instal·lacions el tipus de piscina coberta predominant és la d'un vas petit, en canvi a la resta de grups no. En general, el potencial d'estalvi assolit amb les actuacions realitzades a les piscines cobertes es considerablement superior que les realitzades a la resta d'instal·lacions. Per tant, tot i requerir costos d'inversió mes elevats per equipament, els estalvis energètics són superiors.

Per últim en els camps, la rendibilitat energètica augmenta a mesura que la instal·lació és mes gran. És a dir, tot i que els costos d'inversió són mes elevats per equipament, els estalvis energètics són relativament superiors. En aquets cas, la rendibilitat energètica varia de 1.4 GWh/€ als camps bàsics a 2 GWh/€ als camps dobles.

De forma general, les intervencions als camps són les mes rendibles, ja que amb costos d'inversió inferiors són capaços de generar estalvis energètics superior (1.62 GWh/€), tot seguit de les piscines cobertes amb una rendibilitat mitja de 1.26 GWh/€ i els pavellons amb 0.54 GWh/€.

6. CONCLUSIONS

El present estudi és la primera diagnosi energètica del parc d'equipaments esportius de Catalunya, que inclou els pavellons, les piscines cobertes i els camps de la xarxa bàsica d'equipaments. Si bé és cert que s'ha implementat una metodologia i unes hipòtesis genèriques a tots els equipaments, és un bon punt de partida per conèixer una estimació del consum energètic dels equipaments esportius i quin és el seu potencial d'estalvi. A partir d'aquest estudi, s'ha identificat quina és la informació existent per cada equipament, la qual cosa ha de servir per seguir recopilant informació i millorar les hipòtesis i les estimacions energètiques per cada equipament.

Com a conclusions generals de l'estat actual dels equipaments, la tipologia amb més instal·lacions són els camps (1519, 52%), seguit dels pavellons (863, 29%) i les piscines cobertes (554, 19%). De forma contrària, el consum energètic d'energia primària no renovable més gran es degut a les piscines cobertes (455 GWh, 46%), seguit dels camps (287 GWh, 29%) i els pavellons (256 GWh, 26%). Per tant, les piscines cobertes, tot i ser els equipaments amb menys instal·lacions, tenen una demanda energètica molt superior a la resta d'equipaments. Això s'observa clarament quan analitzem el consum d'energia primària no renovable per instal·lació; les piscines cobertes tenen de mitjana un consum d'energia primària no renovable de 0.82 GWh/piscina coberta (430 kWh/m²), els pavellons de 0.3 GWh/pavelló (160 kWh/m²) i els camps de 0.19 GWh/camp (50 kWh/m²).

Analitzant amb detall el consum de cada un dels equipaments, s'observa la necessitat de complementar els indicadors de consum energètic per instal·lació o per superfície amb indicadors que inclogui el nombre d'usuaris, ja que és una variable important en aquest tipus d'edifici. El consum d'energia primària no renovable per us varia d'uns 1-5 kWh/us als pavellons i camps, fins a 2-10 kWh/us a les piscines cobertes. En general s'observa com els equipaments amb menys usos potencials per setmana són els que tenen un consum per ús més elevat (kWh/us). Això es degut a que hi ha una sèrie de necessitats energètiques que són independents al nombre d'usuaris, com ara la il·luminació o la climatització. Aquest comportament s'observa de forma més pronunciada a les piscines cobertes, ja que l'escalfament de l'aigua dels vasos representa un consum energètic important.

En el cas de les piscines cobertes, un altre indicador complementari és el consum energètic per superfície de làmina d'aigua. Les piscines cobertes amb una superfície de làmina d'aigua inferior als 200 m² tenen uns consums energètics superiors als 3500 kWh/m²_{làmina} d'energia primària no renovable; i les piscines cobertes amb una superfície de làmina d'aigua superior als 300 m² els consums energètics mitjos són inferiors als 3000 kWh/m²_{làmina}. Per tant, a mesura que augmenta la superfície de làmina d'aigua, el consum energètic unitari disminueix (kWh/m²_{làmina}).

