

EL FUNCIONAMENT DEL SISTEMA METROPOLITÀ

Cap a una transició sociometabòlica

Actuació 6.1.1

Desembre 2017

Estudi encarregat per:
Àrea Metropolitana de Barcelona



Redacció:
Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (IERMB).



Direcció:
Elena Domene

Redacció:
Elena Domene
Marta Garcia

Suport tècnic:
Francesc Coll (Servei de Cartografia)
Manel Pons (Servei d'Estadística)
Ramon Puig (Servei d'Estadística)

Bellaterra, desembre de 2017

Índex de continguts

Índex de continguts.....	5
1 Introducció i objectius.....	7
2 Metabolisme urbà: aigua i energia	9
3 Metodologia i fonts de dades	12
3.1 Metabolisme urbà de l'aigua	12
3.2 Metabolisme urbà de l'energia.....	13
3.3 Anàlisi de la despesa en serveis bàsics: aigua i energia.....	15
3.4 Estimació del consum d'aigua i energia a nivell inframunicipal	17
4 Fluxos d'aigua a l'àrea metropolitana de Barcelona.....	22
4.1 Flux d'aigua endosomàtic	23
4.1.1 Entrades	23
4.1.2 Consums	26
4.1.3 Sortides.....	30
4.2 Flux d'aigua exosomàtic.....	31
4.2.1 Entrades	31
4.2.2 Consums	34
4.2.3 Sortides.....	37
5 Flux d'energia exosomàtica a l'àrea metropolitana de Barcelona.....	38
5.1 Entrades	38
5.2 Consums.....	42
5.3 Sortides	57
6 La dimensió social: despesa en serveis bàsics aigua i energia	61
6.1 Llars amb despeses d'aigua i energia a l'àmbit de l'AMB	61
6.2 Despesa hídrica.....	64
6.2.1 El preu de l'aigua del subministrament domèstic d'aigua	64
6.2.2 Despesa de les llars en aigua potable	68
6.3 Despesa energètica.....	73
6.3.1 El preu de l'electricitat i del gas natural.....	73
6.3.2 Despesa d'energia de les llars	80
6.4 Pobresa hídrica i energètica	87
6.4.1 Enfocament basat en les despeses i la renda de les llars.....	88
6.4.2 Enfocament basat en la resposta directa de les llars.....	93

7	La dimensió espacial: territorialització dels fluxos d'aigua i d'energia	97
7.1	Fluxos d'aigua	98
7.1.1	El consum domèstic d'aigua per habitant i dia	98
7.1.2	El consum d'aigua per sector d'activitat i unitat d'àrea.....	101
7.2	Fluxos d'energia	103
7.2.1	El consum domèstic d'electricitat i de gas natural per habitant i any	103
7.2.2	El consum d'energia per sector d'activitat i unitat d'àrea	108
7.2.3	La petjada de carboni del sector domèstic	111
8	Conclusions	114
9	Referències bibliogràfiques.....	123

1 Introducció i objectius

Les àrees urbanes, on viuen més de la meitat de la població mundial, s'han convertit en grans consumidores de materials i d'energia amb múltiples impactes sobre els ecosistemes, tant propers, com més llunyans. A més, molt lligades a l'augment d'aquestes pressions mediambientals, les ciutats afronten un gran nombre de reptes de caire social, com l'expansió de les desigualtats espacials en l'accés i la distribució dels recursos, i els impactes ambientals que se'n deriven del propi funcionament de la ciutat, que poden no afectar de igual manera a tota la població.

Per afrontar aquests reptes, les perspectives recents sobre planificació urbana sostenible requereixen un enfocament més integrat i una comprensió més profunda de les ciutats com a sistemes socioecològics complexos. Dit d'una altra manera, per tal de superar les limitacions socials i ambientals dels entorns urbans és necessària una comprensió més clara del funcionament del sistema urbà, i dels impactes i les implicacions dels estils de vida urbans (en termes de consum de recursos i impactes associats) lligats a les característiques socioeconòmiques de la població i al seu context polític local i global.

Un dels camps de coneixement que tracta d'abordar aquestes qüestions és el metabolisme urbà, que s'ha expandit del seu significat biològic per captar els processos metabòlics als entorns urbans. És a dir, per analitzar les interrelacions entre l'entorn natural i construït (humà) a les ciutats, a través de les quals les ciutats transformen materials i energia per tal de mantenir les seves funcions. El metabolisme urbà proporciona un marc conceptual per estudiar com opera i es constitueix un determinat territori i, per tant, és un mitjà per avaluar el rendiment en l'ús dels recursos i la magnitud dels impactes a diferents nivells.

El metabolisme urbà ha estat tractat des de diferents disciplines, amb diferents aproximacions i metodologies. En el present treball és vol investigar quines són les desigualtats socioambientals que se'n deriven de l'actual funcionalment del sistema metropolità, a fi de contribuir a la definició polítiques social i ambientalment més justes. Per fer-ho partim de les variables que descriuen els fluxos metabòlics de l'aigua i l'energia, però també de les variables que donen compte de la dimensió social i espacial. Així doncs, a part de realitzar una anàlisi quantitativa dels fluxos d'aigua i d'energia, també es volen analitzar les desigualtats espacials dins del sistema metropolità de Barcelona. S'aprofundirà en els factors condicionants del consum de recursos i s'estudiarà la seva distribució social i territorial. En definitiva, s'analitzaran les relacions entre les tres dimensions –social, econòmica i ambiental– del metabolisme urbà.

En conseqüència, l'objectiu del present treball és representar de forma integrada el metabolisme social de l'àrea metropolitana de Barcelona, pel que fa al recurs energètic i al recurs hídric, tot incorporant variables pròpies del metabolisme urbà (fluxos d'entrada i de sortida i externalitats ambientals) i inclouent-hi la dimensió social i espacial. Es tracta d'elaborar una anàlisi que lligui

els diferents elements, a fi de detectar disfuncionalitats i desigualtats associades al funcionament del sistema metropolità, que no serien evidents si no es realitzés una anàlisi integrada.

El document s'organitza de la següent manera. Primer, es presentarà de forma breu el marc teòric en el que s'emmarca el present estudi, seguit d'un apartat on s'explica la metodologia. A continuació, s'analitzarà el metabolisme de l'àmbit metropolità pel que fa al recurs hídric i a l'energètic. Es presentaran els fluxos d'aigua i d'energia. Es realitzarà un estudi integrat de les entrades, dels consums i de les sortides tant del flux d'aigua endosomàtic com exosomàtic. Com a novetat, s'inclourà una estimació dels fluxos d'aigua del sector de l'agricultura, fins ara poc abordat en els estudi previs en l'àmbit metropolità. En aquest mateix apartat es realitzarà un estudi integrat dels fluxos d'energia exosomàtica, de les entrades, els consums i les sortides (les emissions de CO₂). Com a novetat, s'inclourà el consum d'energia generat per la mobilitat quotidiana de la població i les emissions de CO₂ associades, fins ara no incorporat en els estudis previs en aquest àmbit.

Una vegada descrits els fluxos es passarà a incorporar la visió social i espacial a l'anàlisi. Per fer-ho, primer, es presentarà quina és la despesa de les llars associada al consum d'aquests dos recursos bàsics (aigua i energia), tot estudiant els condicionants que els expliquen. Per acabar, s'oferiran estimacions de la pobresa hídrica i de la pobresa energètica de les llars de l'àmbit metropolità. La novetat respecte d'altres estudis és que s'estima quines són les llars que estan patint situacions de pobresa hídrica i energètica conjuntament, cosa que dóna una altra dimensió sobre la problemàtica. A aquest respecte, també es presentarà l'evolució dels preus d'aquests dos recursos en els darrers anys.

Finalment, s'incorporarà la dimensió espacial on, a partir de models estadístics, s'estimen els consums d'aigua i d'energia dels diferents sectors d'activitat econòmica a diferents escales territorials. La novetat és que s'estimen els consums domèstics d'aigua i d'electricitat a escala de secció censal. A més, les dades territorialitzades es presenten relativitzades tant per habitant, com per unitat d'àrea. La incorporació, tant de la dimensió social, com de la espacial permet detectar les desigualtats socioespacials que s'estiguin derivant del funcionament de l'actual sistema metropolità en relació a aquests dos recursos bàsics, de manera que es puguin tenir en compte en la futura governança de l'àrea metropolitana de Barcelona.

2 Metabolisme urbà: aigua i energia

La noció de metabolisme urbà s'ha emprat en una àmplia gamma de disciplines (ecologia urbana, ecologia industrial, economia ecològica, ecologia política i ecologia política urbana) per analitzar les interrelacions entre l'entorn natural, humà i construït, i copsar com interactuen les ciutats amb el seu entorn a diverses escales (Dinarès, 2014). No es tracta en aquest treball de fer una anàlisi exhaustiva del concepte de metabolisme urbà, sinó d'oferir les principals idees, que dins d'aquest concepte han inspirat l'elaboració del treball.

Una de les maneres més habituals de representar el metabolisme d'una ciutat ha estat l'anàlisi dels fluxos de materials i d'energia que entren a la ciutat per mantenir el funcionament dels diferents sectors econòmics (inclòs el domèstic), i les sortides en forma de residus o de gasos contaminants.

Ja en 1960, l'enginyer i geògraf Abel Wolman va publicar la primera aplicació explícita del concepte de metabolisme a l'esfera urbana aplicat a una hipotètica ciutat americana d'un milió de persones. Wolman va utilitzar el metabolisme com a concepte i mètode d'anàlisi en resposta al deteriorament de la qualitat de l'aire i de l'aigua a les ciutats, mitjançant la quantificació de les entrades (aigua, aliments i combustibles, i productes) i les sortides (residus sòlids i contaminants de l'aire), tot reseguint les seves respectives transformacions i fluxos. Wolman va definir les necessitats metabòliques com "tots els materials i les mercaderies necessaris per mantenir els habitants de la ciutat a la seva casa, en el treball i durant el seu temps de lleure" (Wolman, 1965: 179).

Des d'aleshores el concepte ha evolucionat i, com ja s'ha dit, ha estat tractat des de diferents disciplines. La majoria de disciplines coincideixen en la necessitat d'explicar sistemàticament els fluxos físics de la ciutat, si bé, una de les principals crítiques a l'anàlisi de flux és que alguns d'aquests estudis solen centrar-se principalment en la dimensió material, la qual aborden de forma quantitativa. Així doncs, aquestes aproximacions exclouen de l'anàlisi característiques qualitatives importants, com ara les dimensions política, històrica i cultural, els processos socioeconòmics i els estils de vida i de consum de la població (Barles, 2010; Huang et al. , 2010; Newman, 1999; Swyngedouw, 2006).

En aquest sentit, alguns autors sostenen la necessitat de superar algunes de les limitacions d'aquesta visió més material, com són la seva simplificació i la impossibilitat d'incorporar les dimensions socials i polítiques de la configuració urbana moderna (Fischer-Kowalski i Hüttler, 1998; Heynen i Swyngedouw, 2006; Kennedy et al., 2007, Niza et al., 2009; Barles, 2010). Altres limitacions comentades per aquests mateixos autors són la naturalesa lineal dels models d'anàlisi dels materials, i la impossibilitat d'incorporar característiques espacials (Rapoport, 2011). I és que la majoria dels estudis no incorporen com algunes de les característiques espacials de la ciutat (distribució i densitat d'habitatges, infraestructura, etc.) influeixen en el metabolisme urbà

(Moffat i Kohler, 2008). Superar aquestes limitacions pot proporcionar elements fonamentals per a dissenyar polítiques de planificació urbana més efectives i justes.

Recentment, des d'algunes disciplines s'intenten superar aquestes limitacions. Per exemple, des de l'ecologia urbana i l'economia ecològica, i basant-se en la teoria dels sistemes complexos, es tracta d'entendre les ciutats com a sistemes socioecològics, on els processos metabòlics estan influenciats per els agents humans i els factors socioeconòmics (Golubiewski, 2012). Des d'aquesta perspectiva el metabolisme urbà s'entén, no només des de l'òptica dels fluxos de materials i d'energia, sinó que es contextualitzen i s'inclouen en l'anàlisi les estructures (agents o fons) que utilitzen aquests fluxos i les funcions que suporten cadascun dels fluxos (Sorman i Giampietro, 2012). Per tant, aquests enfocaments no només analitzen les restriccions externes, és a dir, els límits laterals del subministrament i de l'esgotament dels recursos, sinó que també incorporen "la relació interna d'estructures i de funcions associades amb el patró metabòlic de la societat" (Sorman i Giampietro, 2012:4).

D'altra banda, disciplines com l'economia ecològica i l'ecologia política comparteixen un interès comú en l'estudi de la distribució (desigual) dels fluxos a nivell social i ecològic, i de les desigualtats estructurals que es desenvolupen a partir del funcionament de les ciutats. Aquestes disciplines posen el focus en l'impacte que tenen les ciutats, i el seu continu ús de recursos, en la creació de desigualtats estructurals entre les àrees urbanes i la seva perifèria i a escala global (Broto et al., 2012). La demanda constant de recursos i la generació de residus estan relacionades amb la proliferació de conflictes ecològics que es donen molt lluny de les ciutats, normalment en zones rurals de països subdesenvolupats (Martínez Alier et al., 2010a). Si bé reconeixem aquests impactes, aquestes qüestions quedarien fora de l'abast d'aquest estudi.

Tot i que encara no es disposa d'una metodologia única i clarament definida, amb criteris estàndard, i d'un conjunt acordat d'eines operatives per a la conducció d'estudis sobre metabolisme urbà, una visió àmplia d'aquest concepte permetria abordar les següents qüestions:

- la relació del sistema urbà-medi ambient (els límits de subministrament i d'embornal),
- l'optimització de les relacions entre economia-medi ambient, a fi de millorar l'autosuficiència de les zones urbanes,
- com tancar els cicles metabòlics (l'economia circular) i contribuir a la desmaterialització de l'economia,
- com trencar les connexions entre urbanització, creixement econòmic i consum de recursos,
- l'estructura organitzativa dels subnivells socioecològics d'un sistema urbà,
- les connexions entre els fluxos urbans i les desigualtats estructurals que es creen amb el funcionament de les ciutats,
- els condicionants socioeconòmics i territorials de l'ús dels recursos lligats als estils de vida i de consum,

- la governança dels fluxos metabòlics; el control i el poder sobre els fluxos metabòlics dins de la ciutat configura la distribució espacial dels processos metabòlics,
- els factors econòmics en les relacions rurals-urbanes,
- la globalització dels fluxos de recursos i el paisatge de conflictes extractius i d'acumulació espacial de recursos,
- el disseny d'escenaris en funció dels diferents patrons associats amb els diversos fluxos metabòlics.

El present treball vol contribuir al (re)coneixement de les desigualtats socioespacials dels diferents fluxos de recursos dins de la pròpia ciutat, amb elements que tenen a veure amb la densitat de població, les característiques socioeconòmiques dels habitants, i l'accés als recursos (aigua i energia). En aquest sentit, influïdes per l'ecologia política, es tracta de caracteritzar la distribució espacial dels processos metabòlics. És a dir, d'identificar qui té accés i qui se'n beneficia (Zimmer, 2010), i d'emmarcar aquestes desigualtats en el context social, econòmic, urbanístic i polític a l'escala local per al cas de l'àrea metropolitana de Barcelona.

3 Metodologia i fonts de dades

El present treball combina metodologies quantitatives per resseguir els fluxos d'aigua i d'energia al sistema urbà de l'àrea metropolitana de Barcelona. En concret, les anàlisis se centren en l'àmbit d'estudi dels 36 municipis que fan part de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). L'any d'estudi és el 2014, tot i que en alguns casos s'utilitzin dades dels anys disponibles més pròxims a l'any d'estudi. La metodologia utilitzada ha estat la següent:

1. Anàlisis dels fluxos d'aigua i d'energia (entrades, consums i sortides del sistema metropolità) per sector d'activitat econòmica.
2. Anàlisis detallades del sector domèstic: consum final i despesa d'aigua i d'energia de les llars, i descripció de l'evolució dels preus dels subministraments bàsics.
3. Anàlisis descriptives de la situació de pobresa energètica i hídrica.
4. Territorialització dels fluxos d'aigua i d'energia per sector d'activitat econòmica, al màxim nivell de desagregació territorial que permeten les dades disponibles, i càlcul d'indicadors flux/fons.

Tot seguit es discuteix en més detall els procediments, les fonts de dades i els indicadors utilitzats a les anàlisis del metabolisme urbà de l'aigua i de l'energia.

3.1 Metabolisme urbà de l'aigua

Al present estudi s'analitzen els fluxos d'aigua endosomàtica i exosomàtica al sistema metropolità de Barcelona. Quant al flux d'energia endosomàtica, s'inclouen l'aigua que es consumida per cobrir les necessitats metabòliques de la biomassa vegetal, animal i humana del sistema urbà. El flux d'aigua exosomàtica, en canvi, inclou l'aigua que utilitza l'ésser humà en la realització d'altres funcions i serveis no relacionats amb la fisiologia dels vegetal, dels animals o de la població humana. En ambdós casos, s'analitzen les entrades d'aigua al sistema metropolità, els consums per part dels grans sectors d'activitat econòmica, inclòs el sector domèstic, i els productes de sortida.

Les fonts de dades utilitzades han estat diverses. Es resumeixen a la Taula 3.1, on s'inclouen les unitats i l'escala a la que originalment es troben disponibles les dades de cada indicador. A banda d'aquestes dades, val a dir que l'estudi realitzat per Barracó et al. (1999) s'ha fet servir com a referència per a molts dels càlculs presentats en aquest apartat, tot adaptant-los a la realitat metropolitana.

A més, les anàlisis dels fluxos d'aigua tenen diversos graus de profunditat en funció de les dades disponibles. Pel que fa al consum domèstic d'aigua s'han obtingut dades a escala de districte de Barcelona (March i Saurí, 2017). Aquestes dades s'utilitzen per a fer la territorialització dels fluxos d'aigua, i s'obté una anàlisi espacial més fina del sector domèstic.

Pel cas dels fluxos d'aigua del sector agrícola, degut a la manca de dades oficials sobre aquest tema, s'ha fet una primera aproximació basada en les necessitats de reg dels conreus herbacis de regadiu, en concret d'horta. En aquest sentit, val la pena tenir present que aquests valors poden estar subestimats, ja que no s'incorporen altres conreus herbacis. De tota manera, cal fer palesa la necessitat de fer un estudi més exhaustiu dels fluxos d'aigua del sector agrícola per poder donar una visió completa. Tanmateix, aquest estudi queda fora de l'abast del present projecte.

Taula 3.1. Indicadors, unitats, escala i fonts de les dades d'aigua.

Indicador	Unitats	Escala	Font
• <i>Aigua endosomàtica</i>			
Pluviometria	mm/any	AMB	AMB
Recursos disponibles d'aigua de reg	Hm ³ /any	Reg Llobregat	ACA
Reutilització de l'aigua en diferents usos	Hm ³ /any	AMB	AMB
Demanda d'aigua de reg agrícola	Hm ³ /any	AMB	Estimació pròpia
Demanda d'aigua pel consum de boca	Hm ³ /any	AMB	Estimació pròpia
• <i>Aigua exosomàtica</i>			
Recursos disponibles de diferents fonts	Hm ³ /any	AMB	AMB
Consum d'aigua facturada per sector	Hm ³ /any	AMB	AMB
Pèrdues d'aigua de la xarxa	%	AMB	AMB
Aigües residuals	Hm ³ /any	AMB	AMB

Font: IERMB.

3.2 Metabolisme urbà de l'energia

Al present estudi s'analitzen els fluxos d'energia exosomàtica al sistema metropolità de Barcelona. L'energia de les fonts primàries no es pot utilitzar directament en la seva forma elemental, sinó que ha de ser transformada en energia útil. Així doncs, la comptabilitat del flux d'energia exosomàtica a l'àmbit metropolità ha estat acotada a l'anàlisi dels següents vectors energètics: energia elèctrica, gas natural, gasos líquuats del petroli o GLP (butà, propà i mescla), i combustibles líquids derivats del petroli (gasolines, gasoil i fueloil) (Barracó et al., 1999). En tots els casos s'analitzen les entrades d'energia al sistema metropolità, els consums per part dels grans sectors d'activitat econòmica i els productes de sortida. És a dir, les emissions de contaminants derivades de l'activitat metabòlica de la metròpoli, que afecten a la sostenibilitat del sistema.

Les fonts de dades utilitzades han estat diverses. Es resumeixen a la Taula 3.2, on s'inclouen les unitats i l'escala a la que originalment es troben disponibles les dades de cada indicador.

La utilització d'algunes fonts d'informació mereix més explicacions. La font d'informació de referència per a l'anàlisi del flux d'energia exosomàtica és el 'Balanz energètic de Catalunya 2014' que publica l'Institut Català d'Energia (ICAEN). Els balanços d'energia de l'ICAEN s'elaboren seguint la metodologia de l'energia final, on el flux energètic (producció, saldo d'intercanvis, entrades i sortides de transformació, pèrdues per transport i distribució, consums propis, i consum final per sector) s'expressa atenent al contingut energètic real de cada font (Barracó et al., 1999).

Taula 3.2. Indicadors, unitats, escala i fonts de les dades d'energia.

Indicador	Unitats	Escala	Font
• <i>Energia exosomàtica (per vectors energètics)</i>			
- <i>Energia elèctrica</i>			
Producció bruta d'energia elèctrica per forma de generació	MWh	Àmbit AMB	ICAEN
Cogeneració d'energia a les instal·lacions de residus i d'aigua (EDARs)	MWh	Àmbit AMB	AMB
Consum final d'energia elèctrica (total i per sector d'activitat)	kWh	Municipal	ICAEN
Consum final d'energia elèctrica del sector domèstic (total i per càpita)	kWh i kWh/hab.	Districtes BCN	Agència Local d'Energia
- <i>Gas natural canalitzat*</i>			
Consum final de gas natural canalitzat (total i per sector d'activitat)	kWh PCS	Municipal	ICAEN
Consum final de gas natural del sector domèstic (total i per càpita)	kWh i kWh/hab.	Districtes BCN	Agència Local d'Energia
- <i>Gasos líquids del petroli (GLP)</i>			
Consum final de GLP envasat (inclou automoció) (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de GLP a dojo (inclou automoció) (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de GLP canalitzat (total)	tep	Provincial	ICAEN
- <i>Combustibles líquids derivats del petroli</i>			
Consum final de Gasolina 95 (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de Gasolina 98 (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de Gasoil A (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de Gasoil B (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de Gasoil C (total)	tep	Provincial	ICAEN
Consum final de Fueloil (total)	tep	Provincial	ICAEN
- <i>Consum d'energia domèstic per font d'energia per a usos finals</i>			
Consum d'energia al sector domèstic per a usos finals a l'habitatge per font d'energia, zona climàtica i tipus d'habitatge (total i per llar)	ktep	Zona Mediterrània	IDEA
• <i>Factors d'emissió i mix elèctric</i>			
Factors d'emissió per font d'energia i mix elèctric	kg CO ₂ /kWh	Autonòmica	OCCC
Factors d'emissió per font d'energia i mix elèctric	kg CO ₂ /kWh	Estatal	MINETAD

Font: IERMB.

Al present treball, es parteix de les dades municipals del consum final d'energia, total i per sector d'activitat, facilitades per l'ICAEN. Les dades de GLP i de combustibles líquids només estan disponibles a nivell provincial per a Barcelona, però s'estimen per a l'àmbit de l'AMB. A continuació s'estimen, en base al Balanç energètic de Catalunya 2014, les pèrdues d'energia per transport i distribució, els consums propis del sector energètic (*hypercycle*) i les pèrdues d'energia per transformació, i s'obtenen el consum d'energia primària i l'eficiència del sistema energètic català-metropolità.

Finalment, les anàlisis dels fluxos d'energia tenen diversos graus de profunditat en funció de les dades disponibles. Per al sector domèstic es disposa de l'estudi sobre el consum d'energia als habitatges per a usos finals, que va realitzar l'IDAE l'any 2011 en el marc del Projecte SECH-SPAHOUSEC. Els resultats d'aquest estudi es publiquen per zones climàtiques (inclouen la zona Mediterrània) i tipus d'habitatge (pisos i habitatges unifamiliars), i permeten aproximar, amb la utilització de dades addicionals (llars per tipus d'habitatge), el consum final d'energia per als usos finals als habitatges de l'àrea metropolitana de Barcelona. D'altra banda, s'han obtingut dades de l'Agència Local de la Energia (Ajuntament de Barcelona) del consum final d'electricitat i de

gas natural del sector domèstic als districtes de Barcelona. Aquestes dades s'utilitzen per a fer la territorialització dels fluxos d'energia, i s'obté una anàlisi espacial més fina del sector domèstic.

3.3 Anàlisi de la despesa en serveis bàsics: aigua i energia

Per a l'anàlisi de la despesa mitjana de les llars en els subministraments bàsics d'aigua i d'energia s'utilitzen dades de l'Enquesta de Condicions de Vida i Hàbits de la Població 2011' (ECVHP 2011) de l'IERMB i de l'Enquesta de Condicions de Vida 2016' (ECV 2016) del Instituto Nacional de Estadística (INE). Ambdues enquestes disposen d'una ampliació de la mostra per cobrir en més detall l'àmbit de l'AMB, i permeten estimar la despesa mitjana de les llars en el subministrament d'aigua potable, d'electricitat i de gas natural o altres combustibles, en funció d'una sèrie de variables, com ara:

- *Variables de model urbà*: àmbit territorial i grau d'urbanització AMB.
- *Característiques de l'habitatge*: classe d'habitatge, antiguitat de l'habitatge (només disponible a l'ECVHP 2011) i règim de tinença.
- *Variables socioeconòmiques*: nombre de persones a la llar, situació de la llar en relació a l'activitat i nivell de renda.

A més a més, l'ECVHP 2011 inclou dades sobre els determinants de la despesa d'aigua i d'energia.¹ És a dir, sobre les instal·lacions de l'habitatge que poden fer augmentar la despesa d'aigua i d'energia, tals com: aigua corrent calenta, rentadora, rentaplats, calefacció, aire condicionat. També es consideren els usos exteriors que més aigua consumeixen: "l'habitatge disposa de jardí, pati o hort" i "l'habitatge disposa de piscina o altres instal·lacions esportives".

A partir de l'ECV 2011 i 2016 també es pot fer una estimació de les llars que es troben en situació de pobresa hídrica i energètica, i d'ambdues conjuntament, des de la perspectiva de la capacitat d'assumir el cost d'aquests serveis. En aquest sentit, es fa una estimació de les llars amb rendes (molt) baixes que estan patint aquestes situacions.

D'altra banda, les ECV 2011 i 2016 inclouen preguntes concretes de percepció envers la situació de pobresa energètica. En concret sobre aquest tema, es realitzen dues anàlisis. D'una banda, s'analitzen les variables de percepció "Pot la llar mantenir l'habitatge a una temperatura adequada durant els mesos freds?" en relació als condicionants de la pobresa energètica, com la renda disponible de les llars, la situació de la llar en relació a l'activitat o el règim de tinença de l'habitatge, que també condiciona la disponibilitat de sistemes (adequats) de climatització i en molts casos d'aïllament (Pye et al., 2015).

Amb tot, les variables (i unitats) de l'ECV 2011 i 2016 utilitzades a les anàlisis de la despesa en serveis bàsics (aigua i energia) són les que es presenten a la Taula 3.3.

¹ Aquesta informació no està disponible per l'àmbit de l'AMB a l'ECV 2016.

Taula 3.3. Variables i unitats de l'ECV 2011 i 2016 utilitzades a les anàlisis de la despesa en serveis bàsics (aigua i energia).

Variable	Unitats
• <i>Despesa mensual a la llar d'aigua i d'energia en funció d'una sèrie de variables</i>	
Despesa mensual d'aigua (mitjana per llar)	€/llar
Despesa mensual d'electricitat (mitjana per llar)	€/llar
Despesa mensual de gas o altres combustibles (mitjana per llar)	€/llar
Àmbit territorial (Barcelona, Resta AMB i Total AMB)	llars
Grau urbanització AMB (Barcelona, Densament poblat resta AMB, Zona semiurbana/intermèdia resta AMB)	llars
Classe d'habitatge	llars
Antiguitat de l'habitatge*	llars
Règim de tinença	llars
Persones a la llar	llars
Situació de la llar en relació a l'activitat	llars
Nivell de renda	€/llar
• <i>Instal·lacions a l'habitatge que consumeixen aigua i energia*</i>	
L'habitatge disposa d'aigua corrent calenta	--
L'habitatge disposa de rentadora	--
L'habitatge disposa de rentaplats	--
L'habitatge disposa de calefacció	--
L'habitatge disposa d'aire condicionat*	--
L'habitatge disposa de jardí, pati o hort	--
L'habitatge disposa de piscina o altres instal·lacions esportives	--
• <i>Pobresa energètica</i>	
Pot la llar mantenir l'habitatge a una temperatura suficientment càlida durant els mesos freds?	--
[Pot la llar] mantenir l'habitatge amb una temperatura adequada?	--
Nota: (*) Només disponible a l'ECVHP 2011.	
Font: IERMB.	

Per últim, la informació de les ECV 2011 i 2016 es completa amb dades sobre l'evolució del preu dels serveis bàsics (aigua i energia), cosa que permet estimar els consums domèstics i els impactes socials de l'augment de preu que paguen les llars de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Les dades sobre el preu de l'aigua per a subministraments domèstics amb comptador en l'àmbit de l'AMB s'ha obtingut a partir de les dades de l'Observatori del preu de l'aigua' proporcionades per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Es recullen les dades a nivell municipal pel conjunt de municipis de la província de Barcelona i per la sèrie històrica 2010-2016, ambdós inclosos. Les dades a nivell municipal mostren algunes diferències, ja que el servei de distribució d'aigua potable fins al consumidor domèstic es realitza per 9 empreses subministradores, i pot haver-hi algunes diferències quant al preu final del recurs.

En tot cas, es disposa del preu de l'aigua per als subministraments domèstics desglossat per els següents conceptes que s'inclouen a la factura de l'aigua: a) quota del servei (amb una part fixa, la quota de servei i conservació de comptadors; i d'altra variable, progressiva per trams de consum); b) conceptes impositius del Cicle de l'Aigua (Cànon de l'Aigua, progressiu per trams de consum, i Taxa de clavegueram); c) altres conceptes impositius (IVA i Taxa metropolitana de tractament i deposició de residus municipals o TMTR). En aquest cas hem suposat que la TMTR fa augmentar en un 15% el cost total de la factura.

Les dades sobre l'evolució del preu de l'electricitat i del gas natural han estat facilitades per l'ICAEN, que elabora l'històric dels fulls de preus de l'energia. El període disponible és 2002-

2016. L'evolució temporal del preu del kWh de consum d'energia elèctrica considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 2.0 fins a desembre de 2006, a la tarifa integral 2.0.2 fins a juny de 2009, a la tarifa d'últims recurs a partir de juliol de 2009 i al PVPC a partir d'abril de 2014. L'evolució temporal del preu del kWh de consum de gas natural considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 3.1 fins a desembre de 2007, a la tarifa T.1 fins a juny de 2008 i a la tarifa d'últims recurs a partir de juliol de 2008. En qualsevol cas, es consideren els impostos legalment establerts per a cada període i per a cada forma d'energia (impost elèctric i IVA per al consum d'energia elèctrica, i impost especial d'hidrocarburs i IVA per al consum de gas natural). Així doncs, es disposa del cost anual de la factura elèctrica d'un consumidor domèstic desglossat per els següents conceptes que s'inclouen a la factura elèctrica: terme potència sense impostos (terme fix), terme energia sense impostos (terme variable) i impostos. Per la seva banda, es disposa del cost de consum de gas natural desglossat per els conceptes que s'inclouen a la factura: terme fix sense impostos, terme variable sense impostos i impostos (IEH i IVA junts, i per separat).

Finalment, cal recalcar que en aquest cas no té sentit utilitzar dades municipals sobre el preu del kWh, ja que el mercat de l'energia està liberalitzat i les diferents companyies poden tenir una implantació en el territori que no té perquè coincidir amb els límits administratius.

3.4 Estimació del consum d'aigua i energia a nivell inframunicipal

S'ha volgut estimar els consums d'aigua i d'energia elèctrica del sector domèstic a l'escala territorial més petita que permeten les dades disponibles. Posteriorment, s'han calculat les emissions de CO₂ associades amb el consum d'energia (electricitat, gas natural i carburants per al transport personal) a nivell municipal, també a l'escala més petita possible que admeten les dades de transport. D'aquesta manera es pretenen obtenir estimacions de la intensitat dels fluxos d'aigua i d'energia del sector domèstic (és a dir, de la població), mesurada per càpita o per unitat d'àrea, i de la petjada de carboni, que capturin les diferències entre territoris.

El procediment per estimar les microdades (escala de secció censal) de consum d'aigua i d'electricitat ha implicat la construcció de models de regressió lineal múltiple que permetin realitzar prediccions acurades dels valors desconeguts. Es parteix de les dades disponibles a nivell municipal i per als districtes de Barcelona, i s'aprofiten les relacions entre el consum de recursos i el model d'urbanització i les característiques socioeconòmiques de la població, especialment la renda disponible, ja apuntats a la literatura com als factors més condicionants (Domene i Saurí, 2006). Es consideren 2.128 seccions censals emmarcades als municipis que fan part de l'AMB.

Els passos seguits són els següents:

1. Càlcul de les variables explicatives a diferents escales territorials (municipal, districtes de Barcelona, seccions censals) i construcció de les bases de dades mitjançant tècniques SIG.

2. Construcció i validació dels models predictius mitjançant tècniques d'anàlisi de regressió múltiple.
3. Predicció dels valors dels consums d'aigua i d'electricitat del sector domèstic a les 2.128 seccions censals dels municipis que fan part de l'AMB.
4. Validació del procediment.

Les variables i les fonts de dades que han servit d'*input* als models han estat les següents:

- *Usos del sòl, 2009*: s'usa el Mapa de cobertes del sòl de Catalunya (MCSC) del CREAF de l'any 2009 com a base per determinar l'àrea (i la localització) que ocupen a cada secció censal els diversos sectors d'activitat econòmica, inclòs el sector domèstic o residencial.
- *Població, 2014*: s'usa la informació desenvolupada per l'IERMB mitjançant la tècnica de 'desagregació poblacional per parcel·les cadastrals' de 2013, la qual ha estat actualitzada amb una capa de població per a l'any 2014 (any d'estudi).
- *Densitat de població, 2014*: es calcula la densitat de població (habitants per km² de sòl urbanitzat residencial).
- *Renda disponible, 2013*: s'usen els registres de l'Agència Tributària amb dades de renda disponible i nombre de contribuents l'any 2013 per a les seccions censals de l'AMB.
- *Consum de subministraments per sectors, 2013 i 2014*: s'usen les dades municipals i per districtes de Barcelona de consum d'aigua al sector domèstic l'any 2013 proporcionades per l'AMB i Aigües de Barcelona (March i Saurí, 2017), respectivament. Quant a les dades d'energia, s'usen les dades municipals i per districtes de Barcelona de consum d'electricitat i de gas natural canalitzat l'any 2014 proporcionades per l'ICAEN i l'Agència Local d'Energia de l'Ajuntament de Barcelona, respectivament.
- *Consum d'energia i emissions de CO₂ associades amb la mobilitat personal, 2011/13*: s'usen les dades de l'enquesta 'Base de Dades de la Mobilitat Metropolitana' (BBDDM) 2011/13, on cada fila de la matriu O/D conté la cadena d'un desplaçament i s'han calculat, *a posteriori*, i per a cada fila, les següents variables per al 'camí mínim': distància del desplaçament (km), temps de viatge (minuts), consum energètic (g) i emissions de CO₂, NO_x, NO₂, PM₁₀, i PM_{2,5} (en funció de la disponibilitat de les corbes d'emissió). Aquestes dades són representatives a nivell municipal per als municipis de l'AMB.

Tot seguit s'explica de forma més detallada la metodologia utilitzada per al càlcul de les variables, quan s'ha utilitzat una metodologia específica.

a. Recategorització dels usos del sòl del MCSC2009

S'ha partit de la llegenda de 5 nivells per fer la recategorització dels usos del sòl del MCSC2009 en categories que enllacin amb la desagregació les dades de consum d'aigua i d'electricitat per sectors (vegeu la Taula 3.4). El nivell 5 correspon a 241 categories, i és exclusiu de la tercera i la quarta edició de l'MCSC, les més recents disponibles.²

Taula 3.4. Recategorització dels usos del sòl del MCSC2009 en 5 categories ampliables a 9.

RECATEGORIZACIÓ (5 categories)	RECATEGORIZACIÓ (9 categories)
Primari	Primari – Conreus herbacis Primari – Conreus llenyosos Altres primari (inclou forests i boscos)
Productiu	Productiu (industrial i energètic)
Serveis i govern	Serveis i govern
Domèstic o residencial	Urbanitzat residencial compacte Urbanitzat residencial lax
Altres	Altres

Font: IERMB a partir del MCSC2009 del CREAF.

Finalment, s'ha calculat l'àrea que ocupen els diversos sectors d'activitat econòmica a cada secció censal, inclòs el sector domèstic o residencial, per al qual s'ha calculat també la densitat de població (habitants per km² de sòl urbanitzat residencial).

b. Desagregació poblacional per parcel·les cadastrals

Sovint, en qualsevol anàlisi es necessari disposar de dades precises de la distribució de la població al territori, especialment si es vol localitzar la població al teixit urbanitzat residencial. La unitat espacial d'anàlisi de més detall d'aquesta població és la de les seccions censals. Aquesta, en moltes ocasions, és massa gran per conèixer amb exactitud la ubicació exacta de la població. Des de l'IERMB s'ha desenvolupat una metodologia basada en l'article publicat per l'AGE al 2015 'Desagregación poblacional a partir de datos catastrales', on s'extrapola la informació poblacional de la qual es disposa per secció censal a l'escala de parcel·la cadastral (vegeu el Mapa 3.1).

El resultat que s'obté és la capa d'informació cadastral (vectorial i poligonal) amb la informació associada de la població l'any 2014. Això ens permet fer estimacions i agrupacions de població per a qualsevol zonificació.

Mapa 3.1. Mapa metodologia desagregació poblacional per parcel·les cadastrals.

² Es pot consultar la relació de categories i les seves definicions en el document Descripció de les categories de l'MCSC (Nivell 5) (CREAF, 2013), disponible a:
http://www.creaf.uab.es/mcsc/textos/DefinicioCategories_Nivell5_CATALA.pdf.



Font: IERMB.

c. Predicció dels consums de subministraments (aigua i electricitat) del sector domèstic

Per tal d'estimar els consums d'aigua i d'electricitat del sector domèstic per a les seccions censals de l'AMB (2.128 seccions censals) es construeixen models de predicció amb les variables que poden explicar la distribució geogràfica dels consums, com ara la mitjana de renda disponible (€ per contribuent) i la densitat de població (habitants per km² de sòl urbanitzat residencial). Les variables anomenades dependents, és a dir, aquelles que ens interessa explicar, són els consums per càpita d'aigua i d'electricitat del sector domèstic. Es parteix de les dades disponibles a nivell municipal i per als districtes de Barcelona, i es construeixen els models predictius que després s'usen per predir els valors a escala de secció censal.

En concret, s'utilitza l'anàlisi de regressió lineal múltiple amb el mètode de selecció de variables 'passos successius' (*stepwise*) per a desenvolupar una equació lineal amb finalitat predictiva. Aquest mètode selecciona una a una les variables explicatives o predictives tenint en compte la R² parcial aportada al model (és a dir, la bondat d'ajust del model). Per a incloure una variable al model s'han de complir els següents criteris: la direcció del coeficient ha de ser la preestablerta de relació amb els consums (+ ó -), ha d'aportar una millora de l'R² del model substancial (almenys un 1%), ha de tenir una significació inferior al 0,1 i no fer variar les altres variables que ja han entrat al model (significació i direcció del coeficient).

Es creen un total de quatre models predictius d'acord amb la bondat d'ajust dels mateixos: Model 1 Aigua: predictiu dels consums d'aigua als districtes de Barcelona; Model 2 Aigua: predictiu dels consums d'aigua a la resta dels municipis de l'AMB; Model 1 Energia: predictiu dels consums d'electricitat als districtes de Barcelona; Model 2 Energia: predictiu dels consums d'electricitat a la resta dels municipis de l'AMB. Els models es defineixen en detall als apartats corresponents.

d. Estimació del consum d'energia i de les emissions associades amb la mobilitat personal

Es comptabilitzen les emissions de tots els desplaçaments realitzats en dia feiner per els residents de 15 anys o més d'edat de l'AMB (mobilitat generada). Les dades només permeten baixar a nivell municipal. Els modes de transport considerats són:

- Peu i bicicleta (zero emissions)
- Vehicle privat (inclou cotxe com a acompanyant i com a conductor, moto com a acompanyant i com a conductor, furgoneta/camió, taxi i d'altres vehicles privats)
- Autobús (inclou autobús urbà, interurbà, escolar, d'empresa i autocars)
- Modes ferroviaris (inclou metro, tramvia, FGC, RENFE Rodalies, RENFE regional i llarg recorregut i altres mitjans de transport públic comunitari)

Per a calcular les variables distància del desplaçament (km), consum energètic (g) i emissions de CO₂ s'usa el sistema d'informació i de modelització de la xarxa de transports de Catalunya, propietat del Departament de Territori i Sostenibilitat, i desenvolupat i mantingut per MCRIT: el SIMCAT. La xarxa modelitzada inclou totes les infraestructures viàries i els serveis de transport públic actuals (Metro, FGC, RENFE, Tram i autobusos de TMB i EMT).

Quant al vehicle privat, les corbes de consum d'energia i d'emissions diferencien els turismes de les furgonetes i les motocicletes. S'usen les corbes mitjanes elaborades per l'Institut Cerdà a partir de les corbes CORINAIR ponderades pel parc de vehicles metropolità de l'any 2012. El càlcul del consum i de les emissions considera la velocitat a cada arc pel que passa el 'camí mínim'. Es realitza el càlcul en dos períodes: hora vall i hora punta, amb la velocitat en flux lliure i hora punta, respectivament, que conté el SIMCAT.

El consum d'energia i les emissions del transport públic (autobús i modes ferroviaris) es calculen en base a l'oferta i no a la demanda, ja que depenen dels veh·km en circulació. Es disposa dels factors de consum i d'emissions per viatger·km calculats a partir de les dades de consum, emissions i veh·km per tot Catalunya i aplicant-hi els factors d'ocupació mitjana del Pla de Transports de Viatgers de Catalunya.

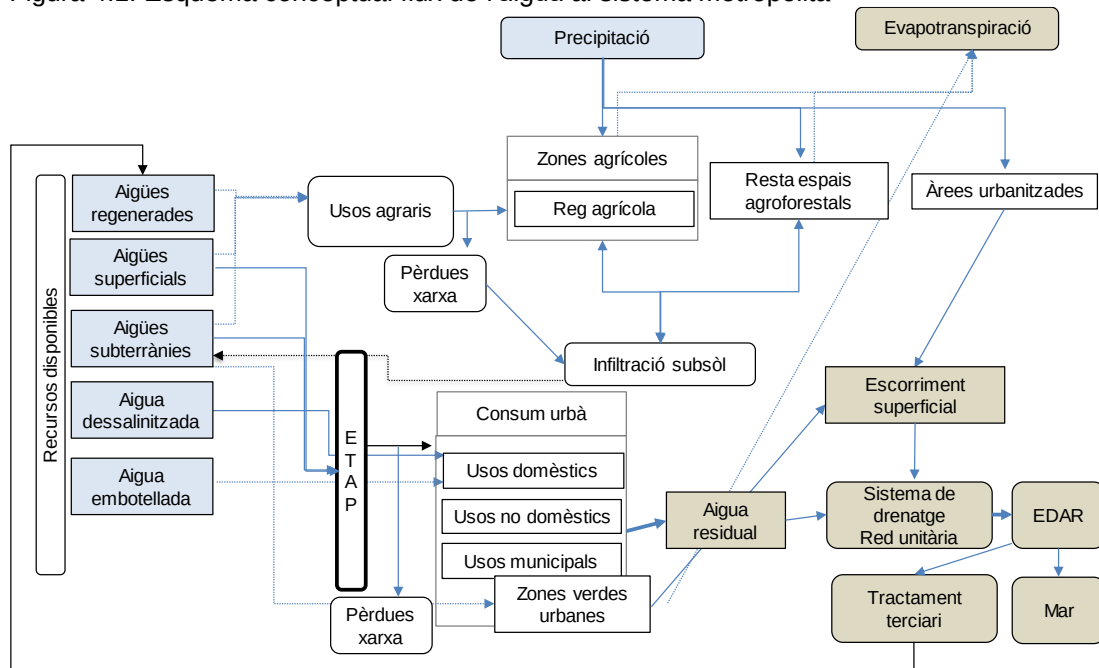
4 Fluxos d'aigua a l'àrea metropolitana de Barcelona

En el present apartat s'analitzen els fluxos de l'aigua del metabolisme de l'àrea metropolitana de Barcelona. S'inclouen els principals processos pels quals l'aigua es metabolitza a l'entorn urbà, les entrades, els consums i les sortides, i es quantifiquen els fluxos hídrics en cada fase. Així mateix, s'examinarà els sectors i els actors implicats en aquest cicle, així com la influència que exerceixen sobre el conjunt del funcionament urbà.

Els fluxos de l'aigua es poden subdividir en fluxos endosomàtics i exosomàtics. Els primers inclouen l'aigua que és consumida per cobrir les necessitats metabòliques de la biomassa vegetal, animal i humana del sistema urbà, mentre que els segons inclouen l'aigua que utilitza l'ésser humà en la realització d'altres funcions i serveis no relacionats amb la fisiologia dels vegetals, dels animals i de la població humana, com són els usos domèstics, els usos industrials i de serveis i altres usos municipals.

A continuació es presenta de forma esquemàtica els fluxos de l'aigua que s'han tingut en compte en el present treball per l'anàlisi metabolisme urbà de l'àrea metropolitana de Barcelona (Figura 4.1).

Figura 4.1. Esquema conceptual flux de l'aigua al sistema metropolità



Font: IERMB.

4.1 Flux d'aigua endosomàtic

En aquest apartat, dins el flux d'aigua endosomàtic, es presenta l'aigua que es consumida per cobrir les necessitats metabòliques de la biomassa vegetal, animal i humana del sistema urbà. Cada una de les fases, entrades, consums i sortides, s'expliquen a continuació:

4.1.1 Entrades

En aquest apartat, dins el flux d'aigua endosomàtic, es consideren dos tipus d'entrades al sistema metropolità, l'aigua de pluja i la resta de recursos disponibles per reg de les zones agrícoles és aprofitada per la biomassa vegetal.

