

## **VARIABLES EXPLICATIVES DEL CONSUM D'AIGUA I LA SEVA RELACIÓ AMB LA DIMENSIÓ DE LA LLAR**

Abril 2024



BARCELONA  
REGIONAL  
AGÈNCIA  
DESENVOLUPAMENT  
URBÀ

CLIENT

---



CARRER 62, NÚM 16-18  
ZONA FRANCA  
08040 BARCELONA

T 932 235 151

[www.amb.cat](http://www.amb.cat)

REDACCIÓ

---



BARCELONA  
REGIONAL  
AGÈNCIA  
DESENVOLUPAMENT  
URBÀ



CARRER 60, 25-27.  
EDIFICI Z, PLANTA 2  
SECTOR A, ZONA FRANCA  
08040 BARCELONA  
T 932 237 400  
F 932 237 414

[www.bcnregional.com](http://www.bcnregional.com)  
[br@bcnregional.com](mailto:br@bcnregional.com)

Han participat en la redacció d'aquest document:

---

Víctor Mitjans (AMB)

Joan Salabert (AMB)

Norma Rey (AMB)

Laura Martínez (BR)

Montse Aulinas (BR)

Sara Fuertes (BR)

i l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional



# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>4</b>
1.1. RENDA FAMILIAR DISPONIBLE I TIPOLOGIA D'HABITATGE .....	5
1.2. DIMENSIÓ, COMPOSICIÓ i INTENSITAT D'ÚS DE LA LLAR .....	9
1.3. CAS D'ESTUDI: ELS MUNICIPIS DE L'AMB COM A MOSTRA.....	14
Model 1. Estimació de la dimensió de la llar a partir del consum d'aigua.....	15
Model 2. Estimació de la dimensió de la llar a partir de la superfície de l'habitatge .....	18
1.4. RESULTATS I DISCUSSIÓ .....	22
<b>2. REFERÈNCIES</b> .....	<b>23</b>

# 1. INTRODUCCIÓ

Conèixer i estudiar les variables que expliquen el consum domèstic d'aigua és especialment rellevant a l'entorn mediterrani, en el qual l'aigua és un recurs escàs i on es preveu que encara ho sigui més (amb escenaris d'increment de la població, d'augment de la freqüència dels períodes de sequera, de patrons meteorològics imprevisibles a causa del canvi climàtic, etc.).

Són diversos els estudis que analitzen els factors que determinen la demanda de l'aigua, tant en entorns rurals com urbans, i en contextos geogràfics diferents, però tots tenen la finalitat última de ser útils des d'una perspectiva política: la d'obtenir informació més acurada per implementar programes de gestió d'aigua més efectius; de dissenyar millors sistemes tarifaris; de fer comparacions més acurades entre àrees geogràfiques amb realitats socioeconòmiques diferents, i per tant estructures de la llar diferents; en definitiva, la d'obtenir informació útil en una àmplia gamma de polítiques públiques (Arbués et al. 2010, Makki et al. 2015, IERMB 2020, Jegnie et al. 2023).

El consum d'aigua es pot mesurar per mitjà dels comptadors instal·lats a les llars. Això implica que els estudis existents que expliquen les variables determinants del volum d'aigua consumit es puguin fer per unitat de gestió domèstica (la llar) i segons la seva composició (ja sigui per edats, presència de menors, etc.), ja que el comptador mesura el volum d'aigua subministrat a cada habitatge. D'aquesta manera, una variable com el consum d'aigua pot ser explicada de moltes maneres diferents (per llar, per càpita, mitjana municipal, mitjana per barri, o altres agregats territorials, etc.), fet que en alguns casos modifica el comportament de la variable segons si s'ha considerat la dada de forma agregada o per càpita.

En aquesta línia és important remarcar que, si bé el consum d'aigua es pot mesurar a nivell de llar gràcies als comptadors, obtenir la informació de les variables demogràfiques i socioeconòmiques per explicar aquest consum a nivell de llar és més complex i per això la gran majoria d'estudis no disposen de dades empíriques (dades obtingudes amb treball de camp, enquestes, etc.) i recorren a les modelitzacions i estimacions amb dades agregades. En aquest sentit Arbués et al. 2010 conclou que la majoria de línies de recerca estan molt limitades per la manca d'informació de qualitat, necessària per a obtenir resultats significatius des d'un punt de vista estadístic i econòmic. Tant és així que, a nivell de l'àrea metropolitana de Barcelona, es disposa d'un únic estudi de referència amb dades obtingudes a partir de l'*Enquesta sobre aigua i usos en el sector domèstic de l'AMB* (EAU-AMB 2020). És per això que la informació que s'hi recull és informació molt valuosa com a suport empíric de les decisions polítiques que es puguin prendre, així com per contrastar amb altres fonts de dades.