Un cop es coneix el consum energètic del parc actual d'equipaments esportius, es possible determinar quin és el potencial d'estalvi energètic si transformem els equipaments en edificis de consum gairebé nul (nZEB). Es proposa que un equipament esportiu és nZEB quan assoleixen els següents nivells d'energia primària no renovable:

- Pavelló: 40-60 kWh/m²
- Piscina coberta: 100-150 kWh/m²
- Camp: 15-20 kWh/m²

Per reduir el consum energètic es proposen tres nivells d'actuació pels pavellons i piscines cobertes. El primer nivell, correspon a una rehabilitació energètica integral que s'aplica a tots els equipament anteriors al 2007 i inclou mesures passives, actives i la incorporació d'energies renovables. El segon nivell és pels equipaments construïts / remodelats entre 2007-2013, i inclouen mesures actives i la integració de sistemes d'energies renovables. Per últim, els equipaments mes recents (> 2013) inclouen mesures de gestió, energies renovables i millora dels sistemes d'il·luminació. En el cas dels camps, només s'ha considerat un nivell d'intervenció que incorpora mesures per millorar l'eficiència del sistema d'il·luminació i mesures per reduir la demanda d'aigua calenta sanitària així com la incorporació d'energies renovables. Per cada un d'aquests nivells d'intervenció i tipus d'equipament s'han estimat uns costos d'inversió associats, per així poder calcular quina és la inversió necessària per assolir un parc d'equipaments esportius nZEB.

Com a resultat del balanç energètic i econòmic s'obté que l'estalvi energètic assolit als pavellons amb una inversió de 323 M€ és de 175 GWh (redueix en un 68% el consum energètic dels pavellons); a les piscines cobertes amb una inversió de 260 M€, l'estalvi energètic en energia primària no renovable és de 328 GWh (72%); i als camps s'aconsegueixen estalvis energètics de 145 GWh (50%) amb 89 M€ d'inversió. Gairebé un 90% de les actuacions es realitza en equipaments anteriors al 2007 (pavellons i piscines cobertes), la qual cosa fa que siguin les intervencions amb costos d'inversió més elevats, però també amb un potencial d'estalvi superior. Les intervencions als camps són les més rendibles, ja que amb costos d'inversió inferiors són capaços de generar estalvis energètics superior (1.62 GWh/€), tot seguit de les piscines cobertes amb una rendibilitat mitja de 1.26 GWh/€ i els pavellons amb 0.54 GWh/€.

7. REFERÈNCIES

- [1] M.L. González Matterson, J. Salom, Simulacions dinàmiques de llum natural i anàlisi dels tancaments pel projecte: Nova construcció del Palau d'Esports a la zona esportiva del Camp Clar de Tarragona, Institut de Recerca en Energia de Catalunya - IREC, 2015.
- [2] M.L. González Matterson, J. Salom, nZEB – Esports: Projecte Bàsic del Nou Pavelló Poliesportiu Sant Andreu de Llavaneres, Institut de Recerca en Energia de Catalunya - IREC, 2015.
- [3] J. Salom, J. Ortiz, A. Accili, Projecte Innovació i recerca en aspectes energètics per aconseguir edificis esportius de consum d'energia gairebé nul - nZEB. Informe mesures de qualitat ambiental interior en el PAV-3. Pavelló de Pla del Bon Aire, CNT – Club Natació Terrassa, Terrassa, Institut de Recerca en Energia de Catalunya - IREC, 2016.
- [4] J. Salom, J. Ortiz, A. Accili, Projecte Innovació i recerca en aspectes energètics per aconseguir edificis esportius de consum d'energia gairebé nul - nZEB. Informe sobre estratègies de ventilació en centres esportius PAV-3, Institut de Recerca en Energia de Catalunya - IREC, 2016.
- [5] J. Salom, J. Ortiz, A. Accili, J. Tarrés, Projecte Innovació i recerca en aspectes energètics per aconseguir edificis esportius de consum d'energia gairebé nul - nZEB. Informe d'integració de sistemes solars fotovoltaics en PAV-3, Institut de Recerca en Energia de Catalunya - IREC, 2016.
- [6] Institut Català d'Energia - ICAEN, Quadern Pràctic nº 6: L'energia a les instal·lacions esportives, (2012).
- [7] NBE-CT-79, Norma Básica de la Edificación, 1979
- [8] NRE-AT-87, Normativa d'Aïllament Tèrmic d'Edificis, 1987
- [9] CTE, Código Técnico de la Edificación, 2006
- [10] CTE, Código Técnico de la Edificación, 2013
- [11] Institut Català d'Energia - ICAEN, Els graus-dia de calefacció i refrigeració de Catalunya. Resultats a nivell municipal, (2003).
- [12] Servei d'Equipaments Esportius. Consell Català d'Esport, Equipaments Esportius. Full Tècnic 12: L'enllumenat dels espais esportius a l'aire lliure, (1998).
- [13] Ministerio de Industria Energía y Turismo, Ministerio de Fomento, Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España, 2016
- [14] LEITAT, STEP2SPORT. Roadmap towards nearly Zero Energy Sport Buildings, (2015).