Precipitació

L'àrea metropolitana de Barcelona té un clima mediterrani litoral, caracteritzat per una pluviometria mitjana de 550-700 mm a l'any, amb un règim pluviomètric estacional (AMB, 2013). Segons això, significa que als 636 Km² del conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, plouen cada any una mitjana de 382 Hm³. Per calcular el flux de l'aigua de pluja s'ha pres la distribució d'usos del sòl desagregat en quatre categories: Àrees urbanitzades, Zones verdes urbanes, zones agrícoles, resta d'espais agroforestals. La font de dades per obtenir aquesta distribució ha estat el Mapa de Cobertes del CREAM de 2009. Tot i que hi ha fonts cartogràfiques més precises i més recents per a algunes d'aquestes categories, com el mapa d'usos del sòl elaborats per l'AMB o estudis específics que quantifiquen el sòl destinat a usos agrícoles a l'àrea metropolitana de Barcelona (IERMB, 2016a), s'ha optat per utilitzar les dades del Mapa de Cobertes del CREAM per poder tenir la dada més homogènia possible.

Segons aquestes dades, dels 382 Hm³ que cauen a l'àrea metropolitana, aproximadament 187 Hm³ ho fan sobre àrees urbanitzades, uns 18 Hm³ sobre zones verdes urbanes, uns 32 Hm³ sobre zones agrícoles i un 144 Hm³ sobre la resta d'espais agroforestals.

Taula 4.1. Distribució dels usos del sòl i de recursos de pluja susceptibles de ser aprofitats.
AMB

	Ha	Hm ³
Àrees urbanitzades	3.127,11	187,61
Zones verdes urbanes	305,18	18,31
Agrícola	538,70	32,32
Resta espais agroforestals	2.397,90	143,87
Total AMB	6.368,90	382,13

Font: IERMB a partir de mapa de Cobertes del CREAM, 2009

Aigua de reg – Recursos disponibles

En aquest apartat cal fer palès que la informació sobre els fluxos d'aigua del reg agrícola a l'AMB, i en concret sobre els usos disponibles per a aigua de reg, a diferència d'altres sectors com els urbans (residencial, industrial i de serveis), està molt fragmentada i de vegades es pot disponible. En aquest treball, s'ha fet una feina de recerca dels recursos d'aigua disponibles per a reg de la

zona del Llobregat, ja que és una de les zones de reg més importants de l'àrea metropolitana i per les que s'han pogut trobar dades a aquest nivell.

La producció agrícola de la zona del Baix Llobregat depèn principalment de les aigües superficials dels rius Ter i Llobregat (Sistema Ter Llobregat). Tot i això, en les zones on aquestes aigües no arriben, les aigües subterrànies tenen un paper exclusiu. Així doncs, les aigües subterrànies tenen un paper complementari. En els darrers anys també s'estan aprofitant recursos provinents de les aigües regenerades provinents de les estacions de depuració d'aigües residuals (EDAR).

El Sistema Ter- Llobregat compta amb un volum embassat d'uns 600 hm³ anys (uns 400 Hm³ del sistema Ter i uns 200 Hm³ del sistema Llobregat) (ACA-Comissió ordinària de desembassament - Secció Ter-Llobregat). Gairebé un terç d'aquests recursos s'utilitzen per al manteniment dels embassaments i per feines de regulació de cabals i una petita part per activitats d'oci en el mateix embassament. Dels 400 Hm³ restants, entre un 70% i un 75% (dependent de la demanda de cada any) va a parar a abastament urbà (domèstic, industrial i serveis), i la resta s'utilitzen per al reg.

A la Taula 4.2 es mostren les principals zones de regadiu del sistema Ter-Llobregat.

Taula 4.2. Principals zones de regadiu del sistema Ter-Llobregat

Conca	Zona regable	Superfície DUN 2007 (ha)
Ter	Regs del Marge Esquerre (Sentmenat)	3.624
Ter	Regs del Marge Dret (Reg de Molí de Pals)	3784
Ter	Regs de Celrà-Cervià-Vinyals (esquerra i dreta)	1.085
Tordera	Regs del Canal Gelpí i del Molí	1.100
Besòs	Regs de Vallforners	331
Llobregat	Regs del Canal de la Infanta	148
Llobregat	Regs del Canal de la Dreta	1.052
Llobregat	Sèquia de Manresa	377
Total		11.501

Font: Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya. Agència Catalana de l'Aigua

En el sistema Llobregat, del que prové l'aigua de reg per l'àrea metropolitana, entre el 80% i el 85% són utilitzats en usos urbans i el 15% restant és utilitzat en reg.

Taula 4.3. Distribució dels volums desembassats al sistema Llobregat (Hm³).

	Oct 2013-Set 2014	Oct 2014-Set 2015	Oct 2015-Set 2016	Oct 2013-Set 2014	Oct 2014-Set 2015	Oct 2015-Set 2016
	Hm ³	Hm ³	Hm ³	%	%	%
Abastament	123	125,4	153	82,1	84,5	84,8
Reg	26,8	23	27,4	17,9	15,5	15,2
Total	149,8	148,4	180,4	100,0	100,0	100,0

Font: Agència Catalana de l'Aigua

En concret, l'Agència Catalana de l'aigua en les seves comissions de desembassament publica semestralment el cabal utilitzat per Reg en la zona del Llobregat i especifica aquell que està utilitzat al Canal de la Dreta. No especifica però el dedicat al C.R. del Canal de la Infanta, que,

tot i que encara es continua utilitzant, el continu creixement urbà i l'especulació urbanística ha reduït el nombre de regants que encara l'utilitzen³.

Taula 4.4. Distribució dels volums desembassats al sistema Llobregat (Hm³).

	Oct 2013-Set 2014	Oct 2014-Set 2015	Oct 2015-Set 2016
Reg Llobregat	26,8	23	27,4
C.R. Canal Dreta (Hm ³)	20,95	17,49	20,8

Font: Agència Catalana de l'Aigua

En el curs baix del Llobregat es troben diferents derivacions del riu. Per una banda hi ha dues captacions per abastament urbà: una a Abrera i l'altra a Sant Joan Despí. Per altra banda hi ha tres captacions per a ús agrícola, totes elles a la Vall Baixa i Delta del Llobregat: el Canal de la Infanta (CRCI), El Canal de la Dreta (CRCD) i el Rec de Sant Vicenç dels Horts (CRSVH). Cadascuna d'elles és gestionada per una Comunitat de Regants (Taula 4.5).

A banda de l'aigua superficial, també s'aprofiten els recursos provinents dels aquífers de la Vall Baixa i l'aquífer profund del Delta. Actualment s'extreuen aproximadament uns 5 Hm³ anuals per a reg agrícola.

Taula 4.5. Distribució de les unitats de gestió d'aigua superficial i subterrània i relació amb els àmbits geogràfics i les masses d'aigua de l'àrea hidrogeològica del Baix Llobregat, dins de l'àmbit de l'AMB. Utilització per a reg agrícola.

Àmbit geogràfic	Aquífer	Aigua subterrània	Aigua superficial	
Cubeta de Sant Andreu de la Barca (8 km ²)	Cubeta de Sant Andreu de la Barca	Comunitat d'Usuaris d'Aigües de la Cubeta de Sant Andreu (CUACSA)	---	
Vall Baixa i Delta (120 km ²)		Comunitat d'Usuaris d'Aigües de la Vall Baixa i Delta del Llobregat (CUADLL) S.D Regants S.D ha 5 Hm ³ (aprox.)	Comunitat de Regants de Sant Vicenç dels Horts (CRSVH) <i>Riera de Cervelló</i> <i>EDAR Sant Feliu</i> 50 regants 30,4 ha (aprox.)	
	Vall Baixa		AGBAR Sant Joan Despí	
			Comunitat de Regants del Canal de la Infanta (CRCI) <i>Riu Anoia i riera de Rubí</i> <i>EDAR de Rubí i de l'Anoia</i> 300 regants 625 ha (aprox.) SD Hm ³	Comunitat de Regants del Canal de la Dreta (CRCD) <i>Riu Llobregat</i> <i>Aigües regenerades depuradora del Prat</i> SD regants 1.100 ha (aprox.) 20 Hm ³ (aprox.)
	Superficial del Delta			
	Profund del Delta		---	

Nota: S.D = Sense Dades

Font: Comunitat d'Usuaris d'Aigües de la Vall Baixa i Delta del Llobregat. 'Situació actual de la gestió de les aigües a l'àrea hidrogeològica del Baix Llobregat. La visió dels usuaris'.

³ Amb la construcció de l'autovia es van eliminant les darreres preses que aportaven aigua del Llobregat al canal. Només en cas de sequera s'activa una bomba que aporta l'aigua d'aquest riu al canal.

Pel que fa a les aigües regenerades, segons les dades proporcionades per l'AMB, en el període de 2012 a 2015 una part de les aigües regenerades a l'EDAR de Sant Feliu de Llobregat s'utilitza en el reg agrícola. Els volums utilitzats han anat entre els 65 milers de m³ l'any 2015 (valor mínim en el període) i els 108 milers de m³ en el 2014 (valor màxim), això representa entre un 1,3 i 2,7% del total d'aigües regenerades utilitzades per al reg agrícola. Si es compara amb el total de volums desembassats en el sistema Llobregat, l'aigua regenerada només representa el 0,3%, de manera que queda molt recorregut per aprofitar aquest recurs.

Taula 4.6. Reutilització de l'aigua en diferents usos. Àmbit AMB. 2012-2015

		2012	2013	2014	2015		
		Cabal reutilitzat (milers m ³)	Cabal reutilitzat (milers m ³)	Cabal reutilitzat (milers m ³)	Cabal reutilitzat (milers m ³)	Cabal depurat (milers m ³)	Reutilitzat vs. Depurat (%)
ERA	Ús						
Gavà-Viladecans	Restitució hidràulica+reg agrícola	3.493	3.001	2.690	3.777	13.547	27,88%
Montcada i Reixac	Ús ambiental	1.000	1.000	1.000	1.000	17.150	5,83%
Sant Feliu de Llobregat	Reg agrícola	94	102	108	65	17.412	0,37%
	Golf	90	53	85	110	---	0,63%
Prat de Llobregat, el	Barrera contra la intrusió salina	14	11	15	11	---	
	Ús ambiental	2	6	---	---	86.358	0,00%
	Zones humides	339	351	82	---	---	
TOTAL		5.032	4.524	3.980	4.963	134.467	3,70%

Font: AMB

4.1.2 Consums

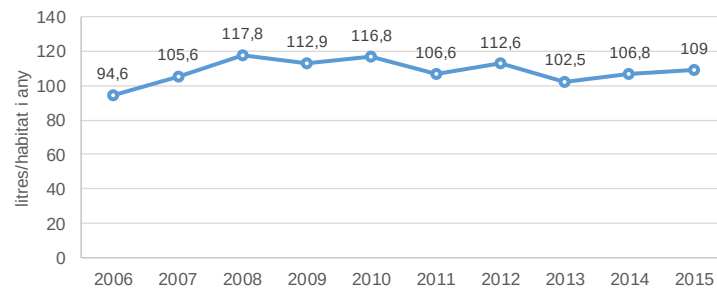
La part del consum del flux d'aigua endosomàtic correspon a l'aigua de boca de la població i l'aigua de reg necessària per produir els aliments que consumim.

Aigua utilitzada pel consum de boca

Les necessitats teòriques diàries d'aigua una persona són, de mitjana, d'uns 2,4 litres/hab. dia (Guyton, 1977). Aquestes necessitats es cobreixen majoritàriament a partir de l'aigua que es veu (que pot ser envasada o de l'aixeta), així com consumint altres begudes, o de l'aigua continguda als aliments que ingerim, principalment fruites i verdures. La proporció d'aigua que prové de cada un d'aquests orígens depèn dels hàbits de consum de la població i de la seva dieta.

En aquest apartat, s'han comptabilitzat el volum d'aigua embotellada que consumeixen els habitants de l'AMB. Per fer-ho, s'ha utilitzat la mitjana de consum d'aigua embotellada calculada per Catalunya a través de l'Enquesta de Pressupostos familiars de l'INE. En concret, s'utilitza la mitjana dels darrers cinc anys, de manera que el consum mitjà d'aigües minerals envasades és de 107,5 litres per habitant i any. S'ha de tenir en compte que l'aigua embotellada val gairebé 1.000 vegades més que l'aigua de l'aixeta i que no totes les persones s'ho poden permetre. Hi ha diferències en funció de la renda, però no s'han trobat estudis detallats per aquest àmbit, amb major desagregació territorial.

Gràfic 4.1. Consum mitjà per persona d'aigua embotellada a Catalunya (litres/habitant i any), 2009-2015.



Font: IERMB a partir de dades de l'Enquesta de Pressupostos Familiars.

Aigua de reg d'usos agrícoles

Pel que fa als consums d'aigua de reg, igual que ja passava amb els recursos disponibles, no es disposa de dades registrades o d'estudis on es quantifiqui el consum d'aigua per a usos agrícoles al conjunt de l'AMB. En aquest treball, es presenta una primera aproximació a aquests consums, realitzada a partir de la demanda teòrica dels conreus agrícoles. Per tal de calcular la demanda de reg de la producció actual a l'àrea metropolitana de Barcelona, s'ha utilitzat l'Eina de recomanacions de Reg Agricultura' proporcionada pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, amb l'objectiu d'ajudar als agricultors tècnics de reg, agricultors i altres experts en el càlcul de les necessitats de reg de l'agricultura.

En concret, les necessitats hídriques en aquesta eina es calculen a partir de les dades diàries meteorològiques per l'estació de referència que cada usuari esculli al caracteritzar la seva explotació. En el nostre cas s'han agafat l'estació meteorològica de Viladecans al Baix Llobregat. Les dades meteorològiques són l'evapotranspiració de referència (ET_o) (mm) i la precipitació enregistrada (mm) a cadascuna de les estacions agroclimàtiques que pertanyen a la Xarxa d'Equipaments Automàtics Meteorològics de Catalunya (XEMA).

El coeficient de cultiu (KC) s'obté d'una base de dades introduïda al programa, juntament amb la definició per part de l'usuari de les dates d'inici i finalització del cicle del cultiu i amb el càlcul de l'ombrejament. Per establir les dades d'inici i finalització del cicle de cultiu s'han agafat els valors proporcionats per tècnics del Parc Agrari (Figura 4.2), i el càlcul de l'ombrejament també ha estat el que l'eina incorpora per defecte.

Figura 4.2. Calendari de cultius utilitzats en el càlcul de les necessitats hídriques a l'àrea metropolitana de Barcelona.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
Alls												
Apis												
Carbassó												
Carxofa 1r any												
Carxofa 2n any												
Ceba												
Col												
Coliflor												
Enciam primavera												
Escarola												
Espinacs												
Faves												
Melons												
Mongeta												
Pastanagues												
Patata												
Pebrots												
Porro												
Raves												
Tomàquet												

Font: A partir de coneixement expert dels tècnics del Parc Agrari del Baix Llobregat.

Finalment, la darrera variable que s'ha de tenir en compte, és el tipus de sistema de reg, que a l'eina es pot seleccionar entre: reg localitzat, reg per superfície (també anomenat per inundació), reg per aspersió, i pivot o canó. En el nostre cas, a causa de la manca de dades concretes del tipus de sistema de reg per cada tipus de conreu i superfície regada, s'ha considerat que tots els cultius d'hortalisses es reguen amb reg en superfície, ja que sí que és sistema de reg predominant al Parc Agrari.

El càlcul de les necessitats de reg per aquest estudi s'han calculat per l'any 2016, ja que, segons els tècnics del Parc Agrari és on s'apropen més a les dades reals de superfícies per tipus de conreu. Les dades de superfície a partir de les quals es calculen les necessitats de reg són les proporcionades pel Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAAR), en la seva base de dades de l'Estadística de superfícies i produccions de conreus agrícoles de l'any 2015 del DAAR, que proporciona les superfícies a escala municipal per diferents tipus de cultius. A partir de les dades de superfícies municipals s'han pogut calcular les dades del conjunt de l'AMB. Per calcular les necessitats de reg de l'àmbit de l'AMB es consideren únicament els conreus d'herbacis hortícoles de regadiu, i els llenyosos es consideren de secà. Aquest càlcul, per tant, pot subestimar les necessitats reals de reg, perquè no inclou els conreus llenyosos, ni tampoc altres conreus herbacis de regadiu com els cereals. Tot i això, la major part dels conreus a l'AMB són conreus herbacis d'horta i, per tant, s'estaria captant la major part de les necessitats de reg de l'agricultura professional en aquest àmbit.

Així doncs, les necessitats hídriques dels conreus herbacis d'horta s'han calculat amb dades de superfície de 2016 i amb dades climàtiques del mateix any per la següent distribució de superfície de conreus:

Taula 4.7. Distribució de superfícies de conreus a partir dels quals s'ha calculat les necessitats hídriques dels conreus herbacis de regadiu del conjunt de l'AMB, 2016.

	2016 Ha
Carxofa	350
Ceba	111
Fava tendra	142
Tomàquet	89
Enciam	121
Col de cabdell	86
Api	46
Espinac	37
Bleda	24
Patata d'estació mitjana	27
Mongeta tendra	29
Carabassa i carabassó	31
All	44
Porro	20
Coliflor	17
Escarola	38
Cogombre	14
Rave	5
Pastanaga	9
Albergínia	9
Pebrot	10
Síndria	4
Meló	4
Total	1.267,0

Font: IERMB a partir de DAAR.

Segons aquests conreus, tenint en compte que el sistema de reg és per inundació (eficiència del 55%) i amb dades climàtiques del 2016, les necessitats netes de reg teòriques van ser de 7,14 Hm³/any. Si es compara amb les dades dels recursos disponibles, que depenen de l'any poden variar entre els 22 Hm³ i els 26 Hm³ (incloent-hi superficials i subterrànies), es comprova que en aquest cas, els recursos disponibles són suficients per cobrir la demanda de reg, i que encara queda marge per augmentar les superfícies. D'alguna manera, els desembassaments que actualment té previstos l'ATLL, superen les necessitats teòriques de reg dels conreus hortícoles. En aquest punt, però, s'ha de destacar que tot i que la quantitat d'aigua és adequada, la qualitat de vegades no ho és, degut a la seva salinitat, i aquesta és una de les principals problemàtiques a què s'enfronten els pagesos de la zona.

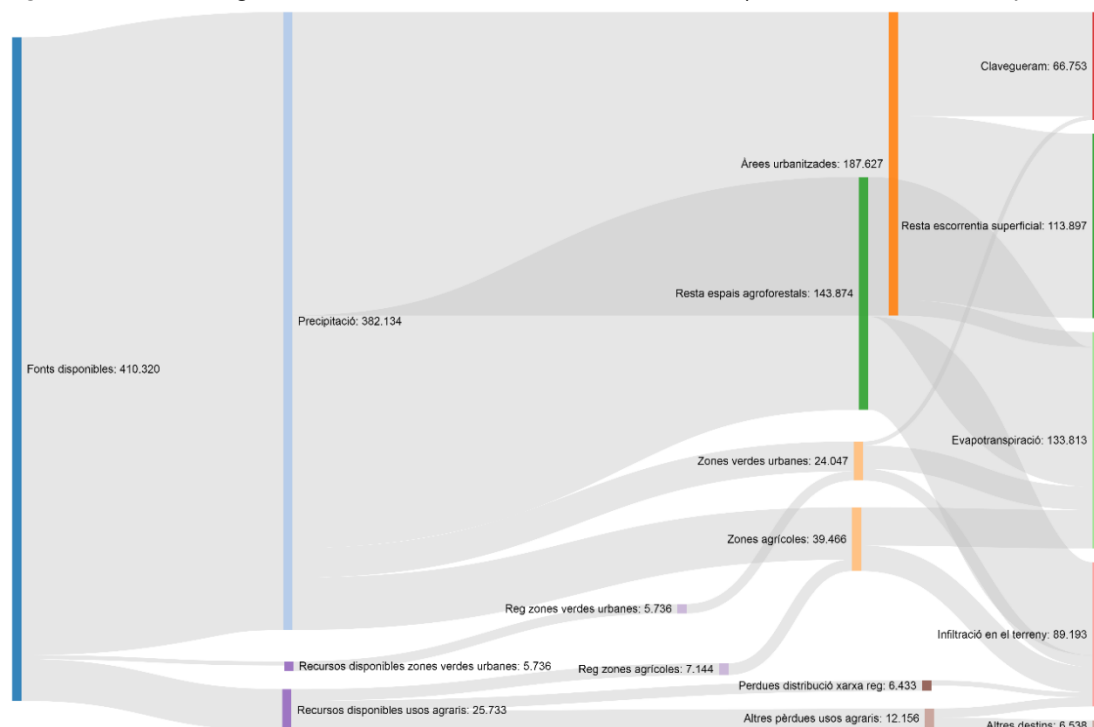
Aigua de reg zones verdes urbanes

En el flux d'aigua endosomàtic també s'ha incorporat el consum d'aigua destinat al reg dels jardins públics a l'AMB. Un estudi realitzat l'any 2002, on analitzava el consum d'aigua dels jardins privats del conjunt de la regió metropolitana de Barcelona, estimava que aquest era de 7,56 Hm³ (Parés et al., 2004). D'aquests 2,7 Hm³ corresponien al municipi de Barcelona i 3,0

Hm³ a la resta de l'àrea metropolitana. Així doncs, el consum d'aigua pel reg de jardins en l'àmbit de l'AMB se situava en els 5.7 Hm³ 76 milers de m³.

A la Figura 4.3 es presenten el flux endosomàtic d'aigua:

Figura 4.3. Flux d'aigua endosomàtic a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en milers de m³)



Nota: Els volums són aproximats i representen una dada mitjana d'anys propers al 2014, que varia en funció de la font de les dades. Per realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.
Font: IERMB a partir de fonts diverses

4.1.3 Sortides

De total d'aigua de pluja (i de l'aigua de reg que arriba a les zones agrícoles), una part és evaporada per la vegetació, una part s'evapora directament, una altra part s'infiltra al subsòl i la resta drena superficialment cap al sistema de clavegueram. Aquestes pèrdues varien en funció de cada tipus d'ús del sòl.

A la Taula 4.8 s'han esquematitzat tots els fluxos de l'aigua de pluja i es mostren els percentatges aplicats per cada una de les sortides.

Taula 4.8. Flux de l'aigua endosomàtic a l'AMB. Supòsits per al càlcul.

	Evapotranspiració	Escorriment superficial	Infiltració subsòl
Àrees urbanitzades	5%		95%
Zones verdes urbanes	60%	30%	10%
Zones agrícoles	Depèn de la distribució de conreus	40%	
Resta espais agroforestals	60%	40%	

Font: IERMB

En els sòls agrícoles, les pèrdues també depenen del tipus de sistema de reg i les pèrdues a la xarxa, tal com s'indica a la taula següent. Aquestes dades s'han utilitzat per calcular les necessitats de reg dels diferents conreus.

Taula 4.9. Flux de l'aigua endosomàtic a l'AMB. Supòsits per al càlcul de l'eficiència del sistema de reg.

Sistemes de regatge	Eficiència de conducció	Eficiència de distribució	Eficiència d'aplicació	Eficiència global
Gravetat	90%	75%-80%	55%-60%	40%-50%
Aspersió	90%	85%-90%	65%-70%	55%-65%
Localitzat	90%	85%-90%	80%-85%	70%-80%

Font: ACA

4.2 Flux d'aigua exosomàtic

En el present apartat, per a l'anàlisi del flux d'aigua exosomàtic a l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona, es consideren les entrades –que serien els recursos disponibles pel consum urbà– els consums realitzats pels diferents sectors d'activitat, i les sortides, en forma de pèrdues de la xarxa o d'aigües residuals. Algunes de les aigües residuals, passen un procés de tractament terciari, i esdevenen aigües regenerades que poden ser utilitzades en altres fases del cicle de l'aigua, com per exemple pel reg de conreus. Aquestes últimes s'han considerat en l'apartat de recursos disponibles.

4.2.1 Entrades

A l'àrea metropolitana de Barcelona hi ha tres tipus de recursos hídrics disponibles: aigua potable distribuïda a partir de la xarxa regional de subministrament d'aigua, l'aigua regenerada i aigua freàtica.

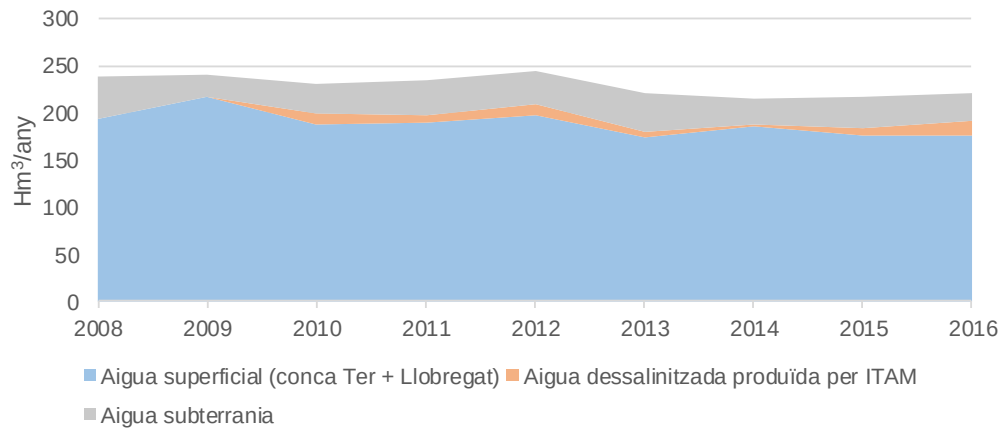
Aigua potable

Les principals fonts de subministrament d'aigua potable procedeixen de les conques dels rius Ter i Llobregat. El pes de l'aigua de cada una de les conques varia anualment en funció de les característiques pluviomètriques de cada conca i dels recursos disponibles (Gràfic 4.2). L'aigua de la conca del Llobregat es capta del mateix riu (origen superficial - embassaments de la Baells, la Llosa del Cavall i Sant Ponç) i de l'aquífer subterrani de la Vall Baixa i del delta del Llobregat, la Cubeta de Sant Andreu i el pla de Barcelona. A la conca del Ter, l'aigua s'extreu exclusivament del riu (embassaments Sau i Susqueda). Finalment, també s'aprofiten fonts subterrànies de l'aquífer del riu Besòs. Per últim, una petita part de l'aigua es capta al mar, es potabilitza a la dessalinitzadora i s'injecta a la xarxa de subministrament barrejada amb l'aigua procedent d'altres fonts.

L'aigua de la conca del Llobregat es potabilitza a les estacions de tractament d'aigua potable (ETAP) de Sant Joan Despí i d'Abrera i la provinent del riu Ter a l'estació de tractament de Cardedeu. Altres potabilitzadores de menys envergadura, que tractin aigua subterrània, es troben

a Castellbisbal, Sant Vicenç dels Horts, Molins de Rei, Sant Feliu de Llobregat, el Prat de Llobregat, Montcada i Reixac, Barcelona (Besòs) i Barberà del Vallès.

Gràfic 4.2. Procedència de l'aigua que gestionen les companyies subministradores a l'àrea metropolitana de Barcelona, 2008-2016.



Font: AMB

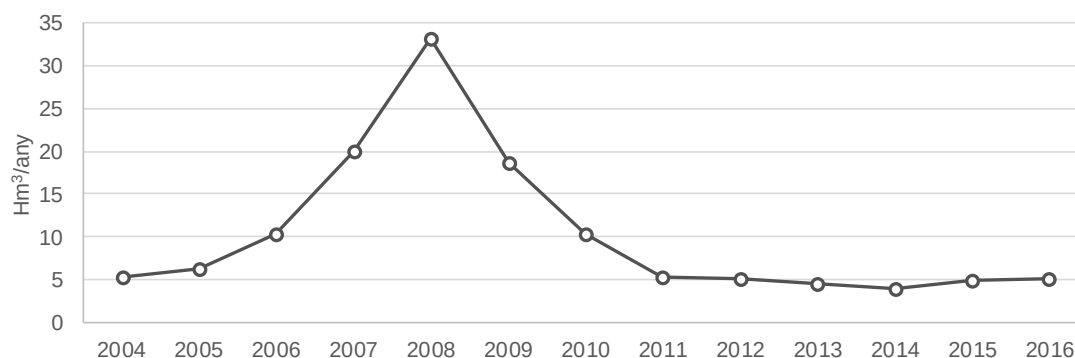
Aigua regenerada

Les aigües regenerades són aigües residuals que, una vegada depurades, reben els tractaments addicionals en una estació de regeneració d'aigua (ERA) que les fan adient per a determinats usos. A l'àmbit metropolità les principals estacions de regeneració d'aigua metropolitanes són tres: Gavà-Viladecans, Sant Feliu de Llobregat i el Prat de Llobregat.

Els principals usos de l'aigua regenerada són el reg agrícola i de zones verdes, l'ús ambiental, la barrera contra la intrusió salina, la neteja de carrers i l'ús industrial, i en funció de l'ús final de l'aigua regenerada reben un tipus de tractament o un altre.

El volum d'aigua regenerada i reutilitzada en altres usos va arribar al seu màxim l'any 2008 coincidint amb una de les sequeres més severes que ha patit Catalunya en les darreres dècades. Des d'aleshores l'aigua reutilitzada s'ha estabilitzat al voltant dels 5 Hm³ anuals, el que representa un percentatge molt baix del total distribuït. L'any 2016 va ser de 5,2 m³.

Gràfic 4.3. Volum d'aigua regenerada i reutilitzada en altres usos, 2004-2016, AMB



Font: AMB

Aigua freàtica

L'aigua subterrània, quan té un cabal reduït d'extracció o per la concentració de sals i altres elements que porta dissolta, no es pot utilitzar com a aigua potable, però sí per altres usos no potables municipals, similars als de l'aigua regenerada. Els principals usos d'aquesta aigua són el reg de parcs i jardins, així com la neteja de carrers i clavegueram.

Taula 4.10. Ús d'aigua del freàtic per a usos municipals als municipis de l'AMB. 2003-2012.

Nom Àmbit	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Badalona	3	14	8	9	20	30	51	50	71	71
Badia del Vallès	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Barberà del Vallès	0	0	0	5	6	3	1	5	3	5
Barcelona	539	698	752	712	842	1007	1020	1046	1033	1337
Begues	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4	2	2	1	1	2
Castellbisbal	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Castelldefels	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1	0
Cerdanyola del Vallès	0	0	164	0	0	47	49	27	27	16
Cervelló	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Corbera de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Cornellà de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	32	32	32	32	34
Esplugues de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10	13	N.D.	0	0
Gavà	0	0	0	2	5	7	8	12	11	11
Hospitalet de Llobregat, l'	0	0	8	21	33	134	126	99	139	145
Molins de Rei	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	568	771	536	523	573	695
Montcada i Reixac	N.D.	0	0	0	N.D.	4	6	2	3	17
Montgat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	1	1	1	1	1
Pallejà	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Palma de Cervelló, la	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Papiol, el	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Prat de Llobregat, el	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8	32	27	28	24
Ripollet	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6	N.D.	7	7	23	30
Sant Adrià de Besòs	0	177	181	192	217	217	217	180	200	204
Sant Andreu de la Barca	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	11	31	22	11	21
Sant Boi de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Sant Climent de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Sant Cugat del Vallès	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10	15	32	32	11	7
Sant Feliu de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0	1	3	3
Sant Joan Despí	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.	97	6
Sant Just Desvern	0	0	2	9	12	8	10	3	7	10
Sant Vicenç dels Horts	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0	N.D.	0	0
Santa Coloma de Cervelló	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.	0	0
Santa Coloma de Gramenet	119	117	105	201	210	210	220	230	28	102
Tiana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrelles de Llobregat	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	0
Viladecans	2	2	9	14	23	84	121	157	147	127
AMB	663	1008	1228	1165	1955	2600	2514	2455	2448	2867

Font: AMB

La competència de la gestió d'aquests recursos recau en cada Ajuntament. Actualment només es disposen de dades d'utilització d'aigua del freàtic pel període de 2003 a 2012. En breu, Aigües de Barcelona gestionarà per encàrrec de l'AMB l'aprofitament de les aigües freàtiques, un pas més dins el cicle integral, que fins ara feien alguns ajuntaments.

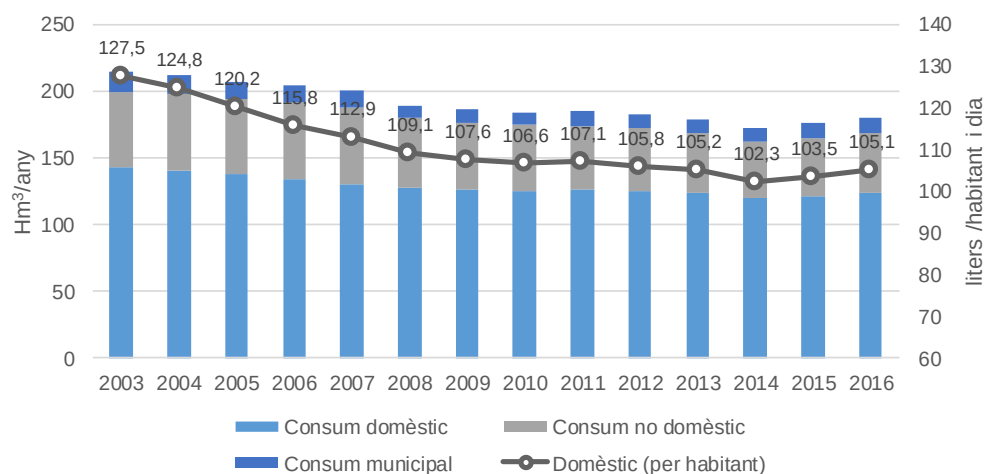
4.2.2 Consums

En aquest apartat s'inclouen els consums urbans d'aigua facturada per diferents sectors (consum en baixa). Les pèrdues del sistema de subministrament es presenten en l'apartat següent.

Consums urbans

S'observa una disminució generalitzada del consum d'aigua facturada pels diferents sectors en el període de 2003-14, que passa de 214 Hm³/any a 172 Hm³/any (Gràfic 4.4). La disminució relativa més important es dona, però, als sectors industrial i econòmic. Així doncs, tant les millores en eficiència com la reducció, en si mateixa, de l'activitat productiva a causa de la crisi econòmica es veuen reflectides en aquestes dades. Les dades de 2015 i del 2016 apunten un trencament de la tendència a la baixa, amb un augment del consum en tots tres sectors respecte de l'any 2014, tot i que l'augment més important en termes relatius s'ha donat en els usos municipals (14%).

Gràfic 4.4. Consum d'aigua facturada per sector (domèstic, no domèstic i municipal) i del consum domèstic d'aigua per habitant a l'àmbit de l'AMB, 2003-2016.



Font: AMB

Taula 4.11. Consum d'aigua facturada per sector (domèstic, no domèstic i municipal) i del consum domèstic d'aigua per habitant a l'àmbit de l'AMB, 2003-2016.

Any	Consum domèstic	Consum no domèstic	Consum municipal	Consum aigua total	Domèstic (per habitant)
2003	143	56	15	214	127,5
2004	141	57	14	212	124,8
2005	138	57	13	207	120,2
2006	134	58	12	204	115,8
2007	130	57	13	200	112,9
2008	127	53	9	189	109,1
2009	126	49	11	186	107,6
2010	125	49	10	184	106,6
2011	126	48	11	185	107,1
2012	125	47	11	183	105,8
2013	124	45	10	179	105,2
2014	120	42	10	172	102,3
2015	121	44	11	176	103,5
2016	124	45	12	180	105,1

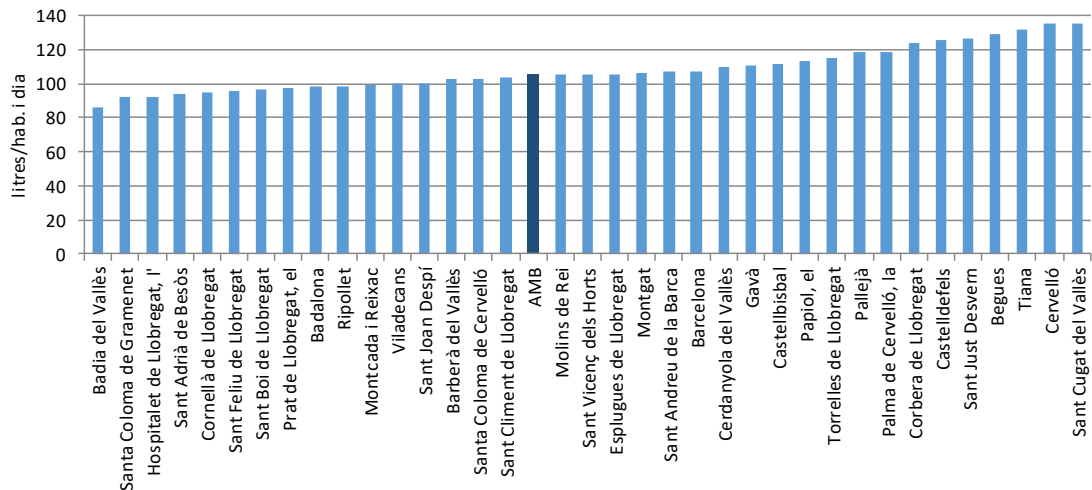
Font: AMB

El consum domèstic d'aigua per habitant també segueix una tendència general a la baixa en el període de 2003 al 2014, amb un lleuger trencament de la tendència l'any 2015 (103,5 litres per persona i dia) que continua a l'alça l'any 2016 (105,7 litres per persona i dia).

El descens del consum domèstic respon a una combinació de causes tant de tipus tecnològic, social, relacionat amb el canvi en els hàbits de consum de la població i econòmic, a causa de l'augment del preu del recurs. La millora de l'eficiència en els aparells de consum ha permès reduir els consums. D'altra banda, les campanyes de conscienciació, en especial en temps de sequera, també han influït en l'ús del recurs per part de la població portant-los a tenir hàbits de consum més conservadors. D'altra banda, els factors econòmics, afecten de dues maneres. El consum domèstic d'aigua, a part d'altres variables, està directament relacionat amb la renda de la població (Domene i Saurí, 2005; Domene i Saurí, 2006; Domene, 2014). L'impacte de la crisi econòmica en els ingressos de la població de l'àrea metropolitana de Barcelona ha fet disminuir la capacitat de despesa de les famílies. D'altra banda, l'increment del preu del recurs en els darrers anys (vegeu l'Apartat 6.2.1), ha influït directament en la capacitat de despesa d'aquest recurs bàsic, en especial en les famílies que tenen menys recursos com es mostrarà més detalladament en l'apartat 6.4).

De fet, tot i que el resultat de la combinació d'aquests factors han provocat una disminució en el conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, cal fer palès que aquesta millora amaga alguns aspectes de distribució desigual en el territori metropolità, tant en termes socials com espacials. Els valors a escala municipal ja mostren algunes d'aquestes diferències (Gràfic 4.5), però en els apartats 6.4 i 7.1 s'aprofundirà precisament en les desigualtats socioespacial, posant el focus en els grups socials i els territoris més vulnerables.

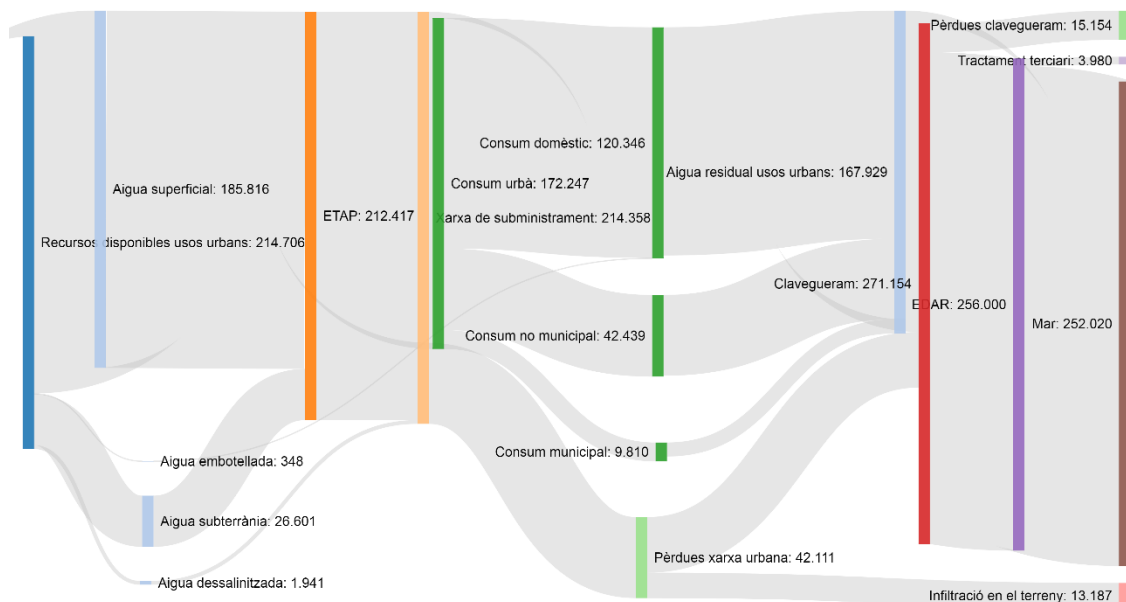
Gràfic 4.5. Consum domèstic d'aigua per habitant als municipis de l'AMB, 2016.



Font: AMB

Els valors pels diferents municipis són relativament baixos, propis de models urbans compactes, ben diferents dels models urbans dispersos de baixa densitat on els usos exteriors, tals com piscines i jardins, són més presents. Així i tot,, es dona una distribució desigual entre municipis. El municipi de l'àrea amb un consum per habitant més elevat l'any 2016 és Sant Cugat del Vallès, i el més baix, Badia del Vallès, com es comprova, molt associat al nivell de renda.

A continuació es presenta un diagrama del flux d'aigua exosomàtic de l'àmbit metropolità.

Figura 4.4. Flux d'aigua exosomàtic: Recursos disponibles i consums urbans a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en milers de m³)

Font: Nota: Els volums són aproximats i representen una dada mitjana d'anys propers al 2014, que varia en funció de les fonts de dades. Per realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.

Font: IERMB a partir de fonts diverses

4.2.3 Sortides

En aquesta part del flux de l'aigua s'inclouen les sortides degudes a les pèrdues a la xarxa durant el procés de distribució de l'aigua de consum urbà, així com les aigües residuals que a través de la xarxa de clavegueram van a parar a les depuradores i d'aquí són abocades al mar per un emissari submarí, o utilitzades per altres usos.

Pèrdues d'aigua de la xarxa

Les pèrdues d'aigua de la xarxa de subministrament d'aigua potable de l'àmbit metropolità fluctuen entre el 56% i el 83%, depenent del municipi. La majoria de població està coberta per l'empresa Aigües de Barcelona, que té uns rendiments del voltant del 83%.

Taula 4.12. Cabals i rendiments de la xarxa de distribució d'aigua potable segons companyies. AMB. 2015

	Entrant (milers m3/any)	Sortint (milers m3/any)	Rendiment companyies
Aigües de Barcelona	191.276	159.359	83%
SOREA Badia	645	535	83%
SOREA Cervelló	780	511	65%
SOREA Corbera	1.291	719	56%
SOREA Ripollet	2.323	1.815	78%
SOREA St Cugat	8.029	6.548	82%
SOREA Tiana	633	524	83%
AIGÜES St Vicenç Horts	2.275	1.390	61%
AQUALIA St Andreu de la Barca	2.237	1.649	74%
AQUALIA Molins de Rei	1.543	1.280	83%
SABEMSA	2.420	2.263	94%
AICSA	2.525	2.226	88%
CASSA	407	283	69%
APSA	4.267	3.528	83%
A CAT	177	146	82%
TOTAL AMB	217.019	178.066	82%

Font: AMB

Aigües residuals

A l'àmbit de l'AMB les aigües residuals, ja siguin d'usos domèstics, comercials, industrials o municipals es recullen al clavegueram, que gestiona cada municipi, el que s'anomena com a "sanejament en baixa". A continuació, el clavegueram municipal connecta amb la xarxa de col·lectors, situats per tot el territori metropolità, que transporten les aigües residuals a les depuradores "sanejament en alta". L'any 2014 van arribar a les depuradores 256.000 milers de metres cúbics. S'ha de dir, però, que aquest volum incorpora tant les aigües residuals produïdes als diferents usos, com l'aigua de la pluja que ha arribat al clavegueram, ja que a l'àmbit de l'AMB no hi ha un sistema diferenciat d'aigua de pluvials i d'aigües residuals, sinó que es tracta d'una xarxa unitària.

La contribució dels diferents usos urbans i de les pluvials a les aigües residuals es calcula a partir de l'estudi de (Barracó et al., 1999) i es representa a la Figura 4.4.

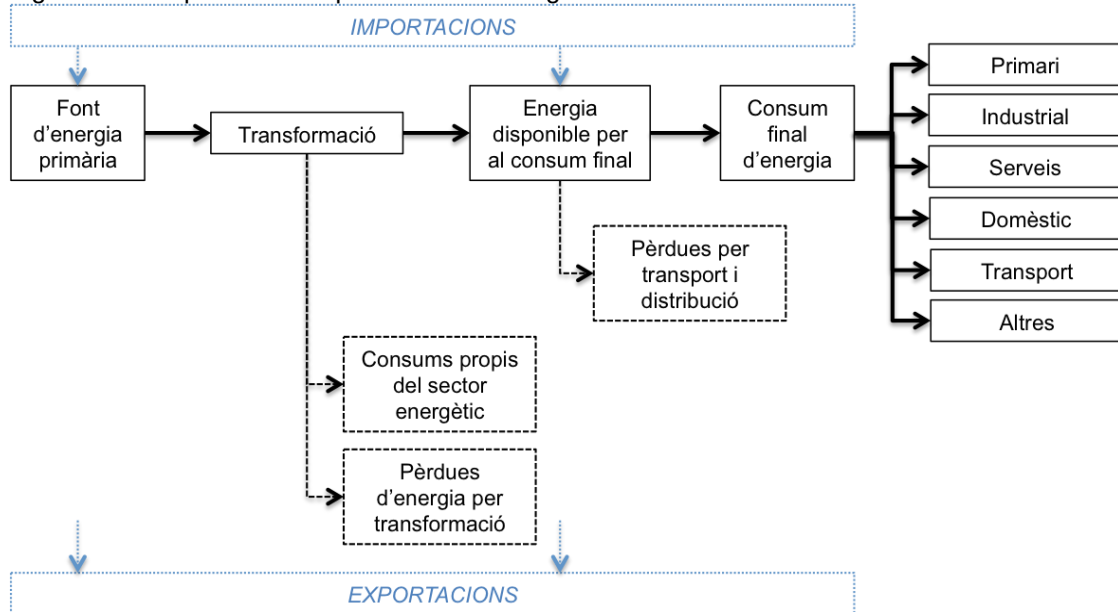
5 Flux d'energia exosomàtica a l'àrea metropolitana de Barcelona

El present treball se centra en l'anàlisi quantitativa dels fluxos d'energia exosomàtica a l'àmbit de l'AMB, tot donant compte de les entrades al sistema, dels consums per sector d'activitat, incloent-hi els propis del sector energètic, i de les sortides en forma d'emissions contaminants.