A pesar de la gran variabilitat i heterogeneïtat dels estudis existents (Jegnie et al. 2023 en presenta una taula resum a través d'un extens anàlisi de la literatura), es pot concloure que hi ha algunes variables més rellevants, que presenten correlacions més fortes amb el consum d'aigua i que apareixen en pràcticament tots els estudis (o en alguns casos, alguns estudis s'hi focalitzen específicament).

Amb l'objectiu de sintetitzar i reduir la complexitat entorn les variables explicatives del consum d'aigua, aquest informe es centra en explicar el consum d'aigua domèstic a partir de les variables més recurrents i que més s'ha demostrat la seva relació amb el consum d'aigua, que són:

- La renda familiar disponible i la tipologia d'habitatge
- La dimensió, la composició i la intensitat d'ús de la llar

Adicionalment, tal com es veurà més endavant, la majoria d'aquestes variables són també explicatives d'altres consums (per exemple, electricitat, aliments, equipament de la persona o de la llar, etc.) i, finalment, de la generació de residus. Altres factors com els climàtics, el preu i estructura de les tarifes, el nivell educatiu, etc. també són variables que s'han considerat en alguns estudis

però presenten correlacions més febles amb la demanda d'aigua i en alguns casos, en no ser el focus principal, requereixen de més estudi.

L'objectiu del document és explicar com es relaciona el consum domèstic d'aigua amb les diferents variables socioeconòmiques considerades en aquest informe, i fer-ho a partir de la literatura existent. En endavant es detalla aquest raonament i, a més a més, a mode demostratiu es desenvolupa un cas d'estudi a l'AMB que il·lustra aquestes variables a partir de dades de renda disponible per llar, consums d'aigua per llar, tipologia d'habitatges, superfície residencial, etc. analitzades a nivell agregat pels districtes dels municipis de l'AMB.

## 1.1. RENDA FAMILIAR DISPONIBLE I TIPOLOGIA D'HABITATGE

La renda és una de les variables econòmiques que més s'han estudiat per explicar el consum d'aigua d'una llar. En general, s'associa un nivell de renda elevat amb un consum d'aigua més intensiu (Domene 2014, Maki et al. 2015, IERMB 2020, Jegnie et al. 2023).

En l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona, l'enquesta EAU-AMB 2020 de l'IERMB sobre aigua i usos en el sector domèstic (IERMB 2020) és un treball estadístic que respon a l'objectiu d'obtenir dades sobre l'ús final residencial d'aigua –usos interiors i exteriors– a fi de quantificar-ne la demanda en funció de la tipologia edificatòria, de les característiques de l'habitatge i de la llar. Els resultats, constaten la influència dels ingressos en els consums mitjans d'aigua per llar. Les llars amb ingressos mensuals inferiors als 600 € consumeixen menys aigua que les llars amb ingressos superiors als 2.400 € (213,7 L / llar / dia i 297,3 L / llar / dia, respectivament).