ANNEX I – HIPÒTESIS DE CàLCUL

Característiques tèrmiques dels tancaments

Coeficient global transmissió tèrmica K (W/m ² K)				
	NRE-AT-79	NRE-AT-87	CTE2006	CTE2013
B3				
Vidres	5.80	5.80	3.80	2.10
Coberta	1.75	1.75	0.45	0.33
Murs	1.50	1.50	0.82	0.38
Paviment	2.00	2.00	0.52	0.46
C2 / C3				
Vidres	5.80	5.80	3.40	1.80
Coberta	1.75	1.75	0.41	0.23
Murs	1.50	1.50	0.73	0.29
Paviment	2.00	2.00	0.50	0.36
D1 / D2 / D3				
Vidres	5.80	5.80	3.00	1.70
Coberta	1.75	1.75	0.38	0.22
Murs	1.50	1.50	0.66	0.27
Paviment	2.00	2.00	0.49	0.34
E1				
Vidres	5.80	5.80	3.10	1.70
Coberta	1.75	1.75	0.35	0.19
Murs	1.50	1.50	0.57	0.25
Paviment	2.00	2.00	0.48	0.31

Pavellons – Dimensions

	Pavelló Bàsic	Pavelló Doble	Pavelló Triple
Vidres (m ²)	115	152	159
Coberta (m ²)	640	1012	1215
Murs (m ²)	764	985	1058
Paviment (m ²)	640	1012	1215
Superfície edificada (m ²)	1000	2000	2500
Altura (m)	7	7	7
Escletxa (m)	200	300	400

Piscines cobertes – Tipologies i dimensions

Dimensions del recinte

	Piscina coberta 1 vas	Piscina coberta 2 vasos	Piscina coberta 3 vasos
Llargada (m)	35.0	41.0	43.0
Amplada (m)	22.5	22.5	26.6
Alçada (m)	6.0	6.0	6.0
Superfície vidriada (m ²)	135.0	135.0	159.6
Superfície edificada (m ²)	1600.0	2000.0	2600.0