Quant als fluxos d'energia exosomàtica, s'analitzen els fluxos de consum d'energia elèctrica, de gas natural canalitzat (on no s'inclouen els consums de les centrals de producció d'energia elèctrica en règim ordinari), de gasos liquats del petroli o GLP (butà, propà i mescla), i de combustibles líquids derivats del petroli, tals com gasolines, gasoils i fueloil. Per últim, la unitat d'energia en el Sistema Internacional d'Unitats (SI) és el Joule (J). Un Joule és l'energia gastada quan 1 kg es mou 1 m per una força d'1 Newton. Així doncs, en endavant els resultats d'energia es presenten en Joules (J).

A la Figura 5.1 es mostra l'esquema conceptual del flux d'energia exosomàtica a l'àmbit de l'AMB.

Figura 5.1. Esquema conceptual del flux energia exosomàtica a l'àmbit de l'AMB.



5.1 Entrades

L'energia de les fonts primàries no es pot utilitzar directament en la seva forma elemental, sinó que ha de ser transformada en energia útil. Així doncs, la comptabilitat del flux d'energia exosomàtica a l'àmbit metropolità ha estat acotada a la producció dels principals vectors energètics (entrades d'energia al sistema metropolità): energia elèctrica, gas natural, gasos

liquats del petroli o GLP (butà, propà i mescla), i combustibles líquids derivats del petroli (gasolines, gasoil i fueloil).

A l'àrea metropolitana de Barcelona hi ha tres tipus d'infraestructures energètiques: les centrals de producció i la xarxa elèctrica, les infraestructures relacionades amb el gas natural i les relacionades amb els productes petrolífers. La gestió d'aquestes infraestructures està regulada per l'Estat Espanyol i la Generalitat de Catalunya, i l'efectuen diverses empreses, com Red Eléctrica Española (REE), ENAGAS o la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).

Energia elèctrica

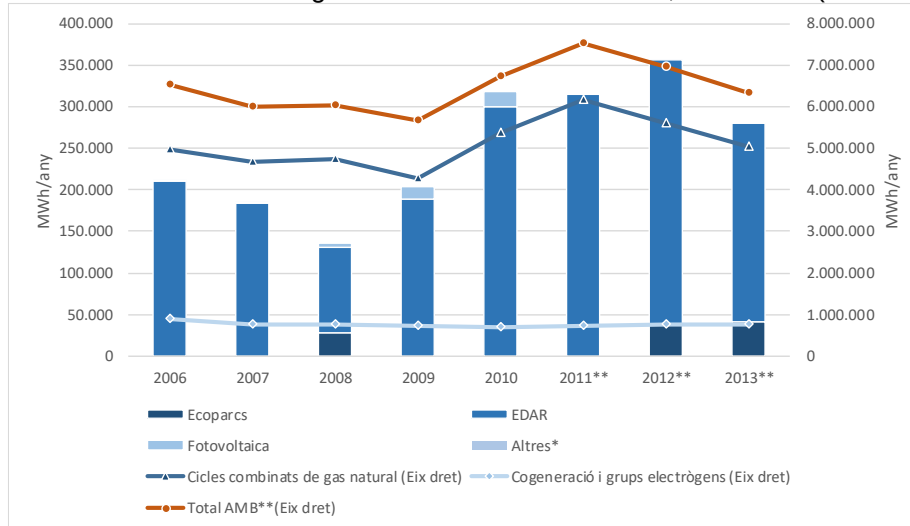
L'energia elèctrica a l'àmbit metropolità es produeix, majoritàriament a les grans centrals productores catalanes i metropolitanes: centrals de cicle combinat de gas natural, de cogeneració, tèrmiques nuclears i hidroelèctriques. A l'àrea metropolitana de Barcelona es troben algunes centrals de producció d'energia elèctrica (Taula 5.1). A la Figura 5.2 es mostra l'evolució en la producció bruta d'energia elèctrica per forma de generació a les centrals de l'àrea metropolitana de Barcelona (el 2013 és el darrer any amb dades de producció disponibles).

Taula 5.1. Instal·lacions de servei públic en Règim Ordinari situades en l'àmbit de l'AMB.

Tipus de central	Instal·lació	Titular	Potència (kW)	Municipi	Estat
Centrals tèrmiques convencionals de servei públic	BADALONA II	FECSA	344.000	Badalona	Tancada des de 1994
Cicles combinats de gas natural de servei públic	PORT DE BARCELONA 1	GAS NATURAL SDG, S.A.	412.630	Barcelona	En funcionament des de 2010
Cicles combinats de gas natural de servei públic	PORT DE BARCELONA 2	GAS NATURAL SDG, S.A.	426.050	Barcelona	En funcionament des de 2010
Centrals tèrmiques convencionals de servei públic	G.E. PORT DE BARCELONA	GAS NATURAL SDG, S.A.	5.170	El Prat de Llobregat	Tancada des de 2009
Cicles combinats de gas natural de servei públic	COGENERACIÓ PRAT	COGENERACIÓ PRAT, S.A.	47.900	El Prat de Llobregat	Tancada des de 2011
Centrals tèrmiques convencionals de servei públic	BESOS	TERMICAS DEL BESOS, S.A.	300.000	Sant Adrià de Besòs	Tancada des de 2003
Centrals tèrmiques convencionals de servei públic	SANT ADRIA	Endesa Generación, S.A.	700.000	Sant Adrià de Besòs	Tancada des de 2010
Cicles combinats de gas natural de servei públic	BESOS, GRUPO 3	Endesa Generación, S.A.	373.100	Sant Adrià de Besòs	En funcionament des de 2002
Cicles combinats de gas natural de servei públic	BESOS, GRUPO 4	GAS NATURAL SDG, S.A.	401.400	Sant Adrià de Besòs	En funcionament des de 2002
Cicles combinats de gas natural de servei públic	BESOS, GRUP 5	Endesa Generación, S.A.	861.250	Sant Adrià de Besòs	En funcionament des de 2010

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN. Disponibles a: http://icaen.gencat.cat/ca/energia/estadistiques/resultats/annuals/produccio_energia/.

Figura 5.2. Producció bruta d'energia elèctrica a l'àmbit de l'AMB, 2006-2013 (dades en MWh).

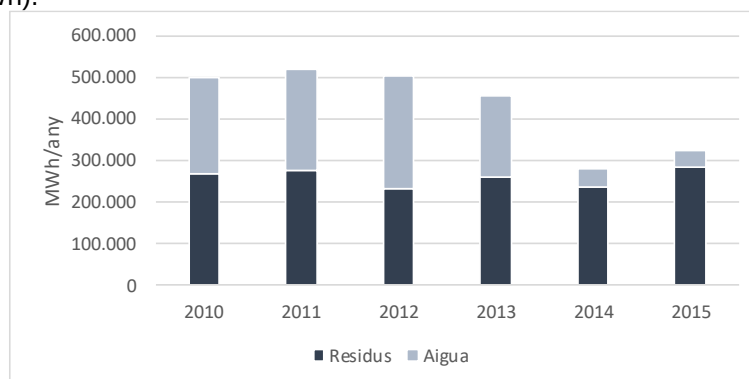


Notes: (*) La categoria 'Altres' inclou: abocadors, centrals tèrmiques convencionals de servei públic, biomassa forestal, eòlica, hidràulica, residus industrials no renovables, residus industrials renovables i RSU. (**) Les dades del total de la producció bruta dels anys 2011, 2012 i 2013 són incompletes en no estar disponible la informació referent a les instal·lacions fotovoltaïques.

Font: ICAEN i Ministerio de Indústria, Energía y Turismo.

La fracció d'energia elèctrica produïda d'energies renovables és molt baixa a l'àrea metropolitana de Barcelona. A més, les dades de producció d'energia en instal·lacions fotovoltaïques arriben fins al 2010. Els anys de màxima producció (2009 i 2010) es van generar 14.000 MWh (0,2% de la producció total d'electricitat) i 17.224 MWh (0,3%), respectivament, la qual cosa va suposar passar d'una producció de 1.351 MWh a una de 17.224 MWh en només quatre anys (període 2006-2010). Per acabar, a la Figura 5.2 es mostren dades més detallades sobre la cogeneració d'energia a les instal·lacions de gestió de residus i d'aigua de l'AMB.

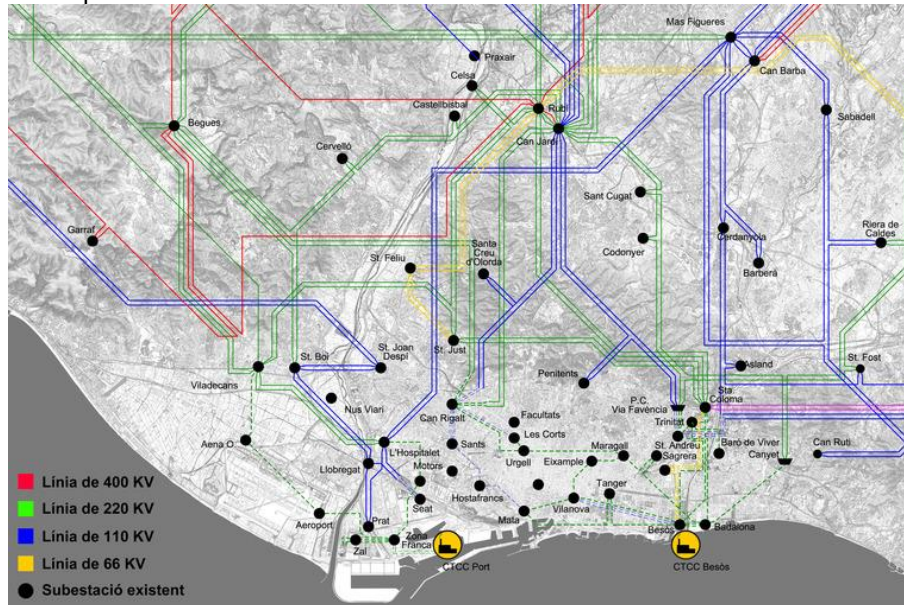
Figura 5.3. Cogeneració d'energia a les instal·lacions de residus i d'aigua de l'AMB, 2010-2015 (dades en MWh).



Font: AMB.

L'energia elèctrica generada a les centrals de l'àmbit de l'AMB es distribueix a través de la xarxa d'alta tensió (interconnectada amb el sistema de transmissió elèctrica nacional) fins als principals punts de consum, des dels quals ja es distribueix a través de la xarxa de mitjana tensió (Figura 5.4). Destaquen els centres de transformació de la xarxa de 400 kV situats a Begues, Sentmenat i Rubí.

Figura 5.4. Esquema de l'actual xarxa elèctrica en alta a l'àmbit de l'AMB.



Font: AMB. Disponible a: <http://www.amb.cat/web/territori/infraestructures-metropolitanes/sobre-les-infraestructures/energia>.

Gas natural canalitzat

Actualment tot el gas natural que es consumeix a l'àmbit de l'AMB (i a Catalunya) s'importa des d'altres països. El gas natural importat es tracta, majoritàriament, a la planta regasificadora del Port de Barcelona, amb una capacitat actual d'emmagatzematge de 840.000 m³ de GNL, d'emissió de 1.950.000 Nm³/h de GN i d'atrancament de 263.000 m³ GNL. Des d'aquesta instal·lació se subministra gairebé tot el gas consumit a Catalunya. La xarxa de gas es divideix, com l'elèctrica, entre la xarxa de transport i la de distribució. La xarxa de transport, de competència estatal, és planificada i operada per ENAGAS, transportista únic a tot l'Estat Espanyol. La integren la planta de regasificació del Port de Barcelona i els gasoductes que en surten i es connecten a la xarxa general de l'Estat. La xarxa de distribució (d'alta, mitjana i baixa pressió) és promoguda, construïda i operada per diversos distribuïdors, entre els quals destaca Gas Natural.

Combustibles derivats del petroli (GLP i carburants)

Quant als combustibles líquids derivats del petroli, tals com gasolines, gasoil i fueloil, aquests també s'importen, gairebé en la seva totalitat, des dels països exportadors de petroli. La xarxa d'oleoductes, gestionada per l'empresa CLH, té un punt de redistribució al Port de Barcelona i una xarxa que connecta amb l'Aeroport del Prat i la petroquímica de Tarragona.

5.2 Consums

La comptabilitat del flux d'energia exosomàtica ha estat acotada al consum dels vectors energètics: energia elèctrica, gas natural, gasos líquuats del petroli o GLP (butà, propà i mescla), i combustibles líquids derivats del petroli (gasolines, gasoil i fueloil). La font d'informació de referència per a l'anàlisi del consum d'energia final dels diversos sectors d'activitat ha estat el 'Balanç energètic de Catalunya 2014' que publica l'Institut Català d'Energia (ICAEN). Els balanços d'energia de l'ICAEN s'elaboren seguint la metodologia de l'energia final, on el flux energètic (producció, saldo d'intercanvis, entrades i sortides de transformació, pèrdues per transport i distribució, consums propis, i consum final per sector) s'expressa atenent al contingut energètic real de cada font (Barracó et al., 1999).

Tanmateix, per fer les estimacions per a l'àmbit de l'AMB s'ha seguit el procés invers. En concret, la metodologia emprada per estimar el flux d'energia exosomàtica a l'AMB consisteix dels següents passos. Es parteix de les dades municipals de consum final d'energia, total i per sector d'activitat, facilitades per l'ICAEN. A continuació, s'estimen, en base al Balanç energètic de Catalunya 2014, les pèrdues d'energia per transport i distribució, els consums propis del sector energètic (*hypercycle*)⁴, i les pèrdues d'energia per transformació. És a dir, l'eficiència del sistema energètic català-metropolità.

S'han utilitzat les dades municipals de consum final d'energia elèctrica i de gas natural canalitzat per sector d'activitat. En canvi, en el cas dels GLP i dels combustibles líquids, no s'han trobat dades disponibles a l'escala municipal que permetin estimar el consum d'aquests vectors energètics als municipis de l'AMB. És per aquest motiu que s'han hagut d'estimar a partir de les dades de consum d'energia final a la província de Barcelona, facilitades per l'ICAEN en el cas dels GLP, i per CORES en el cas dels combustibles per al transport. La metodologia emprada per a realitzar aquestes estimacions s'explica als apartats corresponents.

Finalment, per fer les conversions d'unitats d'energia s'ha utilitzat els factors de conversió que es mostren a la Taula 5.2.

Taula 5.2. Factors de conversió utilitzats a l'estudi.

De: / A:	TJ	GWh	Gcal	tep
1 TJ	1	0,2778	238,8459	23,885
1 GWh	3,6	1	859,8452	85,9845
1 Gcal	$4,1868 \times 10^{-3}$	$1,1630 \times 10^{-3}$	1	0,1
1 tep	$4,1868 \times 10^{-2}$	$1,1630 \times 10^{-2}$	10 (*)	1

(*) Valors adoptats per conveni.

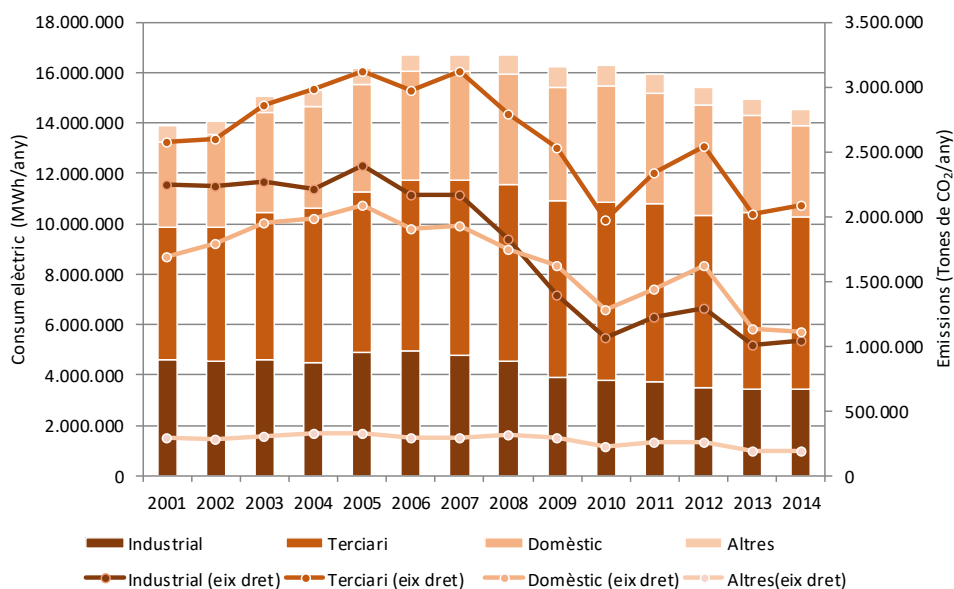
Font: Unión Fenosa Gas.

⁴ Els consums propis d'energia elèctrica del sector energètic als municipis de l'AMB, és a dir l'*hypercycle*, han estat facilitats per l'ICAEN i no s'ha hagut de fer cap estimació.

Consum d'energia elèctrica

L'evolució del consum d'energia elèctrica per sector als municipis de l'AMB, i les emissions de CO₂ associades, es mostren a continuació a la Figura 5.5. Des del 2001, el consum elèctric al conjunt de l'AMB va incrementar-se a raó d'un 3% anual fins a assolir un màxim històric de 16.691 GWh l'any 2007. Des d'aleshores mostra una tendència a la baixa, que es manté fins al darrer any amb dades disponibles, l'any 2014 (any d'estudi). Per la seva banda, les emissions de CO₂ derivades d'aquest consum elèctric van assolir un màxim l'any 2005 (i poc després al 2007). En 2010, i un altre cop en 2013, s'observen valors vall entorn als 4,5 milions de tones de CO₂. Quant a la distribució del consum d'energia i de les emissions de CO₂ associades per grans sectors, el sector terciari és el que té un pes més important. Cal remarcar el canvi de tendència que té lloc a partir del 2008 entre els sectors industrial i domèstic, tot posant-se per davant aquest darrer.

Figura 5.5. Consum elèctric per sector i emissions de CO₂ associades a l'àmbit de l'AMB, 2001-2014.



Nota: Les emissions de CO₂ s'han calculat utilitzant el mix energètic espanyol que publica el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). Els valors utilitzats (en g de CO₂/KWh) són: 490 (en 2001-2005); 440 (en 2006); 450 (en 2007); 400 (en 2008); 360 (en 2009); 280 (en 2010); 330 (en 2011-2012); 290 (en 2013); i 305 (en 2014).
Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN i del MINETUR.

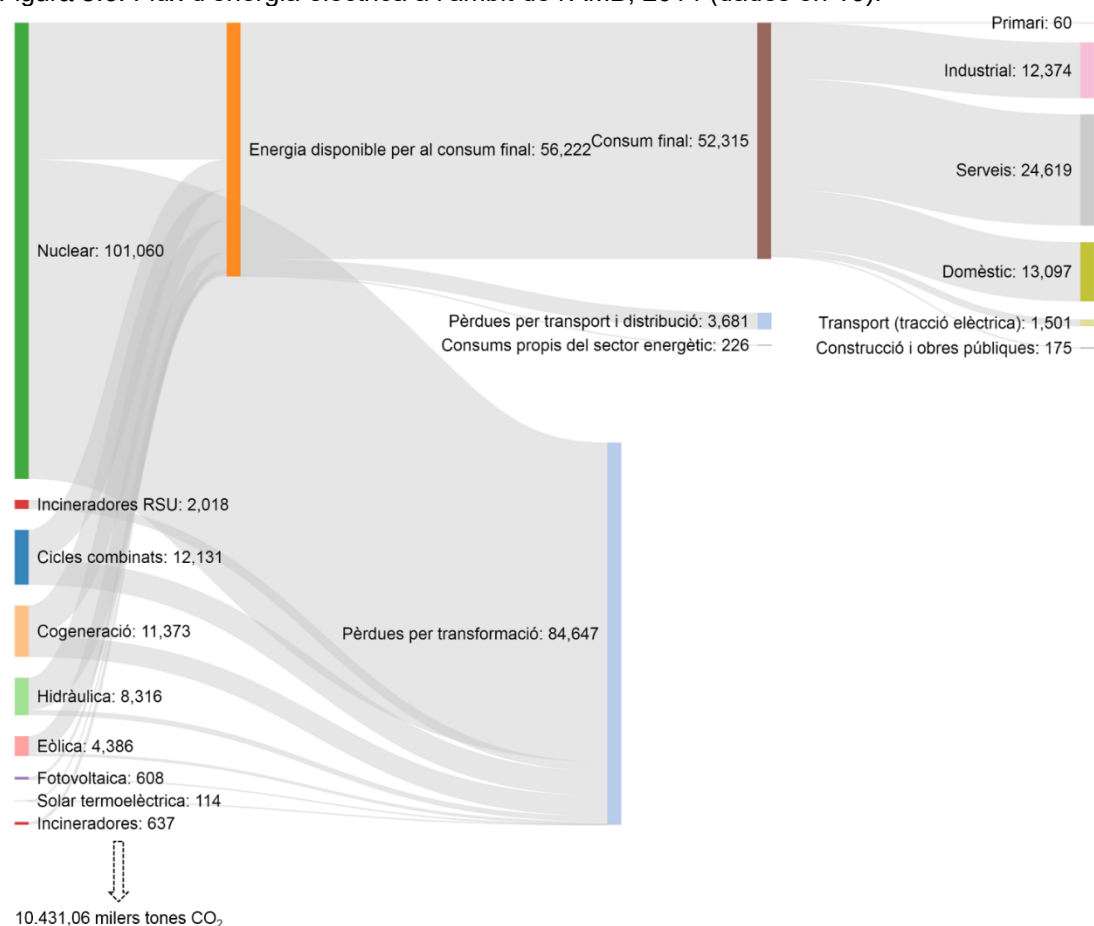
Segons el 'Balanç Energètic de Catalunya' estimat per l'ICAEN, l'any 2014 el consum d'energia elèctrica va suposar un 27,2% del consum d'energia final a Catalunya (150.752 TJ). El consum d'energia elèctrica final l'any 2014 als municipis de l'AMB va ser de 52.315 TJ. La distribució del consum per sector d'activitat es mostra a la Taula 5.3 i a la Figura 5.6, on es dibuixa el flux d'energia elèctrica a l'àmbit de l'AMB. Quasi bé la meitat de l'electricitat és consumida pel sector terciari, un 47%. Un quart de l'electricitat es consumida a les llars per a usos domèstics. La indústria consumeix un altre 24%. Al voltant d'un 3% s'utilitza per al transport de tracció elèctrica, és a dir el ferroviari, i l'1% restant són consums propis del sector energètic (*hypercycle*), de la construcció i de les obres públiques i del sector primari.

Taula 5.3. Consum d'energia elèctrica als municipis de l'AMB, 2014 (dades en GWh, TJ i %).

Sector d'activitat	2014 (GWh)	2014 (TJ)	2014 (%)
Primari	17	60	0,1%
Industrial	3.437	12.374	23,7%
Serveis	6.839	24.619	47,1%
Domèstic	3.638	13.097	25,0%
Transport (Tracció elèctrica)	417	1.501	2,9%
Construcció i obres públiques	49	175	0,3%
Energètic	63	226	0,4%
TOTAL	14.532	52.315	100,0%

Font: ICAEN.

Figura 5.6. Flux d'energia elèctrica a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ).



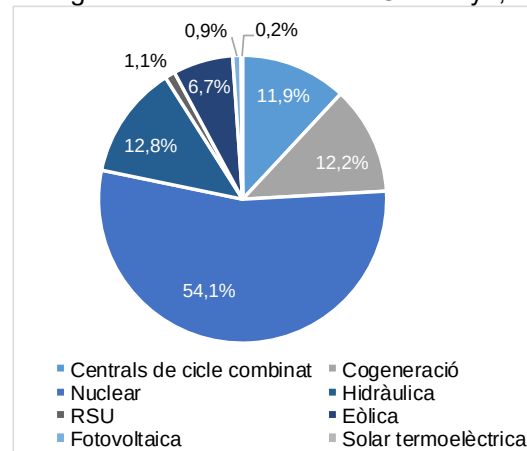
Notes: Dades corresponents al 31 de desembre de cada any. Les dades de consum inclouen l'autoconsum dels productors en règim especial. La classificació per sectors d'activitat econòmica es basa en la informació subministrada per les empreses de distribució d'energia elèctrica. Per a realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN per als municipis de l'AMB i de Catalunya.

L'electricitat no és una font primària d'energia, sinó que es genera a partir de diverses fonts d'energia primària. A partir de la crema de combustibles fòssils a les centrals tèrmiques o de residus sòlids urbans, a partir de l'urani a les centrals nuclears, o bé de fonts renovables com l'aigua (energia hidràulica) o del Sol (solar fotovoltaica i solar termoelectrica). L'origen de l'energia elèctrica consumida als municipis de l'AMB l'any 2014 s'ha assumit igual al de Catalunya l'any 2014 (Figura 5.7). Determinar la font primària de producció d'energia elèctrica no és una tasca fàcil, ja que, un cop l'electricitat passa a la xarxa, no es possible diferenciar 1J d'energia nuclear d'1J d'energia hidràulica. No obstant això, aquesta dada és de gran importància per a estimar

l'impacte ambiental del consum d'electricitat, ja que l'electricitat generada a partir de fonts no renovables té un elevat cost ambiental.

Figura 5.7. L'origen de l'energia elèctrica consumida a Catalunya, 2014 (dades en %).



Notes: Dades provisionals pendents de depuració final. Dades corresponents al 31 de desembre de cada any.
Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN per a Catalunya.

Com s'ha vist, a Catalunya, igual que a l'àrea metropolitana de Barcelona, els combustibles no renovables necessaris per a la producció d'energia elèctrica s'importen des de diversos països del món. L'energia elèctrica, en canvi, es produeix majoritàriament a les grans centrals de producció catalanes. Tot i això, una part de l'electricitat ha d'importar-se per cobrir la demanda existent, sobretot quan la pluviometria és baixa i l'electricitat produïda a les centrals hidroelèctriques de Catalunya no es suficient per cobrir els pics de demanda. L'any 2014 (l'any d'anàlisi) el saldo d'intercanvis elèctrics amb França, País Valencià, Andorra o Aragó va ser positiu, d'un 10,3% (uns 17.268 TJ)⁵. L'origen d'aquesta energia elèctrica és més difícil de determinar i no s'ha pogut tenir en compte. Es desconeixen també les pèrdues en transport i distribució que s'hagin pogut incórrer. El que es fa, aleshores, és sumar l'energia importada a la producció regional i tracta-la a partir d'aquí.

El següent pas és estimar les entrades i les sortides de transformació i les pèrdues per transport i distribució d'energia elèctrica consumida a l'àmbit de l'AMB. Les pèrdues per transport i distribució s'estimen a partir de la demanda d'energia elèctrica en barres de central (BC). La demanda BC és una variable física (no facturació) sobre el consum d'energia elèctrica que reflecteix el consum real d'energia elèctrica (consums d'energia elèctrica propis del sector energètic i consum d'energia elèctrica final dels sectors consumidors) més les pèrdues per transport i distribució. Aquesta dada la facilita l'ICAEN al 'Balanz d'energia elèctrica de Catalunya, sèrie homògena 2010-2015', document complementari al Balanz d'Energia de Catalunya. Amb tot, les pèrdues d'energia elèctrica per transport i distribució a Catalunya s'estimen en aproximadament un 7%, que és el que s'ha aplicat als nostres càlculs per l'àmbit metropolità.

⁵ Al 'Balanz d'Energia Elèctrica de Catalunya', sèrie homògena 2010-2015 (ICAEN).

Les pèrdues per transformació tenen a veure amb l'eficiència del sector energètic català i metropolità. En aquest sentit es prenen com a referència les eficiències estimades a l'estudi de Barracó et al. (1999) sobre el metabolisme energètic de la ciutat de Barcelona. S'ha actualitzat, però, el rendiment de les centrals de cycle combinat de gas natural amb la informació que proporciona Gas Natural Fenosa, segons la qual l'eficiència del procés de dos cicles consecutius se situa en la forquilla del 55%-60%, enfront del 30%-40% d'altres tecnologies tèrmiques⁶. A la Taula 5.4 es mostren els rendiments aplicats als diferents processos de generació elèctrica. Així, l'eficiència global (pèrdues per transformació i transport) del sistema se situa en un 39,8%⁷. És a dir, el consum d'energia primària per a la producció d'electricitat al conjunt de l'AMB és d'uns 140.643 TJ, en comparació amb els 52.315 TJ de consum elèctric final. A la Figura 5.3 es mostra el flux d'energia elèctrica als municipis de l'AMB.

Taula 5.4. Eficiència de diferents tipus de producció elèctrica segons la font energètica.

	Font energètica	Rendiment en l'obtenció d'energia
Centrals tèrmiques de cycle combinat ¹	Carbó, fuel, gasoil, gas natural	55%
Cogeneració ²	Gas natural, biogàs, biomassa forestal i agrícola	60%
Nuclear	Urani	30%
Hidràulica	Aigua	86%
RSU (incineradores) ³	RSU i altres	24%
Eòlica	Vent	86%
Fotovoltaica i solar termoelèctrica	Sol	86%

Nota: (1) S'ha actualitzat el rendiment de les centrals de cycle combinat de gas natural amb la informació que proporciona Gas Natural Fenosa (l'eficiència del procés se situa en la forquilla del 55%-60%). (2) S'inclouen la cogeneració (no renovable), el biogàs i la biomassa forestal i agrícola. (3) S'inclouen els 'altres no renovables' (residus sòlids industrials, residus sòlids urbans (component no renovable), assecatge de purins i assecatge de fangs d'EDAR). Font: IERMB a partir de Barracó et al. (1999) i elaboració pròpia.

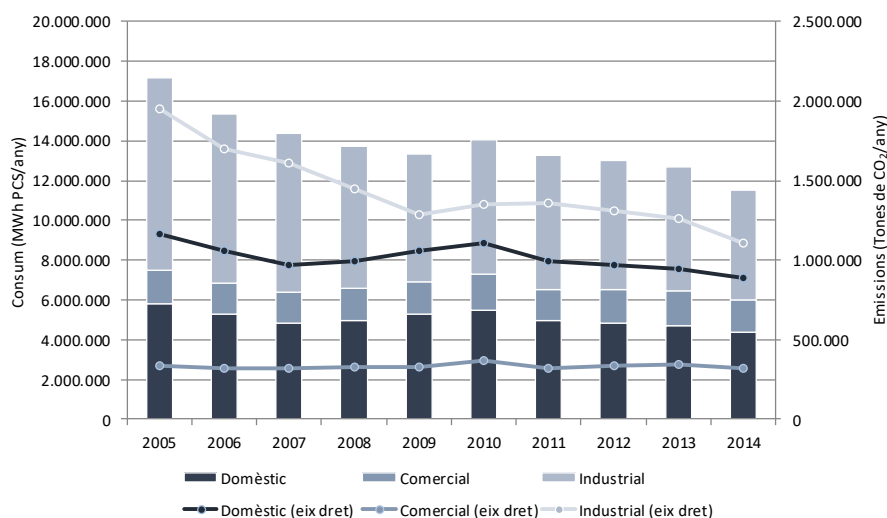
Consum de gas natural

L'evolució del consum de gas natural per sector als municipis de l'AMB, i les emissions de CO₂ associades, es mostren a la Figura 5.8. Aquests han anat disminuint des de l'any 2005. El sector industrial és el que té uns consums de gas natural més elevats, tot seguit pel sector domèstic (les llars). Quant a les emissions de CO₂ per grans sectors, cal remarcar la important disminució de les emissions del sector industrial al període que es mostra (-43%), i respecte als altres sectors.

⁶ Extret de:

<http://www.gasnaturalfenosa.com/es/actividades/nuestras+energias/tecnologias+de+generacion/1285338592301/ciclos+combinados.html>.

⁷ L'Agència d'Energia de Barcelona estima l'eficiència global (pèrdues per transformació i transport) del sistema elèctric de la ciutat de Barcelona l'any 2013 en un 38,78%. La diferència es pot deure a la utilització en aquest estudi de les dades de l'origen de l'energia de Catalunya, amb una contribució més gran de les nuclars (rendiment del 30%), mentre que L'Agència d'Energia de Barcelona pot haver ajustat les dades per al cas de Barcelona atorgant-li un pes més gran als cicles combinats de gas natural (rendiment del 55%).

Figura 5.8. Consum de gas natural per sector i emissions de CO₂ derivades a l'àmbit de l'AMB, 2005-2014

Nota: Les dades de l'any 2014 són provisionals. No s'inclouen els consums de les centrals de producció d'energia elèctrica en règim ordinari. Les emissions de CO₂ del consum de gas natural s'han calculat a partir dels factors d'emissió publicats a la *Guia Pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle*, versió de Març de 2012, Oficina Catalana de Canvi Climàtic (OCCC). El valor és constant pel període: 201 g CO₂/kWh.

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN i l'OCCC.

El consum de gas natural final l'any 2014 als municipis de l'AMB va ser de 41.784 TJ⁸. La distribució del consum per sector d'activitat es mostra a la Taula 5.5 i a la Figura 5.9. El sector industrial consumeix un 48% del gas natural. Un altre 38% es consumeix a les llars per a usos domèstics. Per últim, el sector terciari (o comercial) consumeix un 14%. L'eficiència global (pèrdues per transformació i transport i consums propis) del sistema energètic segons Balanç energètic de Catalunya 2014 és d'un 54,16%. Així doncs, el consum d'energia primària al conjunt de l'AMB és d'uns 77.143 TJ, en comparació amb els 41.784 TJ de consum de gas natural final. Les pèrdues per transport i distribució suposen al voltant d'un 1% (uns 688 TJ) del consum d'energia primària, mentre que les pèrdues per transformació s'eleva fins a un 39% (uns 30.397 TJ). Per últim, els consums propis del sector energètic suposen aproximadament un 6% (uns 4.273 TJ). A la Figura 5.9 es mostra el flux de gas natural al conjunt de l'AMB.

Taula 5.5. Consum de gas natural canalitzat per sector (dades en GWh PCS, TJ i %).

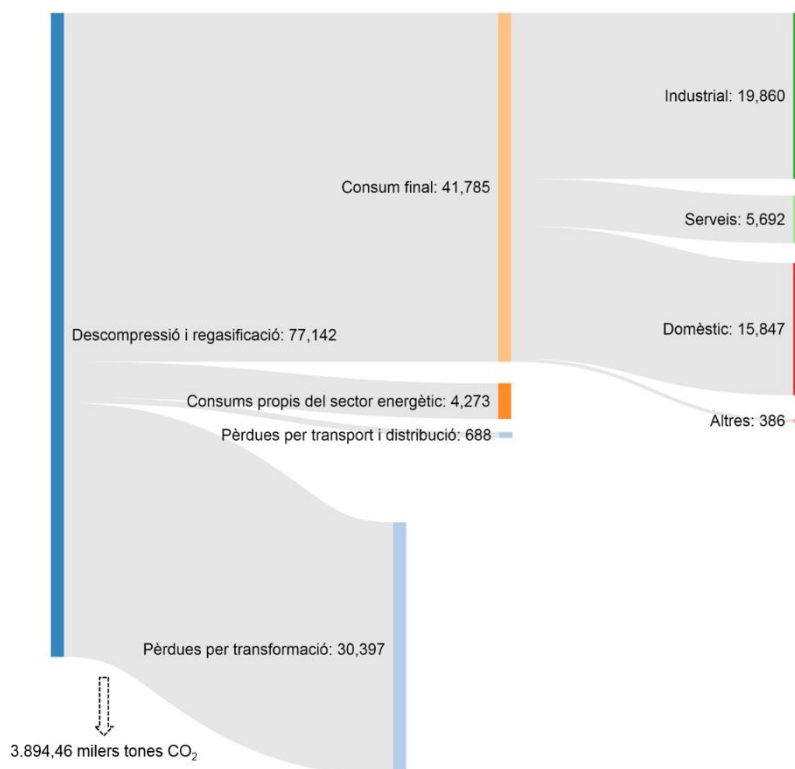
	2014 (GWh PCS)	2014 (TJ)	2014 (%)
Domèstic	4.402	15.847	37,9%
Comercial	1.581	5.692	13,6%
Industrial	5.517	19.860	47,5%
SE ¹	107	386	0,9%
TOTAL	11.607	41.784	100,0%

Nota: (1) SE significa Secret Estadístic.

Font: ICAEN.

⁸ Les últimes dades disponibles són les de l'any 2014, i es tracta de dades provisionals.

Figura 5.9. Flux de gas natural a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ).



Notes: Dades provisionals pendents de depuració final. Dades corresponents al 31 de desembre de cada any. No s'inclouen els consums de les centrals de producció d'energia elèctrica en règim ordinari. No consta que els municipis de Begues i Sant Climent de Llobregat disposin de subministrament de gas natural canalitzat a 31/12/2014. Per realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.

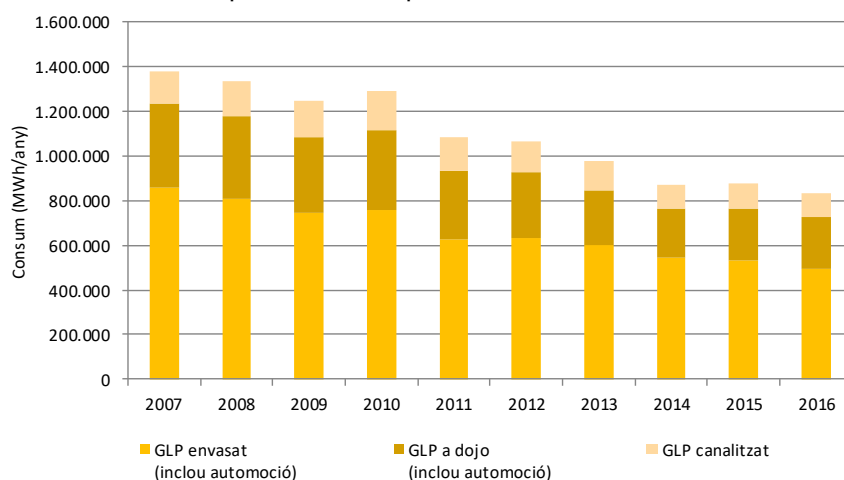
Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN.

Consum de GLP

Els gasos líquids del petroli (GLP) és una mescla de gasos, principalment propà i butà, que s'obtenen com a subproducte del refinament del cru de petroli. El butà té un ús més aviat domèstic i pel sector terciari, mentre que el propà s'usa majoritàriament al sector industrial (BR, 2009 Memòria del PASAMB). Finalment, el GLP mescla està destinat al transport. El GLP es comercialitza envasat en bombones, a dojo amb camions cisterna o canalitzat. Això es dona principalment en àrees on no arriba el gas natural i tenen un consum important de calefacció.

No es disposa de dades de consum de GLP per Catalunya a escala municipal. És per aquest motiu que s'ha hagut d'estimar el consum als municipis de l'AMB a partir de les dades de consum a la província de Barcelona (Figura 5.10). Es fa la suposició que els consums de GLP a l'àmbit de l'AMB són proporcionals al nombre d'habitants respecte als de tota la província de Barcelona. És a dir, s'utilitzaran les ràtios de població (58,2% al 2014) per calcular el consum de GLP al conjunt de l'AMB (vegeu la Taula 5.6). Els consums finals de GLP estimats a l'àmbit de l'AMB l'any 2014 es mostren a la Taula 5.7 i a la Figura 5.11.

Figura 5.10. Consum de GLP per sector a la província de Barcelona, 2007-2016



Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN.

Taula 5.6. Població a l'AMB i província de Barcelona i ratis, 2010-2016.

Àmbit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AMB	3.225.058	3.226.944	3.239.337	3.228.569	3.214.211	3.213.775	3.226.600
Província Barcelona	5.511.147	5.529.099	5.552.050	5.540.925	5.523.784	5.523.922	5.542.680
AMB/ Prov.BCN	58,5%	58,4%	58,3%	58,3%	58,2%	58,2%	58,2%

Font: IDESCAT.

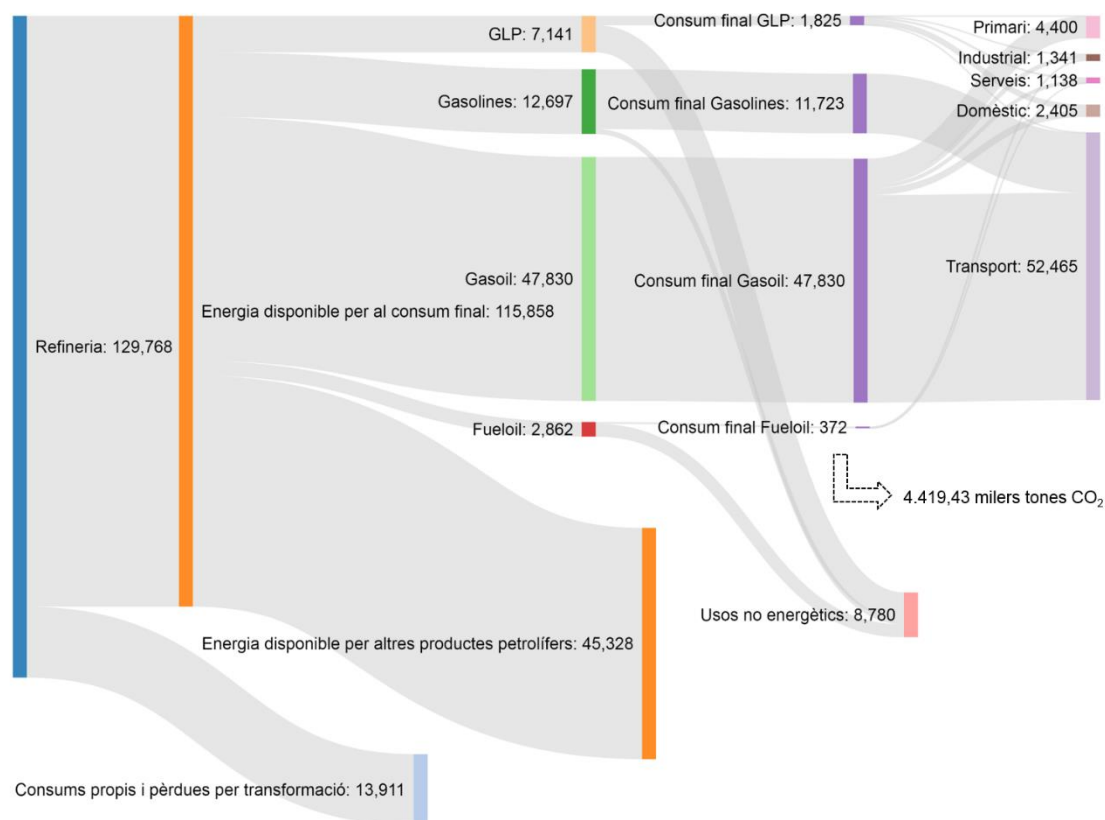
Taula 5.7. Consums de gasos líquids de petroli (GLP) a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en GWh i %).

	2014 (GWh)	2014 (TJ)	2014 (%)
GLP envasat (inclou automoció)	316	1.139	62,4%
GLP a dojo (inclou automoció)	130	467	25,6%
GLP canalitzat	61	220	12,1%
TOTAL	507	1.825	100,0%

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN i l'IDESCAT.

El consum final de GLP (envasat, a dojo i canalitzat) a l'àmbit de l'AMB l'any 2014 s'estima en uns 1.825 TJ. Segons el Balanç energètic de Catalunya 2014, aquesta quantitat només suposa 25,6% de l'energia disponible per al consum final, ja que la resta (uns 5.316 TJ de GLP) es destina a usos no energètics. L'energia dels GLP s'extreu del refinament del petroli (font d'energia primària) a les refineries catalanes i suposa un 7,4% de l'energia final disponible de derivats del petroli. La resta la conformen altres hidrocarburs, tals com gasos de refinaria, naftes, gasolines, querosens, gasoils, fueloils, coc de petroli, asfalt, sofre i CO₂. En total, s'estima que el consum d'energia primària (petroli cru) que correspon als consums d'hidrocarburs a l'àmbit de l'AMB és d'uns 129.768 TJ. Els consums propis i les pèrdues per transformació suposen al voltant d'un 10,7% d'aquesta energia primària, entorn dels 13.911 TJ. A la Figura 5.11 es mostra el flux de GLP al conjunt de l'AMB.

Figura 5.11. Flux de gasos liquats del petroli (GLP) i combustibles líquids a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ).



Nota: Per realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.
Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN.

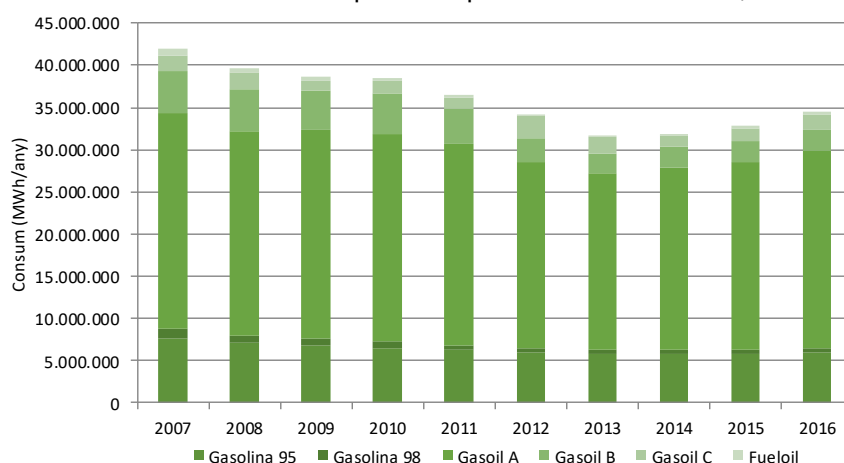
Consum de combustibles líquids

Entre els combustibles líquids derivats del petroli podem distingir els utilitzats per a l'automoció (gasolines, gasoil-A i gasoil-B), i els utilitzats principalment per a la calefacció (gasoil-C i fueloil). De gasoils en trobem A, B i C. El gasoil-A és específic per vehicles d'automoció i és el que es ven a les benzineres. El gasoil-B s'usa per a maquinària agrícola, pesquera, embarcacions i vehicles autoritzats, i depenent de l'ús que se'n faci tindrà una bonificació o no d'impostos. Està menys filtrat i conté més parafina que el gasoil-A, amb el que pot generar problemes en el manteniment en cotxes i motos. A més el seu ús fora de l'àmbit indicat és considerat com un delict de frau o estafa. Finalment el gasoil-C és el destinat a usos de calefacció.