Característiques del vas

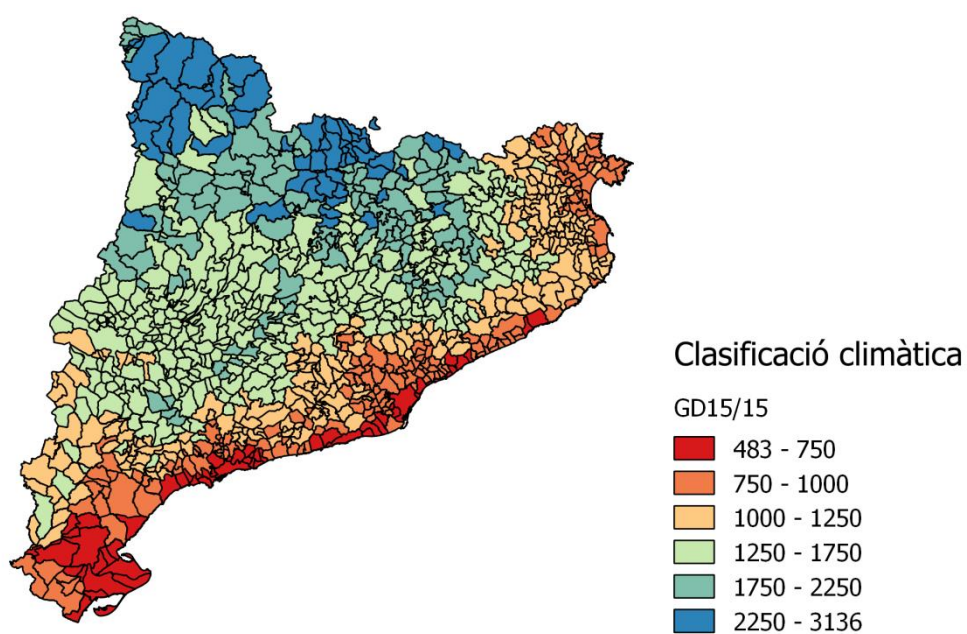
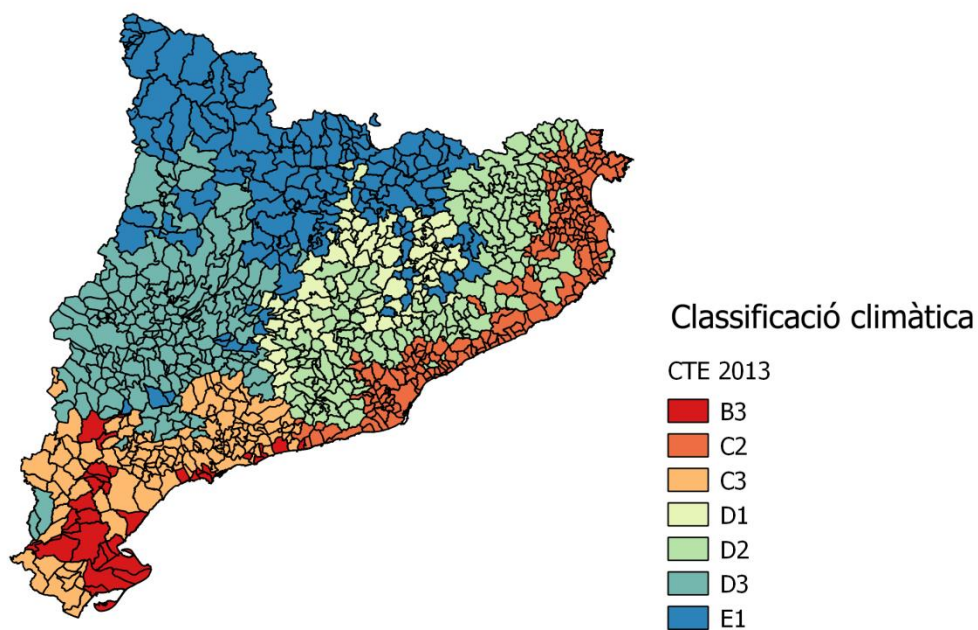
1 VAS	Número instal·lacions	Llargada (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	Superfície làmina d'aigua (m ²)	Volum (m ³)
1 vas petit	225	12.5	6.0	1.4	75.0	105.0
1 vas – a	75	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
1 vas – b	2	33.0	12.5	2.0	412.5	825.0
1 vas – c	4	50.0	12.5	2.0	625.0	1250.0

2 VASOS	Número instal·lacions	Llargada (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	Superfície làmina d'aigua (m ²)	Volum (m ³)
2 vasos petits	31	Vas 1	12.5	6.0	1.4	75.0
		Vas 2	8.5	8.5	1.2	72.3
2 vasos – a	144	Vas 1	25.0	12.5	2.0	312.5
		Vas 2	12.5	6.0	1.4	75.0
2 vasos – b	1	Vas 1	33.0	12.5	2.0	412.5
		Vas 2	12.5	6.0	1.4	75.0
2 vasos – c	2	Vas 1	50.0	12.5	2.0	625.0
		Vas 2	12.5	6.0	1.4	75.0
2 vasos – d	3	Vas 1	25.0	12.5	2.0	312.5
		Vas 2	25.0	12.5	2.0	312.5
2 vasos – e	1	Vas 1	33.0	12.5	2.0	412.5
		Vas 2	25.0	12.5	2.0	312.5
2 vasos – f	2	Vas 1	50.0	12.5	2.0	625.0
		Vas 2	25.0	12.5	2.0	312.5

3 VASOS	Número instal·lacions		Llargada (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	Superfície làmina d'aigua (m²)	Volum (m³)
3 vasos petits	8	Vas 1	12.5	6.0	1.4	75.0	105.0
		Vas 2	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – a	28	Vas 1	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
		Vas 2	8.5	16.5	1.4	140.3	196.4
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – b	1	Vas 1	33.0	12.5	2.0	412.5	825.0
		Vas 2	8.5	16.5	1.4	140.3	196.4
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – c	2	Vas 1	50.0	12.5	2.0	625.0	1250.0
		Vas 2	8.5	16.5	1.4	140.3	196.4
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – d	8	Vas 1	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
		Vas 2	25.0	16.5	2.0	412.5	825.0
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – e	1	Vas 1	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
		Vas 2	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
		Vas 3	25.0	12.5	2.0	312.5	625.0
3 vasos – f	1	Vas 1	50.0	12.5	2.0	625.0	1250.0
		Vas 2	25.0	16.5	2.0	412.5	825.0
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7
3 vasos – g	1	Vas 1	50.0	12.5	2.0	625.0	1250.0
		Vas 2	33.0	16.5	2.0	544.5	1089.0
		Vas 3	8.5	8.5	1.2	72.3	86.7

ANNEX II – MAPES DE RESULTATS

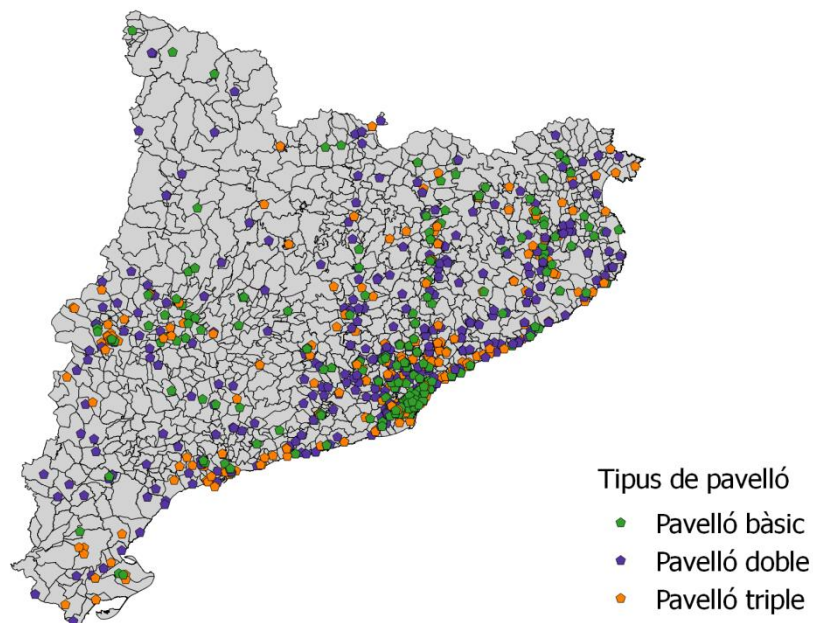
Classificació climàtica



Pavelló

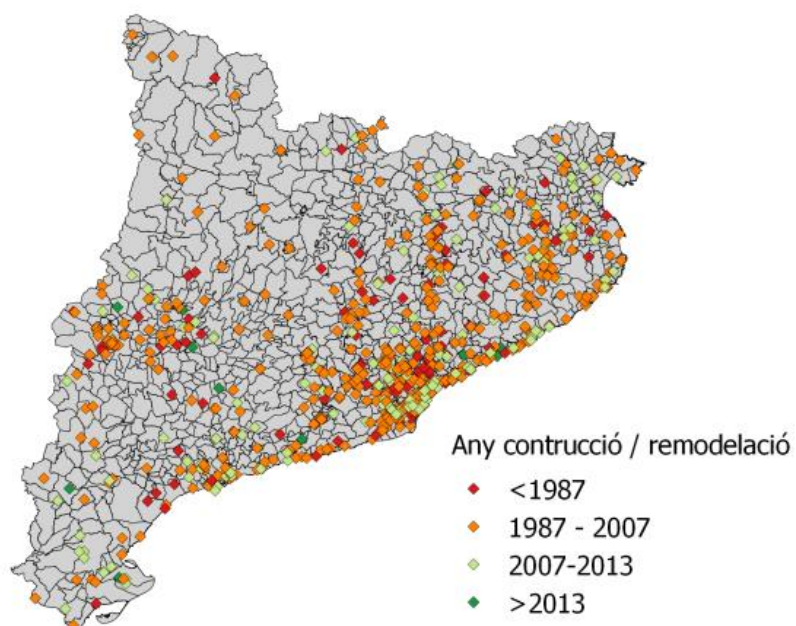
PAVELLONS

Tipus de pavelló



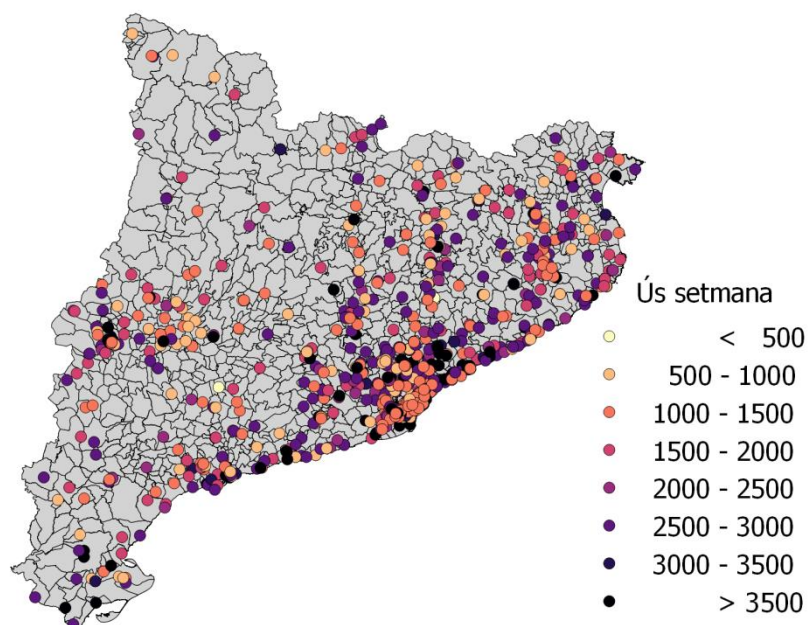
PAVELLONS

Any de contrucció o remodelació



PAVELLONS

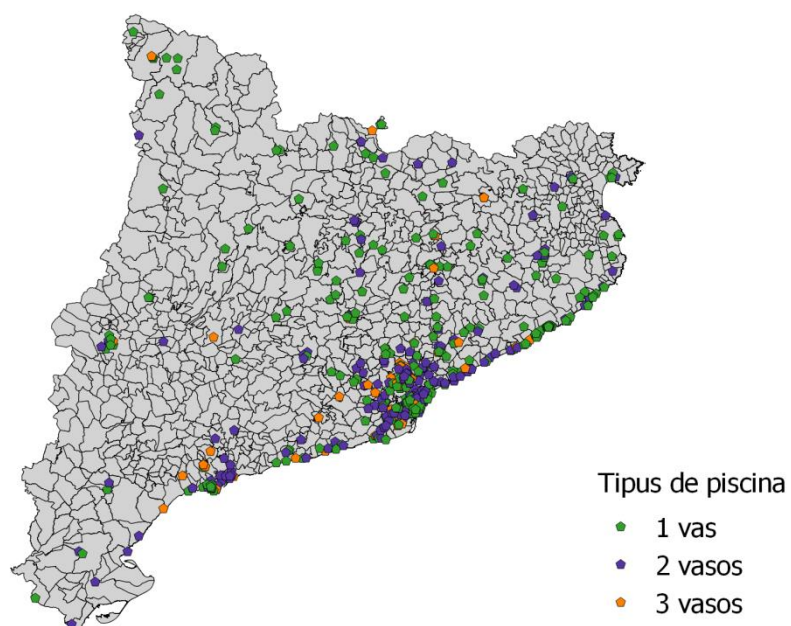
Ús potencial per setmana



Piscines cobertes

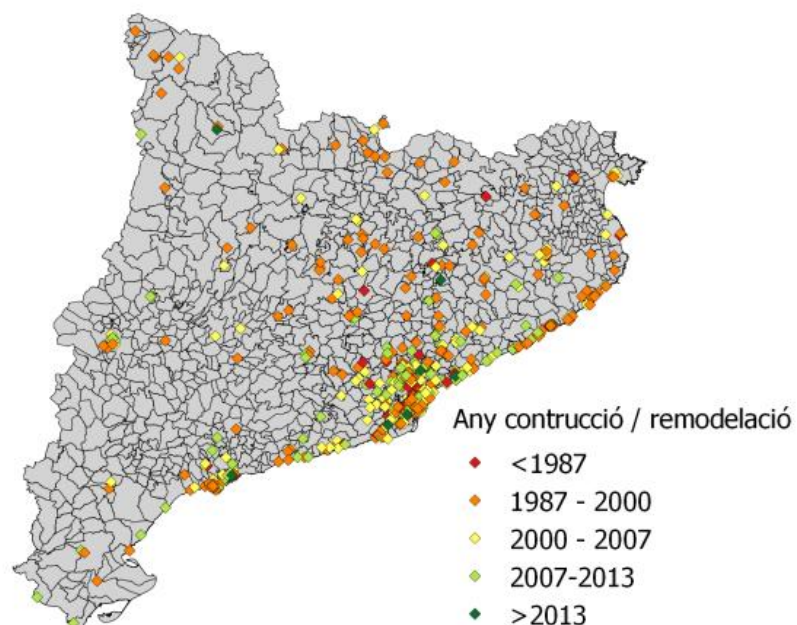
PISCINES COBERTES

Tipus de piscina



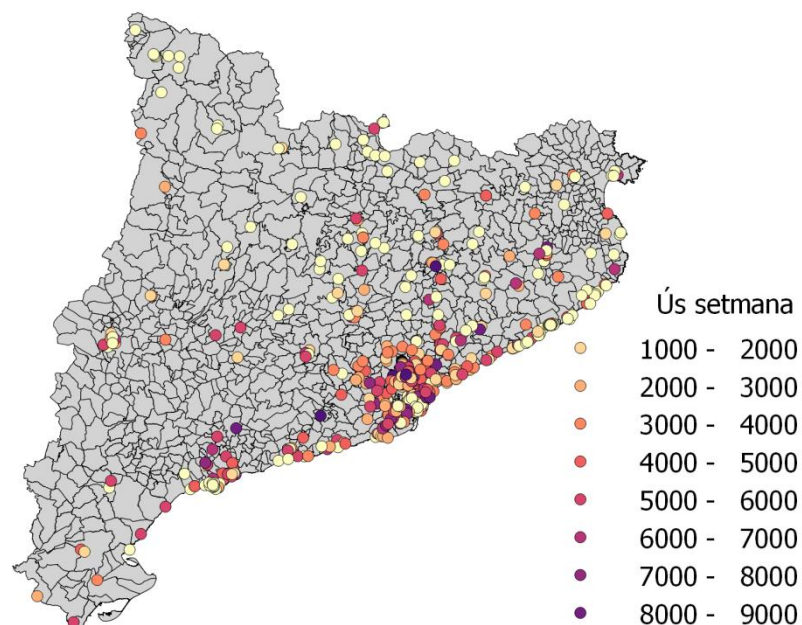
PISCINES COBERTES

Any de contrucció o remodelació



PISCINES COBERTES

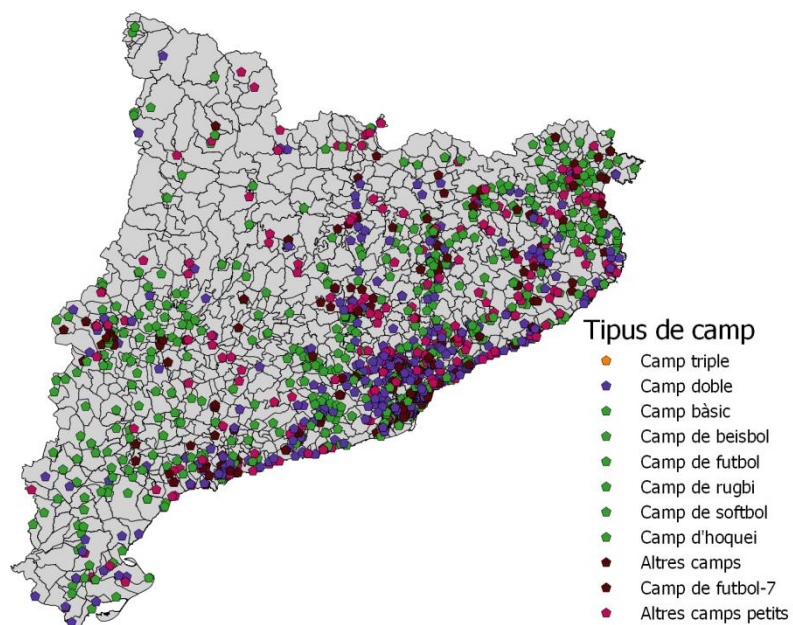
Ús potencial per setmana



Camps

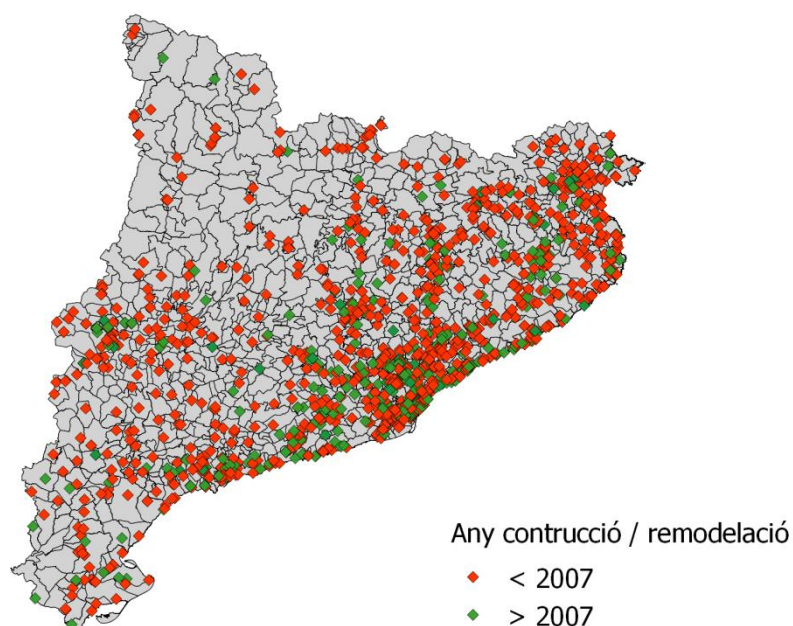
CAMPS

Tipus de camps



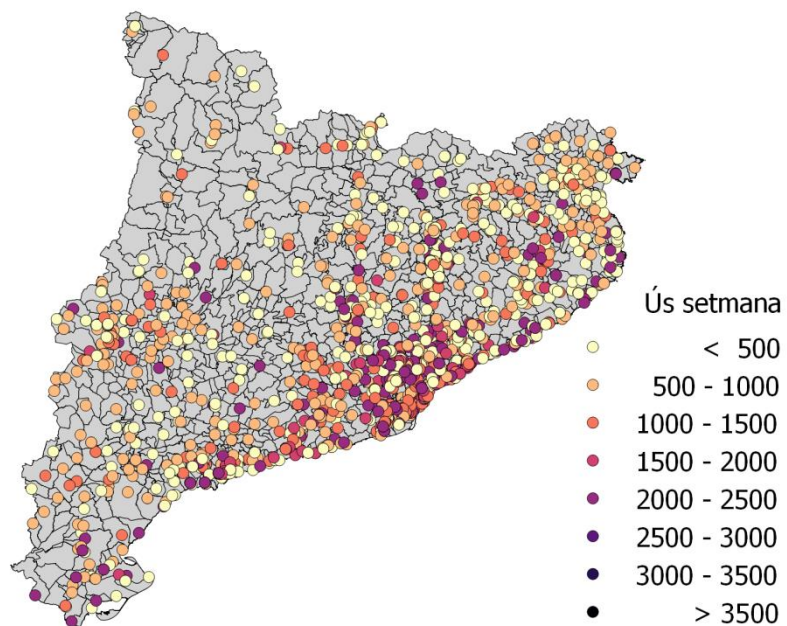
CAMPS

Any de contrucció o remodelació



CAMPS