El consum de combustibles líquids s'ha hagut d'estimar a partir de les dades per a la província de Barcelona que facilita CORES a l'ICAEN (Figura 5.12). Per estimar el consum final al conjunt de l'AMB s'utilitza la mateixa metodologia que amb els GLP. És a dir, s'utilitzaran les ràtios de població (58,2% al 2014) per calcular el consum de gasoil-C i de fueloil; i s'utilitzaran les ràtios de vehicles censats (52,0% al 2014) per calcular el consum de gasolines, gasoil-A i gasoil-B (vegeu la Taula 5.6 i la Taula 5.8). El consum final de combustibles líquids a l'àmbit de l'AMB es

mostra a la Taula 5.9 i a la Figura 5.11. El consum de combustibles líquids per a l'automoció a l'àmbit de l'AMB (gasolines, gasoil A i B) suposa un 94,6% del total l'any 2014, aproximadament uns 56.714 TJ. Això situa al sector del transport al capdavant en termes d'energia consumida, i d'impacte ambiental associat (emissions derivades). A més, la contribució més gran prové de vehicles dièsel (uns 40.458 TJ), turismes i vehicles de mercaderies, els quals estan donant com a conseqüència greus problemes de contaminació de l'aire local per l'emissió d'òxids de nitrogen (NO_x i NO₂) i de partícules fines (PM₁₀ i PM_{2,5}) que contenen sutge de dièsel, un carcinogen conegut en humans.

Figura 5.12. Consum de combustibles líquids a la província de Barcelona, 2007-2016



Font: IERMB a partir de dades de CORES i ICAEN.

Taula 5.8. Parc de vehicles a l'AMB i província de Barcelona i ratis, 2007-2016.

Àmbit	Tipologia de vehicle	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AMB	Turismes	1.249.890	1.243.117	1.233.691	1.213.693	1.201.521	1.209.047	1.224.057
	Motocicletes	329.270	338.287	343.950	348.025	353.548	365.436	380.451
	Camions i furgonetes	230.997	228.074	224.874	219.098	215.855	215.697	216.924
	Tractors industrials	7.405	7.027	6.648	6.330	6.098	6.199	6.378
	Autobusos i altres	43.829	43.574	42.626	41.323	40.730	40.680	40.585
	Total vehicles	1.861.391	1.860.079	1.851.789	1.828.469	1.817.752	1.837.059	1.868.395
Província Barcelona	Turismes	2.395.055	2.402.463	2.393.017	2.366.510	2.347.766	2.385.649	2.437.548
	Motocicletes	508.888	523.351	531.934	538.926	551.787	571.878	598.986
	Camions i furgonetes	519.286	513.009	504.822	493.579	484.340	488.554	494.036
	Tractors industrials	16.078	15.490	14.692	14.092	14.046	14.535	15.238
	Autobusos i altres	104.193	103.233	101.298	98.618	97.910	97.416	99.363
	Total vehicles	3.543.500	3.557.546	3.545.763	3.511.725	3.495.849	3.558.032	3.645.171
AMB/ Prov.BCN		52,5%	52,3%	52,2%	52,1%	52,0%	51,6%	51,3%

Font: IDESCAT i DGT.

Taula 5.9. Consum de combustibles líquids a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en tones, GWh, TJ i %).

	2014 (tones)	2014 (GWh)	2014 (TJ)	2014 (%)
Gasolina 95 I.O.	245.862	3.060	11.014	18,4%
Gasolina 98 I.O.	15.815	197	709	1,2%
Gasoil A	933.642	11.238	40.458	67,5%
Gasoil B	104.605	1.259	4.533	7,6%
Gasoil C	58.540	789	2.839	4,7%
Fueloil BIA	8.267	103	372	0,6%
TOTAL	1.373.701	16.646	59.924	100,0%

Font: CORES i ICAEN.

Segons el Balanç energètic de Catalunya 2014, el consum final de gasolines per a usos energètics suposa un 92,3% de l'energia disponible per al consum final. Així, a l'àmbit de l'AMB, on el consum final de gasolines per a usos energètics és d'uns 11.723 TJ, l'energia disponible per al consum final (usos energètics i no energètics) s'estima en uns 12.697 TJ. Els gasoils, en canvi, es destinen en la seva totalitat a usos energètics i suposen uns consums de 47.830 TJ. Quant al fueloil, només un 13,0% de l'energia disponible per al consum final, uns 372 TJ, és per a usos energètics. En total, parlem del consum d'uns 59.924 TJ de combustibles líquids destinats a usos energètics. Aquesta energia s'extreu del refinament del petroli (energia primària) i suposa una mica més de la meitat (un 53,5%) de l'energia final disponible de derivats del petroli. A la Figura 5.11 es mostra el flux de combustibles líquids al conjunt de l'AMB.

Per últim, si suposem que el consum de combustibles líquids per sector d'activitat és quelcom semblant al de Catalunya, podem estimar que el sector del transport va consumir l'any 2014 uns 52.386 TJ d'energia de gasolines i gasoils (Taula 5.10). El sector industrial va consumir 1.212 TJ d'energia d'entre gasoil (combustible majoritari) i fueloil. A les llars es va consumir gairebé la mateixa quantitat, uns 1.294 TJ. El sector serveis va tenir uns consums relativament baixos d'uns 737 TJ. Finalment, el sector primari tindria uns consums força elevats de gasoil per a la maquinària agrícola, uns 4.295 TJ.

Taula 5.10. Consum de combustibles líquids a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ).

Sector d'activitat	GLP	Gasolines	Gasoils	Fueloil
Consum sector transport	79	11.723	40.663	0
Consum sector industrial	129	0	860	352
Consum sector domèstic	1.111	0	1.294	0
Consum sector serveis	401	0	717	20
Consum sector primari	105	0	4.295	0
Consum d'energia final	1.825	11.723	47.830	372

Font: IERMB a partir de dades d'ICAEN

Consum d'energia al sector domèstic per a usos finals

A continuació s'analitza en més detall el consum d'energia als habitatges per a usos domèstics. Es parteix de les dades proporcionades per l'ICAEN sobre el consum final d'energia elèctrica, de gas natural canalitzat, de GLP i de combustibles líquids (Taula 5.11). Les dades de GLP i de combustibles líquids només estan disponibles a nivell provincial per Barcelona, però s'han estimat per l'àmbit de l'AMB. Després s'utilitzen els resultats del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011) per zones climàtiques (zona Mediterrània) i tipus d'habitatge (pisos i habitatges unifamiliars) per aproximar els usos finals de l'energia als habitatges. Per a fer els càlculs no s'han tingut en compte la resta de fonts d'energia que es contempen al Proyecto SECH-SPAHOUSEC (carbó, geotèrmia, llenya i branques, pellets i altra biomassa sòlida), perquè no tenim dades i qualsevol aproximació podria donar resultats erronis.

Taula 5.11. Consum d'energia final del sector domèstic per font d'energia als municipis de l'AMB, 2014 (dades en TJ i %)

	2014 (TJ)	2014 (%)
Electricitat	13.097	33,46%
Gas Natural canalitzat	15.847	40,49%
GLP	1.111	2,84%
Gasoil	1.294	3,31%
Altres	7.788	19,90%
Total AMB	39.137	100,00%

Font: ICAEN, Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011) i IERMB.

El Proyecto SECH-SPAHOUSEC (Development of detailed Statistics on Energy Consumption in households), impulsat per la Comissió Europea i l'Eurostat, té per objectiu desenvolupar estadístiques energètiques al sector residencial mitjançant metodologies *bottom-up* de mesurament i de modelització (IDAE, 2011). Per al cas espanyol, l'IDAE va dur a terme les següents iniciatives: l'enquesta telefònica sobre equipaments i consums energètics al sector residencial, l'enquesta presencial sobre equipaments, consums i comportaments energètics al sector residencial, mesuraments de consums elèctrics en el sector residencial, informes sobre la metodologia utilitzada i els resultats obtinguts en la determinació dels consums energètics agregats per serveis, usos finals, zones climàtiques i tipus d'habitatge per al cas espanyol.

L'estudi realitzat compta amb una base total de 17.199.630 llars el 2010, 9.163.375 llars a la zona climàtica Mediterrània, de les quals un 69% viurien en pisos o apartaments i la resta ho faria en habitatges unifamiliars (Taula 5.12).

Taula 5.12. Llars per tipus d'habitatge a la zona climàtica Mediterrània, 2010 (dades en # de llars i %)

	Pis o apartament		Unifamiliar		Total llars 2010
	llars	%	llars	%	
Zona Mediterrània	6.322.729	69,00%	2.840.646	31,00%	9.163.375

Font: Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011).

No és la primera vegada que s'utilitzen aquests resultats per estimar, de manera proporcional, el consum d'energia als habitatges de l'AMB i el grau de penetració d'innovacions en eficiència energètica, tals com les bombetes de baix consum o els electrodomèstics de Classe A+++.

A l'Estudi sobre la vulnerabilitat de l'abastament energètic envers el canvi climàtic a l'AMB del PSAMB, Barcelona Regional ja va tractar aquestes dades.

A la Taula 5.13 es mostren els resultats obtinguts al Proyecto SECH-SPAHOUSEC de la desagregació del consum d'energia final per font d'energia i servei als habitatges de la zona climàtica Mediterrània (la nostra). S'utilitzaran aquestes proporcions per tal d'aproximar els resultats a l'àmbit de l'AMB. S'assumeix que aquestes no han variat entre el 2010 (any de l'estudi SECH-SPAHOUSEC) i el 2014 (any de referència del present estudi). Les estimacions obtingudes es presenten a la Taula 5.14 i també a la Figura 5.13. El consum més elevat d'energia és el que es fa en calefacció (uns 9.785,27 TJ), principalment de gas natural, i a continuació en aigua calenta sanitària (uns 8.461,12 TJ) i electrodomèstics (uns 8.031,37 TJ). Ara bé, el consum dels electrodomèstics varia molt. El frigorífic consumeix notablement més que la resta;

aproximadament el 19,19% del consum total de l'electricitat als habitatges mediterranis. El segueixen la rentadora, la televisió i la funció Standby, una despesa que és relativament fàcil d'evitar.

Taula 5.13. Desagregació del consum d'energia final per font d'energia i servei a la zona climàtica Mediterrània, 2010 (dades en %)

Usos finals	Electri- citat	Gas Natural	GLP	Gasoil	Solar tèrmica	Geotèr- mica	Carbó vegetal	Llenyes i branques	Pellets	Altra biomassa sòlida
Calefacció	6,35%	46,80%	30,77%	92,37%	3,98%	36,26%	--	99,68%	69,60%	50,73%
Agua calenta sanitària	9,28%	41,58%	50,26%	7,63%	96,02%	28,02%	--	0,08%	30,40%	48,78%
Cuina	6,77%	11,62%	18,97%				100%	0,24%	--	--
Refrigera- ció	2,67%					35,16%				
Il·luminació	13,61%									
Electro- domèstics	61,32%									
Frigorífic	31,29%									
Congelador	6,32%									
Rentadora	11,81%									
Rentaplats	5,83%									
Assecadora	4,24%									
Forn	7,38%									
TV	11,93%									
Ordinador	7,79%									
Standby	10,74%									
Altres	2,66%									
Consum Total Mediterrani	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

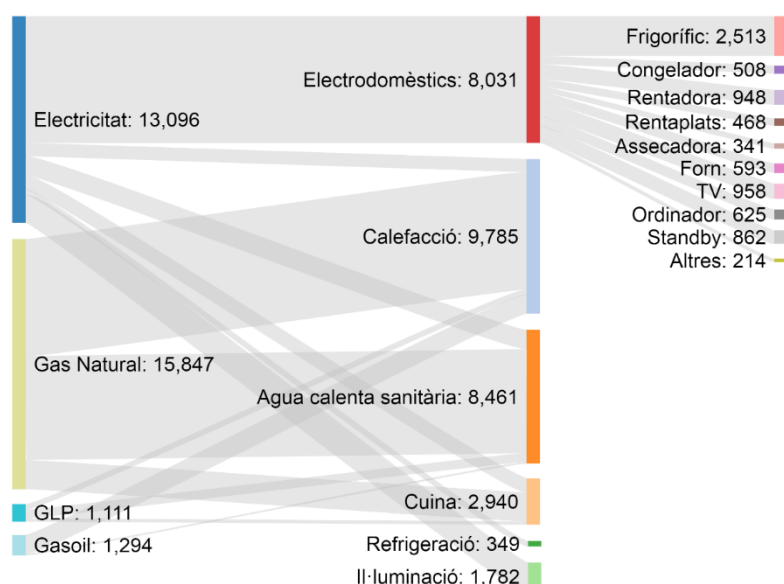
Font: IERMB a partir de dades del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011).

Taula 5.14. Desagregació del consum d'energia final per font d'energia i ús final a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ)

Usos finals	Electricitat (TJ)	Gas Natural (TJ)	GLP (TJ)	Gasoil (TJ)
Calefacció	832,10	7.415,91	341,90	1.195,36
Aigua calenta sanitària	1.215,32	6.588,64	558,45	98,70
Cuina	886,83	1.842,09	210,72	
Refrigeració	349,13			
Il·luminació	1.782,22			
Electrodomèstics	8.031,37			
Frigorífic	2.513,24			
Congelador	507,79			
Rentadora	948,45			
Rentaplats	468,43			
Assecadora	340,81			
Forn	592,97			
TV	958,41			
Ordinador	625,29			
Standby	862,29			
Altres	213,69			
Consum Total AMB	13.097	15.847	1.111	1.294

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN i del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011).

Figura 5.13. Flux del consum d'energia final del sector domèstic per usos finals, 2014 (dades en TJ).



Font: Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN i del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011). Per realitzar el diagrama Sankey de fluxos s'ha utilitzat l'aplicació online sankeymatic.com.

Les dades del Proyecto SECH-SPAHOUSEC també permeten estimar el consum d'energia en termes relatius (és a dir, per llar) (vegeu la Taula 5.12). A l'àmbit de l'AMB hi havia unes 1.249.176 llars l'any 2011, segons dades de l'Enquesta de Condicions de Vida i Hàbits de la Població 2011', de les quals 89,53% (unes 1.118.339 llars) viuen en pisos o apartaments, fet que mostra la compacitat de l'urbanisme metropolità. (Taula 5.15). Com ja s'ha vist a l'apartat anterior, el consum d'energia per llar varia en funció de la classe (i de la superfície) de l'habitatge. La diferència en el consum d'energia de les llars que viuen en pisos i les que viuen a habitatges unifamiliars a la zona Mediterrània seria de 2,16 de mitjana, d'acord amb les estimacions de l'estudi SECH-SPAHOUSEC. La distribució per ús final també varia en d'acord amb la classe d'habitatge (Taula 5.16). A la Taula 5.17 es resumeix el consum d'energia final del sector domèstic per font d'energia i tipus d'habitatge a l'àmbit de l'AMB amb dades del 2014, mentre que a la Taula 5.18 es mostra el consum d'energia final per llar per classe d'habitatge i de servei el mateix any.

Taula 5.15. Llars per tipus d'habitatge a l'àmbit de l'AMB, 2011 (dades en # de llars i %)

	Pis o apartament		Unifamiliar		Total llars 2011
	llars	%	llars	%	
Àmbit AMB	1.118.339	89,53%	130.837	10,47%	1.249.176

Font: IERMB a partir de dades de l'ECV 2011.

Taula 5.16. Desagregació del consum d'energia final per llar per classe d'habitatge i ús final a la zona climàtica Mediterrània, 2010 (dades en %)

	Calefacció	Aigua calenta sanitària	Cuina	Refrigeració	Il·luminació	Electro-domèstics	Standby	Total
Pisos	24,60%	25,80%	7,70%	2,00%	7,50%	28,80%	3,60%	100%
Unifamiliars	63,30%	11,00%	5,60%	1,20%	3,20%	14,10%	1,50%	100%

Taula 5.17. Consum d'energia final del sector domèstic per font d'energia i tipus d'habitatge a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en TJ i TJ/llar)

	Electricitat (TJ)	Gas Natural (TJ)	GLP (TJ)	Gasoil (TJ)	Total (TJ)	Total per llar (TJ/llar)
Pisos	10.455	12.650	887	1.033	25.025	0,022
Unifamiliars	2.642	3.197	224	261	6.324	0,048
Total AMB	13.097	15.847	1.111	1.294	31.349	0,025

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN, del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011) i de l'ECV 2011.

Taula 5.18. Consum d'energia final per llar per classe d'habitatge i ús final a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en GJ/llar)

	Total per llar (GJ/llar)	Serveis (GJ/llar)						
		Calefacció	Aigua calenta sanitària	Cuina	Refrigeració	Il·luminació	Electro-domèstics	Standby
Pisos	22,377	5,505	5,773	1,723	0,448	1,678	6,445	0,806
Unifamiliars	48,334	30,596	5,317	2,707	0,580	1,547	6,815	0,725

Font: IERMB a partir de dades de l'ICAEN, del Proyecto SECH-SPAHOUSEC (IDAE, 2011) i de l'ECV 2011.

Consum de combustibles per a la mobilitat personal

Com s'ha vist amb les anàlisis del flux d'energia exosomàtica, el consum d'energia i les emissions de CO₂ associades al sector del transport tenen un pes elevat a l'economia metropolitana de Barcelona. A l'IERMB es disposa de dades actualitzades de mobilitat, ja que des de l'Institut es realitzen diverses enquestes oficials de mobilitat. Darrerament s'ha fet un esforç, conjuntament amb la consultora MCRIT i l'Institut Cerdà, d'ampliar la informació recollida sobre els desplaçaments de la població (matriu O/D) a les grans enquestes, i incorporar-ne el consum d'energia i les emissions associades.

És per aquest motiu que es volen introduir al present estudi aquests resultats del sector domèstic, que fan referència al consum de combustibles per al transport de la població de l'AMB. Les dades de la mobilitat personal es posen en relació amb les dades generals ja tractades de l'ICAEN, tot tenint en compte que provenen de fonts diferents i que, per tant, s'esperen alguns desajustos.

Per aquest estudi en concret s'usa la informació de la base de dades de mobilitat BBDDM 2011/13 (Base de Dades de la Mobilitat Metropolitana). La BBDDM 2011/13 està formada en la seva major part per les dades recollides a l'Enquesta Metropolitana realitzada en dos anys, el 2011 i el 2013, i enriquida amb dades de l'EMEF (Enquesta de Mobilitat en Dia Feiner) dels mateixos anys.

Cada fila de la matriu de la BBDDM 2011/13 conté la cadena d'un desplaçament i es calculen per cada fila les següents variables: 1) Distància del desplaçament (km); 2) Temps de viatge (minuts); 3) Consum energètic (g combustible); 4) Emissions de CO₂, NO_x, NO₂, PM₁₀, i PM_{2,5}

(en funció de la disponibilitat de les corbes d'emissió). La metodologia utilitzada per calcular les variables s'ha descrit amb anterioritat a (IERMB, 2016b).

A la Taula 5.19 es mostren els resultats del consum d'energia (GJ) i les emissions de CO₂ associades (tones de CO₂) estimats a partir de la informació de la BBDDM 2011/13 sobre la mobilitat personal dels residents a l'àmbit de l'AMB. Aquestes dades inclouen tots els desplaçaments dels residents de l'AMB amb independència de l'origen i la destinació del desplaçament. És a dir, s'inclouen desplaçaments dins i fora de l'àmbit de l'AMB. Això és així perquè el que es pretén és obtenir una estimació de la petjada de carboni dels residents a l'AMB.

Taula 5.19. Consum d'energia final i emissions de CO₂ derivades de la mobilitat personal dels residents a l'àmbit de l'AMB, 2011/13 (dades en GJ i t CO₂)

	Consum d'energia (GJ)	Emissions de CO ₂ (t CO ₂)
Autobús	1.505	95.229
Modes ferroviaris	1.704	126.415
Cotxe	20.422	1.332.325
Motocicleta	1.312	88.943
Furgoneta	897	57.982
T. Públic	3.210	221.643
T. Privat	22.630	1.479.250
Total	25.840	1.700.893

Notes: El consum d'energia s'ha estimat tenint en compte el parc de vehicles als anys corresponents. En particular s'han aplicat les següents especificitats: el 56,81% del parc de turismes és de gasolina, 17,54% del parc de furgonetes és de gasolina, el 100% del parc de ciclomotors són gasolina i el 15,05% del parc d'autobusos és de gasolina. Per fer les transformacions a unitats d'energia s'han considerat els poders calorífics (PCI) de les principals fonts energètiques d'aplicació a partir de l'1 de gener de 2014 que facilita l'IDAE.⁹

Font: IERMB a partir de dades de la BBDDM 2011/13.

Així el consum d'energia i les emissions derivades de l'ús del vehicle privat, i en especial del cotxe, suposen un 87,58% i un 79,03%, respectivament, del total del transport personal dels residents de l'AMB. Si es comparen aquestes dades amb les estimacions obtingudes a partir de resseguir el flux d'energia exosomàtica a l'àmbit de l'AMB l'any 2014 (vegeu la Taula 5.23, per a un resum), aquestes vindrien a ser aproximadament la meitat. A l'Apartat 7.2.3 es presenten aquests consums de forma territorialitzada pels municipis de l'AMB, i comparant-los amb la resta de sectors.

5.3 Sortides

L'activitat metabòlica de la metròpoli genera una sèrie de productes de sortida que tenen diferents impactes ambientals i afecten la sostenibilitat del sistema humà-natura. Així el consum d'energia al conjunt de l'AMB té repercussions ambientals per a les emissions de contaminants locals i globals que se'n deriven, sobretot per la dependència de l'economia metropolitana en les fonts d'energia no renovables. Les emissions associades amb la producció i el consum d'energia a

⁹ Disponible aquí:

https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj-iPm-uL7XAhVFOxoKHxWzDqkQFgggMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.idae.es%2Fuploads%2Fdocumentos%2Fdocumentos_PCI_Combustibles_Carburantes_final_valores_Update_2014_0830376a.xlsx&usg=AOvVaw1zwvHefRYTS9XqHvdQxEuE

l'àmbit de l'AMB contribueixen localment als canvis en la qualitat de l'aire, i globalment a l'escalfament global i el canvi climàtic.

Aquí ens centrem en aquest darrer impacte, a través de l'estimació de les emissions de CO₂ equivalent associades al consum d'energia primària. El CO₂ és un dels principals gasos causants de l'efecte hivernacle que contribueix a l'escalfament del planeta i, tot no ser el gas amb més potencial d'escalfament¹⁰, ha estat el que més ha contribuït al canvi climàtic entre 1750 i 2005 (Forster et al., 2007; Somerville et al., 2007; Trenberth et al., 2007).

Primer, però, es revisen els factors d'emissió per tipus de font primària d'energia, i respecte a l'energia elèctrica final consumida (mix elèctric), que publiquen els diversos organismes estatals i autonòmics competents.

La *Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH)* que publica anualment l'Oficina Catalana de Canvi Climàtic (OCCC) conté, entre d'altres, els factors d'emissió de l'energia per font energètica. El mix de producció bruta d'energia elèctrica general que l'OCCC recomana utilitzar per a l'any 2014 és 267 g CO₂/kWh (vegeu la Taula 5.20 i la Taula 5.21, amb els factors d'emissió del 2014). Aquest mix no inclou els kWh provinents de fonts d'energia renovable certificats amb GdO que han estat adquirits per un consumidor final. D'altra banda, fins al valor de l'any 2015, l'OCCC havia estimat el mix elèctric d'acord amb una metodologia determinada que incorporava els criteris que els estàndards internacionals de càlcul estaven desenvolupant. A partir del valor de l'any 2016, l'OCCC estima el mix elèctric seguint la mateixa metodologia per la qual la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) estima la informació referent a l'origen de l'electricitat i el seu impacte d'emissions de CO₂ de totes les companyies comercialitzadores que participen en el Sistema de Garanties d'Origen.

Taula 5.20. Factors d'emissió de l'energia segons les estimacions de l'OCCC, 2014 (dades en kg CO₂ per unitat d'energia).

FONT ENERGÈTICA	FACTOR D'EMISSION
Electricitat (kWh)	267 g CO ₂ /kWh
Gas natural (m ³)	2,15 kg CO ₂ /Nm ³
Gas butà (kg)	2,96 kg CO ₂ /kg de gas butà
Gas butà (nº de bombones)	37,06 kg CO ₂ /bombona (considerant 1 bombona de 12,5 kg)
Gas propà (kg)	2,94 kg CO ₂ /kg de gas propà
Gas propà (nº de bombones)	102,84 kg CO ₂ /bombona (considerant 1 bombona de 35 kg)
Gasoil (litres)	2,79 kg CO ₂ /l gasoil 80
Fuel (kg)	3,05 kg CO ₂ /kg de fuel
GLP genèric (kg)	2,96 kg CO ₂ /kg de GLP genèric
GLP genèric (litres)	1,59 kg CO ₂ /l de GLP genèric
Carbó nacional (kg)	2,30 kg CO ₂ /kg de carbó nacional
Carbó d'importació (kg)	2,58 kg CO ₂ /kg de carbó d'importació
Coc de petroli (kg)	3,19 kg CO ₂ /kg de coc de petroli

Font: OCCC (2015).

¹⁰ Altres gasos tenen una capacitat de captura de calor molècula a molècula més potent que el CO₂ (per exemple, el metà o CH₄), però són molt menys abundants a l'atmosfera i s'afegeixen més lentament.

Taula 5.21. Factors d'emissió dels carburants per al transport segons les estimacions de l'OCCC, 2014 (dades en kg CO₂/litre).

• Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO ₂ /litre
• Dièsel: 2,61 kg de CO ₂ /litre
• Bioetanol: 2,38 kg de CO ₂ /litre - % bioetanol
Si utilitzem bioetanol 5, el combustible té un 5% de bioetanol (i un 95% de gasolina 95) i les emissions associades són de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO ₂ /litre
• Biodièsel: 2,61 kg de CO ₂ /litre - % biodièsel-30
Si utilitzem biodièsel-30, vol dir que té un 30% de biodièsel (i un 70% de dièsel) i les emissions associades són de 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO ₂ /litre
• Gas líquid del petroli (GLP): 1,63 kg CO ₂ /litre
• Gas natural comprimit o vehicular (GNC): 2,75 kg CO ₂ /kg de GNC
Notes: Densitat del gasoil a 15 °C= 833 kg/m ³ , densitat de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m ³ , densitat del GLP a 15 °C = 539 kg/m ³ .
Font: OCCC (2015).

Per la seva banda, el MINETUR (Ministerio de Industria, Energía y Turismo) publica anualment el Libro de la Energía en España, en el qual figuren les emissions de CO₂ sobre el consum final d'electricitat per l'any corresponent (0,305 Kt CO₂/GWh l'any 2014), així com les emissions de CO₂ sobre la producció bruta d'energia elèctrica (0,25 Kt CO₂/GWh l'any 2014). A més a més, el MINETAD (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital) publica els factors d'emissió de CO₂ i coeficients de pas a energia primària de diferents fonts d'energia final consumides en el sector d'edificis a Espanya (Resolució conjunta dels Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento). La publicació es tracta d'un document reconegut del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) (MINETAD, 2014).

Donada la varietat de fonts d'informació, es decideix aplicar els factors d'emissió publicats per l'OCCC per l'any 2014 (Taula 5.20), i que inclouen el mix elèctric català (consistent amb les fonts utilitzades per l'anàlisi del flux d'energia exosomàtica). Els factors d'emissió de combustibles fòssils (consum de combustibles) es proporcionen en unitats físiques que varien segons el tipus de combustible (m³, kg, etc.). Els factors de conversió utilitzats per transformar les unitats d'energia en unitats de massa o volum segons el tipus de combustible, i que representen el poder calorífic dels combustibles, són els que es mostren a continuació a la Taula 5.22.

Taula 5.22. Poder calorífic dels combustibles segons estimacions realitzades de l'OCCC, 2014 (dades en diverses unitats).

COMBUSTIBLE	FACTOR DE CONVERSIÓ
Gas natural (m ³)	11,83 kWh/Nm ³ de gas natural*
Gas butà (kg)	12,44 kWh/kg de gas butà
Gas propà (kg)	12,83 kWh/kg de gas propà
Gasoil (kg)	11,78 kWh/kg de gasoil
Fuel (kg)	11,16 kWh/kg de fuel
GLP genèric (kg)	12,64 kWh/kg de GLP genèric
Carbó nacional (kg)	6,42 kWh/kg de carbó nacional
Carbó d'importació (kg)	7,09 kWh/kg de carbó d'importació
Coc de petroli (kg)	9,03 kWh/kg de coc de petroli

Nota: (*) Metres cúbics (m³) de gas natural en condicions normals de pressió i temperatura. La dada de kWh és segons PCS (poder calorífic superior). El factor de conversió en termes de PCI és de 10,66 kWh/Nm³. Per convertir les unitats energètiques en terme de PCS a terme de PCI en el gas natural es fa servir el factor de conversió de 0,901.

Font: OCCC (2015).

Amb tot, les emissions que es deriven del consum d'energia primària a l'àmbit de l'AMB el 2014 són les presentades a la Taula 5.23. Destaquen les emissions de CO₂ associades al consum d'energia elèctrica (10.431,06 milers de tones de CO₂), així com les dels combustibles líquids derivats del petroli, que segons les estimacions realitzades sumen uns 4.085,70 milers de tones de CO₂ l'any 2014.

Taula 5.23. Emissions derivades del consum d'energia primària a l'àmbit de l'AMB, 2014 (dades en diverses unitats).

	TJ	kWh	Nm ³ o kg	milers t CO ₂
Energia elèctrica	140.643	39.067.629.400	--	10.431,06
Gas natural (unitats en PCS)	77.143	21.428.586.434	1.811.376.706	3.894,46
GLP*	1.825	507.070.484	40.116.336	118,74
Gasolines (per al transport)*	11.723	3.256.342.251	261.677.602	832,61
Gasoil A+B (per al transport)*	44.991	12.497.432.669	1.038.247.134	3.253,09
Gasoil C*	2.839	788.547.111	66.939.483	186,76
Fueloil*	372	103.283.155	9.254.763	28,23
Total (milers tn CO₂)				8.324,33

Nota: (*) El càlcul d'emissions es fa sobre el consum final d'energia.

Font: IERMB.

6 La dimensió social: despesa en serveis bàsics aigua i energia

En aquest apartat es vol aprofundir en la dimensió social de l'anàlisi dels fluxos d'aigua i d'energia a l'àmbit metropolità de Barcelona. Es volen analitzar qüestions d'accessibilitat i d'assequibilitat de les famílies davant aquests recursos, per poder detectar situacions de vulnerabilitat davant l'actual funcionament del sistema.

Com ja s'ha explicat a l'apartat de metodologia, l'«Enquesta de Condicions de Vida», anys 2011 i 2016 ens permet estimar la despesa econòmica mitjana de les llars en el subministrament d'aigua potable en funció d'una sèrie de variables. Aquestes anàlisis es replicaran per estimar la despesa i el consum d'energia (electricitat i gas natural) a l'apartat 6.3.

Abans de presentar les dades sobre la despesa en aigua i energia de les llars, s'introdueix una perspectiva general del context metropolità els anys d'estudi (2011 i 2016) pel que fa al nombre de llars i a les variables que poden estar explicant la despesa d'aigua, d'electricitat i de gas natural o altres combustibles.

En aquest apartat també s'analitzarà l'increment del preu que han experimentat aquests dos serveis bàsics i l'impacte de la pobresa hídrica i energètica en el territori metropolità.

6.1 Llars amb despeses d'aigua i energia a l'àmbit de l'AMB

A la Taula 6.1 es mostra el nombre total de llars amb despesa d'aigua, d'electricitat i de gas natural o altres combustibles per àmbit territorial de l'AMB els anys 2011 i 2016.

Taula 6.1. Nombre de llars amb diferents despeses per àmbit territorial de l'AMB. Anys 2011 i 2016

	Any 2011				Any 2016			
	Barce-lona	Resta AMB	Total AMB	% llars amb despesa AMB	Barce-lona	Resta AMB	Total AMB	% llars amb despesa AMB
Amb despesa d'aigua	511.582	497.470	1.009.052	80,78%	667.258	619.366	1.286.623	98,20%
Amb despesa d'electricitat	535.429	501.197	1.036.627	82,98%	683.753	619.985	1.303.739	99,51%
Amb despesa de gas o altres combustibles	454.388	441.028	895.416	71,68%	573.621	531.522	1.105.142	84,35%
Total llars AMB	663.015	586.161	1.249.176	--	688.324	621.823	1.310.147	--

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

A la Taula 6.2 es mostra el nombre total de llars amb despesa d'aigua, d'electricitat i de gas natural per grau d'urbanització a l'àmbit de l'AMB. Més de la meitat de les llars se situen al municipi de Barcelona, unes 663.015 llars l'any 2011 (el 53,1%) i unes 688.324 llars l'any 2016 (el 52,5%). Gairebé la totalitat de les llars viuen en zones densament poblades de Barcelona i la resta de l'àrea metropolitana, unes 1.221.774 llars (el 97,8%) l'any 2011, xifra que va augmentar fins a unes 1.296.262 llars (el 98,9%) l'any 2016.

De més a més, a la Taula 6.3 es mostra la distribució de les llars d'acord amb les característiques socioeconòmiques.

Taula 6.2. Nombre de llars amb diferents despeses, per grau d'urbanització del municipi de residència l'àmbit de l'AMB. Anys 2011 i 2016

	Any 2011			Any 2016		
	Barcelona	Densament poblat resta AMB	Zona semiurbana/intermèdia resta AMB	Barcelona	Densament poblat resta AMB	Zona semiurbana/intermèdia resta AMB
Amb despesa d'aigua	511.582	473.861	23.609	667.258	605.481	13.884
Amb despesa d'electricitat	535.429	476.467	24.730	683.753	606.101	13.884
Amb despesa de gas o altres combustibles	454.388	425.423	15.605	573.621	518.769	12.752
Total llars AMB	663.015	558.759	27.402	688.324	607.938	13.884

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

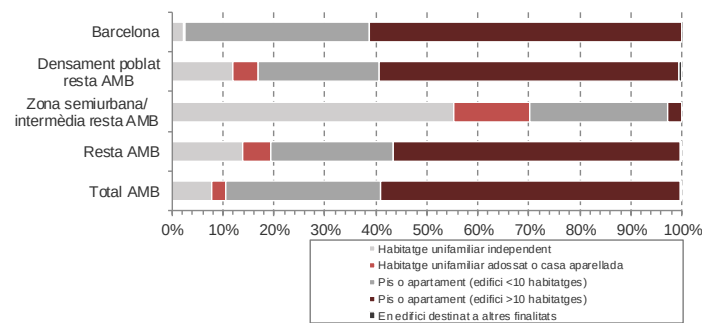
Taula 6.3. Nombre de llars a l'àmbit de l'AMB per les variables socioeconòmiques. Anys 2011 i 2016

	Any 2011		Any 2016	
	Llars	%	Llars	%
<i>Tipus de llar</i>				
Una persona	221.767	17,75%	353.587	26,99%
Dues persones	481.433	38,54%	433.385	33,08%
Tres persones	245.117	19,62%	247.849	18,92%
Quatre persones	232.774	18,63%	217.005	16,56%
Cinc persones o més	68.086	5,45%	58.321	4,45%
<i>Situació de la llar en relació a l'activitat</i>				
Tots inactius	344.709	27,59%	345.552	26,38%
Tots actius ocupats	664.191	53,17%	748.369	57,12%
Ocupats i aturats	122.611	9,82%	121.131	9,25%
Tots els actius aturats	117.665	9,42%	95.094	7,26%
<i>Nivell de renda</i>				
Menys de 9000€	112.007	8,97%	93.055	7,10%
Entre 9000 i 13999 €	148.128	11,86%	154.338	11,78%
Entre 14000 i 18999 €	181.469	14,53%	154.907	11,82%
Entre 19000 i 24999 €	202.133	16,18%	179.419	13,69%
Entre 25000 i 34999 €	245.293	19,64%	249.623	19,05%
35000 € i més	360.147	28,83%	478.804	36,55%
Total llars AMB	1.249.176	100,00%	1.310.147	100,00%

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

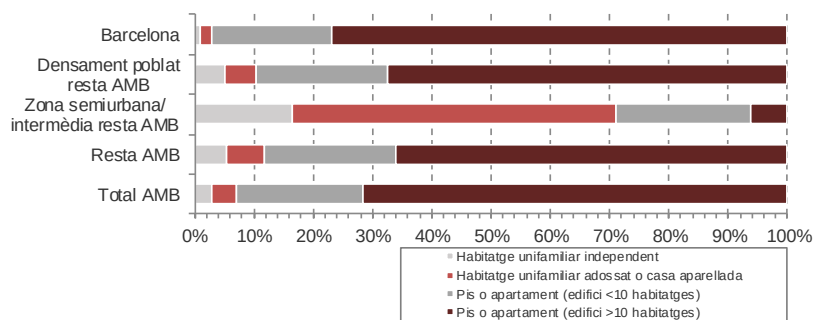
Quant a les característiques dels habitatges on resideix la població, l'any 2011 a Barcelona un 97,4% de les llars viu a un pis o apartament (Gràfic 6.1), mentre que a les zones densament poblades de la resta de l'àrea metropolitana ho fa un 82,7%. En ambdós casos l'opció majoritària són els pisos o apartaments en edificis de més de 10 habitatges. En canvi, a les zones suburbanes de la resta de l'AMB l'opció majoritària és l'habitatge unifamiliar independent (55,4%) i després l'adossat (14,9%). El 2016 es mantenen aquestes tendències amb lleugeres variacions (Gràfic 6.2), excepte a les zones suburbanes i intermèdies de la resta de l'AMB on l'habitatge adossat hi ha guanya força terreny a l'habitatge independent. Cal esmentar, però, que l'any 2016 no es disposa de dades dels habitatges en edificis destinats a altres finalitats.

Gràfic 6.1. Classe d'habitatge per àmbit territorial de l'AMB i grau d'urbanització. Any 2011



Font: IERMB a partir de l' ECVHP 2011 i ECV 2016

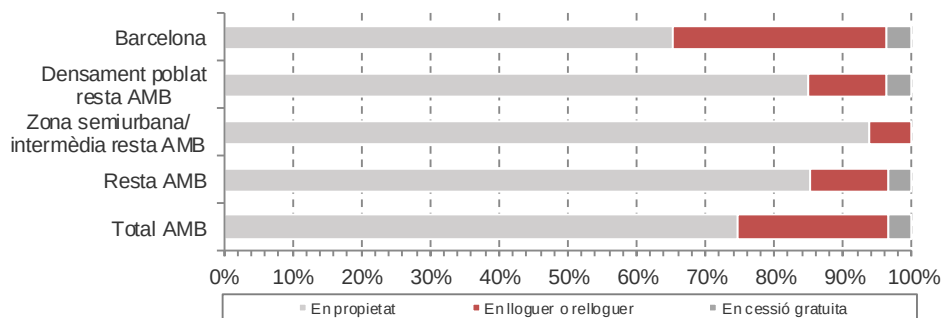
Gràfic 6.2. Classe d'habitatge per àmbit territorial de l'AMB i grau d'urbanització. Any 2016



Font: IERMB a partir de l' ECVHP 2011 i ECV 2016

El règim de tinença, juntament amb la classe d'habitatge, és un condicionant de les instal·lacions que consumeixen aigua i energia (i en molts casos dels sistemes d'aïllament) de que disposa l'habitatge i el seu grau d'eficiència (Pye et al., 2015). Existeixen diferències en la modalitat de tinença quant a l'àmbit territorial de l'AMB i el grau d'urbanització. Així, a Barcelona l'opció de lloguer està molt més estesa que a la resta del territori de l'AMB, on predomina l'habitatge en propietat (Gràfic 6.3). Tot i això, hi ha més habitatge de lloguer a les zones densament poblades de la resta de l'AMB que a les zones suburbanes, gairebé el doble. La cessió gratuïta no sembla ser una opció a les zones semiurbanes de la resta de l'àrea metropolitana.

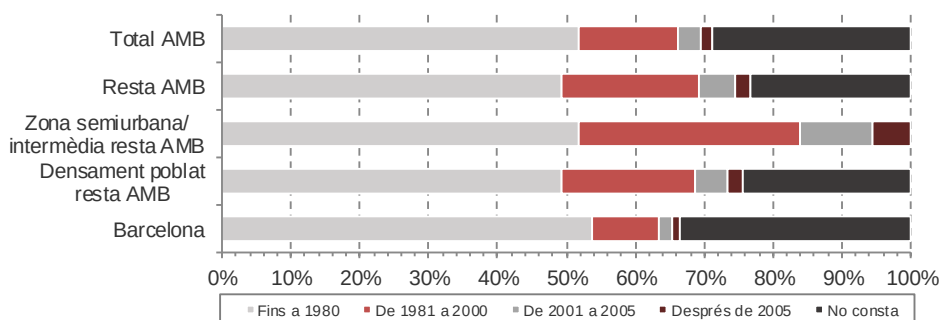
Gràfic 6.3. Règim de tinença de l'habitatge principal a l'àmbit de l'AMB per àmbit territorial i grau d'urbanització. Any 2016



Font: IERMB a partir de l' ECVHP 2011 i ECV 2016

Per últim, l'antiguitat del parc d'habitatge n'és un altre factor rellevant. Segons les dades del 2011, al conjunt de l'àmbit de l'AMB la meitat dels edificis són anteriors a 1980 (Gràfic 6.4). A Barcelona ciutat és on hi ha més edificis antics d'abans del 1950, un 23,2%. Pel contrari, la nova construcció (anys 2001-2011) se concentra a les zones periurbanes de l'AMB. Aquestes dades no es troben disponibles per l'any d'estudi 2016.

Gràfic 6.4. Antiguitat dels habitatges a l'àmbit de l'AMB per àmbit territorial i grau d'urbanització. Any 2011



Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

6.2 Despesa hídrica

6.2.1 El preu de l'aigua del subministrament domèstic d'aigua

El preu de l'aigua, encara que no l'únic, és un dels factors condicionants rellevants a l'hora d'explicar el consum domèstic (Domene i Saurí, 2006). A continuació es presenten les dades de l'evolució del preu de l'aigua del subministrament domèstic per a la província de Barcelona en el període 2010-2016.

La factura de l'aigua en aquest àmbit incorpora els següents conceptes: subministrament d'aigua, el cànon de l'aigua, la taxa de clavegueram, la Taxa metropolitana de tractament de residus (TMTR) i l'IVA. A continuació s'explica el desglossament de la factura de l'aigua en els termes fixos i variables:

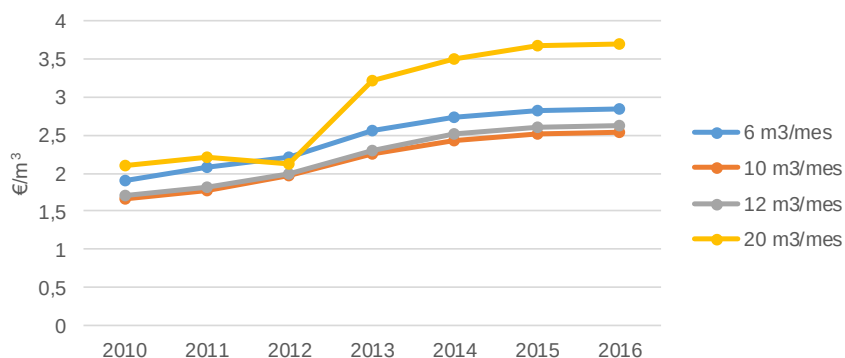
- El *subministrament d'aigua* té dues parts diferenciades: a) Una part fixa, anomenada *quota de servei*, que es paga en concepte de disponibilitat immediata i accés permanent al servei de l'aigua; b) Una part variable, que es paga en funció del consum i que vol fomentar l'estalvi d'aigua.
- El *Cànon de l'aigua* és un tribut la titularitat del qual correspon a l'Agència Catalana de l'Aigua (Generalitat de Catalunya) i el recapta Aigües de Barcelona a la factura de l'aigua en compliment de la normativa aplicable en vigor.
- La *Taxa de clavegueram*, que es recapta per compte dels respectius ajuntaments als municipis de Barcelona, Montgat, Torrelles de Llobregat i Sant Climent de Llobregat.
- La *Taxa metropolitana de tractament de residus (TMTR)* que es recapta a la factura de l'aigua per compte de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

- L'IVA - estan subjectes a l'IVA el servei d'aigua (quota de servei més consum d'aigua) i també al cànon de l'aigua. El tipus de gravamen és del 10%.

Tant la quota de subministrament com el cànon de l'aigua segueixen una modalitat de preu progressiva organitzada per trams de consum, amb un preu unitari més elevat a mesura que augmenta el consum. A continuació es presenten les dades del preu unitari total del servei domèstic, inclosos tots els conceptes, pels següents trams: 6 m³, 10 m³, 12 m³, 20 m³.

En aquest període el preu de l'aigua s'ha incrementat un 37% (6 m³), un 42% (10 m³), un 44% (12 m³) i un 68% (20 m³). Tenint en compte que el consum mitjà al conjunt de l'AMB és d'uns 120 litres per persona i dia, i que la dimensió mitjana de la llar està al voltant de 2,52 persones (Àmbit Metropolità, 2011; Idescat), es calcula que el consum mitjà de les llars a l'àmbit de l'AMB està al voltant dels 8-9 m³/mes, de manera que els increments mitjans de les llars de l'AMB se situen al voltant d'un 40% en aquest període.

Gràfic 6.5. Preu unitari total domèstic, IVA inclòs Preu Unitari €/m³. Província de Barcelona, 2010-2016.



Nota: El preu unitari total domèstic inclou: Servei d'aigua en baixa, cànon de l'aigua domèstic, taxa de clavegueram per ús domèstic i IVA.

Font: IERMB a partir de l'Agència Catalana de l'Aigua

Pel cas de l'àmbit de l'AMB també s'han obtingut les dades a escala municipal pels anys 2011 i 2016 (Taula 6.4). En aquest cas el preu inclou el servei d'aigua, el cànon d'aigua domèstic i la taxa de clavegueram, sense IVA) per a un consum mitjà per llar de 12 m³/mes.

En aquest apartat és important descriure la governança del subministrament d'aigua a l'àmbit metropolità. La competència de la gestió de l'aigua és municipal, i la de la gestió del cicle integral de l'aigua és metropolitana. Tot i que la gestió és municipal, la majoria de municipis de l'AMB funcionen amb una concessió a una empresa privada, en la majoria de casos, com es pot veure a la taula següent, Aigües de Barcelona. Tot i que la gestió la fa una empresa privada, el preu dels serveis es decideix de forma consensuada pel gestor i els responsables polítics locals, en aquest cas, l'AMB. Així doncs, existeix cert control públic sobre el preu del subministrament, al contrari del que passa amb l'energia, on el mercat és privat i està liberalitzat i està subjecte a regulacions nacionals i no locals o metropolitanes.

Taula 6.4. Preu unitari del subministrament domèstic, inclou el servei d'aigua, el cànon d'aigua domèstic i la taxa de clavegueram, sense IVA), per un consum mitjà per llar de consum 12 m³/mes. Àmbit de l'AMB. Any 2011

Municipi	Entitat subministradora	Gestió	Subministrament	Cànon de l'aigua		Clavegueram i depuració	Total cicle de l'aigua
				€/m³	€/m³		€/m³
Badalona	AB, EMGCIA, SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Barcelona	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,15	2,67
Begues	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,19	2,70
	AIGÜES DE CASTELLBISBAL						
Castellbisbal	EMPRESA MIXTA,SL	I		1,18	0,645	0,24	2,06
Castelldefels	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,21	2,72
Cervelló	SOREA	I		1,52	0,645	0,09	2,26
Corbera de Llobregat	SOREA	I		2,40	0,645	0,17	3,21
Cornellà de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Esplugues de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Gavà	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,07	2,58
Hospitalet de Llobregat, l'	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Molins de Rei	FCC AQUALIA, SA	I		1,03	0,645	0,18	1,86
Montcada i Reixac	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Montgat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,11	2,62
Pallejà	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Papiol, el	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Prat de Llobregat, el	AIGÜES DEL PRAT, SA	D		1,17	0,645	-	1,81
Ripollet	AJUNTAMENT DE RIPOLLET	I		0,92	0,645	-	1,56
Sant Adrià de Besòs	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Andreu de la Barca	FCC AQUALIA, SA	I		1,04	0,645	-	1,68
Sant Boi de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Climent de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,25	2,77
Sant Cugat del Vallès	SOREA	I		1,44	0,645	0,38	2,46
Sant Feliu de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Joan Despí	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Just Desvern	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Santa Coloma de Cervelló	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Santa Coloma de Gramenet	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
	SERV. I AIGÜES DE BARBERA						
Barberà del Vallès	EMP. MUN., SA	D		0,87	0,645	0,30	1,81
Sant Vicenç dels Horts	UTE AIGÜES DE SANT VICENÇ DELS HORTS	I		0,81	0,645	-	1,45
Cerdanyola del Vallès	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Tiana	SOREA	I		1,46	0,645	0,02	2,13
Torrelles de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,33	2,85
Viladecans	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Badia del Vallès	SOREA	I		1,16	0,645	0,02	1,83
Palma de Cervelló, la	CIA. GENERAL AIGÜES DE CATALUNYA, SA	I		1,42	0,645	-	2,06
AMB*				1,79	0,645		2,56

Nota:

AB - EMGCIA SA: AIGUES DE BARCELONA EMPRESA METROPOLITANA DE GESTIO DEL CICLE INTEGRAL DE LAIGUA SA SOREA: SOREA;

I: Gestió indirecta; D: Gestió Directa

*Preu mitjà ponderat per la població

La Taxa metropolitana de tractament i deposició de residus municipals (TMTR). En aquest cas hem suposat que la TMTR fa augmentar en un 15% el cost total de la factura.

Font: IERMB a partir d'Agència Catalana de l'Aigua.

Taula 6.5. Preu unitari del subministrament domèstic, inclou el servei d'aigua, el cànon d'aigua domèstic i la taxa de clavegueram, sense IVA), per un consum mitjà per llar de consum 12 m³/mes. Àmbit de l'AMB. Any 2016

Municipi	Entitat subministradora	Gestió	Subministrament	Cànon de l'aigua		Clavegueram i depuració	Total cicle de l'aigua
				€/m³	€/m³		€/m³
Badalona	AB, EMGCIA, SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Barcelona	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,15	2,67
Begues	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,19	2,70
Castellbisbal	AIGÜES DE CASTELLBISBAL						
Castelldefels	EMPRESA MIXTA,SL	I		1,18	0,645	0,24	2,06
Cervelló	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,21	2,72
Corbera de Llobregat	SOREA	I		1,52	0,645	0,09	2,26
Cornellà de Llobregat	SOREA	I		2,40	0,645	0,17	3,21
Esplugues de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Gavà	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Hospitalet de Llobregat, l'	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,07	2,58
Molins de Rei	FCC AQUALIA, SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Montcada i Reixac	FCC AQUALIA, SA	I		1,03	0,645	0,18	1,86
Montgat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Pallejà	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,11	2,62
Papiol, el	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Prat de Llobregat, el	AIGÜES DEL PRAT, SA	D		1,87	0,645	-	2,51
Ripollet	AJUNTAMENT DE RIPOLLET	I		1,17	0,645	-	1,81
Sant Adrià de Besòs	AB - EMGCIA SA	I		0,92	0,645	-	1,56
Sant Andreu de la Barca	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Boi de Llobregat	FCC AQUALIA, SA	I		1,04	0,645	-	1,68
Sant Climent de Llobregat	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Cugat del Vallès	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,25	2,77
Sant Feliu de Llobregat	SOREA	I		1,44	0,645	0,38	2,46
Sant Joan Despí	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Sant Just Desvern	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Santa Coloma de Cervelló	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Santa Coloma de Gramenet	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Barberà del Vallès	SERV. I AIGÜES DE BARBERA						
Sant Vicenç dels Horts	EMP. MUN., SA	D		0,87	0,645	0,30	1,81
Cerdanyola del Vallès	UTE AIGÜES DE SANT VICENÇ DELS HORTS	I		0,81	0,645	-	1,45
Tiana	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Torrelles de Llobregat	SOREA	I		1,46	0,645	0,02	2,13
Viladecans	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	0,33	2,85
Badia del Vallès	AB - EMGCIA SA	I		1,87	0,645	-	2,51
Palma de Cervelló, la	SOREA	I		1,16	0,645	0,02	1,83
AMB*	CIA. GENERAL AIGÜES DE CATALUNYA, SA	I		1,42	0,645	-	2,06
				1,79	0,645		2,56

Nota:

AB - EMGCIA SA: AIGÜES DE BARCELONA EMPRESA METROPOLITANA DE GESTIO DEL CICLE INTEGRAL DE LAIGUA SA SOREA: SOREA;

I: Gestió indirecta; D: Gestió Directa

*Preu mitjà ponderat per la població

La Taxa metropolitana de tractament i deposició de residus municipals (TMTR). En aquest cas hem suposat que la TMTR fa augmentar en un 15% el cost total de la factura.

Font: IERMB a partir d'Agència Catalana de l'Aigua.

6.2.2 Despesa de les llars en aigua potable

L'any 2011, la despesa econòmica mitjana d'aquelles llars que tenen despesa en aigua era de 24,98 €/mes, la qual cosa suposa un total de 299,72€ anuals (Gràfic 6.6). El 19,22% de llars que declaren no tenir despesa en aigua, és possible que siguin habitatges que tenen règim d'aforament, que paguen l'aigua amb la comunitat o amb el lloguer, amb la qual cosa desconeixen el cost de la factura. L'any 2016, en canvi, la despesa (mitjana mensual) per llar a l'àmbit de l'AMB, d'aquelles llars amb despesa d'aigua (un 98,20% de les llars), ha augmentat fins als 28,35€ (340,20€ l'any), fet que suposa un increment del 13,49%.

En aquest punt s'ha de tenir en compte que, al període estudiat, el consum d'aigua per habitant i dia a l'àrea metropolitana de Barcelona ha passat de ser 107,11 litres per persona i dia a ser 105,07 litres per persona (reducció del 2%), i que el volum total facturat en usos domèstics ha disminuït, tot passant d'uns 126,16 Hm³ a uns 123,74 Hm³ (reducció del 2%). És a dir, els habitants de l'àrea metropolitana de Barcelona estan pagant més car el seu consum d'aigua, derivat principalment per l'augment de la part fixa del preu de l'aigua en aquest període, tal com s'explica més endavant.

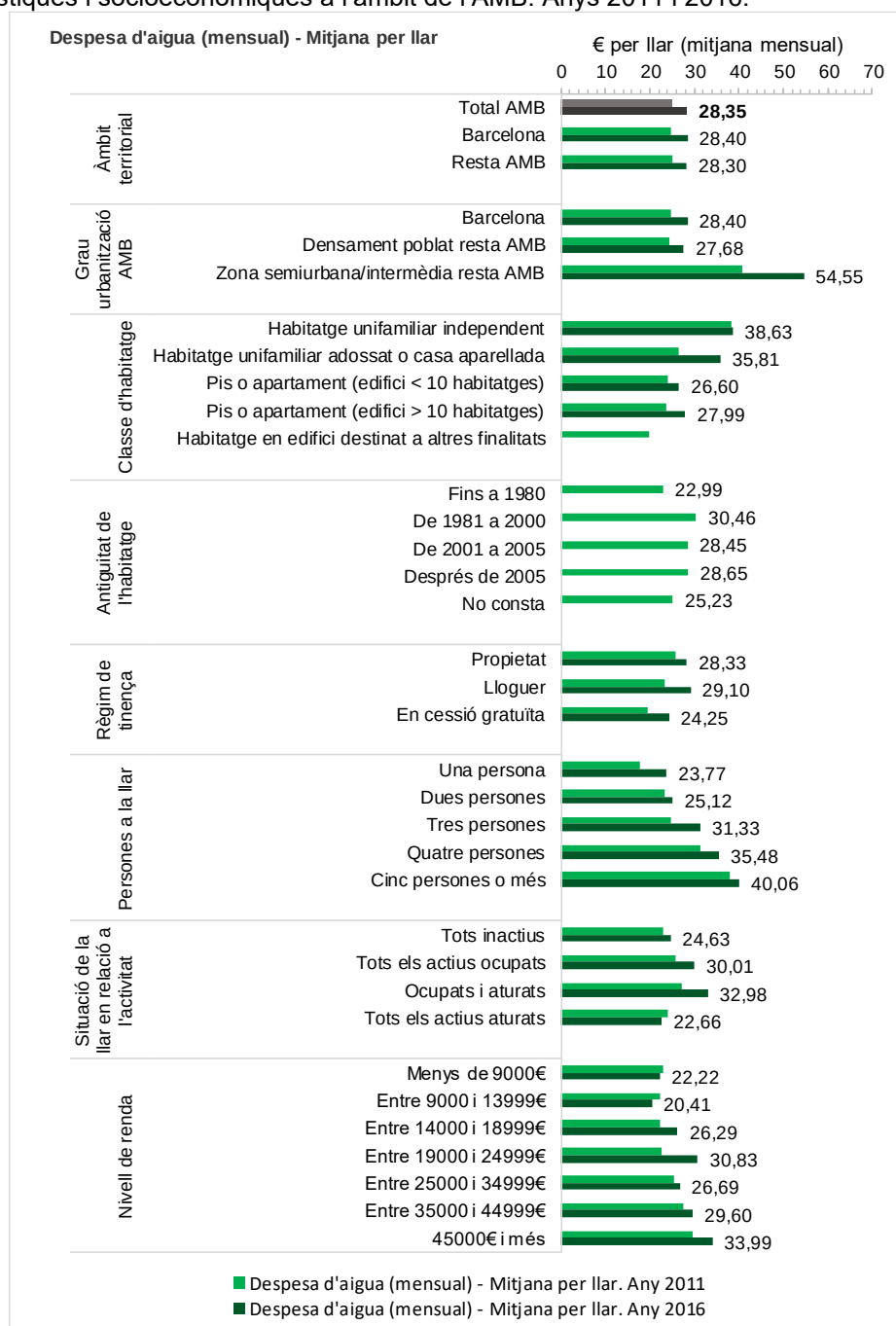
La despesa mitjana en subministrament d'aigua al conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, però, presenta diferències en funció de certes variables. A continuació es fa un repàs d'algunes d'elles

Variables de model urbà i de característiques de l'habitatge

En termes generals, la despesa en aigua ha augmentat al període 2011-2016 per a totes les categories de llars analitzades (d'acord a l'àmbit territorial de residència, el grau d'urbanització, la classe d'habitatge, l'antiguitat de l'habitatge, el règim de tinença, la situació de la llar en relació a l'activitat i el nivell de renda). Les diferències més importants entre categories i per període temporal es donen en funció de les variables 'grau d'urbanització' i 'classe d'habitatge', estretament vinculades.

Així el 2011, les llars a zones suburbanes de l'àmbit de l'AMB (densitat de població inferior a 1000 hab./km²) tenen una despesa mitjana mensual 1,6 i 1,7 cops més elevada que aquelles que viuen a Barcelona o d'altres zones desament poblades de l'AMB. Es tractaria d'unes 27.402 llars, el 2,19% de les llars de l'àrea metropolitana, amb una despesa mensual mitjana de 40,65 €/mes. El 2016 la diferència en la despesa mitjana mensual entre aquestes llars (unes 13.884) i les que viuen a zones compactes és d'1,9 (Barcelona) i 2,0 cops (altres zones densament poblades del territori de l'AMB), i ha augmentat fins als 54,55€/mes, cosa que suposa un total de 654,60€/any, front als 340,77€/any que gasten de mitjana els habitants de Barcelona.

Gràfic 6.6. Despesa d'aigua per llar (mitjana mensual) per diverses variables territorials, urbanístiques i socioeconòmiques a l'àmbit de l'AMB. Anys 2011 i 2016.



Nota: Només es comptabilitzen aquelles llars amb despesa d'aigua.
Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016.

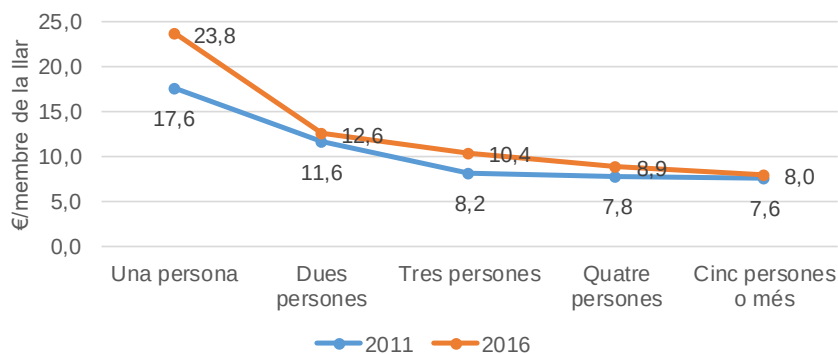
D'altra banda, les llars que resideixen en habitatges unifamiliars independents, unes 95.941 llars l'any 2011 (el 7,68% del total de llars), tenen una despesa de 38,34€/mes, 1,6 cops per sobre de la del pis o apartament (habitatge de referència). S'observa, a més, una diferència, l'any 2011, de més de 10€ entre els habitatges unifamiliars independents i els adossats, probablement relacionada amb els usos exteriors, tals com jardins i piscina (com veurem més endavant). El 2016, la despesa dels qui viuen en habitatges unifamiliars independents es manté constant

respecte de l'any 2011, però en canvi sí que s'ha donat un augment notable de la despesa de les llars que viuen en cases aparellades (unes 28.529 l'any 2011 i unes 52.167 el 2016), que ha passat dels 26,31€/mes als 35,81€/mes (augment del 35,99%).

Variables socioeconòmiques

Pel que fa a les variables socioeconòmiques, el nombre de persones a la llar, com és lògic, és la variable que mostra més diferències pel que fa a la despesa en aigua. L'augment del cost del servei, però, no és proporcional al nombre de persones per llar, ja que hi ha una part de la factura de l'aigua que és fixa, de manera que el cost unitari disminueix a mesura que augmenten els membres de la llar. La despesa de les llars unipersonals ha augmentat especialment, tot passat dels 17,64€/mes l'any 2011 als 23,77€/mes el 2016 (Gràfic 6.7). D'alguna manera es penalitzen les llars petites.

Gràfic 6.7. Despesa d'aigua per membre de la llar (mitjana mensual) segons la tipologia de llar en relació al nombre de membres de la llar. Àmbit de l'AMB. Any 2011 i 2016.



Notes: Només es comptabilitzen aquelles llars amb despesa d'aigua. El valor de la categoria cinc persones o més, s'ha calculat tenint en compte cinc persones.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Quant a la situació de la llar en relació amb l'activitat, són les llars amb tots els membres actius aturats les que tenen una despesa més baixa (23,94€/mes l'any 2011 i 22,66€/mes el 2016), mentre que les formades per actius ocupats i aturats tenen la despesa més elevada (27,21 €/mes l'any 2011 i 32,98€/mes el 2016). Tot i l'augment del preu de l'aigua, les llars amb tots els membres actius aturats han disminuït l'import de la seva factura, la qual cosa denota un gran esforç per reduir el consum i la despesa d'aigua, que ha passat de 23,94€/mes al 2011 a 22,66€/mes el 2016.

De la resta de variables socioeconòmiques, la renda de la llar també mostra diferències notables, essent més elevada com més ingressos té la llar. Tot i això, les llars amb menys ingressos (menys de 9.000€ mensuals) tenen una despesa més elevada que el tram de renda immediatament superior, cosa que podria deure's a una menor eficiència de les instal·lacions de què disposarien que podrien patir pèrdues, per exemple, o perquè són llars amb més membres.

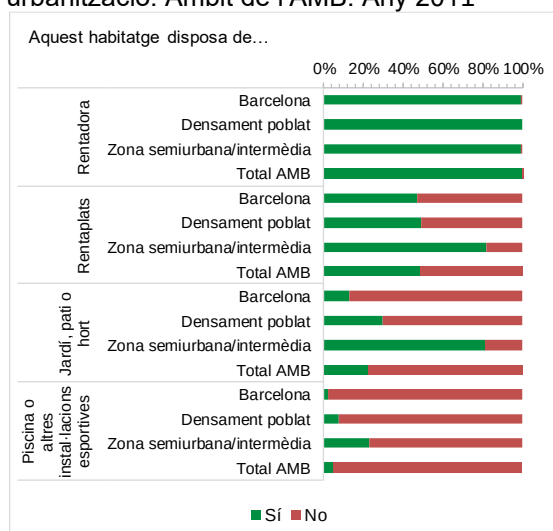
Instal·lacions que consumeixen aigua a les llars

A banda de les variables territorials i urbanístiques, i del nivell socioeconòmic de les llars, la despesa en aigua es veu directament afectada per les instal·lacions de què disposa l'habitatge i que consumeixen aigua. Només per l'any 2011, l'ECVHP recull informació sobre la disponibilitat d'algunes d'aquestes instal·lacions (Gràfic 6.8 a Gràfic 6.11).

A l'àrea metropolitana de Barcelona, gairebé la totalitat de les llars disposa de rentadora a l'habitatge, independentment de la resta de variables socioeconòmiques i urbanístiques. Els rentaplats, una instal·lació que suposa un elevat consum d'aigua, es troben en gairebé la meitat de les llars de l'àmbit metropolità. La seva presència varia en funció de la classe d'habitatge, del règim de tinença i del nivell de renda de la llar, essent més comú als habitatges unifamiliars i als situats en edificis amb altres usos, als habitatges en propietat i als de les llars amb rendes més altes.

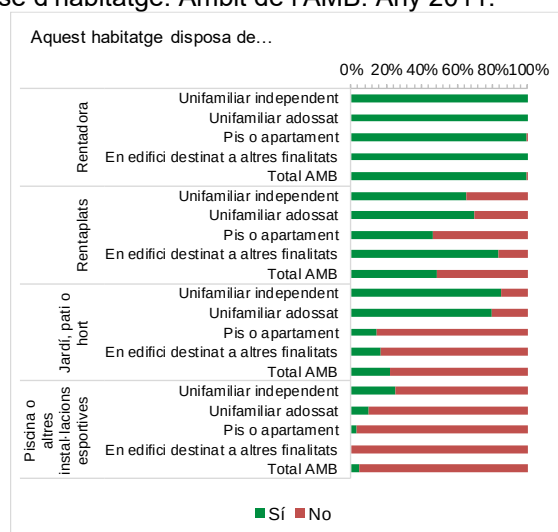
Quant als usos exteriors, els que més aigua consumeixen, a les zones suburbanes de l'AMB un 81,48% de les llars (unes 22.327) disposa de jardí, patí o hort individual o col·lectiu, mentre que un 22,95% (unes 6.288) disposa de piscina o altres instal·lacions esportives (Gràfic 6.8). Aquests usos recreatius són més freqüents als habitatges unifamiliars, tot i que hi ha edificis d'apartaments o llars que disposen de facilitats col·lectives (Gràfic 6.9). D'altra banda, la disponibilitat d'instal·lacions recreatives, sobretot de piscina i d'instal·lacions esportives, és més freqüent als habitatges en propietat (o en cessió gratuïta), que no pas als de lloguer (Gràfic 6.10), i són les llars amb rendes més altes qui més sovint poden permetre tenir-les (Gràfic 6.11).

Gràfic 6.8. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen aigua, desagregació per grau urbanització. Àmbit de l'AMB. Any 2011



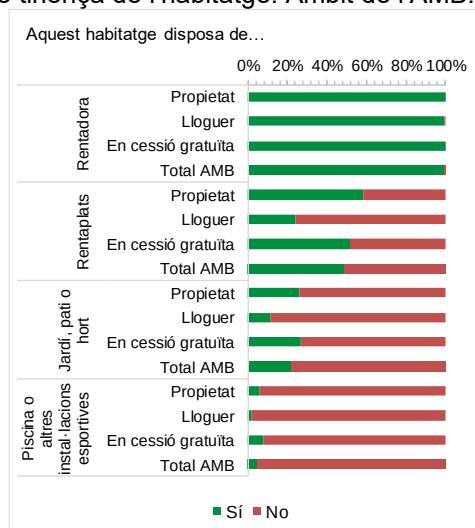
Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Gràfic 6.9. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen aigua, desagregació per classe d'habitatge. Àmbit de l'AMB. Any 2011.



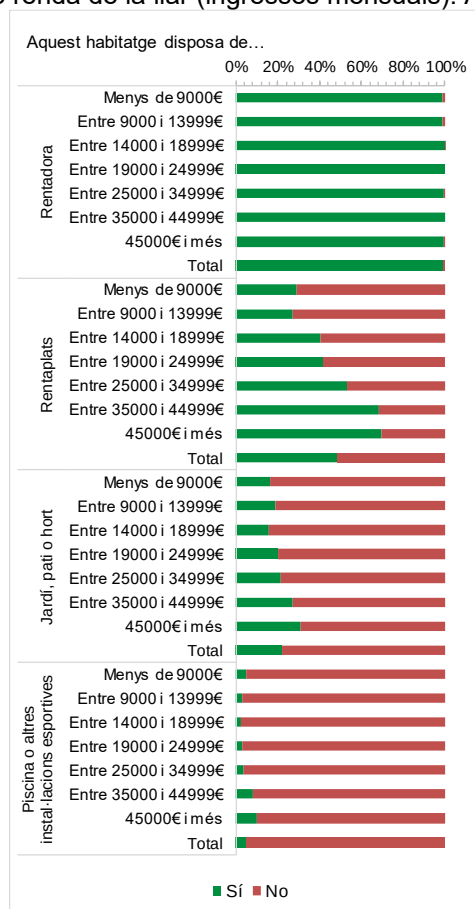
Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Gràfic 6.10. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen aigua, desagregació per règim de tinença de l'habitatge. Àmbit de l'AMB. Any 2011.



Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Gràfic 6.11. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen aigua, desagregació per nivell de renda de la llar (ingressos mensuals). Àmbit de l'AMB. Any 2011.



Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

6.3 Despesa energètica

6.3.1 El preu de l'electricitat i del gas natural

L'augment del preu dels subministraments d'energia, electricitat i gas natural, és un dels factors que expliquen l'augment de la pobresa energètica. A més a més, el coneixement del preu dels subministraments ens permet estimar el consum de les llars de l'AMB a partir de la seva despesa declarada. Per analitzar l'evolució temporal dels preus de l'energia es fan servir les dades pel període 2002-2016 proporcionades per l'ICAEN, elaborades a partir de dades de la CNMV (Comisión Nacional del Mercado de Valores) i REE (Red Elèctrica Espanyola). A continuació, es fa un repàs de l'evolució del preu de les factures elèctrica i del gas, així com dels factors que hi tenen una influència. S'explica el desglossament de les factures, s'analitzen l'evolució dels costos fixos i variables i del cost unitari del kWh.

El preu de l'electricitat

La factura elèctrica¹¹ és mensual i recull els següents conceptes, la suma dels quals constitueix l'import total a pagar: potència contractada, energia consumida, impost sobre l'electricitat, lloguer dels equips de mesura (si és el cas) i el 21% d'IVA aplicat al subtotal dels quatre conceptes anteriors. A continuació s'explica el desglossament de la factura elèctrica en els termes fixos i variables: peatge d'accés, energia consumida, impost sobre l'electricitat i lloguer del comptador.

- El *peatge d'accés* (els peatges de transport i distribució) és el cost de l'empresa comercialitzadora per utilitzar les xarxes elèctriques de l'empresa distribuïdora, i consta de dos termes: potència i energia. El primer és fix i es paga la disponibilitat de l'energia (la potència contractada), mentre que el segon és variable i es paga l'energia que ha circulat per la xarxa del distribuïdor per al seu consum final a l'habitatge. El Govern en fixa el preu, que ja està inclòs en el terme fix (per potència) i en el terme variable (per l'electricitat consumida).
- L'*energia consumida* a l'habitatge es calcula multiplicant els preus de l'oferta o del producte contractat pels kWh mesurats pel comptador.
- L'*impost sobre l'electricitat* ve determinat per llei (d'acord amb la Resolució de 23 de maig de 2014 de la Direcció General de Política Energètica i Mines del Govern de l'Estat espanyol) al tipus del 4,864% que s'aplica sobre el terme fix de potència i sobre el terme variable d'energia, i es multiplica pel coeficient 1,05113.
- Finalment, es paga el cost de *lloguer del comptador* (si és el cas).

Els darrers anys s'han produït diversos canvis que afecten directament els costos que els petits consumidors han d'assumir per disposar de subministrament d'electricitat a la llar. L'1 de juliol de 2009 es va fer efectiva la liberalització del subministrament elèctric, que juntament amb el gas natural, que es va alliberar el juliol de 2008, genera un mercat de lliure elecció de les comercialitzadores i la tarifa. Les implicacions són, en primer lloc, que sorgeix una nova classificació d'empreses d'energia: les empreses distribuïdores i les empreses comercialitzadores. La normativa prohibeix que una mateixa companyia operi en més d'una de les fases del procés de subministrament, de manera que es crea la figura de les comercialitzadores (entre l'etapa de distribució i d'usuari final). La distribució (i el transport) de l'energia es realitza en règim de monopoli natural, perquè hi ha una xarxa única d'energia elèctrica; cada zona geogràfica compta amb una única empresa distribuïdora i els consumidors no poden escollir l'empresa distribuïdora, només la comercialitzadora (a qui compren l'electricitat). Així mateix, Red Eléctrica de España SA és la companyia encarregada de transportar l'electricitat a tot el país i de fer l'explotació unificada del sistema elèctric.

En segon lloc, quant a les tarifes d'electricitat, actualment coexisteixen dues modalitats: una regulada, també anomenada PVPC (preu voluntari per al petit consumidor) (abans tarifa TUR,

¹¹ http://web.gencat.cat/.content/2_REPORTATGES/contractacio-energia-electrica/factura/tarifa12.html.

tarifa d'últim recurs), i una altra a preu lliure. Els punts de subministrament efectuats a tensions no superiors a 1 kV i amb potència contractada menor o igual a 10 kW (en aquesta categoria s'inclouen la majoria d'habitatges) poden rebre el subministrament elèctric, tant a través de la modalitat regulada (PVPC o a un preu fix durant 12 mesos), com a preu lliure. En canvi, els punts de subministrament efectuats a baixa tensió amb potències contractades superiors a 10 kW, i tots els consumidors amb subministraments en alta tensió (superior a 1 kV), únicament poden contractar el subministrament elèctric en la modalitat de mercat lliure. La tarifa elèctrica regulada es revisa mensualment i es fixa a partir de perfils estàndard de consum.

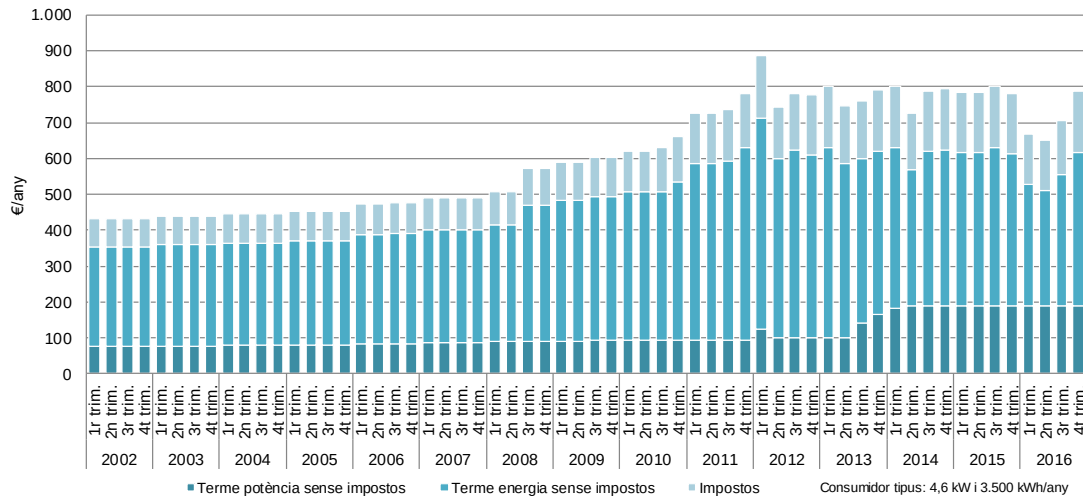
Des de l'1 d'abril de 2014, apareix el “bo social” per a aquells que tinguin dificultats per pagar la factura de la llum. Segons això, els punts de subministrament d'electricitat efectuats a tensions no superiors a 1 kV i amb potència contractada menor o igual a 10 kW poden rebre el subministrament elèctric en tres modalitats de contractació: preu voluntari per al petit consumidor (PVPC) amb bo social¹² o sense, preu fix durant 12 mesos que s'apliqui al consum d'energia elèctrica i contracte bilateral mitjançant el subministrament en el mercat lliure (CNMC, 2017). En qualsevol dels casos es cobren els peatges d'accés (pagament per l'ús de les xarxes del distribuïdor) i l'energia consumida (pagament per l'energia consumida mesurada pel comptador).

D'altra banda, l'1 de juliol de 2015 s'implementa la facturació hora a hora de l'electricitat per als consumidors que tenen contractada la modalitat de preu regulat (PVPC), i que disposin de comptador 'intel·ligent' que estigui telegestionat. El Ministerio de Industria concedí a les elèctriques un termini màxim d'adaptació de quatre mesos, fins a l'1 d'octubre de 2015, per acabar de canviar tots els comptadors analògics.

Al Gràfic 6.12 es mostra l'evolució en el temps del cost anual (€/any) de la factura elèctrica al període amb dades disponibles, anys 2002-2016. Es considera el cost anual d'un consumidor domèstic tipus amb una potència contractada de 4,6 kW i un consum mitjà de 3.500 kWh/any. El cost anual de la factura de la llum va passar dels 431,88€ l'any 2002 als 787,06€ l'any 2015; augment del 82,24%. Les dades mostren un augment progressiu a partir del 2008, més acusat des del tercer trimestre del 2008. La variació durant el període 2007-2015 ha estat positiva (60,63% d'augment), i des de l'1 de juliol del 2009, quan es fa efectiva la liberalització del mercat de l'electricitat, fins a l'1 d'abril del 2014, quan es va introduir el bo social per als petits consumidors acollits a la tarifa regulada PVPC, va ser del 25,97%. Des d'aleshores i fins a l'1 d'abril del 2016 (darrer any amb dades disponibles) s'ha produït una disminució del cost total de l'1,83%.

¹² A partir l'1 d'abril de 2014, el bo social té un descompte del 25% respecte a la facturació del terme de potència i d'energia del PVPC. En l'actualitat poden ser beneficiaris els col·lectius de consumidors: pensionistes amb prestacions mínimes, famílies nombroses o amb tots els seus integrants en atur, a més dels consumidors amb menys de 3 kW de potència contractada (CNMC, 2017).

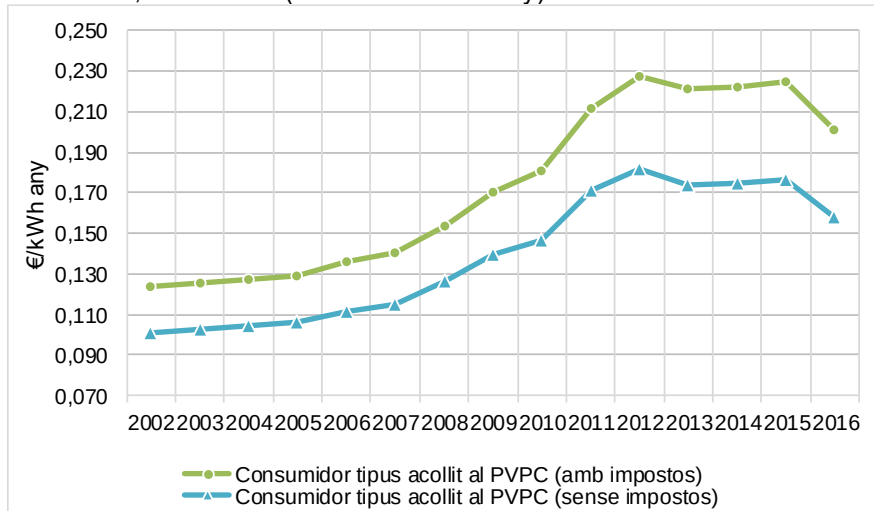
Gràfic 6.12. Evolució del cost anual de la factura elèctrica per a un consumidor domèstic tipus acollit al PVPC, 2002-2016 (dades en €/any).



Notes: L'evolució temporal del preu del kWh de consum d'energia elèctrica considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 2.0 fins a desembre de 2006, a la tarifa integral 2.0.2 fins a juny de 2009, a la tarifa d'últim recurs a partir de juliol de 2009 i al PVPC a partir d'abril de 2014. Es consideren els impostos legalment establerts per a cada període i per a cada forma d'energia (impost elèctric i IVA per al consum d'energia elèctrica, i impost especial d'hidrocarburs i IVA per al consum de gas natural).

Font: ICAEN.

Gràfic 6.13. Evolució del preu del kWh (amb i sense impostos) per a un consumidor domèstic tipus acollit al PVPC, 2002-2016 (dades en €/kWh any).



Notes: L'evolució temporal del preu del kWh de consum d'energia elèctrica considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 2.0 fins a desembre de 2006, a la tarifa integral 2.0.2 fins a juny de 2009, a la tarifa d'últim recurs a partir de juliol de 2009 i al PVPC a partir d'abril de 2014. Es consideren els impostos legalment establerts per a cada període i per a cada forma d'energia (impost elèctric i IVA per al consum d'energia elèctrica, i impost especial d'hidrocarburs i IVA per al consum de gas natural).

Font: ICAEN.

El preu del kWh va passar dels 0,123€ l'any 2002 als 0,225€ l'any 2015; augment del 82,24% (Gràfic 6.13). Les dades mostren com el preu del kWh d'energia elèctrica es va disparar a partir de l'any 2008 (coincident amb l'inici de la crisi) fins a arribar a un màxim de 0,227 €/kWh l'any 2012, i mantenint-se per sobre dels valors del 2011 fins a l'any 2015. L'any 2016, però, el preu del kWh disminueix un 10,77%. Al període 2011-2015 el preu per kWh sense comptar els

impostos va augmentar un 3,47%, i comptant els impostos ho va fer un 6,10%. El que es paga d'impostos (incloent-hi la pujada de l'IVA del 18% al 21% l'any 2012) i de peatges ha augmentat considerablement en aquest període. El preu per kW de potència instal·lada (l'ús de la xarxa de distribució), sense comptar els impostos, es va duplicar en aquest període (augment del 99,47%), tot passant de 20,63€ a 41,16€. Fet que repercuteix negativament a l'economia domèstica de les llars que, d'altra banda, no tenen cap incentiu per disminuir el seu consum elèctric.

A diferència de l'aigua, on la gestió és municipal i les administracions locals tenen cert control sobre les tarifes, el preu de l'electricitat està subjecte a regulacions estatals. El preu de l'electricitat ve determinat per dos components. D'una banda, el component regulat és determinat pel Govern Central, qui fixa els peatges elèctrics, que cobreixen els costos corresponents al transport, distribució, les subvencions per a les energies renovables i l'amortització del dèficit de tarifa, a més d'altres costos com el bo social. D'altra banda, el component liberalitzat cobreix el cost de l'energia, i es fixa en les denominades subhastes CESUR: unes subhastes trimestrals en què intervenen més de 20 companyies nacionals i internacionals dedicades a la generació i al *trading* d'electricitat. A l'Estat Espanyol, hi ha cinc empreses energètiques que tindrien la totalitat del mercat (Endesa, Gas Natural Fenosa, Iberdrola, EON España i EDP).

El preu del gas natural

La factura del gas¹³ inclou, com al cas anterior, un terme fix (quota fixa per la disponibilitat de l'energia), un terme variable (preu del consum de gas), l'impost especial d'hidrocarburs, el preu del lloguer dels equips de mesura i l'IVA aplicable, a més d'altres conceptes, com ara altres preus (lloguer d'instal·lació comunitària, drets d'alta, drets de presa, etc.) i productes o serveis addicionals (per exemple, el servei de manteniment de la caldera). La factura s'emet generalment cada dos mesos, basant-se en la lectura del comptador que és bimestral. El consumidor també pot acollir-se a un sistema de quota fixa mensual, proporcional als consums històrics, prèviament acordada. En tot cas, es fa com a mínim una regularització anual basada en lectures reals.

El sector del gas es va liberalitzar el juliol de 2008. El procés de liberalització s'inicia el 1998 amb la Directiva europea 98/30/EC i la publicació de la Llei 34/1998 de 7 d'octubre del Sector d'hidrocarburs. La llei obliga a separar les xarxes de transport de la gestió de les xarxes de distribució i la comercialització. Des d'aleshores hi conviuen les dues modalitats tarifàries: la tarifa regulada o subministrament d'últim recurs (SUR) i la de preu lliure. Per subscriure's a la tarifa regulada s'ha de contractar els serveis a una empresa comercialitzadora d'últim recurs que aplica el preu o tarifa d'últim recurs (TUR), el qual fixa periòdicament el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme.

¹³ <http://gencat.cat/icaen/enerlex/consumidors/gas-natural.htm>.

Hi ha dues tarifes d'últim recurs en funció del consum anual del client:

- TUR1: per a un consum ≤ 5.000 kWh/any, habitual en un habitatge amb cuina i/o escalfador d'aigua de gas.
- TUR2: per a un consum > 5.000 kWh/any, habitual en un habitatge amb calefacció de gas.

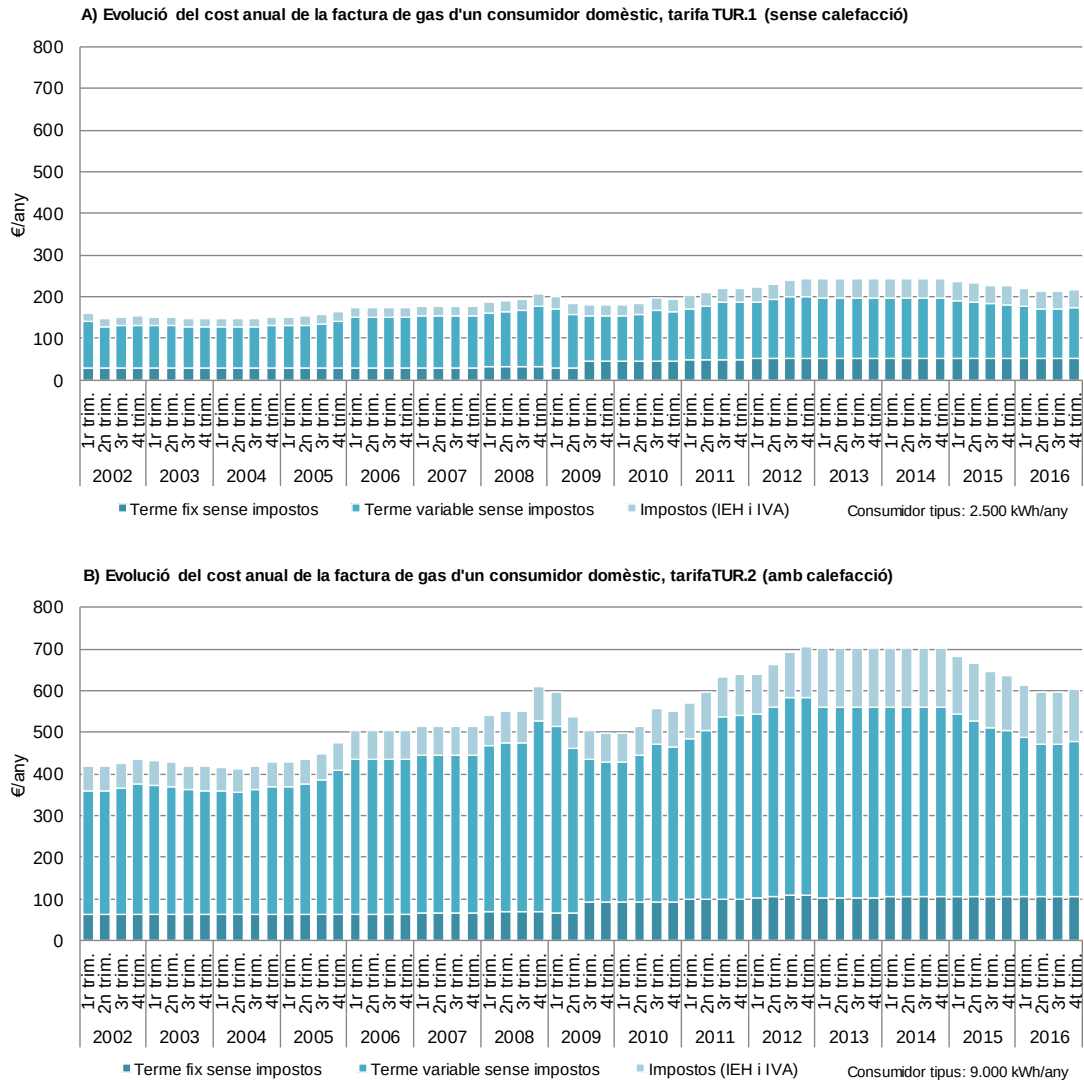
Un canvi rellevant és que des de l'1 de juliol de 2009, només es poden acollir a la TUR els consumidors connectats a gasoductes, la pressió dels quals sigui menor o igual a 4 bar, i el consum anual sigui inferior a 50.000 kWh. Els grans clients amb un consum anual superior a 50.000 kWh/any, com per exemple les comunitats de veïns, que abans tenien una tarifa oficial, queden sense la protecció de la TUR i obligatòriament han de buscar una oferta al mercat lliure.

El mercat del gas natural també està liberalitzat i sotmès a una legislació estatal, que revisa trimestralment els costos que s'afegeixen a la factura. A part de l'alliberament del mercat del gas, un dels canvis recents que han afectat els preus del subministrament de gas està relacionat amb les conseqüències del tancament del projecte europeu CASTOR (finançat pel BEI i la CE, amb un pressupost d'uns €1.700 milions). El projecte CASTOR consisteix en l'emmagatzematge de gas subterrani a un antic jaciment petrolífer exhaurit davant de les costes de Tarragona i Castelló, i situat a 1.700 metres de profunditat. A més del magatzem de gas es van planificar una planta de compressió i tractament de gas natural a terra (a Vinaròs), un gasoducte i una conducció de fibra òptica amb un tram marí. El projecte CASTOR es va aturar el setembre de 2013 per les sèries sísmiques que provocaven les injeccions de gas (testeig de l'aïllament). Finalment el 2014 es va determinar el seu tancament, amb la conseqüència, després que una sentència del Tribunal Suprem ho dictaminés, de compensar el propietari de la instal·lació sufragant la inversió. Aquests costos es traslladen des del 2016 a les factures de tots els consumidors de gas natural.

Tot seguit es mostra l'evolució del cost anual de la factura de gas natural al període 2002-2016. Es mostren dos casos, un per a un consumidor domèstic tipus acollit a la tarifa TUR1 amb un consum mitjà de 2.500 kWh/any (sense calefacció), i l'altre per a un consumidor domèstic tipus acollit a la tarifa TUR2 amb un consum mitjà de 9.000 kWh/any (amb calefacció) (Gràfic 6.14A i Gràfic 6.14B, respectivament).

El cost anual de la factura del gas presenta unes oscil·lacions que donen lloc a períodes d'augment i disminució de forma alterna. S'observa un 'punta' l'any 2008 (tercer i quart trimestre), quan es va liberalitzar el mercat del gas. A continuació es produeix una lleugera davallada el 2009, seguida d'un augment sostingut des del 2010 fins al 2013 i el 2014. Després el cost anual disminueixen els anys següents.

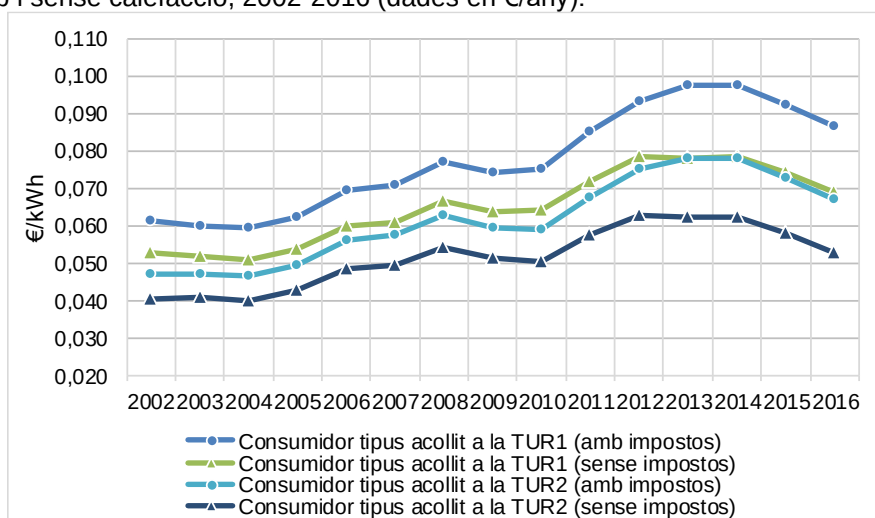
Gràfic 6.14. Evolució del cost anual de la factura de gas natural per a un consumidor domèstic tipus acollit a les tarifes TUR1 i TUR2, 2002-2016 (dades en €/any).



Notes: L'evolució temporal del preu del kWh de consum de gas natural considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 3.1 fins a desembre de 2007, a la tarifa T.1 fins a juny de 2008 i a la tarifa d'últim recurs a partir de juliol de 2008. Es consideren els impostos legalment establerts per a cada període i per a cada forma d'energia (impost elèctric i IVA per al consum d'energia elèctrica, i impost especial d'hidrocarburs i IVA per al consum de gas natural).

Font: ICAEN.

Gràfic 6.15. Evolució del cost anual de la factura de gas natural per a un consumidor domèstic tipus amb i sense calefacció, 2002-2016 (dades en €/any).



Notes: L'evolució temporal del preu del kWh de consum de gas natural considera un abonat domèstic acollit a la tarifa integral 3.1 fins a desembre de 2007, a la tarifa T.1 fins a juny de 2008 i a la tarifa d'últim recurs a partir de juliol de 2008. Es consideren els impostos legalment establerts per a cada període i per a cada forma d'energia (impost elèctric i IVA per al consum d'energia elèctrica, i impost especial d'hidrocarburs i IVA per al consum de gas natural).

Font: ICAEN.