Ús potencial per setmana



ANNEX III – MESURES D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Mesures d'eficiència energètica considerades als pavellons, segons nivell d'intervenció

Intervenció	Període	Mesures d'eficiència energètica
Pavelló – rehabilitació energètica integral	< 2007	Aïllament a la façana Aïllament a la coberta Finestres eficients Sistema de ventilació – control Free cooling Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Sistema solar tèrmic Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic
Pavelló – Millora integral de les instal·lacions	2007 - 2013	Sistema de ventilació – control Sistemes entàlpics de recuperació de calor Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Sistema solar tèrmic Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic
Pavelló – Millora de les instal·lacions	> 2013	Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Sistema solar tèrmic Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic

Mesures d'eficiència energètica considerades a les piscines cobertes, segons nivell d'intervenció

Intervenció	Període	Mesures d'eficiència energètica
Piscines cobertes – rehabilitació energètica integral	< 2007	Aïllament a la façana Aïllament a la coberta Finestres eficients Sistema de ventilació – control Sistemes entàlpics de recuperació de calor Deshumectadora Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Sistema solar tèrmic Tanc d'aigua estratificat Sistema de cogeneració Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic Manta tèrmica
Piscines cobertes – Millora integral de les instal·lacions	2007 - 2013	Sistema de ventilació – control Sistemes entàlpics de recuperació de calor Deshumectadora Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Tanc d'aigua estratificat Sistema de cogeneració Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic Manta tèrmica
Piscines cobertes – Millora de les instal·lacions	> 2013	Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Tanc d'aigua estratificat Sistema de cogeneració Enllumenat LED Sistema de control per il·luminació Sistema fotovoltaic Manta tèrmica

Mesures d'eficiència energètica considerades als camps, segons nivell d'intervenció

Intervenció	Període	Mesures d'eficiència energètica
Camps – rehabilitació energètica integral	Tots	Caldera de condensació Caldera de biomassa Aerotèrmica Sistema solar tèrmic Enllumenat LED Sistema fotovoltaic