Si ens fixem en el cost unitari (Gràfic 6.15), el preu del kWh va passar dels 0,061€ l'any 2002 als 0,097€ l'any 2013 (augment del 58,78%) per al consumidor tipus acollit a la TUR1 (sense calefacció), i dels 0,047€ l'any 2002 als 0,078€ l'any 2013 (augment del 66,08%) per al consumidor tipus acollit a la TUR2 (amb calefacció). Les dades mostren com el preu del kWh de gas va augmentar entorn del 9% l'any 2008 respecte de l'any anterior, una mica més per al consumidor tipus acollit a la TUR2. A partir del 2010 es produeix un augment sostingut fins al 2013 i el 2014. Al període 2010-2013 el preu per kWh sense comptar els impostos per al consumidor tipus de la TUR1 va augmentar un 21,75%, i comptant els impostos ho va fer un 29,65%. Per al consumidor tipus de la TUR2 els augments van ser del 23,76% i del 32,77%, respectivament. Des del 2013 s'inclou al cost de la factura l'impost especial d'hidrocarburs (de 5,85€ anuals), i des del quart trimestre de 2012 es paga el 21% d'IVA, que s'aplica al total de la factura. Per últim, a partir de 2014, i fins al final del període, es produeix una disminució del preu del kWh de l'11,46% amb la TUR1 i del 14,45% amb la TUR2.

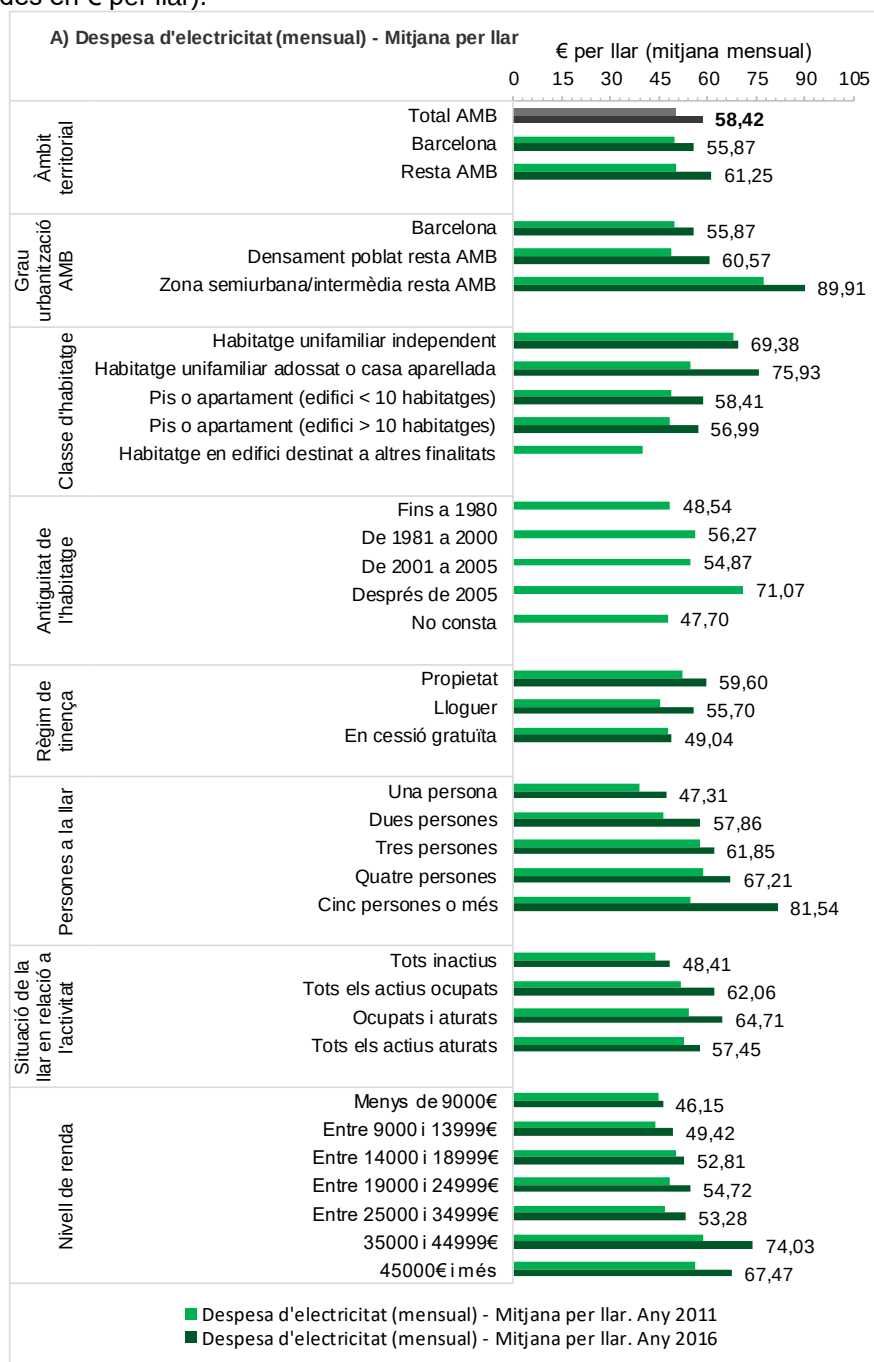
6.3.2 Despesa d'energia de les llars

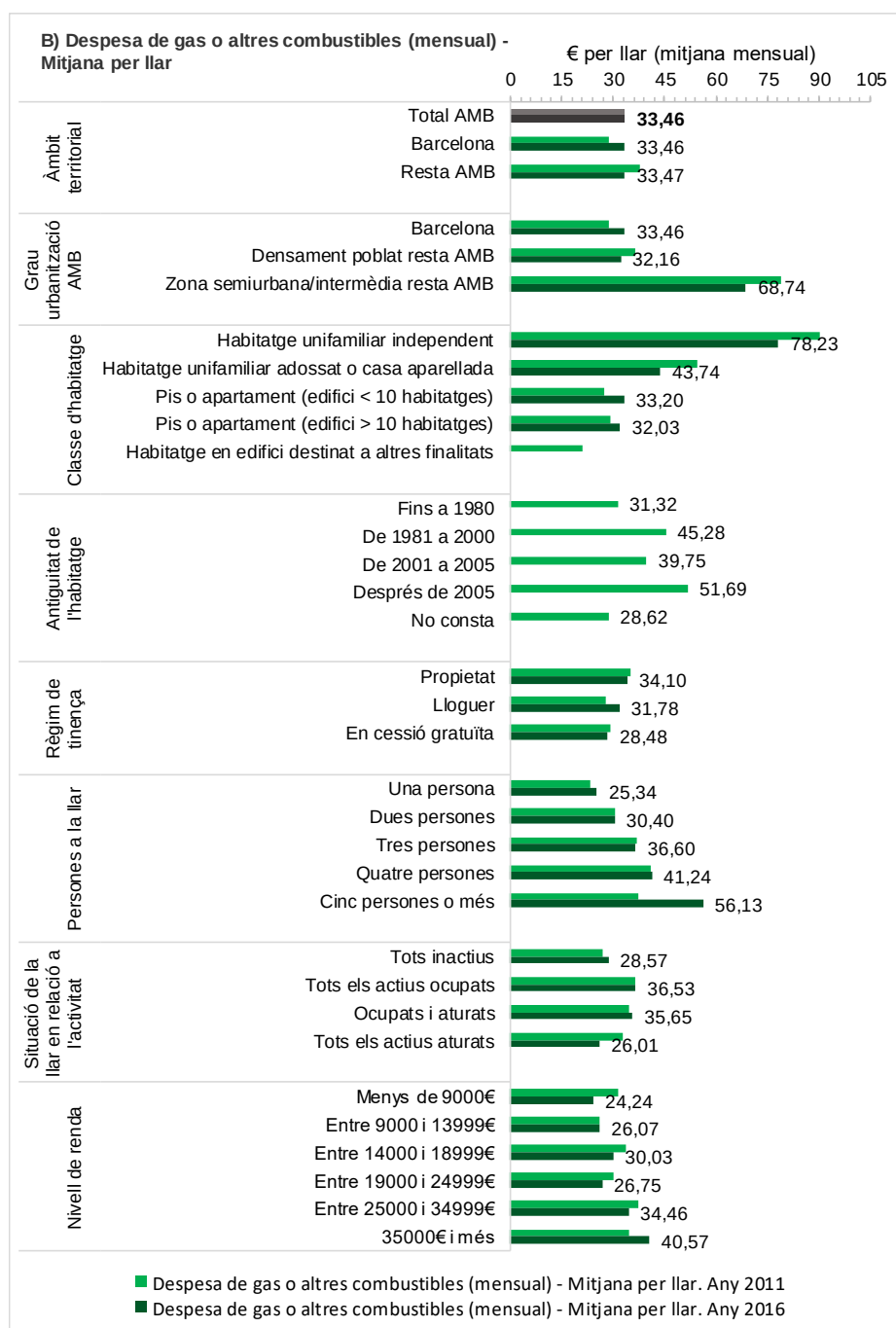
Una vegada vist com ha augmentat el preu de l'energia en els darrers anys, en aquest apartat es presenten els resultats de la despesa mitjana mensual en energia (electricitat i gas o altres combustibles) de les llars del conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, obtinguda a partir de les dades de l'ECV, els anys 2011 i 2016. Per obtenir la mitjana mensual per llar només es comptabilitzen les llars que tenen despesa d'energia.

Segons aquesta font, al conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, l'any 2011, la despesa mitjana per llar era de 50,11€/mes en electricitat i de 33,30€/mes en gas i d'altres combustibles

(Gràfic 6.16). L'any 2016 aquesta despesa era de 58,42€/mes i de 33,46€/mes, respectivament, cosa que suposa un augment del 16,59% en electricitat i del 0,49% en gas natural i altres combustibles en aquest període.

Gràfic 6.16. Despesa d'electricitat i de gas o altres combustibles per llar (mitjana mensual) per diverses variables territorials, urbanístiques i socioeconòmiques. Àmbit de l'AMB. Anys 2011 i 2016 (dades en € per llar).





Nota: Només es comptabilitzen les llars amb despesa d'energia (electricitat i gas natural o altres combustibles).

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

La despesa mitjana d'energia (electricitat i gas o altres combustibles) de les llars s'analitza a continuació en funció d'una sèrie de variables de model urbà i de característiques de l'habitatge i socioeconòmiques (Gràfic 6.16). En termes generals, s'observen diferències més marcades en la despesa de les llars pel que fa al grau d'urbanització, la classe d'habitatge (estretament vinculada a l'anterior), l'antiguitat de l'habitatge, el règim de tinença i el nivell de renda de la llar.

Variables de model urbà i característiques de l'habitatge

Quant a la despesa d'electricitat (Gràfic 6.16A), aquesta ha augmentat al període 2011-2016 per a totes les categories de llars analitzades (d'acord a l'àmbit territorial de residència, el grau d'urbanització, la classe d'habitatge, l'antiguitat de l'habitatge, el règim de tinença, la situació de la llar en relació a l'activitat i el nivell de renda). L'any 2011 les llars que resideixen en zones suburbanas de l'àrea metropolitana, unes 27.402 llars (el 2,19%), tenen una despesa mitjana mensual 1,5 cops més elevada que aquelles que viuen a Barcelona o d'altres zones densament poblades de l'àmbit metropolità. L'any 2016, aquesta diferència és de 2,1, en part fruit de l'augment del cost de l'electricitat i no només del consum. El 2016, unes 12.752 llars resideixen en zones suburbanas de l'AMB (l'1,06%).

La classe d'habitatge és una variable estretament relacionada amb la densitat urbana a l'àmbit de l'AMB, i amb la superfície de l'habitatge. Els habitatges unifamiliars independents, on el 2011 resideixen 95.941 llars (el 7,68%), tenen una despesa de 68,12€/mes, 1,4 cops per sobre de la del pis o apartament (48,47€/mes), essent aquesta més elevada als habitatges independents que als adossats. L'any 2016, en canvi, la despesa més elevada és la dels habitatges unifamiliars adossats, on hi resideixen 39.103 llars (el 2,98%).

L'antiguitat dels edificis sembla ser un altre factor diferenciador. Aquesta variable, però, només es troba disponible per a l'any 2011. Segons la informació proporcionada per les llars, als edificis nous (construïts a partir del 2005) les despeses són notablement més elevades, d'uns 71,07 €/mes. Això és 1,5 cops més que als edificis més antics d'abans dels anys 80, els que menys consumeixen; a l'AMB 19.925 llars resideixen en aquests edificis més nous, en comparació amb les 646.157 llars que ho fan als més antics.

La despesa mitjana per llar de gas natural o altres combustibles, en termes generals, s'ha reduït al període 2011-2016 (Gràfic 6.16B). Les diferències en despesa de gas o altres combustibles (mitjana mensual per llar) són més marcades quant al grau d'urbanització i la classe d'habitatge, variables que poden estar correlacionades. Així, l'any 2011, la despesa mitjana a les zones suburbanas de l'AMB es d'uns 78,93 €/mes, mentre que a Barcelona i a altres zones desament poblades de l'AMB és de 28,7 €/mes i de 36,49 €/mes, respectivament. Destaca la despesa mitjana als habitatges unifamiliars independents que, a més a més, segons les dades de 2011 és d'uns 90,47€/mes: 1,2 cops més alta que als unifamiliars adossats, que és de 54,57€/mes, i molt més alta que als pisos o apartaments (28,73€/mes), aproximadament 3,2 cops més. El 2016 aquestes diferències són d'1,8 respecte dels unifamiliars adossats, i de 2,4 respecte dels pisos o apartaments, tot i haver disminuït el consum mitjà mensual uns 12€. S'observa també una disminució, respecte del 2011, del consum de gas natural i altres combustibles als habitatges unifamiliars aïllats i adossats, i un cert augment als pisos o apartaments.

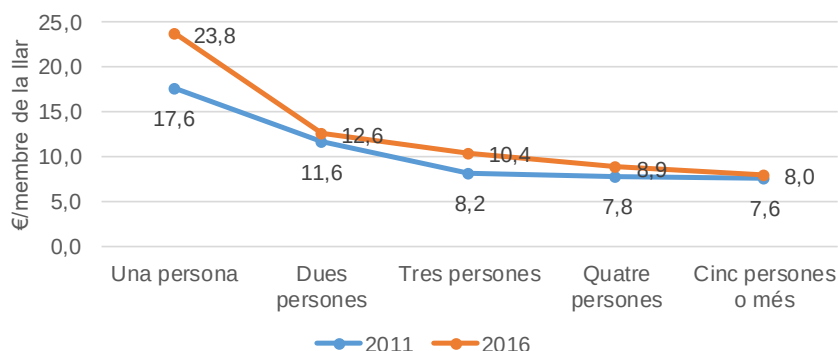
L'antiguitat de l'habitatge (només disponible per l'any 2011) i el règim de tinença també influencien la despesa en gas i combustibles per escalfar la casa i l'aigua. L'any 2011, els

habitatges més nous que el 2005, i els de propietat, tenen despeses més elevades. Als edificis construïts a partir del 2005 es gasta 1,7 cops més que als edificis més antics d'abans dels anys 80. En general la despesa en gas natural és més elevada als edificis més nous, cosa que es pot deure a l'ús d'instal·lacions de calefacció i a l'aïllament incorrecte d'alguns d'aquests nous edificis. Igualment, als habitatges de propietat –on les llars inverteixen més en instal·lacions de climatització– la despesa és més elevada que als de lloguer. A l'àmbit de l'AMB l'habitatge en propietat segueix sent l'opció més escollida. El 2011 unes 864.029 llars escullen aquesta opció, 354.887 viuen en habitatges de lloguer i només 30.260 llars disposen de cessió gratuïta. El 2016 aquestes xifres són, seguint el mateix ordre: 978.347 llars, 284.904 llars i 46.895 llars.

Variables socioeconòmiques

Quant a la despesa mensual d'electricitat (Gràfic 6.16A), aquesta varia, com és lògic, en funció del nombre de persones a la llar (més elevada quant més persones). Igual que passava amb la despesa d'aigua, la despesa d'energia de les llars amb un sol membre és molt més elevada que la despesa per persona a les llars més grans, perquè hi ha la part fixa de la factura elèctrica (Gràfic 6.17). Aquest fet penalitza les llars petites.

Gràfic 6.17. Despesa d'electricitat (mitjana mensual) per membre de la llar segons la tipologia de llar en relació al nombre de persones a la llar. Àmbit de l'AMB. Any 2011 i 2016.



Notes: Només es comptabilitzen aquelles llars amb despesa d'electricitat. El valor de la categoria cinc persones o més, s'ha calculat tenint en compte cinc persones.

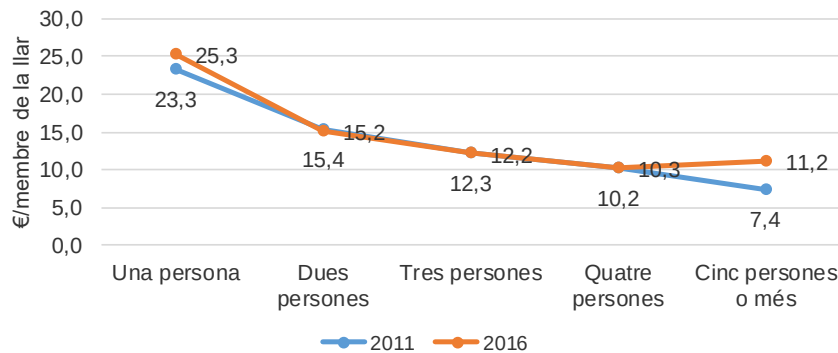
Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Els resultats sobre la situació de la llar en relació a l'activitat mostren que, excepte el cas on tots els membres són inactius (amb una despesa notablement més petita), la resta de casos tenen despeses elèctriques per sobre dels 50 €/mes de mitjana (anys 2011 i 2016), encara que aquesta ha augmentat el 2016 per sobre dels 60 €/mes pels grups de llars amb tots els actius ocupats i ocupats i aturats. Per últim, els ingressos de la llar influeixen la despesa d'electricitat. Les llars als dos trams d'ingressos més elevats gasten uns 10 € més al mes que la resta l'any 2011, i fins a 20 € més al mes el 2016.

Hi ha diferències notables en la despesa de gas o altres combustibles (Gràfic 6.16B) d'acord amb el nombre de persones a la llar. La despesa en gas natural (mitjana mensual) ha augmentat molt el 2016 (un 51,16%) per a les llars amb cinc o més membres, les que tenen paguen més a la

factura. No obstant això, si ens fixem en la despesa per membre de la llar (Gràfic 6.18), es veu com les llars unifamiliars paguen un cost més alt per persona pel subministrament del gas que les llars més grans, ja que hi ha una part de la factura que és fixa.

Gràfic 6.18. Despesa de gas natural o altres combustibles (mitjana mensual) per membre de la llar segons la tipologia de llar en relació al nombre de persones a la llar. Àmbit de l'AMB. Any 2011 i 2016.



Notes: Només es comptabilitzen aquelles llars amb despesa de gas natural o altres combustibles. El valor de la categoria cinc persones o més, s'ha calculat tenint en compte cinc persones.

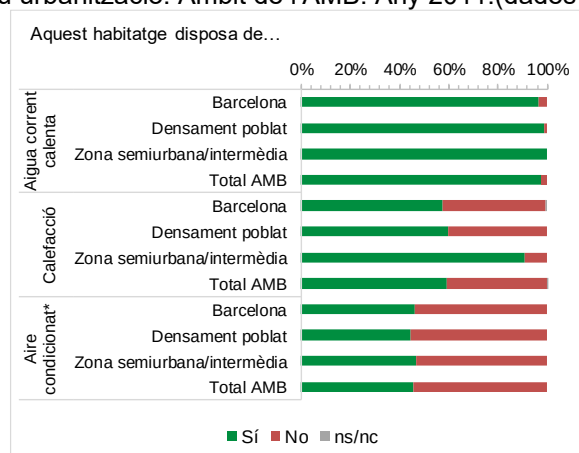
Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Per últim, la despesa de gas o altres combustibles sí que es veu més clarament afectada per la relació amb l'activitat de la llar. I és que les llars amb tots els membres actius ocupats tenen una despesa més elevada que la resta, essent les llars amb tots els seus membres inactius les que menys gasten (tant el 2011 com el 2016). En canvi, la relació entre despesa de gas i nivell de renda de la llar no es tan clara, i costa trobar-hi una tendència.

Instal·lacions que consumeixen energia a l'habitatge

En relació a les instal·lacions de la llar que poden fer pujar la despesa en energia, cal remarcar un cop més que aquestes dades només es troben disponibles per l'any 2011. La instal·lació més bàsica (alt grau de penetració) seria l'aigua calenta. Destaca que a Barcelona un 3,2% de les llars, unes 21.421, no disposen d'aigua corrent calenta a casa (Gràfic 5.2). Així mateix, un 4,4% dels habitatges de lloguer (on resideixen 156.150 llars) tampoc no en té (Gràfic 6.20).

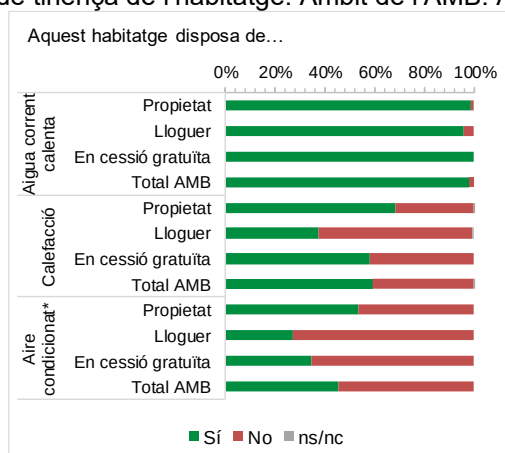
Gràfic 6.19. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen energia, desagregació per grau urbanització. Àmbit de l'AMB. Any 2011.(dades en %).



Nota: (*) S'hi inclouen aparells portàtils d'aire condicionat, però no ventiladors.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Gràfic 6.20. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen energia, desagregació per règim de tinença de l'habitatge. Àmbit de l'AMB. Any 2011 (dades en %).



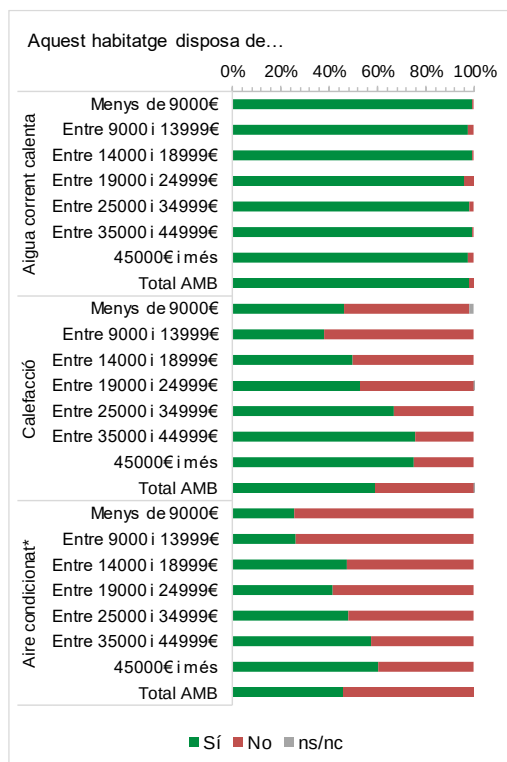
Nota: (*) S'hi inclouen aparells portàtils d'aire condicionat, però no ventiladors.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Quant a la calefacció, la seva implantació és més gran a zones suburbanes de l'AMB (90,62% amb calefacció) i als habitatges en propietat (68,15%) i en cessió gratuïta (57,73%). A més, el fet de tenir calefacció varia de forma positiva amb el nivell de renda de la llar. Així un 66,97% de les llars amb ingressos mensuals de 25000-34999€ tenen calefacció a casa, i el percentatge augmenta a les categories superiors de renda: 75,43% de les llars amb 35000-44999€ mensuals i 74,93% de les llars amb 45000€ i més. Aquí es consideren conjuntament les llars amb instal·lacions de calefacció col·lectiva i individual. No s'inclouen, però, les llars que disposen d'algun aparell que permet escalfar alguna habitació, i que al conjunt de l'AMB són un 34,3%. Cal mencionar també que l'any 2011 un 6,3% de les llars de l'AMB (unes 79.127) no disposava de cap instal·lació o aparell per escalfar alguna habitació.

Per últim, quant a la disposició d'instal·lacions d'aire condicionat, és més comú a habitatges en propietat: un 53,4% en té (valor màxim), cosa que equival a 461.694 llars. Quant al nivell de renda, la disposició incrementa amb la renda com passava amb la calefacció, tot i que en general és més comú disposar de calefacció que d'aparell d'aire condicionat.

Gràfic 6.21. Disposa l'habitatge de diverses instal·lacions que consumeixen energia, desagregació per nivell de renda de la llar (ingressos mensuals). Àmbit de l'AMB. Any 2011 (dades en %).



Nota: (*) S'hi inclouen aparells portàtils d'aire condicionat, però no ventiladors.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

6.4 Pobresa hídrica i energètica

En aquest apartat es vol aportar informació sobre les dificultats de les llars per pagar les despeses de dos serveis bàsics com són l'aigua i l'energia, el que s'ha conegut com a pobresa hídrica i pobresa energètica. A partir del 2010, durant l'etapa més acusada de recessió econòmica, va saltar l'alarma social a causa de la pobresa energètica, que es defineix més comunament com la impossibilitat de mantenir l'habitatge amb una temperatura adequada a un preu just, i que afecta una part cada cop més gran de la població (Síndic de Greuges de Catalunya, 2014; Diputació de Barcelona, 2016). Les conseqüències de la crisi econòmica – augment de l'atur, reducció de la renda disponible de les famílies i dels ajuts socials i de les subvencions – van confluir amb l'augment progressiu dels preus de l'energia, especialment de l'electricitat, i van agreujar la situació econòmica de moltes llars. En aquest context, també han aparegut nombrosos casos de llars amb dificultats per afrontar les despeses del subministrament d'aigua, el que s'ha anomenat pobresa hídrica o hidrovulnerabilitat (Ivàlua, 2015).

Quant al mesurament de l'impacte de la pobresa hídrica i energètica, no existeix una definició consensuada per a cadascun d'aquests conceptes, sinó que s'utilitzen diversos indicadors generals i criteris per estimar la població afectada. Les xifres poden variar segons l'enfocament en el mesurament. Entre els diferents enfocaments més utilitzats per mesurar la pobresa energètica es troben tres: el basat en la temperatura de les llars, el basat en les despeses i la renda de les llars i el basat en la resposta directa de les llars sobre la capacitat de mantenir l'habitatge en una temperatura adequada. Pel que fa a la pobresa hídrica, també s'utilitza l'enfocament basat en la dificultat de pagar les factures i el recompte de les ajudes directes per pagar aquest servei, com són les bonificacions socials d'algunes companyies o les bonificacions socials per pagar el *Cànon de l'aigua* que ofereix l'Agència Catalana de l'Aigua. En el present informe s'utilitzen els dos darrers enfocaments per aproximar-nos a l'impacte de la pobresa energètica en l'àmbit de l'AMB, i el basat en les despeses i la renda de les llars per aproximar-nos a la pobresa hídrica.

6.4.1 Enfocament basat en les despeses i la renda de les llars

Aquest enfocament es basa en el càlcul de la contribució de la factura de cada un d'aquests serveis bàsics en els ingressos totals de la llar. Tot i que darrerament s'està revisant aquesta forma de fer per tal d'incorporar altres factors rellevants, aquesta és encara una de les metodologies més utilitzades.

En relació a la pobresa energètica, l'estudi 'Estimació de la pobresa energètica a Catalunya' (Ivàlua, 2016) quantifica i caracteritza les llars que es troben en situació de pobresa energètica, i afegeix una primera estimació del cost econòmic de treure'ls d'aquesta situació. Això es fa a partir del càlcul del *gap* energètic de la llar. Per als càlculs de la població afectada es fan servir les dades de l'Enquesta de Pressupostos Familiars (EPF) de l'Institut Nacional de Estadística (INE) i s'apliquen tres criteris que donen resultats diferents. El primer i més utilitzat considera a una llar en situació de pobresa energètica si la seva despesa en energia supera el 10% de la renda disponible –criteri definit originalment l'any 1988 i que reflecteix el context al Regne Unit en aquell moment. Aquest criteri, però, sobreestima la població afectada perquè es podrien comptabilitzar llars amb elevats ingressos i elevades despeses, molt per sobre de la despesa energètica normativa. El segon, també adoptat al Regne Unit, considera a una llar en situació de pobresa energètica quan el cost de subministrament és molt alt i la renda familiar molt baixa (Hills, 2012). El tercer criteri és una adaptació dels anteriors. Els resultats obtinguts són: 18,7%, 13,5% i 11,0% de les llars catalanes en situació de pobresa energètica, per als tres criteris esmentats, respectivament.

A l'estudi de la Diputació de Barcelona (2016), en canvi, es presenten indicadors de diverses fonts de dades per Catalunya i Espanya. A l'estudi s'inclouen indicadors socioeconòmics (retard en el pagament de rebuts, beneficiaris del bo social, talls de subministrament, l'indicador del 10% de la renda i les llars en situació de pobresa extrema, etc.), sobre energia i qualitat de l'habitatge (consum d'energia per habitant, evolució del preu dels serveis energètics, habitatges construïts

sense criteris d'eficiència energètica, etc.), d'autoavaluació (llars que no poden mantenir l'habitatge amb una temperatura adequada) i de salut (per exemple, la mortalitat addicional a l'hivern). Les llars catalanes amb una despesa en energia superior al 10% de la seva renda s'estimen en un 17%.

Per últim, l'Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) publica informes periòdicament (en 2012, 2014 i 2016) sobre l'evolució de la pobresa energètica des de l'inici de la crisi econòmica (des del 2007) amb dades de les Comunitats Autònomes. Es presenten els resultats segons diversos indicadors estimats a partir de l'Enquesta de Pressupostos Familiars' (EPF) i l'Enquesta de Condicions de Vida' (ECV), tals com el percentatge de llars amb despeses desproporcionades del 5%, 10%, 15% i 20%, i altres índexs (LIHC, MIS1, MIS2 i MIS3), la incapacitat per mantenir l'habitatge amb una temperatura adequada, amb retards en el pagament de rebuts (calefacció, electricitat, gas, aigua, etc.) i la presència de goteres, humitats o podridura a l'habitatge. Segons les estimacions realitzades, el 2007 el 5,8% de les llars de Catalunya tenien una despesa en energia superior al 10% de la seva renda, mentre que el 2014 aquestes havien augmentat fins al 14,6% (ACA, 2016). D'altra banda, el 2007 un 6,4% de les llars de Catalunya no podien mantenir l'habitatge amb una temperatura adequada, mentre que el 2014 ja eren un 8,7%.

Quant a la pobresa hídrica, s'ha utilitzat el mateix enfocament que amb la pobresa energètica, especialment en treballs en l'àmbit europeu i nord-americà. En el cas del Regne Unit, l'agència encarregada de la regulació del mercat de l'aigua (Water Service Regulation Authority, 2013), va definir les llars amb risc d'accessibilitat a aquest servei bàsic, com aquelles llars que destinen més del 3% dels ingressos de la llar a pagar la factura de l'aigua. Aquest llindar és similar a la recomanació de l'OCDE, segons el qual les llars no haurien de destinar més del 3%-5% dels seus ingressos a pagar les factures d'aigua (OCDE 2003, 2009).

En l'estudi 'Avaluació del disseny i implantació del fons de solidaritat de l'aigua d'aigües de Barcelona' (Ivàlua, 2015), s'utilitza el llindar del 3% per calcular la pobresa hídrica a partir de l'Enquesta de Condicions de Vida 2011' en l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona. En aquest estudi, la hidrovulnerabilitat, com ells l'anomenen, s'estima que es dona en un 8,7% de les llars.

En el present estudi, s'utilitza l'Enquesta de Condicions de Vida i Hàbits de la Població 2011' (ECVHP 2011) i l'Enquesta de Condicions de Vida 2016' (ECV 2016), per a calcular la pobresa hídrica i la pobresa energètica en l'àmbit de l'AMB. Per a la pobresa energètica s'utilitza el llindar del 10% de la renda familiar disponible i per a la pobresa hídrica el llindar del 3%. En aquest cas, les dades es presenten per a dos períodes temporals, el 2011 i el 2016. A més, a banda de presentar la dada global de pobresa energètica i hídrica, s'estima el nombre de llars que viuen les dues problemàtiques conjuntament. Per últim, per evitar comptabilitzar les llars que tenen elevades despeses, però també elevats ingressos, i pels que el pagament de les factures no seria un problema, s'incorpora la variable d'estar en situació de risc de pobresa. D'aquesta

manera es pot conèixer quines són les llars en risc de pobresa, és a dir amb rendes molt baixes, que tenen dificultats per cobrir les despeses d'aquests serveis bàsics.

És convenient, però, comentar certes advertències sobre la metodologia utilitzada. Les estimacions es realitzen a partir de dades de l'ECV, mentre que les estimacions sobre pobresa energètica citades anteriorment es basen en les dades de l'EPF. A més, la metodologia d'anàlisi utilitzada és descriptiva i no suposa el càlcul de l'indicador suggerit a l'informe Hills (Hills, 2012). Aquest és el principal motiu pel qual els resultats no són directament comparables. No obstant això, en proporcionar-se els resultats en dos talls temporals (2011 i 2016) és possible estudiar l'evolució.

A continuació es presenten les dades de pobresa hídrica, pobresa energètica, i la combinació de les dues (Taula 6.6). L'any 2011, les llars amb una despesa anual en la factura de l'aigua superior al 3% de la seva renda disponible eren 103.944, el que representa un 8,32% del total de llars. La mateixa dada pel 2016 era de 116.089 llars, un 8,86%. És a dir, la pobresa hídrica ha augmentat lleugerament en aquest període. La mitjana de despesa en la factura d'aigua en aquest període ha augmentat dels 474€/any al 2011 als 490€/any al 2016, el que suposa un augment del 3,3%.

Pel que fa a les llars amb una despesa anual d'energia (electricitat i gas i altres combustibles) superior al 10% de la renda disponible, eren 92.096, el 8,34% del conjunt, l'any 2011, i 93.487 llars, el 7,35% el 2016. En aquest període han augmentat el total de nombre de llars en aquesta situació, però en termes relatius ha disminuït lleugerament. La despesa mitjana en el pagament de l'energia ha disminuït, passant del 1.439€/any a 1.182€/any. Aquí, però s'ha de tenir present que estan totes les llars, incloses les de rendes altes, que destinen més del 3% i del 10% de la seva renda a pagar les factures d'aigua i energia, respectivament, i que per aquest motiu, les mitjanes poden haver augmentat. Més endavant es presenta aquesta mateixa variable per a les llars en situació de risc de pobresa.

Taula 6.6. Llars en situació de pobresa hídrica i energètica a l'àrea metropolitana de Barcelona. Anys 2011 i 2016

	2011			2016		
	Llars	% del total	Despesa mitjana	Llar	% del total	Despesa mitjana
Pobresa hídrica	103.944	8,32%	474 €/any	116.089	8,86%	490 €/any
Pobresa energètica	92.096	8,34%	1.439 €/any	93.487	7,35%	1.182 €/any
Ambdues conjuntament	62.454	5,00%	1.686 €/any ⁽¹⁾	65.028	4,96%	1.360 €/any*

Nota: (1) Despesa d'aigua i d'energia (electricitat i/o gas natural i altres combustibles).

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

Per últim, aquelles llars que poden tenir dificultats per pagar tant el servei d'aigua com d'energia eren un total de 62.454 (5,0%) el 2011, i de 65.028 (4,96%) el 2016. Aquí, de nou els valors absoluts de llars augmenten, mentre que els relatius disminueixen. La despesa mitjana en el pagament de l'energia i l'aigua ha disminuït, passant del 1.686 €/any l'any 2011 a 1.360 €/any l'any.

A continuació es presenten els resultats de pobresa hídrica i energètica, i d'ambdues conjuntament, en funció de la situació econòmica de les llars, centrant l'anàlisi en les llars amb rendes (molt) baixes, és a dir, en les llars amb ingressos inferiors al 60% de la renda mitjana, que es consideren pobres. La quantificació de les llars pobres s'explica a continuació.

Per definir que una llar és pobre, s'utilitza la taxa de risc de pobresa o exclusió social (taxa AROPE) i les seves components (taxa de risc de pobresa, baixa intensitat de treball i privació material severa), també utilitzada a nivell Europeu –i estatal i català–. La taxa AROPE es defineix com a les llars amb ingressos inferiors al 60% de la renda mitjana (de l'àmbit de referència), i es calcula a partir de les dades de l'Enquesta de Condicions de Vida¹⁴. S'han considerat els 36 municipis de l'AMB com a àmbit territorial de referència.

Les llars en risc de pobresa a l'àrea metropolitana de Barcelona s'estimen en 244.325 l'any 2011 (un 19,56%), i en 277.428 l'any 2016 (un 21,17%) (Taula 6.7), la qual cosa suposa un augment del 13,55%.

Taula 6.7. Llars en risc de pobresa a l'àrea metropolitana de Barcelona. Anys 2011 i 2016

	Any 2011		Any 2016	
	Llars	%	Llars	%
En risc	244.325	19,56%	277.428	21,17%
No risc	1.004.851	80,44%	1.033.144	78,83%
Total	1.249.176	100,00%	1.310.572	100,00%

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016

L'any 2011, les llars en risc de pobresa amb una despesa anual en la factura de l'aigua superior al 3% de la seva renda disponible eren 87.496, el que suposa el 84,18% de totes les llars que superaven aquest llindar, amb una despesa mitjana de 402 €/any (Taula 6.8). Vist d'una altra manera, del total de llars en situació de pobresa, un 40,8% tindrien dificultats per pagar la factura de l'aigua.

Pel que fa a la pobresa energètica, les llars en risc de pobresa amb una despesa anual d'energia (electricitat i gas i altres combustibles) superior al 10% de la renda disponible, l'any 2011 eren 70.283, el que suposa un 76,3% del total de llars que superen aquest llindar. Aquestes corresponen al 31,8% de les llars en situació de pobresa.

En relació a les llars molt pobres que podrien tenir dificultats per pagar ambdós serveis, s'estima que l'any 2011 eren 56.851 llars, és a dir, el 91% de totes les llars que paguen per sobre dels llindars establerts, i un 33% de les llars pobres. La despesa conjunta en aquests conceptes per a les llars pobres amb dificultats és de 1.512 €/any.

¹⁴L'Enquesta de Condicions de Vida¹⁴ està harmonitzada a nivell Europeu a través del projecte EU-SILC (European Union Statistics on Income and Living Conditions).

Taula 6.8. Llars en risc de pobresa hídrica i energètica a l'àrea metropolitana de Barcelona en funció de la seva situació de pobresa. Any 2011

		Inferior al llindar ⁽¹⁾				Superior al llindar ⁽¹⁾	
		Llars	%	Despesa mitjana (€/any)	Llars	%	Despesa mitjana (€/any)
Despesa aigua	En risc	127.208	13,3%	206	87.496	84,18%	402
	No risc	826.457	86,7%	275	16.448	15,82%	859
	Total	953.665	100,0%	265	103.944	100,00%	474
Despesa energia ⁽²⁾	En risc	150.662	14,9%	656	70.283	76,3%	1.200
	No risc	861.426	85,1%	870	21.813	23,7%	2.208
	Total	1.012.088	100,0%	838	92.096	100,0%	1.439
Despesa aigua i energia ⁽³⁾	En risc	115.144	12,5%	865	56.851	91,0%	1.512
	No risc	804.732	87,5%	1.157	5.603	9,0%	3.458
	Total	919.876	100,0%	1.120	62.454	100,0%	1.686

Nota: 1) El llindar de despesa per l'aigua és del 3% de la renda disponible, el llindar de despesa per energia és del 10% de la renda disponible. 2) Inclou electricitat i gas natural. 3) Les llars que no superen el llindar són aquelles que no el superen per cap dels serveis, i les que ho superen pels dos serveis conjuntament.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011

Pel que fa a l'any 2016, s'estima que el total de llars en situació de pobresa que tindrien dificultats per pagar la factura de l'aigua seria de 95.720 (82,5% del total de les llars que paguen més del 3%), i un 36% de totes les llars en risc de pobresa (Taula 6.9). Aquí cal tenir present, que en relació a l'any 2011, la despesa ha passat dels 402 als 345€/any, el que mostra que han hagut d'ajustar la seva despesa.

Pel que fa a la pobresa energètica, les llars en risc de pobresa que paguen factures energètiques per sobre del límit del 10% també han augmentat i, en aquest cas, suposen el 94,7% del total de llars. La despesa mitjana respecte del 2011 ha disminuït molt lleugerament.

Per últim, els més pobres, que pateixen les dues privacions de forma conjunta, l'any 2016 són unes 63.357 llars, el que representa el 97,4% del total, i un 30,6% de les llars pobres. En aquest cas, la despesa mitjana també hi ha disminuït, el que indica que han hagut d'ajustar molt els seus consums per contrarestar l'augment dels preus que s'han donat en aquest període, o que reben ajudes suplementàries per pagar aquests conceptes.

Taula 6.9. Llars en risc de pobresa hídrica i energètica a l'àrea metropolitana de Barcelona en funció de la seva situació de pobresa. Any 2016

		Inferior al llindar (1)				Superior al llindar (1)	
		Llars	%	Despesa mitjana (€/any)	Llars	%	Despesa mitjana (€/any)
Despesa aigua	En risc	167.029	14,8%	254	95.720	82,5%	345
	No risc	963.322	85,2%	337	20.369	17,5%	1.151
	Total	1.130.351	100,0%	325	116.089	100,0%	490
Despesa energia (2)	En risc	181.685	15,4%	814	88.489	94,7%	1.157
	No risc	996.346	84,6%	1.061	4.998	5,3%	1.618
	Total	1.178.031	100,0%	1.023	93.487	100,0%	1.182
Despesa aigua i energia*(3)	En risc	143.211	13,1%	1.078	63.357	97,4%	1.338
	No risc	954.164	86,9%	1.405	1.670	2,6%	2.212
	Total	1.097.376	100,0%	1.362	65.028	100,0%	1.360

Nota: 1) El llindar de despesa per l'aigua és del 3% de la renda disponible, el llindar de despesa per energia és del 10% de la renda disponible. 2) Inclou electricitat i gas natural. 3) Les llars que no superen el llindar són aquelles que no el superen per cap dels serveis, i les que ho superen pels dos serveis conjuntament.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011

Així doncs, durant el període estudiat (2011-2016), les millores en matèria de pobresa energètica i de privació de subministraments bàsics (inclòs l'aigua) han estat minses, si és que hi ha hagut cap. Es constata, a més a més, que l'electricitat és el subministrament bàsic que suposa una càrrega econòmica més gran per a les llars que ja es troben en risc de pobresa. A l'apartat anterior ja es va analitzar l'evolució temporal del preu de l'energia (electricitat i gas natural) els darrers 14 anys, i es van constatar els grans increments que s'han donat en aquest període. D'aquesta manera s'abasten els períodes pre- i durant- la crisi econòmica de 2008; quan més va augmentar el nombre de llars en risc de pobresa.

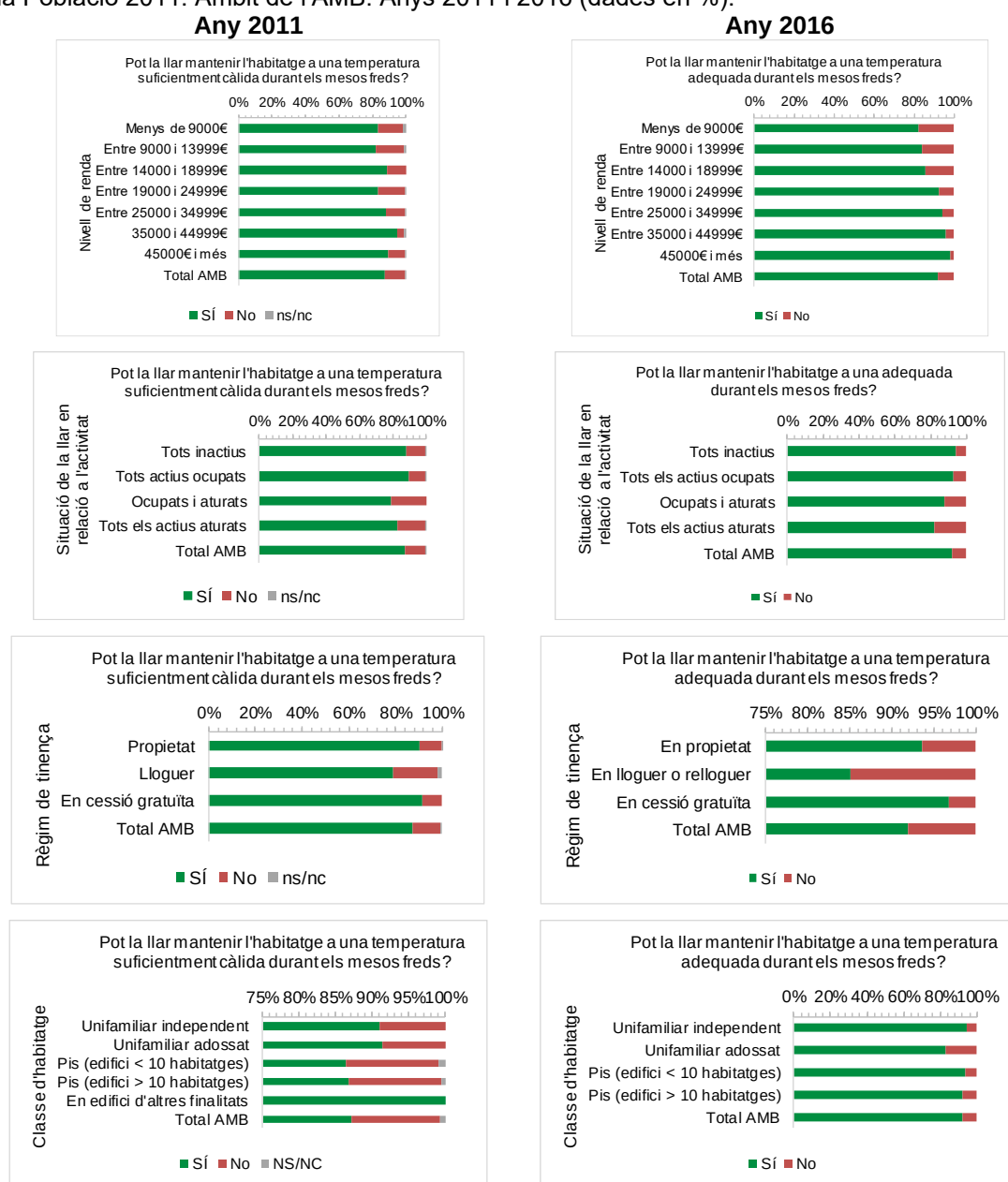
6.4.2 Enfocament basat en la percepció sobre el confort tèrmic

Per aproximar-nos a l'estimació de pobresa energètica basada en la resposta directa de les llars sobre la capacitat de mantenir l'habitatge en una temperatura adequada, s'analitzen les variables de percepció de l'Enquesta de Condicions de Vida i Hàbits de la Població 2011' (ECVHP 2011) i l'Enquesta de Condicions de Vida 2016' (ECV 2016), les quals incorporen una ampliació de la mostra per cobrir l'àmbit de l'AMB. La variable analitzada és: "Pot la llar mantenir l'habitatge a una temperatura adequada durant els mesos freds?". Aquesta variable es creua amb altres variables condicionants de la pobresa energètica, tals com la renda disponible de les llars, la situació de la llar en relació a l'activitat o el règim de tinença de l'habitatge, que també condiciona la disponibilitat de sistemes (adequats) de climatització i en molts casos d'aïllament (Pye et al., 2015).

Un 12,2% (en total 151.848 llars) declaraven no poder mantenir el seu habitatge a una temperatura suficientment càlida durant els mesos freds l'any 2011, i el 8,9% l'any 2016 (105.842 llars), cosa que indica una certa millora d'aquest indicador en aquest període. El percentatge de llars que no poden mantenir la seva llar a una temperatura adequada és més elevat a Barcelona (14,9%, 98.585 llars) que a les zones densament poblades de la resta de l'àrea metropolitana (9,2%; 51.522 llars), i que a les zones semiurbanes intermèdies a l'àrea (6,3%; 1.739 llars). En el període 2011-2016, les llars que menys han millorat la seva situació són les de les zones densament poblades de la resta de l'AMB, i les de Barcelona.

En general les llars amb rendes més baixes (menys de 9.000 € i entre 9.000 i 13.999€) són les que tenen més dificultats per escalfar l'habitatge els mesos més freds; el 15,92% de les llars (unes 41.403) en aquestes categories de renda l'any 2011, i el 16,67% (unes 41.315) el 2016 (Gràfic 6.22). No obstant això, el 2011 un 16,33% de les llars a la categoria d'entre 1.9000 i 24.999€ (unes 33.009) també declaren tenir dificultats per escalfar l'habitatge els mesos freds. Això es pot deure al fet que són llars amb criatures i/o persones grans, o al fet que en 2011 aquestes famílies no havien realitzat ajustos (perquè el 2016 no s'observa aquest pic en aquesta categoria d'ingressos).

Gràfic 6.22. Indicadors de pobresa energètica a l'Enquesta de Condicions de Vida i Hàbits de la Població 2011. Àmbit de l'AMB. Anys 2011 i 2016 (dades en %).



Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011 i ECV 2016.

D'acord amb la situació de la llar en relació a l'activitat, el 2011 el 16,36% de les llars amb tots els membres actius aturats (unes 19.256 llars) i el 20,86% amb membres ocupats i aturats (unes 25.577) no poden escalfar adequadament l'habitatge durant els mesos freds. L'any 2016 la situació de pobresa energètica d'aquestes llars sembla haver millorat respecte del 2011; el 18,00% de les llars amb tots els membres a l'atur (en conjunt unes 17.121 llars) i un 12,4% de les llars amb algun membre a l'atur (unes 15.059 llars) no en poden.

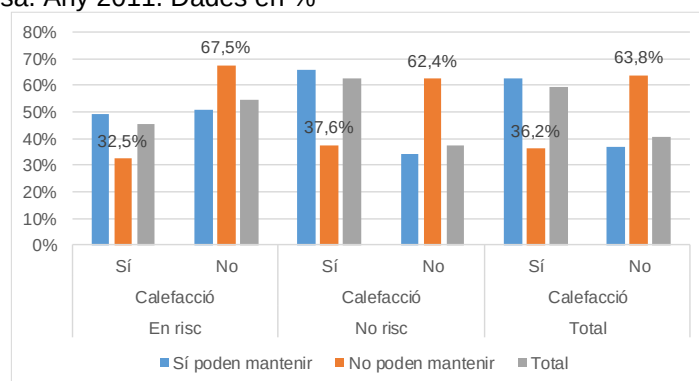
Quant al règim de tinença i el tipus d'habitatge, la situació de les llars a habitatges de lloguer és la més greu, amb un 18,77% de les llars (unes 66.627) que no poden escalfar la casa a l'hivern el 2011, i un 14,9% de les llars (unes 42.378) el 2016. És a dir, l'any 2011 i el 2016, del total de

llars que no poden escalfar l'habitatge d'una forma adequada el 43,8% i el 40% eren llars que estaven en règim de lloguer, respectivament. Això indica la vulnerabilitat de les llars de lloguer, que com que no poden invertir en millores a l'habitatge, pateixen més privacions.

Per últim, l'any 2011 hi ha més llars que viuen en pis o apartament i que no poden escalfar la casa a l'hivern (un 12,57% l'any 2011, unes 140.273 llars, i un 7,79% o unes 94.915 llars l'any 2016). Tot i això, l'any 2016 la categoria més afectada sembla ser les llars que viuen en cases unifamiliars adossades (un 16,7% o unes 8.767 llars). S'ha d'anar amb compte a l'hora d'interpretar aquest darrer resultat, ja que es podrien comptabilitzar llars amb elevades despeses, però elevats ingressos. En aquest cas no es tractaria d'una situació real de pobresa energètica.

A continuació també es presenta la dada sobre la capacitat de mantenir l'habitatge a una temperatura adequada en els mesos de fred en funció de les condicions econòmiques de la llar (risc de pobresa) i pel fet de tenir calefacció (Gràfic 6.23). Del total de llars que no poden mantenir el seu habitatge a una temperatura adequada el 63,8% (96.829 llars), són llars que no tenen calefacció central (individual o col·lectiva), i la resta poden disposar o no d'algun aparell per escalfar l'habitatge. Si es compara amb el 40% de llars que no tenen calefacció, es constata que les llars que no poden mantenir una temperatura de confort durant els mesos d'hivern són les que no tenen calefacció. Sembla que el fet de no tenir calefacció central té més pes en explicar la capacitat de mantenir la llar a una temperatura de confort que el fet d'estar en risc de pobresa, tot i que del total de llars pobres amb calefacció central, encara hi ha un 50,9% que no poden mantenir l'habitatge a una temperatura adequada. Aquest percentatge és del 34% de les llars que no estan en risc de pobresa. La dada de disponibilitat de calefacció no està disponible pel 2016, de manera que no es pot presentar aquesta anàlisi per a aquest any.

Gràfic 6.23. Capacitat de mantenir l'habitatge a una temperatura suficientment càlida durant els mesos freds en funció de la seva disponibilitat de calefacció central a la llar i de la situació en risc de pobresa. Any 2011. Dades en %



Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011.

Quan es miren les dades de les llars en risc de pobresa que no poden mantenir el seu habitatge a una temperatura adequada, i que tenen dificultats per pagar les factures, es pot veure un increment considerable en el període 2011-2016 (Taula 6.10). Les llars pobres amb dificultats per pagar la factura de l'energia que no poden mantenir l'habitatge a una temperatura adequada

durant els mesos d'hivern han passat de 2.131 llars el 2011 a 5.906 llars el 2016. Les llars que tindrien dificultats per pagar tant la factura de l'aigua com de l'energia, i que no poden mantenir el seu habitatge a una temperatura adequada, han passat de 6.748 llars el 2011 a 8.769 llars el 2016. És a dir, hi ha més llars amb privacions, el que ja s'apuntava quan es mesurava la pobresa energètica a partir de la relació entre la despesa i els ingressos. Tot i que la pobresa energètica calculada a partir del pes de la factura en relació als ingressos no ha augmentat molt, els resultats anteriors poden estar apuntant al fet que la xifra no ha augmentat perquè les llars han estat fent grans esforços per reduir la seva factura, per exemple no posant la calefacció.

Aquests resultats, per tant, mostren que aquestes dues metodologies, són complementàries per veure l'impacte de la pobresa energètica en les llars.

Taula 6.10. Llars en risc de pobresa amb dificultats per mantenir el seu habitatge a una temperatura suficientment càlida durant els mesos freds en funció de la seva situació en risc de pobresa hídrica i energètica l'àrea metropolitana de Barcelona. Any 2011 - 2016

	Total llars	% sobre el total de llars pobres	Total llars	% sobre el total de llars pobres
Llars sense problemes	24.945	21,7	14.530	10,1
Llars amb despesa aigua >3%	5.053	17,5	9.778	30,7
Llars amb despesa energia >10%	2.131	17,7	5.906	26,4
Llars amb despesa aigua >3% i energia >10%	6.748	11,9	8.769	13,8
Total	38.876	18,3	38.982	14,9

Nota: 1) El llindar de despesa per l'aigua és del 3% de la renda disponible, el llindar de despesa per energia és del 10% de la renda disponible. 2) Inclou electricitat i gas natural. 3) Les llars que no superen el llindar són aquelles que no el superen per cap dels serveis, i les que ho superen pels dos serveis conjuntament.

Font: IERMB a partir de l'ECVHP 2011

7 La dimensió espacial: territorialització dels fluxos d'aigua i d'energia

En aquest apartat es vol contribuir al coneixement de la distribució espacial dels processos metabòlics. És a dir, representar espacialment qui té accés i qui es beneficia d'ells, per tal de poder emmarcar aquestes desigualtats en el context social, econòmic, urbanístic i polític a escala local.

Per fer-ho s'utilitzen els fluxos específics d'aigua i d'energia per als diferents sectors econòmics i a diferents escales (AMB, municipal, i secció censal).

Fluxos metabòlics

Aigua

S'utilitzen els fluxos específics d'aigua per als diferents sectors econòmics i a diferents escales (AMB, municipal, secció censal). En aquest cas s'analitzen els fluxos de consum d'aigua per als sectors econòmics: primari (s'imputa el consum d'aigua als conreus de regadiu), secundari i terciari (industrial i de serveis, inclosos els usos municipals) i domèstic (que s'imputa a l'urbanitzat residencial). Del sector domèstic s'estima el consum d'aigua per habitant a escala de secció censal.

Energia

S'utilitzen els fluxos específics d'energia exosomàtica per als diferents sectors de l'economia a diferents escales (AMB, municipis, districtes de Barcelona, estimació per a les seccions censals). En aquest cas s'analitzen els fluxos d'energia (electricitat i gas natural) consumida pels diferents sectors econòmics: primari (només es considera l'agricultura, conreus herbacis i conreus llenyosos), productiu (sectors industrial i energètic), serveis i govern (p. ex. l'energia per a obres públiques), i domèstic (que s'imputa a l'urbanitzat residencial). S'afegeix també el consum d'energia del sector del transport i la petjada del carboni derivat d'aquest.

Matriu socioecològica

En aquest cas s'utilitzen les variables relacionades amb la mida i les característiques estructurals del sistema que ajuden a entendre els fluxos. Es comptabilitza la superfície ocupada per cadascun dels sectors d'activitat, o la població que hi viu i que realitza aquest consum, per harmonitzar les dades. La font cartogràfica per obtenir la superfície ocupada per cada sector, és el mapa de cobertes del 2009 del CREAF.

Caracterització de l'estructura jeràrquica associada al sistema

També s'han de definir elements que s'analitzaran a cada nivell jeràrquic. Per exemple, s'analitzarà l'àmbit de l'AMB en el seu conjunt (nivell n), el comportament dels diferents sectors

en un primer nivell que correspon a tot l'àmbit de l'AMB (que anomenem n-1), el comportament dels diferents sectors a escala municipal en el segon nivell (n-2), i el comportament del sector domèstic a un nivell territorial més acurat, inframunicipal, que es correspon amb el nivell de secció censal (n-3). Per a aquest últim pas, i perquè no hi ha dades oficials, s'utilitzaran mètodes d'imputació a partir de diferents metodologies. Això es fa usant conjuntament les variables de fons i de flux, i la relació entre les dues. Les estimacions es realitzen a un tall temporal, que és el que permeten les dades disponibles, al voltant del 2013/14.

7.1 Fluxos d'aigua

A continuació es presenten els fluxos d'aigua territorialitzats. En primer lloc es presenten els consums d'aigua del sector domèstic per habitant i dia per l'any 2013, i en segon lloc, els consums d'aigua dels diferents sectors econòmics, inclosa l'agricultura, per unitat de superfície. D'aquesta manera es poden obtenir estimacions de la intensitat del flux urbà d'aigua del sector domèstic, mesurada per càpita o per unitat d'àrea, que capturin les diferències entre territoris. Per fer-ho, s'ha hagut d'estimar el consum d'aigua per a alguns sectors i per alguns territoris, tal com s'explica a continuació.

7.1.1 El consum domèstic d'aigua per habitant i dia

En aquest apartat es presenta una estimació del consum d'aigua del sector domèstic per habitant i dia l'any 2013 a l'escala territorial més petita possible: a escala de secció censal. Per fer-ho, es consideren 2.128 seccions censals dels 36 municipis que formen l'àrea metropolitana de Barcelona.

Per estimar les microdades de consum d'aigua es construeixen models de predicció (regressió lineal múltiple) amb les variables que poden explicar la distribució geogràfica, com ara la renda disponible mitjana (€ per contribuent) i la densitat de població (habitants per km² de sòl urbanitzat residencial). La literatura en la matèria, i estudis previs han fet escollir aquestes variables com les més idònies per realitzar aquesta estimació (Domene i Saurí, 2006; IERMB, 2016c). Es parteix de les dades disponibles a escala municipal (AMB) i per als districtes de Barcelona (March i Sauri, 2017), i es construeixen els models predictius dels consums domèstics d'aigua per càpita que després s'usen per predir els valors a escala de secció censal.

Es creen dos models predictius d'acord amb la bondat d'ajust d'aquests, que s'usen cadascun al seu àmbit territorial de referència: Model 1 Aigua: predictiu dels consums d'aigua als districtes de Barcelona (àmbit seccions censals de Barcelona); i Model 2 Aigua: predictiu dels consums d'aigua a la resta dels municipis de l'AMB (àmbit resta de seccions censals).

- Model 1 Aigua: predictiu dels consums d'aigua als districtes de Barcelona

Es va trobar una equació de regressió significativa ($F(1,8) = 27,079$; $p < 0,001$), amb una R^2 de 0,772 (R^2 corregida = 0,743). El consum d'aigua previst (LPD) és igual a $74.570 + 0.002$ (renda

disponible mitjana), on la renda disponible mitjana es mesura en €/contribuent. El consum d'aigua per càpita augmenta 0,002 LPD per cada € de renda disponible mitjana. La renda disponible mitjana és un predictor significatiu del consum d'aigua per càpita.

- Model 2 Aigua: predictiu dels consums d'aigua a la resta dels municipis de l'AMB

Es va trobar una equació de regressió significativa ($F(2, 30) = 48,977$, $p < 0,000$), amb una R^2 de 0,766 (R^2 corregida = 0,750). El consum d'aigua per càpita previst (LPD) és igual a $105,362 - 4,695 (\ln \text{ de la densitat de població}) + 0,003 (\text{renda disponible mitjana})$, on la densitat de població (hab/km^2) es mesura en escala logarítmica i la renda disponible mitjana es mesura en €/contribuent. Tant la renda disponible mitjana com el $\ln$ de la densitat de població són predictors significatius del consum d'electricitat per càpita.

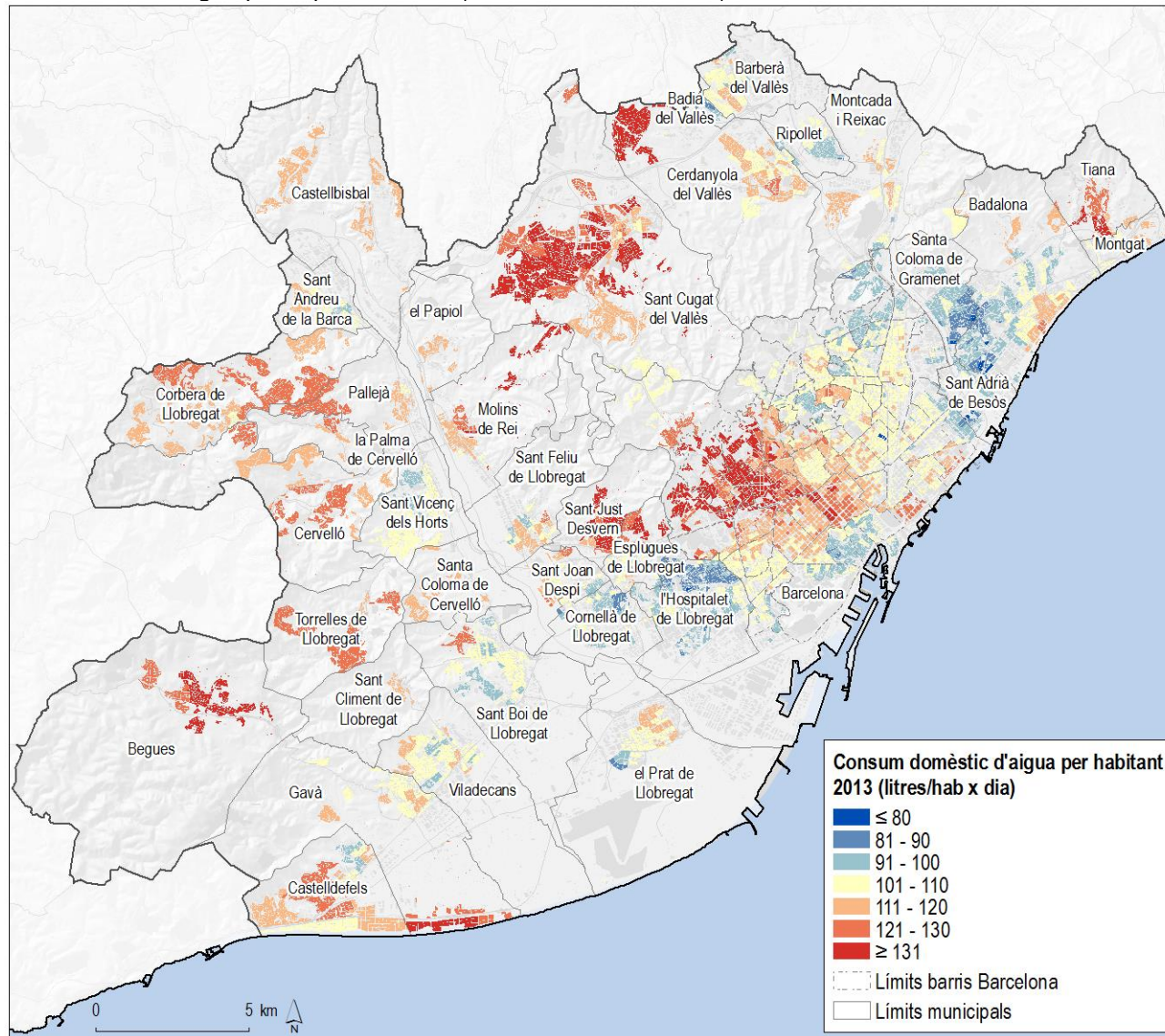
Al Mapa 7.1. Estimacions del consum domèstic d'aigua per càpita, 2013/14 (dades en litres/hab. dia) es mostren els resultats de les estimacions del consum domèstic d'aigua per càpita a les 2.128 seccions censals considerades. Una vegada calculats els consum per habitant i dia, i multiplicats pel total de la població, s'obté un consum total que és de l'ordre de l'1% més gran que les dades oficials per aquell any, el que mostra la bondat del model.

Al Mapa 7.1 es presenten els consums d'aigua per habitant i dia a escala de secció censal estimats a partir d'aquesta metodologia a totes les seccions censals de l'àrea metropolitana de Barcelona. S'observen consums mínims (≤ 80 LPD) a les seccions censals més densament poblades i/o amb una mitjana de renda disponible més baixa dels municipis de la primera corona metropolitana: Santa Coloma de Gramenet, Sant Adrià del Besòs i Badalona, al nord, L'Hospitalet de Llobregat, al sud, i Barcelona (al centre). En concret, a zones del districte de Sant Martí (barris El Besòs i el Maresme i El Camp de l'Arpa del Clot). Al rang fins als 90 LPD s'hi sumen certes seccions censals dels municipis de la primera corona metropolitana: Cornellà de Llobregat i El Prat de Llobregat, al nord, i zones del districte Ciutat Vella de Barcelona (al centre), a més d'algunes seccions censals dels municipis de la segona corona metropolitana: Badia del Vallès i Ripollet.

Per contra, les seccions censals amb els consums més elevats (≥ 131 LPD) es localitzen a zones de baixa densitat i/o amb una mitjana d'ingressos elevada dels municipis de la segona corona metropolitana: Cerdanyola del Vallès, Sant Cugat del Vallès, Molins de Rei i Begues. També a la primera corona metropolitana, a determinades seccions censals dels municipis de Tiana, al nord, Sant Just Desvern, Esplugues de Llobregat i Gavà (línia de costa), al sud, i dels districtes de Barcelona (al centre): Sarrià-Sant Gervasi, Les Corts i L'Eixample (La Dreta).

Per últim, a la secció censal amb el consum més elevat (237 LPD)—situada a Esplugues de Llobregat— es consumeixen 3 cops més LPD que a la que té el consum més baix (75 LPD), situada al districte de Sant Martí (Barcelona).

Mapa 7.1. Estimacions del consum domèstic d'aigua per càpita, 2013/14 (dades en litres/hab. dia)



Font: IERMB.

7.1.2 El consum d'aigua per sector d'activitat i unitat d'àrea

En el Mapa 7.2 es mostren les dades territorialitzades dels consums d'aigua per diferents sectors d'activitat i per unitat d'àrea. En concret, es representen les dades pel sector primari, pel sector domèstic, i pel sector industrial i de serveis conjuntament. Les dades pel sector de l'agricultura (inclouen només les necessitats de reg dels conreus de regadiu d'horta) i les del sector secundari i terciari es presenten a escala de municipi. En canvi, les del sector domèstic s'han estimat a escala de secció censal.

El mapa s'ha d'entendre de la següent manera: els colors indiquen el sector d'activitat, verd per l'agrícola, lila pel sector secundari i terciari, i colors ocres i marrons en el sector domèstic. La intensitat del color dins d'aquesta gamma, indica el valor de consum per superfície, essent els colors menys intensos els que tenen consums més baixos (inferiors a 100 litres/m² i any), i els colors més intensos els més elevats, amb consums per sobre de 1.000 litres/m² i any.

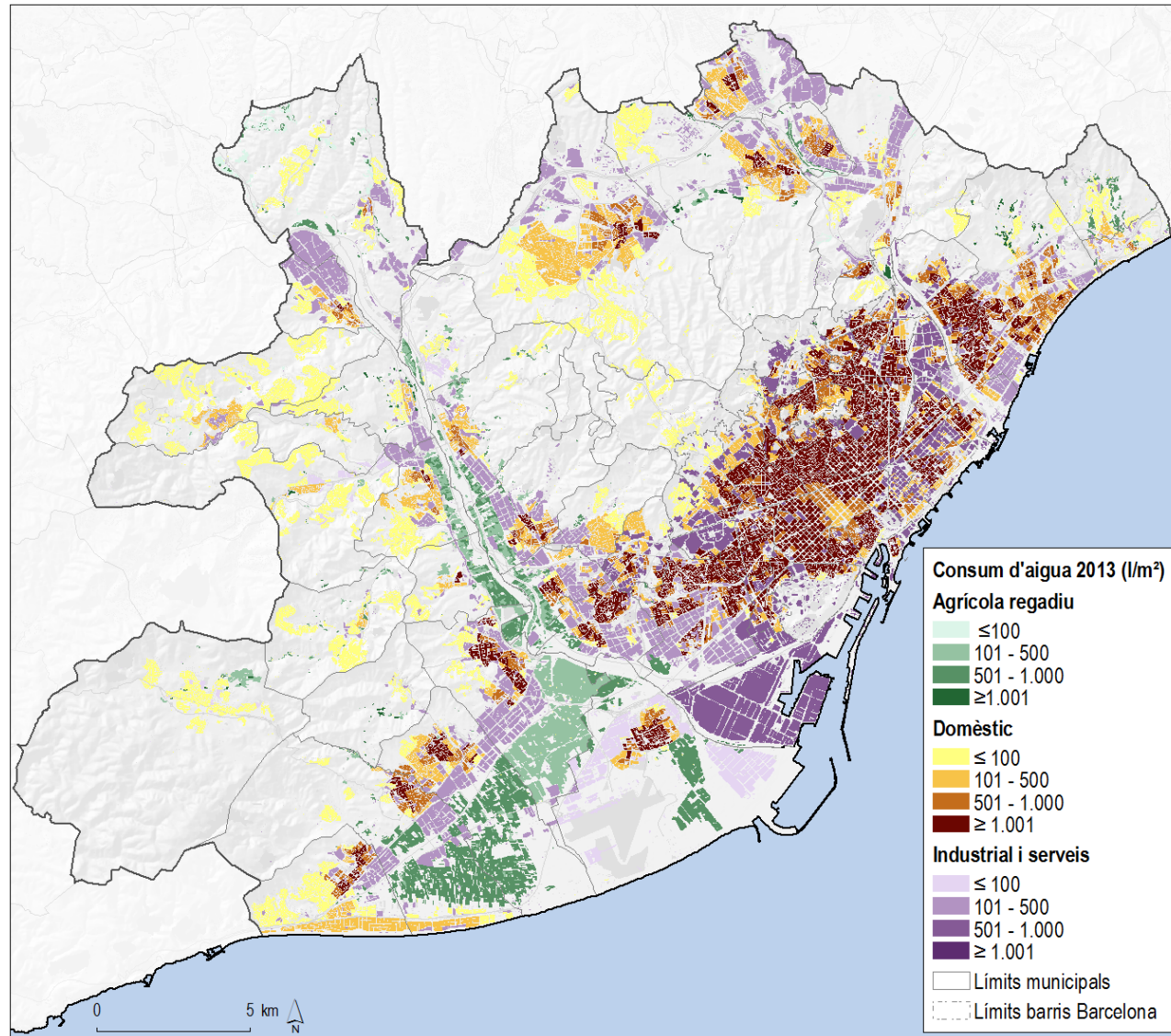
Tenint en compte això, el primer resultat que salta a la vista és que és en el sector domèstic on la intensitat del consum per unitat de superfície és més elevada. De fet, en cap dels altres sectors s'arriben a valors per sobre dels 1.000 litres/m² i any.

Les dades més elevades del sector domèstic es donen en les zones més densament poblades de l'àrea metropolitana. Aquesta dada representaria una mena de densitat de consum residencial, molt relacionada amb la densitat de població, cosa que explica els valors més baixos de les zones menys densament poblades de la segona corona metropolitana.

Pel que fa al sector industrial i de serveis, la majoria de municipis tenen consums per unitat d'àrea que estan entre els 100 i els 1.000 litres/m², i el mateix passa amb els usos agrícoles. A diferència dels fluxos d'energia elèctrica que es presenten més endavant, l'ús agrícola equipara en alguns municipis la despesa per unitat d'aigua amb l'ús productiu i de serveis, ja que, en aquest àmbit, el sector primari és més dependent d'aigua que d'energia elèctrica o gas natural (si es tenen en compte els usos directes). Les diferències en el consum dels usos agrícoles entre municipis deriven de la diferent distribució de conreus entre els diferents municipis, aportades pel DAAR.

Observant aquestes dades, d'alguna manera es trenca el mite que l'agricultura és un sector on es consumeix molta aigua. A l'àmbit de l'AMB no ho és, ni en termes de volums totals, ni en termes de volums consumits per unitat de superfície, i són els altres sectors, en especial el domèstic, els que estarien demandant més aigua pel funcionament del sistema. Els esforços, si es vol reduir el consum en el conjunt de l'AMB, s'han de centrar en el consum domèstic, tot i que no cal menysprear els marges d'estalvi també existent en els altres sectors.

Mapa 7.2. Estimacions del consum d'aigua per sector d'activitat i unitat d'àrea, 2013 (dades en litres/m² any)



Nota: Les dades sector industrial, serveis i agrícola són dades municipals. En canvi, les dades del sector domèstic són a escala de secció censal.

Font: IERMB.

7.2 Fluxos d'energia

En aquest apartat es mostren els fluxos d'energia (electricitat i gas natural) territorialitzats i relativitzats per habitant i per unitat d'àrea (m^2). En primer lloc es presenten els resultats de l'estimació del consum d'energia elèctrica per càpita del sector domèstic l'any 2014 a l'escala territorial més petita que permeten les dades disponibles: a escala de secció censal. Addicionalment, es presenten els consums domèstics per càpita de gas natural a escala municipal i dels districtes de Barcelona, ja que no s'han pogut estimar a l'escala de secció censal. En segon lloc, es mostren els consums d'electricitat i de gas natural dels diferents sectors econòmics per unitat d'àrea (m^2). Per acabar, s'han calculat les emissions de CO_2 associades al consum d'energia (electricitat, gas natural i carburants per al transport personal) a escala municipal i dels districtes de Barcelona; escala més petita que admeten les dades de gas natural i de carburants del transport (dades de la BBDDM 2001/13). D'aquesta manera es pretenen obtenir estimacions de la intensitat del flux urbà d'energia, mesurades per càpita o per unitat d'àrea (m^2), i de la petjada de carboni, que siguin comparables i que capturin les diferències entre territoris.

7.2.1 El consum domèstic d'electricitat i de gas natural per habitant i any

S'ha estimat el consum d'energia elèctrica del sector domèstic l'any 2014 a l'escala territorial més petita que permeten les dades disponibles: a escala de secció censal. Es consideren 2.128 seccions censals dels 36 municipis que fan part de l'AMB. Per estimar els consums d'electricitat a les 2.128 seccions censals es construeixen models de predicció (models de regressió lineal múltiples) amb les variables que poden explicar la distribució geogràfica, com ara la mitjana de renda disponible (€ per contribuent) i la densitat de població (habitants per km^2 de sòl urbanitzat residencial). La literatura en la matèria, i els estudis previs han fet escollir aquestes variables com les més idònies per realitzar aquesta estimació (IERMB, 2016c). Es parteix de les dades municipals (ICAEN) i per districtes de Barcelona (Agència Local d'Energia), i es construeixen els models predictius dels consums domèstics d'electricitat per càpita que després s'usen per predir els valors a escala de secció censal.

Es creen dos models predictius d'acord amb la bondat d'ajust d'aquests, que s'usen cadascun al seu àmbit territorial de referència: Model 1 Energia: predictiu dels consums d'electricitat als districtes de Barcelona (àmbit seccions censals de Barcelona); i Model 2 Energia: predictiu dels consums d'electricitat a la resta dels municipis de l'AMB (àmbit resta de seccions censals).

- Model 1 Energia: predictiu dels consums d'electricitat als districtes de Barcelona

Es va trobar una equació de regressió significativa ($F(1, 8) = 23,719$; $p < 0,001$), amb una R^2 de 0,748 (R^2 corregida = 0,716). El consum d'electricitat per càpita previst és igual a $539,564 + 0,043$ (renda disponible mitjana), on la renda disponible mitjana es mesura en €/contribuent. El consum

d'electricitat per càpita augmenta 0,043 kWh per cada € de renda disponible mitjana. La renda disponible mitjana és un predictor significatiu del consum d'electricitat per càpita.

- Model 2 Energia: predictiu dels consums d'electricitat a la resta dels municipis de l'AMB

Es va trobar una equació de regressió significativa ($F(2, 30) = 71,283$, $p < 0,000$), amb una R^2 de 0,826 (R^2 corregida = 0,815). El consum d'electricitat previst és igual a $1.210.996 - 89.534 (\ln \text{ de la densitat de població}) + 0,052 (\text{renda disponible mitjana})$, on la densitat de població (hab/km²) es mesura en escala logarítmica i la renda disponible mitjana es mesura en €/contribuent. Tant la renda disponible mitjana com el $\ln$ de la densitat de població són predictors significatius del consum d'electricitat per càpita.

Una vegada calculats els consum per habitant i dia, i multiplicats pel total de la població, s'obté un consum total que és de l'ordre del 4% més gran que les dades oficials per aquell any, el que mostra la bondat dels models.

Al Mapa 7.3 es mostren els resultats de les estimacions del consum domèstic d'energia elèctrica per càpita a les 2.128 seccions censals considerades.

Les seccions amb un consum domèstic per càpita mínim d'electricitat (≤ 700 kWh) es troben a zones densament poblades i/o amb una mitjana de renda disponible relativament baixa dels municipis de la primera corona metropolitana: Santa Coloma de Gramenet, Sant Adrià del Besòs i Badalona, al nord, L'Hospitalet de Llobregat, al sud, i Barcelona (al centre), al barri de El Camp de l'Arpa del Clot (districte de Sant Martí). Aquesta situació es correspon amb la ja comentada sobre l'aigua.

Resulta interessant, en aquest cas, observar on es donen consums d'electricitat per sota de 1.200 kWh anuals, per tractar-se d'un dels requisits per accedir al bo social que podria considerar-se un llindar per als consums baixos. Tenint en compte això, es troben casos al 76% dels municipis de l'AMB. En són excepcions els municipis de la zona oest del Baix Llobregat –Begues, Cervelló, La Palma de Cervelló, Pallejà, Sant Climent de Llobregat, Santa Coloma de Cervelló i Torrelles de Llobregat–, on a més no es donen gaires desigualtats quant al nivell de consum, Castellbisbal, El Papiol, una part del districte de Sarrià-Sant Gervasi i el barri de Pedralbes (Les Corts) a Barcelona.

A l'altre extrem, amb mitjanes de consum més elevades (≥ 1.951 kWh), es troben determinades seccions censals de baixa densitat i/o amb mitjanes de renda disponible elevades dels municipis Esplugues de Llobregat, Sant Cugat i la part alta de Barcelona (una part del districte de Sarrià-Sant Gervasi i el barri de Pedralbes).

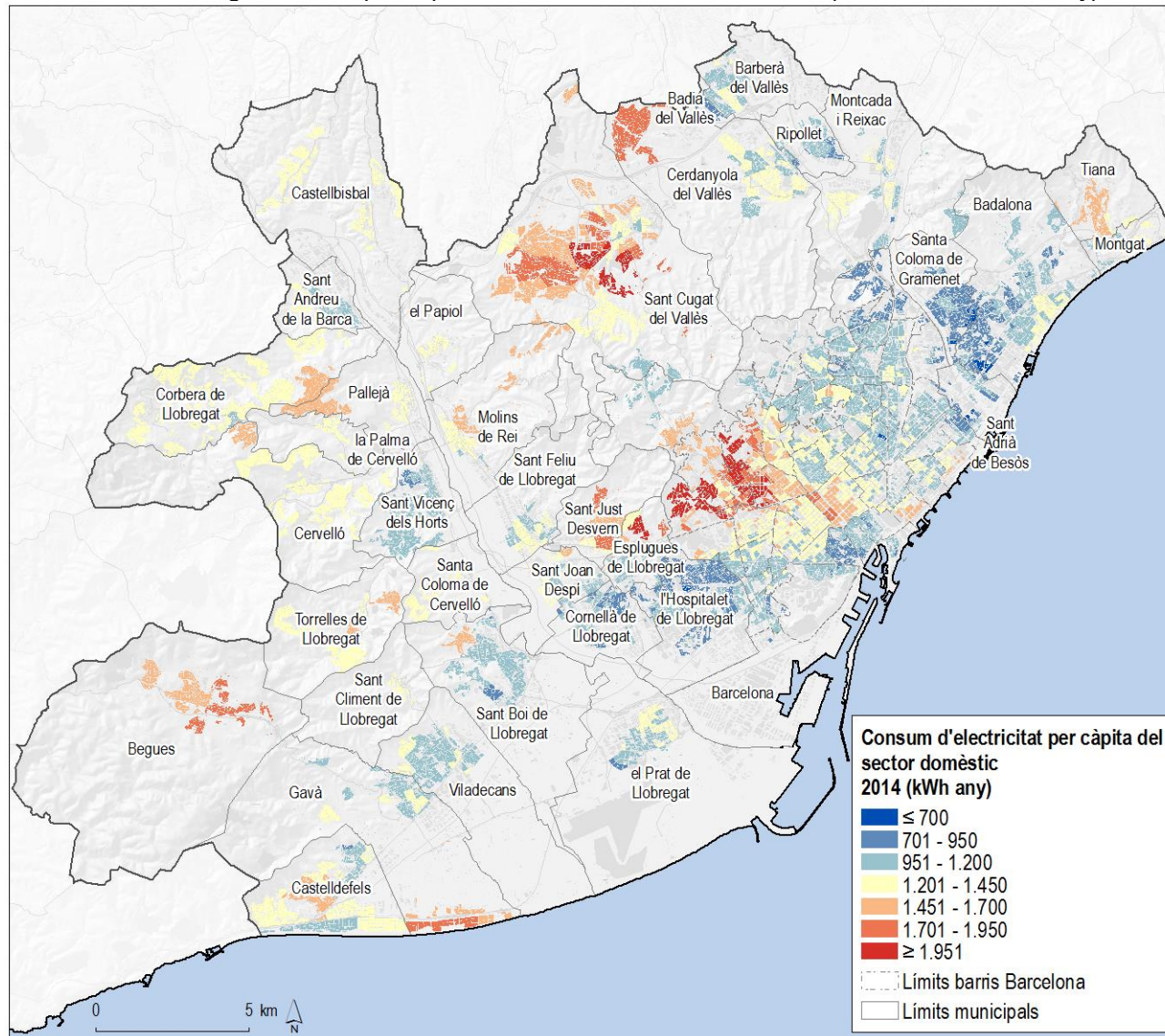
Destacar que les diferències entre la secció censal amb el consum més elevat i la secció censal amb el consum més baix són àmplies, més que al cas de l'aigua. En concret, el consum màxim és 6 cops superior al consum mínim, que és només de 548 kWh. Es dona a una secció censal situada al districte de Sant Martí (Barcelona), on el consum d'aigua també és el mínim.

De forma addicional, es presenten els consums domèstics per càpita de gas natural a escala municipal (a partir de dades de l'ICAEN) i dels districtes de Barcelona (Agència Local d'Energia) (Mapa 7.4). El consum domèstic de gas natural no s'ha pogut estimar a l'escala de secció censal, perquè no només depèn de variables socioeconòmiques i territorials, sinó del grau de penetració, que no és el mateix a tot el territori de l'àrea metropolitana de Barcelona, on encara hi ha zones sense accés als serveis de distribució del gas natural. Aleshores, els models predictius basats en la mitjana de renda disponible (€ per contribuent) i la densitat de població (habitants per km² de sòl urbanitzat residencial) que s'ha estimat mostraven una bondat d'ajust que s'ha considerat massa justa per fer inferències.

Els municipis amb un consum per càpita de gas natural més baix (<950 kWh PCS) són L'Hospitalet de Llobregat i Corbera de Llobregat. És possible que a Corbera de Llobregat moltes llars utilitzin biomassa per escalfar els habitatges. Finalment, a la franja entre 950 i 1.200 kWh PCS, trobem els municipis: Bardia del Vallès (a l'interior), Esplugues de Llobregat, Cornellà de Llobregat, El Prat de Llobregat Sant Boi de Llobregat i Vilademens (al sud), Santa Coloma de Gramenet, Sant Adrià del Besós i Badalona (al nord), i a Barcelona (al centre) el districte de Nou Barris.

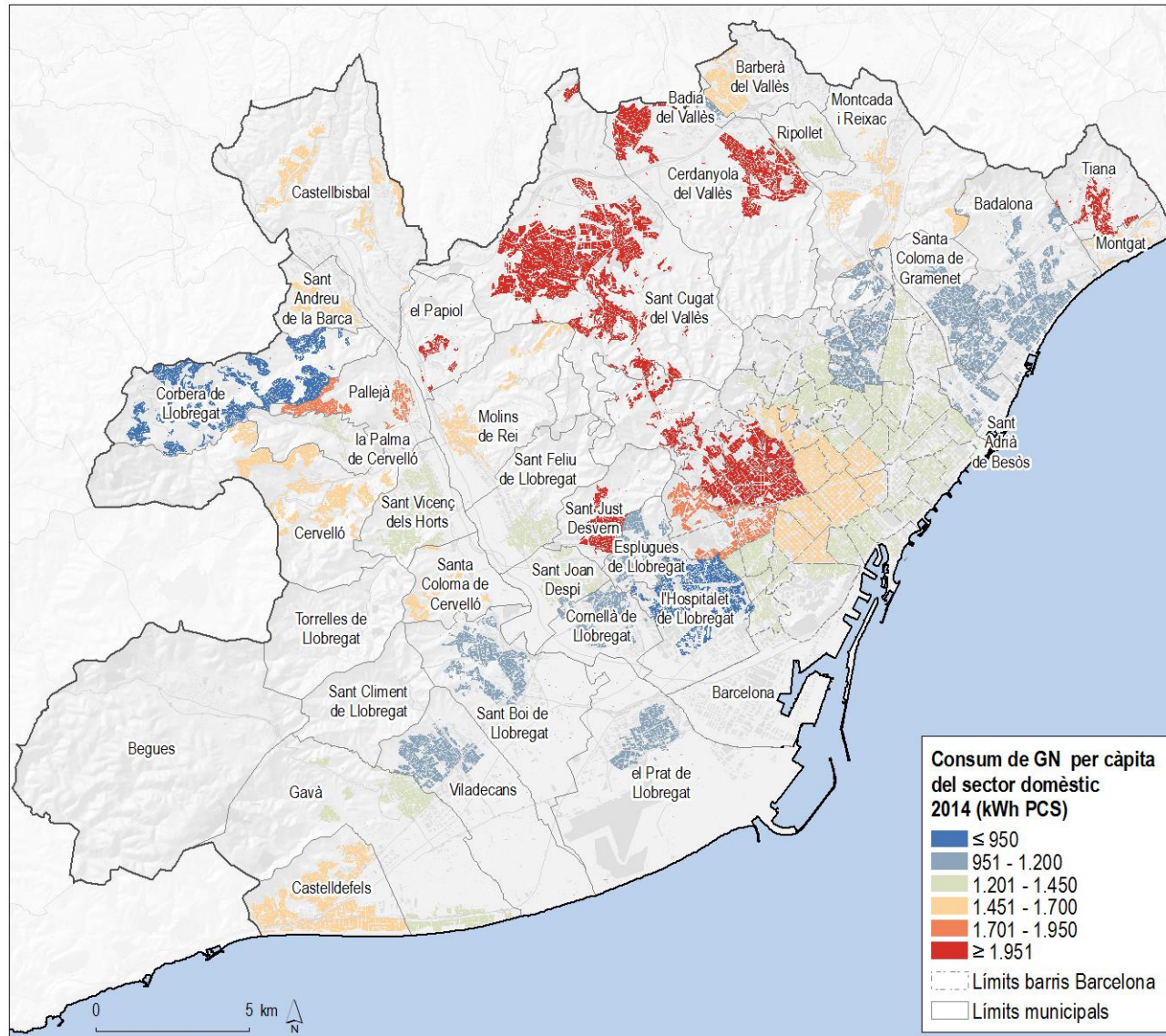
En canvi, a l'altre extrem, amb un consum per càpita més elevat de gas natural (>1.951 kWh PCS) se situen els municipis i districtes de Barcelona: Cerdanyola del Vallès, Sant Cugat del Vallès, El Papiol, Sant Just Desvern, Tiana i la part alta de Barcelona (el districte de Sarrià-Sant Gervasi i una part del districte de Les Corts, notablement el barri de Pedralbes). Aquesta situació es correspon amb la ja comentada sobre l'aigua i l'electricitat, perquè a excepció de El Papiol, es tracta de municipis i districtes amb rendes elevades (les més altes d'entre el conjunt de municipis de l'AMB).

Mapa 7.3. Estimacions del consum domèstic d'energia elèctrica per càpita a escala de secció censal, 2014 (dades en kWh/hab. any)



Font: IERMB.

Mapa 7.4. Estimacions del consum domèstic de gas natural a escala municipal i dels districtes de Barcelona, 2014 (dades en kWh PCS/hab. any)



Font: IERMB.

7.2.2 El consum d'energia per sector d'activitat i unitat d'àrea

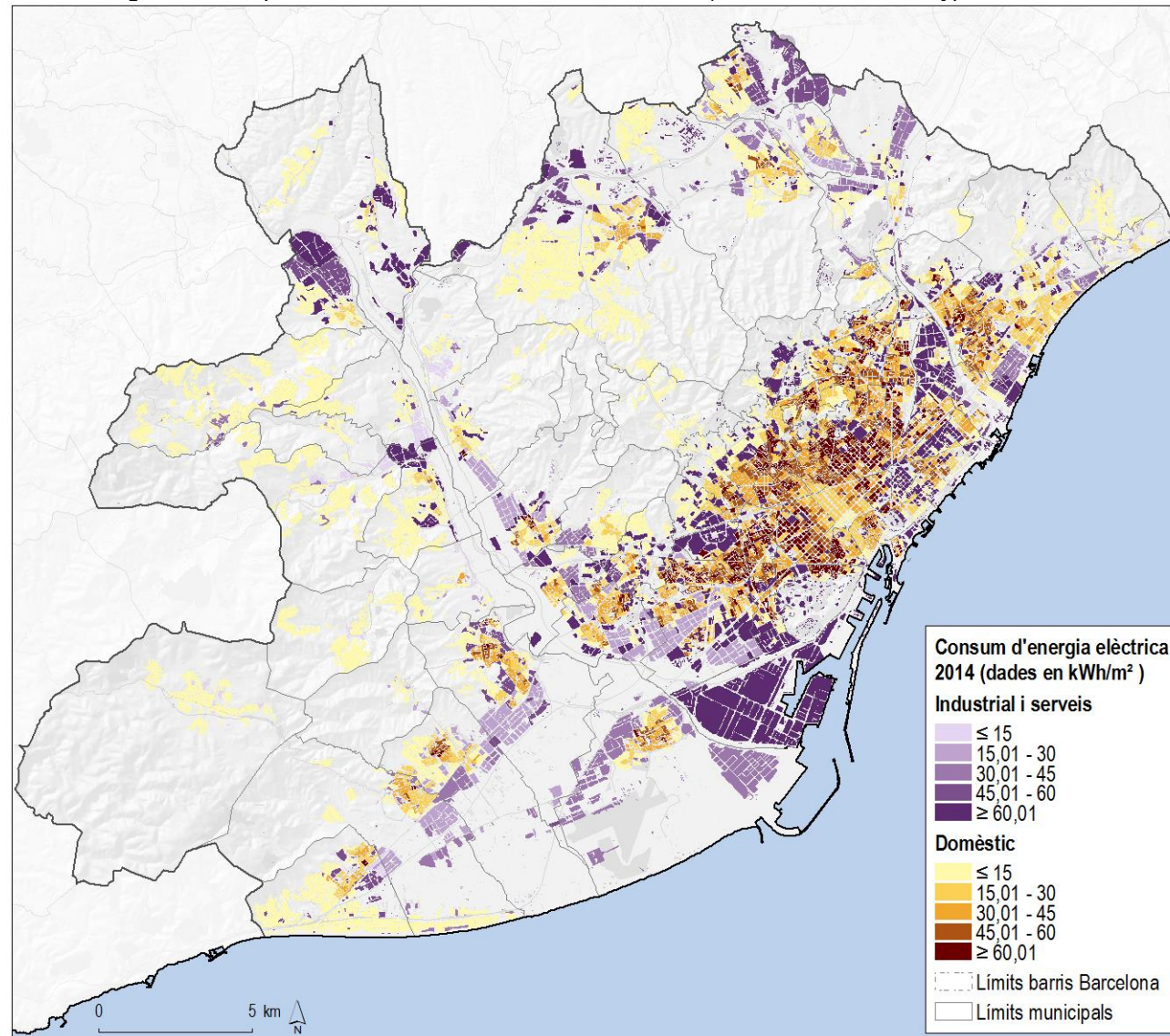
En aquest apartat es presenten les dades territorialitzades dels consums d'energia elèctrica i de gas natural dels diferents sectors d'activitat econòmica per unitat d'àrea (intensitat del flux d'energia per m^2), que permeten fer comparacions entre sectors i territoris. La qual cosa ens permet visualitzar els sectors energèticament intensius.

En concret, es representen els consums d'energia elèctrica i de gas natural dels sectors productiu (industrial i energètic) i serveis (serveis i govern) a escala municipal i dels districtes de Barcelona. Els consums d'energia elèctrica del sector domèstic (imputats al sòl urbanitzat residencial) es representen a l'escala de secció censal, mentre que els consums de gas natural del sector domèstic es representen a escala municipal i dels districtes de Barcelona, perquè no s'han pogut estimar a l'escala de secció censal.

Les dades dels consums d'energia del sector primari (de l'agricultura, conreus herbacis i conreus llenyosos) s'ha decidit no incloure-les, perquè els majors consums d'energia d'aquest sector són en carburants per a maquinària agrícola, i no en electricitat o en gas natural (vegeu la Figura 5.6 i Figura 5.9, respectivament).

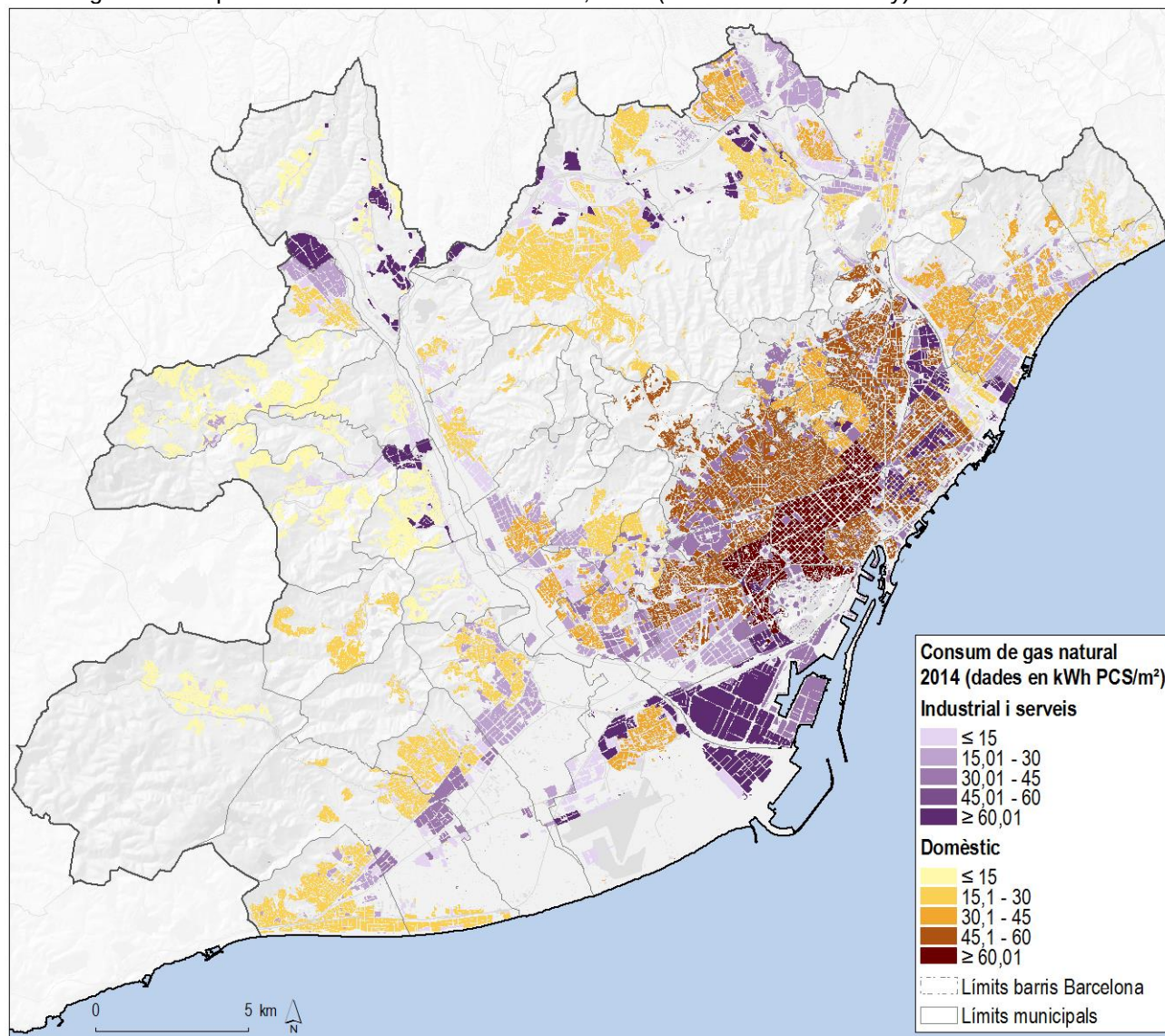
Els mapes s'han d'entendre de la següent manera: els colors indiquen el sector d'activitat, lila per als sectors secundari i terciari, i marrons pel sector domèstic. La intensitat del color dins d'aquesta gamma, indica el valor de consum per unitat d'àrea, és a dir, la intensitat del flux d'energia per m^2 , essent els colors menys intensos els que tenen consums més baixos (inferiors als 15 kWh/ m^2 any), i els que tenen colors més intensos els més elevats (per sobre dels 60,01 kWh/ m^2 any).

Mapa 7.5. Estimacions del consum d'energia elèctrica per sector d'activitat i unitat d'àrea, 2014 (dades en kWh/m² any)



Font: IERMB.

Mapa 7.6. Estimacions del consum de gas natural per sector d'activitat i unitat d'àrea, 2014 (dades en kWh/m² any)



Font: IERMB.

Com a primer resultat destaca que la intensitat del flux d'energia elèctrica per m² del sector domèstic seria equiparable a la del sector productiu, si es tracten per separat els *outliers*. És a dir, els tres casos de municipis on es concentra la indústria més energèticament intensiva, a saber Castellbisbal (on més), Sant Vicenç dels Horts i Sant Cugat del Vallès. Amb aquesta condició, la intensitat del flux d'energia elèctrica per m² del sector domèstic serveis sí destacaria per ser, en global, la més elevada. Segons això, es trencaria el mite que el sector domèstic té poca influència en el còmput global del consum d'energia elèctrica i, per tant, cobrarien rellevància les accions d'estalvi energètic que es puguin dur a terme als habitatges. D'altra banda, es podrien implementar mesures destinades a reduir substancialment el consum elèctric del sector serveis. Es recomana aplicar mesures fiscals que penalitzin els consums excessius d'electricitat.

Quant a la intensitat del flux d'energia elèctrica per m² del sector domèstic, com és lògic, és més elevada allà on es concentra més població. És a dir, on la densitat de població és més gran. D'altra banda, la intensitat del flux d'energia elèctrica per m² del sector productiu i serveis és més elevada als punts de més activitat econòmica, a les àrees industrials i on es troben les infraestructures energètiques (Zona Franca, (ZAL) Port de Barcelona, zones industrials de Castellbisbal, Sant Vicenç dels Horts, Sant Cugat del Vallès, etc.), però també a les zones comercials, per exemple, de Barcelona (eixos Passeig de Gràcia, Rambla Catalunya i Portal de l'Àngel) (vegeu el Mapa 7.5). S'ha de tenir en compte que el consum per unitat d'àrea (m²) s'ha calculat segons la superfície ocupada per cadascun dels usos –domèstic/residencial i productiu (industrial, energètic i serveis)– d'acord amb l'MCSC2009 del CREAM, i s'ha representat al mapa distribuïda per aquests usos segons les illes del mapa topogràfic 1:25.000 de l'ICC.

Les dades de la intensitat del flux de gas natural per m² dels diversos sectors d'activitat (Mapa 7.6) mostren certes diferències amb les ja comentades referents a l'electricitat. Cal remarcar, però, que el cas de les dades de gas natural del sector domèstic el nivell de detall és inferior; escala municipal i dels districtes de Barcelona. És per aquest motiu que la distribució de colors a la part central (municipi de Barcelona) és més homogènia. Per la resta, els resultats mostren que el sector productiu és el major consumidor de gas natural, amb una intensitat del flux d'energia per m² no comparable amb la dels altres sectors. Destaca el cas de la indústria de Castellbisbal, però també altres casos a Barcelona (planta de regasificació del Port), El Prat de Llobregat, Sant Cugat del Vallès i Sant Adrià de Besòs (on estan les grans centrals de producció d'energia). Segueixen, per ordre decreixent, els consums del sector domèstic i del sector serveis (amb la intensitat de flux de gas natural per m² més baixa).

7.2.3 La petjada de carboni del sector domèstic

Per acabar, s'han calculat les emissions de CO₂ per càpita l'any 2014 associades al consum d'energia del sector domèstic a fi d'obtenir la petjada de carboni de la població. Les dades es presenten territorialitzades a escala de municipi i de districte de Barcelona. És important remarcar, que es consideren les emissions de CO₂ derivades dels consums d'electricitat, de gas

natural i de la mobilitat generada per la població en els seus desplaçaments quotidians¹⁵. No ha estat possible tractar la informació sobre el gas natural i els carburants per al transport a nivells inferiors a aquests. També s'ha de tenir present que les emissions de CO₂ s'han calculat tenint en compte el total de població que resideix en un municipi o districte de Barcelona, i no només els qui generen les emissions (és a dir, les persones mòbils, usuàries del transport públic i/o privat).

Al Mapa 7.7 es mostren els resultats de les emissions de CO₂ per càpita del sector domèstic i el seu origen, als municipis de l'AMB i els districtes de Barcelona, l'any 2014. Tanmateix, no s'ha pogut calcular la petjada dels residents a Begues, Sant Climent de Llobregat i Torrelles de Llobregat, perquè no es disposa de dades municipals del consum de gas natural (protegides pel secret estadístic).

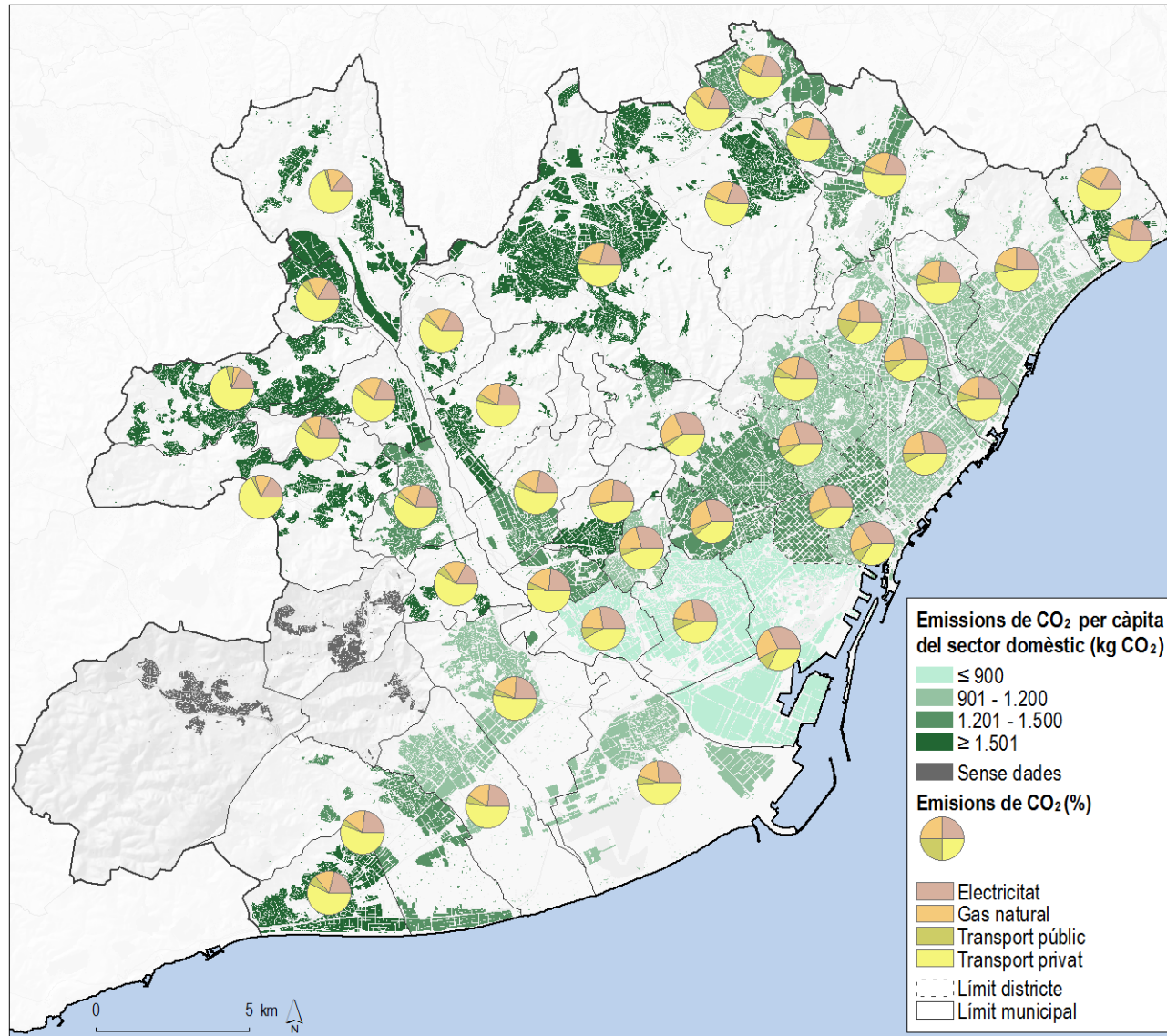
S'observen patrons força diferents entre els municipis de la primera i la segona corona metropolitana, els segons més homogenis amb una petjada de carboni més gran. Als municipis de la primera corona metropolitana hi ha, però, més varietat. Destaca al primer cop d'ull, amb la petjada més petita, el grup format pels municipis de L'Hospitalet i Cornellà de Llobregat i el districte Sants-Montjuïc. De fet, el continu urbà de Barcelona es divideix en tres franges ben definides: aquesta primera amb la petjada més petita del conjunt de l'AMB, una segona amb una petjada comparativament gran formada pels districtes de L'Eixample, Les Corts i Sarrià-Sant Gervasi, i una tercera formada per la resta dels districtes de Barcelona, Sant Adrià, Santa Coloma i Badalona.

Quant a l'origen de les emissions, destaca la contribució més o menys generalitzada del vehicle privat (cotxe, furgoneta i/o motocicleta), així com de l'energia elèctrica a alguns districtes de Barcelona i municipis del continu urbà. Així doncs, en municipis on una majoria de desplaçaments es fan a peu les emissions per càpita del sector del transport són comparativament més baixes, cosa que fa abaixar les emissions totals del sector domèstic. Aquests serien els municipis més densos de la primera corona.

En canvi, en aquells municipis on la quota dels modes motoritzats és més elevada, el pes relatiu del sector del transport augmenta i fa créixer el total d'emissions del sector domèstic. En aquest grup es trobarien els municipis menys densos de la segona corona. Als municipis de muntanya, com Cervelló, Corbera de Llobregat o La Palma de Cervelló, entre un 65-75% prové del vehicle privat. Aquí la contribució de l'electricitat i, sobretot, del gas, és relativament petita. Probablement perquè utilitzen biomassa per escalfar els habitatges a l'hivern i no requereixen climatització a l'estiu.

¹⁵ Per calcular les emissions de CO₂ associades als consums d'electricitat i gas natural s'usen els factors d'emissió de l'any corresponent, l'any 2014, publicats per l'OCCC (2015) (vegeu l'apartat 5.2.5, per més detalls).

Mapa 7.7. Emissions de CO₂ per càpita del sector domèstic als municipis de l'AMB i els districtes de Barcelona, 2014 (dades en kg CO₂ i %)



Font: IERMB.

8 Conclusions

L'objectiu general de l'estudi és representar de forma integrada el metabolisme social de l'aigua i de l'energia a l'àrea metropolitana de Barcelona, a diverses escales i nivells de desagregació. A aquest efecte, es combinen l'anàlisi dels fluxos per sectors d'activitat econòmica amb altres anàlisis socials i espacials, de manera que es puguin detectar disfuncionalitats i desigualtats associades al sistema, que no serien evidents si no es realitzés una anàlisi de forma integrada.

Els objectius específics són:

- i. Resseguir els fluxos d'aigua i d'energia al sistema metropolità i quantificar els fluxos d'entrada, les pèrdues del sistema, els consums (desagregació per sector d'activitat econòmica) i els fluxos de sortida i les externalitats ambientals.
- ii. Aprofundir en la dimensió social del metabolisme metropolità a través de l'anàlisi de la despesa de les llars en aigua i energia, de l'increment del preu dels subministraments i de l'impacte de la pobresa hídrica i energètica; situacions de vulnerabilitat davant l'actual funcionament del sistema.
- iii. Estimar la intensitat dels fluxos urbans d'aigua i d'energia (desagregació per sector d'activitat econòmica), per càpita o per unitat d'àrea (m^2), i de la petjada de carboni, i analitzar les diferències entre territoris.

Les principals conclusions de les anàlisis són:

Anàlisi macro dels fluxos d'aigua i d'energia a l'àrea metropolitana de Barcelona

Pel que fa als fluxos de l'aigua, a l'àrea metropolitana de Barcelona entren anualment uns 625 Hm³, dels quals aproximadament uns 214 Hm³ són recursos disponibles per a usos urbans que arriben a partir de la xarxa de distribució d'aigua potable.

Part d'aquests recursos arriben de conques llunyanes, com la del Ter, i l'equilibri entre els recursos i la demanda continua essent fràgil, especialment en anys de forta sequera, com va passar l'any 2008 i està passant enguany. Catalunya ha entrat recentment en el nivell de Prealerta del Pla de Sequera, que es declara quan les reserves baixen per sota del 60%. En concret, els embassaments del sistema Ter-Llobregat, que abasteixen el territori metropolità s'han situat al voltant del 51%, segons les dades de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

En aquest sentit, la construcció de la planta dessalinitzadora, utilitzada a un percentatge molt baix de la seva capacitat, dona un respir (amb un cost en termes energètics important) al possible augment de la demanda d'aigua, que ja s'està donant en els usos urbans amb la millora de la situació econòmica. Més en concret, a causa de l'estat de prealerta la dessalinitzadora del Prat de Llobregat s'ha incrementat la producció d'aigua del 10%, que és l'estat normal, al 30%.

D'entre els usos urbans, el sector domèstic és el que més aigua consumeix (aproximadament un 70% del total). Els recursos disponibles per al reg de zones agrícoles, suposen encara un percentatge petit del total de recursos disponibles, al voltant d'uns 25 Hm³ (la majoria d'ells de fonts superficials, i una petita part d'aigües regenerades). Una primera estimació de la demanda de reg dels usos agrícoles (en concret els hortícoles), d'uns 7 Hm³, indica que l'aigua desembassada en l'àmbit de l'AMB per reg agrícola està per sobre de les necessitats de reg a la producció actual. En aquest cas, els agricultors tindrien altres problemes com el mal estat de part de les infraestructures de reg i la qualitat de les aigües. Les aigües de reg de les zones verdes urbanes s'estimen en uns 5 Hm³, i part d'aquesta és aigua regenerada.

Els consum d'aigua del sector domèstic ha disminuït en els darrers anys de forma important, a causa de qüestions econòmiques i de millores tecnològiques. Entre les primeres destaquen l'impacte de la crisi en els ingressos de les famílies, i l'augment del preu de l'aigua. Entre les segones, el canvi d'hàbits de consum i la millora tecnològica, derivats de les campanyes de conscienciació i la implantació d'aparells més eficients amb l'ús de l'aigua a les llars. Les dades dels darrers anys ja apunten un increment del consum d'aigua segurament relacionat amb la millora econòmica de les famílies. A més, la distribució dels consums és desigual tan social com espacialment, com s'explica més endavant.

Quant als fluxos d'energia exosomàtica analitzats, s'han analitzat els fluxos d'energia elèctrica, de gas natural canalitzat (on no s'inclouen els consums de les centrals de producció d'energia elèctrica en règim ordinari), de gasos liquats del petroli o GLP (butà, propà i mescla), i de combustibles líquids derivats del petroli (gasolines, gasoils i fueloil). L'energia de les fonts primàries no es pot utilitzar directament en la seva forma elemental, sinó que ha de ser transformada en energia útil. És per això que ens hem centrat en aquests vectors energètics.

L'energia elèctrica és l'únic vector energètic que es produeix en el territori metropolità (i català). Actualment tot el gas natural que es consumeix a l'àmbit de l'AMB (i a Catalunya) s'importa des d'altres països, encara que el tractament sí que es fa aquí, a la planta regasificadora del Port de Barcelona, majoritàriament. Els combustibles líquids derivats del petroli també s'importen.

Quant al flux d'energia elèctrica, el 2013 es coneix el 96,2% de la producció bruta d'energia elèctrica a l'àmbit de l'AMB, que va ser de 6.348.271 MWh. Si assumim que el 2014 (no es disposa de dades per a aquest any) la producció va ser la mateixa, aquesta suposaria el 16,25% de l'energia elèctrica que va entrar al sistema metropolità aquell any (uns 39.067.629 MWh).

L'eficiència del sistema elèctric s'ha estimat del 39,8%, tot quedant 15.554.520 MWh disponibles per al consum final. Les pèrdues d'energia elèctrica per transport i distribució a Catalunya s'estimen en aproximadament un 7%. L'energia elèctrica restant és la que és consumida pels diferents sectors d'activitat, inclosos els consums propis del sector energètic (un 0,4% del total). A l'àmbit de l'AMB, els sectors d'activitat econòmica que mostren un consum més elevat són, per ordre decreixent: els serveis (un 47,1%), el domèstic (un 25,0%) i l'industrial (un 23,7%).

Respecte al flux de gas natural canalitzat, l'any 2014 van entrar al sistema metropolità 21.428.586 MWh. Un cop estimades les sortides de transformació, els consums propis del sector energètic i les pèrdues en transport i distribució, l'energia consumida pels diferents sectors és d'uns 11.606.784 MWh. El sector industrial en consumeix gairebé la meitat, el 47,5%, el sector domèstic el 37,9%, i el sector comercial el 13,6%.

Per acabar, el flux d'energia de combustibles líquids derivats del petroli (GLP, gasolines, gasoils i fueloils) s'ha estimat a partir dels consums a la província de Barcelona i les informacions al 'Balanz d'Energia de Catalunya 2014'. Les entrades al sistema metropolità s'han estimat en 36.046.725 MWh, dels quals disponibles per al consum final (usos energètics i no energètics) en són uns 19.591.582 MWh. Al final, l'energia consumida pels diferents sectors és d'uns 19.591.582 MWh. El 72,86% són gasoils A i B per al transport. Un altre 18,98% són gasolines, també per al transport.

Com a conclusions, les dades fan palesa l'enorme dependència del sistema energètic metropolità dels recursos externs. Aquesta situació es manté a causa dels grans consums de carburants derivats del petroli per al transport i de gas natural (també usat en la producció d'energia elèctrica). Sorpren que no s'estiguin fent més passos cap a l'electrificació del sistema energètic metropolità (tendència europea), cosa que facilitaria l'entrada de les renovables i alleujaria la dependència de l'exterior.

Actualment, la fracció produïda d'energies renovables és molt baixa. A més, les dades de producció d'energia en instal·lacions fotovoltaïques arriben fins al 2010. No obstant això, l'any de màxima producció només es van generar 17.224 MWh (el 0,3% de la producció total d'electricitat). La cogeneració d'energia a les instal·lacions de gestió de residus i d'aigua és molt més elevada, però ha baixat els darrers anys fins als 280.679 MWh l'any 2014 i als 326.504 l'any 2015. Si l'entrada de renovables vingués de la mà d'una descentralització de la producció, aleshores, això contribuiria a una democratització del sistema energètic metropolità.

Les anàlisis dels fluxos metabòlics de l'aigua i l'energia a aquest nivell permeten detectar en quins punts del sistema es poden centrar els esforços per millorar la seva eficiència i reduir el fort impacte del mateix tant en el seu entorn més immediat com de forma global. Tot i això, aquestes anàlisis no són suficients per identificar les causes i els processos que poden estar donant lloc a desigualtats socials i espacials en relació a l'accés i el consum d'aquests.

La dimensió social

Els resultats mostren que els serveis bàsics com l'aigua i l'energia suposen una despesa important per a moltes llars, especialment les més pobres, de manera que es donen situacions de risc de pobresa hídrica i de pobresa energètica. A més, hi ha llars que pateixen les dues conjuntament.

L'any 2011, la despesa econòmica mitjana d'aquelles llars que tenien despesa en aigua suposava un total de 299,72€/any i l'any 2016 era de 340,20€/any, fet que suposa un increment del 13,49%.

- El consum d'aigua per habitant i dia a l'àrea metropolitana de Barcelona ha passat de ser 107,11 litres per persona i dia l'any 2011 a ser 105,07 litres per persona l'any 2016 (reducció del 2%), i que el volum total facturat en usos domèstics ha disminuït, tot passant d'uns 126,16 Hm³ a uns 123,74 Hm³ (reducció del 2%). És a dir, els habitants de l'àrea metropolitana de Barcelona estan pagant més per menys consum, cosa que s'explica per l'elevat increment dels preus en aquest període, al voltant d'un 40%.
- El tipus d'habitatge, el nombre de membres de la llar i la renda de la llar serien les variables que més expliquen les diferències en la despesa d'aigua
- Al conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona, l'any 2011, la despesa mitjana per llar era de 601,30 €/any en electricitat i de 399,59 €/any en gas i altres combustibles. L'any 2016 aquesta despesa era de 701,03 €/any i de 401,56 €/any, respectivament, cosa que suposa un augment del 16,59% en electricitat i del 0,49% en gas natural i altres combustibles en aquest període.
- La despesa d'energia (electricitat i gas o altres combustibles) varia en funció del grau d'urbanització, la classe d'habitatge (estretament vinculada a l'anterior), l'antiguitat de l'habitatge, el règim de tinença, el nombre de persones a la llar i el nivell de renda.
- El cost anual (amb impostos) de la factura de la llum d'un consumidor domèstic tipus acollit al PVPC amb un consum i potència fixes va passar dels 741,78€ l'any 2011 als 702,29€ l'any 2016 (variació del -5,32%). I és que la llum va començar a pujar l'any abans que liberalitzés el mercat, en 2008, i no ha baixat de debò fins al 2016. L'any que més es va pagar per la llum va ser el 2012, uns 795,52€ l'any (0,227 €/kWh).
- El sector del gas es va liberalitzar el juliol de 2008. L'any 2011, el cost anual de la factura de gas natural per a un consumidor domèstic tipus acollit a la tarifa TUR1 (sense calefacció) era de 212,30 €/any. En canvi, l'any 2016 pel mateix consum va pagar 215,97 €/any (variació de l'1,73%). El cost unitari va passar dels 0,085 €/kWh als 0,086 €/kWh el 2016.
- L'any 2011, el cost anual de la factura de gas natural per a un consumidor domèstic tipus acollit a la tarifa TUR2 (amb calefacció) era de 609,28 €/any. L'any 2016 pel mateix consum va pagar 601,65 €/any (variació del -1,25%). El cost unitari va passar dels 0,068 €/kWh el 2011 als 0,067 €/kWh el 2016.
- Aquests preus de l'energia, però, emmascaren augments de la part fixa de la factura de la llum i del gas i dels impostos (incloent-hi la pujada de l'IVA al 21%), fet que repercuteix negativament a l'economia domèstica de les llars que, d'altra banda, no tenen cap incentiu per disminuir els seus consums.

En aquest sentit s'ha volgut introduir el tema del pes del cost del recurs en l'economia de les famílies i les possibles situacions de pobresa hídrica i energètica, com una qüestió de justícia distributiva que es deriva de processos socials, econòmics, polítics i ambientals que amenacen el benestar de les famílies (Swyngedouw et al., 2002).

Pel que fa a la pobresa hídrica i energètica, els principals resultats són els següents:

- L'any 2011, les llars en risc de pobresa amb una despesa anual en la factura de l'aigua superior al 3% de la seva renda disponible eren 87.496, el que suposa el 84,18% de totes les llars que superaven aquest llindar, amb una despesa mitjana de 402 €/any (Taula 6.8). Vist d'una altra manera, del total de llars amb situació de pobresa, un 40,8% tindrien dificultats per pagar la factura de l'aigua.
- Pel que fa a la pobresa energètica, les llars en risc de pobresa amb una despesa anual d'energia (electricitat, gas i altres combustibles) superior al 10% de la renda disponible, l'any 2011 eren són 70.283, el que suposa un 76,3% del total de llars que superen aquest llindar. Aquestes corresponen al 31,8% de les llars en situació de pobresa.
- En relació a les llars molt pobres que podrien tenir dificultats per pagar ambdós serveis, s'estima que l'any 2011 eren 56.851 llars, és a dir el 91% de totes les llars que paguen per sobre dels llindars establerts i un 33% de les llars pobres. La despesa conjunta en aquests conceptes per les llars pobres amb dificultats és de 1.512 €/any.
- Les llars pobres amb dificultats per pagar la factura de l'energia que no poden mantenir l'habitatge a una temperatura adequada durant els mesos d'hivern han passat de 2.131 llars el 2011 a 5.906 llars el 2016. Les llars que tindrien dificultats per pagar tant la factura de l'aigua com de l'energia i que no poden mantenir el seu habitatge a una temperatura adequada han passat de 6.748 llars el 2011 a 8.769 llars el 2016. És a dir, hi ha més llars amb privacions, derivada dels grans esforços per reduir la seva factura, per exemple no posant la calefacció.
- En el període d'estudi s'han donat importants increments del preu del subministrament d'aigua. Es calcula que els increments mitjans de les llars de l'AMB se situen al voltant d'un 40% pel que fa a l'aigua (incloent-hi impostos).
- En canvi, en el cas de l'energia (electricitat i gas natural) la baixada dels preus l'any 2016 no compensa els increments produïts des del 2008/09 amb la liberalització del mercat de l'energia. A més, com ja s'ha dit, els continus augments dels costos fixos (terme fix i impostos) de les factures de la llum i del gas no ofereixen cap incentiu per disminuir els consums.
- Pel que fa a la despesa, es penalitzen les llars petites per les parts fixes de la factura que representen una part molt important de la factura.

Així doncs, que durant el període estudiat (2011-2016) les millores en matèria de pobresa hídrica i energètica i de privació de subministraments bàsics han estat minses. Es constata, a més a

més, que l'electricitat és el subministrament bàsic que suposa una càrrega econòmica més gran per a les llars que ja es troben en risc de pobresa, el que es pot notar més en la vida diària de les persones i en les privacions personals com poden ser dutxar-se amb aigua calenta o mantenir l'habitatge a una temperatura confortable i adequada.

En aquest punt cal comentar dos resultats molt interessants des del punt de vida de la millora de la gestió d'aquests recursos bàsics. El primer és evidenciar que les possibilitats de millorar les situacions de les persones que pateixen aquestes privacions varien entre els dos subministraments, a causa de la diferent governança dels dos recursos en l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona. En el cas de l'aigua, el subministrament d'aigua és competència municipal i les administracions locals tenen cert poder en establir els preus. En aquest sentit, també s'ha anat més enllà i des de diversos municipis de l'AMB s'està estudiant la possibilitat de remunicipalitzar tot el sistema de gestió de l'aigua.

En canvi, en el subministrament de l'energia (l'electricitat i el gas natural) les comercialitzadores són privades i, tot i que estan regulades a escala Estatal, de manera que pot resultar més difícil pal·liar aquesta situació per part de les administracions municipals o metropolitanes. De fet, la llei de Pobresa Energètica es va publicar al DOGC la Llei 24/2015, del 29 de juliol, suspesa cautelarment pel Tribunal Constitucional, tractava de pal·liar alguns d'aquests aspectes, tot establint la protecció de persones i unitats familiars en situació de risc d'exclusió residencial davant dels talls de subministraments que puguin acordar les companyies subministradores d'aigua potable, d'electricitat i de gas per manca de pagament.

El segon és evidenciar l'actual nexa entre l'aigua i l'energia, especialment en el sector domèstic. Aquests dos recursos bàsics estan molt lligats als hàbits quotidians de consum dels habitants de l'àrea metropolitana. Per tant, les noves polítiques al respecte haurien de tractar-los conjuntament, com una única categoria de serveis bàsics, imprescindibles per a una vida digna.

La dimensió espacial

Els resultats de l'anàlisi territorial han pogut mostrar les desigualtats espacials pel que fa al consum d'aquests dos recursos. D'aquesta manera s'obtenen estimacions de la intensitat dels fluxos d'aigua i d'energia del sector domèstic (és a dir, de la població), mesurada per càpita o per unitat d'àrea, i de la petjada de carboni, que capturen les diferències entre territoris.

En concret:

- S'han representat territorialment i per sector d'activitat econòmica els consums d'aigua i d'energia (electricitat i gas natural) l'any 2013/14, mesurats per càpita o per unitat d'àrea (m²), així com la petjada de carboni del sector domèstic associada al consum d'energia (electricitat, gas natural i carburants per al transport personal).
- S'han estimat els consums per càpita d'aigua i d'energia elèctrica del sector domèstic l'any 2013/14 a l'escala territorial més petita que permeten les dades disponibles (secció

censal), i s'han representat en un mapa a fi de visualitzar les diferències entre les 2.128 seccions censals dels 36 municipis que fan part de l'AMB.

- En ambdós casos els consums per càpita del sector domèstic depenen de la densitat de població i de la mitjana de la renda disponible per contribuent. Els models de predicció donen resultats molt robustos.
- Els consums per càpita de gas natural del sector domèstic es representen a escala municipal i dels districtes de Barcelona.
- S'han representat espacialment els consums d'aigua i d'energia (electricitat i gas natural) dels diferents sectors econòmics per unitat d'àrea (m²), cosa que permet comparar la intensitat dels fluxos de recursos, territorialment i entre els sectors.
- Addicionalment, s'han calculat les emissions de CO₂ associades al consum d'energia (electricitat, gas natural i carburants per al transport personal), l'any 2014, a escala municipal i dels districtes de Barcelona.

Pel que fa als fluxos d'aigua:

- S'observen consums mínims d'aigua per habitant (≤ 80 LPD) a les seccions censals més densament poblades i/o amb una mitjana de renda disponible més baixa dels municipis de la primera corona metropolitana: Santa Coloma de Gramenet, Sant Adrià del Besòs i Badalona, al nord, L'Hospitalet de Llobregat, al sud, i Barcelona (al centre). En concret, a zones del districte de Sant Martí (barris El Besòs i el Maresme i El Camp de l'Arpa del Clot). Al rang fins als 90 LPD s'hi sumen certes seccions censals dels municipis de la primera corona metropolitana: Cornellà de Llobregat i El Prat de Llobregat, al nord, i zones del districte Ciutat Vella de Barcelona (al centre), a més d'algunes seccions censals dels municipis de la segona corona metropolitana: Badia del Vallès i Ripollet.
- Per contra, les seccions censals amb els consums més elevats (≥ 131 LPD) es localitzen a zones de baixa densitat i/o amb una mitjana d'ingressos elevada dels municipis de la segona corona metropolitana: Cerdanyola del Vallès, Sant Cugat del Vallès, Molins de Rei i Begues. També a la primera corona metropolitana, a determinades seccions censals dels municipis de Tiana, al nord, Sant Just Desvern, Esplugues de Llobregat i Gavà (línia de costa), al sud, i dels districtes de Barcelona (al centre): Sarrià-Sant Gervasi, Les Corts i L'Eixample (La Dreta).
- Pel que fa al consum d'aigua per unitat d'àrea, cal destacar que és en el sector domèstic on la intensitat del consum per unitat de superfície és més elevada. Les dades més elevades del sector domèstic es donen en les zones més densament poblades de l'àrea metropolitana.
- Observant aquestes dades, d'alguna manera es trenca el mite de què l'agricultura és un sector on es consumeix molta aigua. A l'àmbit de l'AMB no ho és, ni en termes de volums totals, ni en termes de volums consumits per unitat de superfície, i són els altres sectors, en especial el domèstic, els que estarien demandant més aigua pel funcionament del

sistema. Els esforços, si es vol reduir el consum en el conjunt de l'AMB, s'han de centrar en el consum domèstic, tot i que no cal menysprear els marges d'estalvi també existent en els altres sectors.

Pel que fa als fluxos d'energia:

- Les seccions amb un consum domèstic per càpita mínim d'electricitat (≤ 700 kWh/any de mitjana) es troben a zones densament poblades i/o amb una mitjana de renda disponible relativament baixa dels municipis del continu urbà de Barcelona. Destaca un cas al barri de El Camp de l'Arpa del Clot (districte de Sant Martí a Barcelona).
- Es troben casos de seccions censals on es donen consums d'electricitat per sota de 1.200 kWh anuals (un requisit per accedir al bo social que podria considerar-se un llindar dels consums baixos) al 76% dels municipis de l'AMB.
- Hi ha grans diferències entre el consum per càpita d'electricitat màxim i el mínim. El consum màxim a les seccions censals de l'AMB és 6 cops superior al consum mínim, que és només de 548 kWh/any i es dona a una secció censal situada al barri d'El Camp de l'Arpa (districte de Sant Martí).
- Els municipis amb un consum per càpita de gas natural més baix (< 950 kWh PCS) són L'Hospitalet de Llobregat i Corbera de Llobregat. És possible que a Corbera de Llobregat moltes s'utilitzi més biomassa per escalfar els habitatges.
- Quant al consum d'energia (electricitat i gas natural) per unitat d'àrea dels diferents sectors econòmics, la intensitat del flux d'energia per m^2 és màxima a les zones industrials del municipi de Castellbisbal.
- Si es tracten per separat els valors extrems, cal prestar atenció a la intensitat del consum elèctric per m^2 del sector serveis, d'una banda, i a la no gens menyspreable intensitat del consum elèctric i de gas natural del sector domèstic, de l'altra.
- Quant a la petjada de carboni (emissions de CO_2 per càpita) del sector domèstic, que inclou les emissions del consum elèctric, de gas natural i de carburants per al transport, hi ha grans diferències entre els municipis de la primera i la segona corona metropolitana, els segons amb una petjada de carboni més gran.
- Amb la petjada més petita de carboni tenim el grup format pels municipis de L'Hospitalet i Cornellà de Llobregat i el districte Sants-Montjuïc.
- Quant a l'origen de les emissions, destaca la gran contribució més o menys generalitzada del vehicle privat (cotxe, furgoneta i/o motocicleta), així com de l'energia elèctrica a alguns districtes de Barcelona i municipis del continu urbà.

Així doncs, semblaria que els descensos en els consums d'aigua i d'energia han estat especialment intensos en les zones amb rendes més baixes, i on tradicionalment ja eren baixos. A més, en el cas de l'aigua, les polítiques econòmiques d'augment de preus, en part implantades

per incentivar l'estalvi, també poden estar amagant diferències tant pel que fa a l'accés com al consum d'aquest recurs. Pel cas de l'energia, la territorialització dels consums d'electricitat a l'escala de secció censal també fa palesa aquestes desigualtats socioespacials. En conjunt, la informació presentada pot servir per orientar les actuacions públiques i focalitzar-les a les zones del territori metropolità on les famílies poden estar patint situacions més greus de pobresa hídrica i energètica.

Per concloure, aquest estudi ha permès aflorar algunes desigualtats, tant socials com espacials, d'una banda, respecte a la contribució diferenciada dels sectors i dels grups socials al consum de recursos, i de l'altra, respecte a l'accés als serveis bàsics. Aquestes qüestions s'hauran de tenir en compte en qualsevol canvi que vulgui contribuir a un model urbà més en consonància amb els seus límits ecològics i socials.

9 Referències bibliogràfiques

- ACA, 2016. *Pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de análisis* (España 2006-2016). Disponible a: http://www.niunhogarsinenergia.org/panel/uploads/documentos/estudio%20pobreza%20energetica_aca_2016.pdf.
- AMB, 2013. *Pla de sostenibilitat de l'AMB. Canvi Climàtic*. Àrea Metropolitana de Barcelona. Maig 2013
- Barles, S., 2010. Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. *Journal of Environmental Planning and Management* 53(4):439-455.
- Barracó, H., Parés, M., Prat, A., Terradas, J., 1999. Barcelona 1985-1999. Ecologia d'una ciutat. Ajuntament de Barcelona, Barcelona.
- CNMC, 2016. ¿Cómo han evolucionado los precios (regulados) de la electricidad para los consumidores domésticos?
- CNMC, 2017. Guía informativa para los consumidores de electricidad, febrero 2017. Disponible a: <https://www.cnmc.es/ambitos-de-actuacion/energia/consumidores-energia>.
- Dinarès, M., 2014. Urban metabolism: a review of recent literature on the subject. *Documents D'Anàlisi Geogràfica* 60(3):551-571.
- Diputació de Barcelona, 2016. *La pobresa energètica a la demarcació de Barcelona. Propostes d'actuació des de l'àmbit local*. Disponible a: http://dixit.gencat.cat/ca/detalls/Article/pobresa_energetica_demarcacio_barcelona.
- Domene, E., Sauri, D., Pares, M., 2005. Urbanization and sustainable resource use: the case of garden watering in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Geography* 26(6):520-533.
- Domene, E., 2014. Changing patterns of water consumption in the suburban Barcelona: Lifestyles and welfare as explanatory factors. *Investigaciones Geográficas* 61:39-53
- Domene, E., Sauri, D., 2006. Urbanization and water consumption: Influencing factors in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Studies* 43(9):1605-1623.
- Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W., 1998. Society's metabolism: the intellectual history of materials flow analysis, Part II, 1970-1998. *Journal of Industrial Ecology* 2(4):107-136.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Golubiewski, N., 2012. Is there a metabolism of an urban ecosystem? An ecological critique. *Ambio* 41(7):751-764.
- Heynen, N.; Kaika, M., Swyngedouw, E., 2006. Urban political ecology: politicizing the production of urban natures. In: N.C. Heynen, M. Kaika i E. Swyngedouw (eds). *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism*. Questioning cities series. Abingdon, UK: Routledge, 1-19.
- Hills, J., 2012. *Getting the measure of fuel poverty: final report of the fuel poverty review*, CASE Report 72. London: London School of Economics and DECC.
- IERMB, 2016a. *Agricultura urbana i periurbana a l'àmbit metropolità de Barcelona: beneficis econòmics, socials i ambientals*. Disponible a: <https://iermb.uab.cat/ca/iermb/estudi/agricultura-urbana-i-periurbana-a-lambit-metropolita-de-barcelona-beneficis-economics-socials-i-ambientals>.
- IERMB, 2016b. *Contaminació atmosfèrica i acústica a les proximitats de la xarxa viària metropolitana: incidència sobre la població resident*. Disponible a: <https://iermb.uab.cat/ca/iermb/estudi/contaminacio-atmosferica-i-acustica-a-les-proximitats-de-la-xarxa-viaria-metropolita-incidencia-sobre-la-poblacio-resident>.
- IERMB, 2016c. *El funcionament del metabolisme urbà metropolità: Indicadors d'eficiència territorial*. Disponible a: <https://iermb.uab.cat/ca/iermb/estudi/el-funcionament-del-metabolisme-urba-metropolita-indicadors-deficiencia-territorial-3>.
- Ivàlua, 2015. *Avaluació del disseny i implantació del fons de solidaritat de l'agua d'aigües de Barcelona*. Aigües de Barcelona i Ivàlua.
- Ivàlua, 2016. *Estimació de la pobresa energètica a Catalunya*. Disponible a: http://www.ivalua.cat/documents/1/23_12_2016_13_02_37_Intermedi_wb2.pdf.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J., 2007. The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology* 11:43-59.
- March, H., Sauri, D., 2017. When sustainable may not mean just: a critical interpretation of urban water consumption decline in Barcelona. *Local Environment* 22(5):523-535.

Martínez-Alier, J., Kallis, G., Veuthey, S., Walter, M., Temper, L., 2010a. Social metabolism. ecological distribution conflicts and valuation languages. *Ecological Economics* 70(2):153-158.

Moffatt, S., Kohler, N., 2008. Conceptualizing the built environment as a social–ecological system. *Building Research & Information* 36(3):248-268.

OECD, 2003. *Social Issues in the Provision and Pricing of Water Services* [Internet]. Disponible a: http://www.oecdilibrary.org/environment/social-issues-in-the-provision-and-pricing-of-water-services_9789264099890-en.

OECD, 2009. *Managing Water for All: An OECD Perspective of Pricing and Financing* [Internet]. Disponible a: http://www.partnershipsforwater.net/tc/TC_Tools/105720_OECDManagingWaterforAllAnOECDPerspective.pdf.

Pares, M., Domene, E., Sauri, D., 2004. Gestión del agua en la jardinería pública y privada de la Región Metropolitana de Barcelona. *Boletín de la A.G.E.* nº 37, 223-237.

Pye, S., Dobbins, A., Baffert, C., Brajković, J., Grgurev, I., De Miglio, R., Deane, P., 2015. Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: analysis of policies and measures, European Commission (DG Energy). Disponible a: http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/INSIGHT_E_Energy%20Poverty-Main%20Report.pdf.

Rapoport, E., 2011. Interdisciplinary perspectives on urban metabolism. A review of the literature. UCL Environmental Institute working paper. Development planning unit, UCL.

Síndic de Greuges de Catalunya, 2014. *Report on energy poverty in Catalonia*. Disponible a: <http://www.sindic.cat/site/unitFiles/3530/Report%20on%20energy%20poverty%20in%20Catalonia%20def.pdf>.

Somerville, R., H. Le Treut, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, 2007. Historical overview of climate change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Sorman, A.H., Giampietro, M., 2012. The energetic metabolism of societies and the degrowth paradigm: analyzing biophysical constraints and realities. *Journal of Cleaner Production* 38:80-93.

Swyngedouw, E., Kaika, M., Castro, E., 2002. Urban water: a political ecology perspective. *Built Environment* 28(2):124–37.

Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Water Service Regulation Authority. 2013. *Affordable for all: How can we help those who struggle to pay their water bills*. Disponible a: [Ofwat.org.uk](http://ofwat.org.uk).

Wolman, A., 1965. The metabolism of cities. *Scientific American* 213(3):179-190.

Zimmer, A., 2010. Urban political ecology: theoretical concepts, challenges and suggested future directions, *Erdkunde* 64(4):343-354.