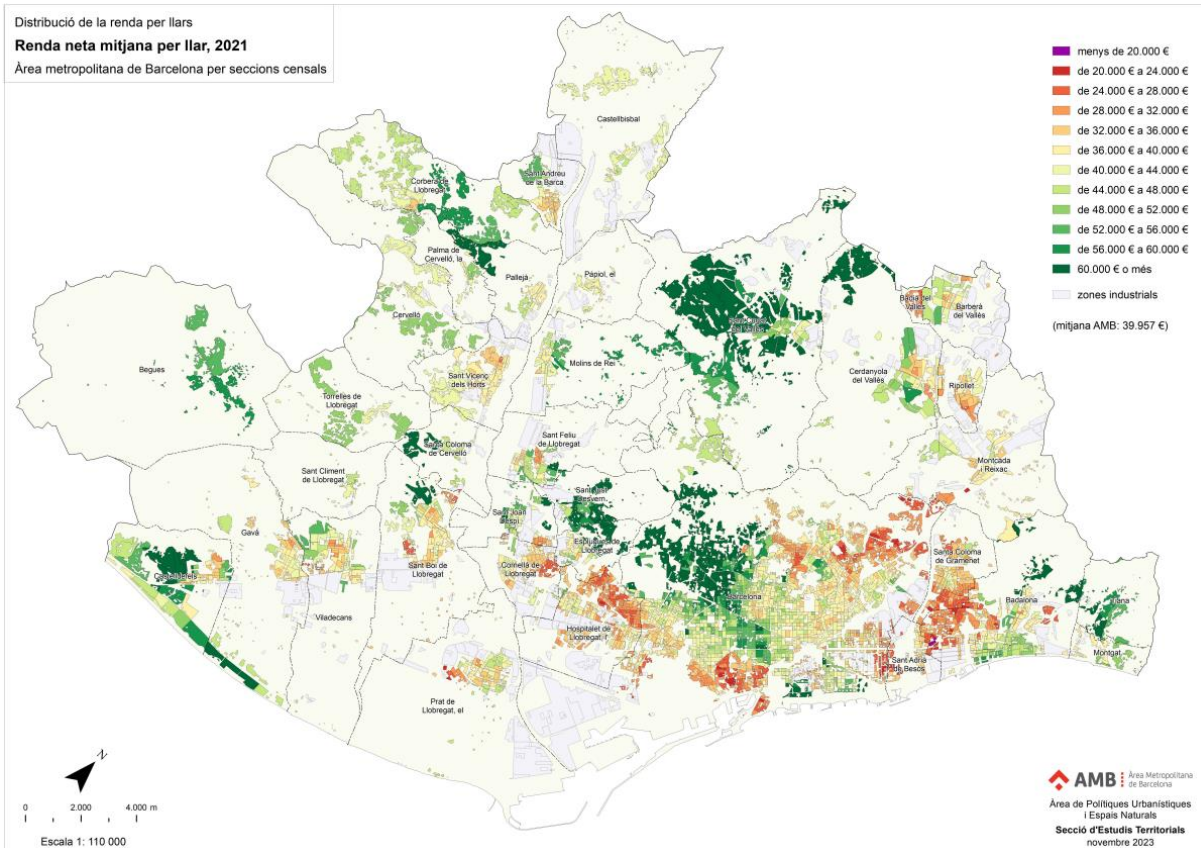
Els nivells de renda més elevats també estan associats a una tipologia d'edificació vinculada a un consum major d'aigua, sobretot pels usos externs de l'habitatge com poden ser jardins, terrasses, patis, etc.; és a dir, l'efecte positiu de la renda és més rellevant quan hi ha usos externs.

Si ens fixem en els teixits morfològics principals descrits en l'*Estudi dels teixits morfològics residencials* elaborat per l'Oficina del PDU metropolità (AMB-PDU, 2016), *i.e.* unifamiliars, primigenis, eixample i blocs, el consum més elevat se l'endurien els habitatges unifamiliars amb classes mitjanes i altes. És important observar que en aquest estudi es combina el tipus d'habitatge (teixit morfològic edificatori) amb la classe social (teixit sociomorfològic), ja que el teixit morfològic d'edificació per si mateix no mostra diferències molt marcades quant al consum d'aigua, però sí que les mostra en combinar-ho amb l'efecte de la classe social (relacionat amb la renda). Fins i tot, dins de la mateixa tipologia d'habitatges (en aquest cas unifamiliars), quan s'introdueix la variable de la renda, els que tenen rendes superiors fan més consum d'aigua (principalment perquè disposen de jardins amb més necessitats de reg, associats a un estatus social major) que els de rendes més baixes o mitjanes amb la mateixa tipologia (perquè disposen de jardins més adaptats al clima mediterrani la qual cosa implica requeriments de reg menors) (Domene 2014).

Més recentment, el document del PECIA - *Pla estratègic del cicle integral de l'aigua de l'àrea metropolitana de Barcelona* (BR i AMB, 2023) també mostra la dependència del consum d'aigua (demandes domèstiques) amb les variables socioeconòmiques (tipologia de l'edifici, el nombre de persones per habitatge, la renda, les tecnologies d'estalvi, etc.), indicant que una de les variables amb més repercussió sobre el consum d'aigua en l'àmbit domèstic és la tipologia de l'habitatge, especialment en habitatges unifamiliars amb usos externs com el fet de tenir jardí o piscina, equipaments que condicionen enormement el consum total. En el mateix PECIA s'elabora un mapa (veure Imatge 2) que mostra la dotació domèstica d'aigua per a cadascun dels teixits socioeconòmics (partint també de l'estudi elaborat per l'Oficina del PDU de l'AMB, agrupant els 21 teixits en 8 tipologies tenint en compte el teixit morfològic i el teixit social, com feia també Domene 2014 i l'enquesta EAU-AMB).

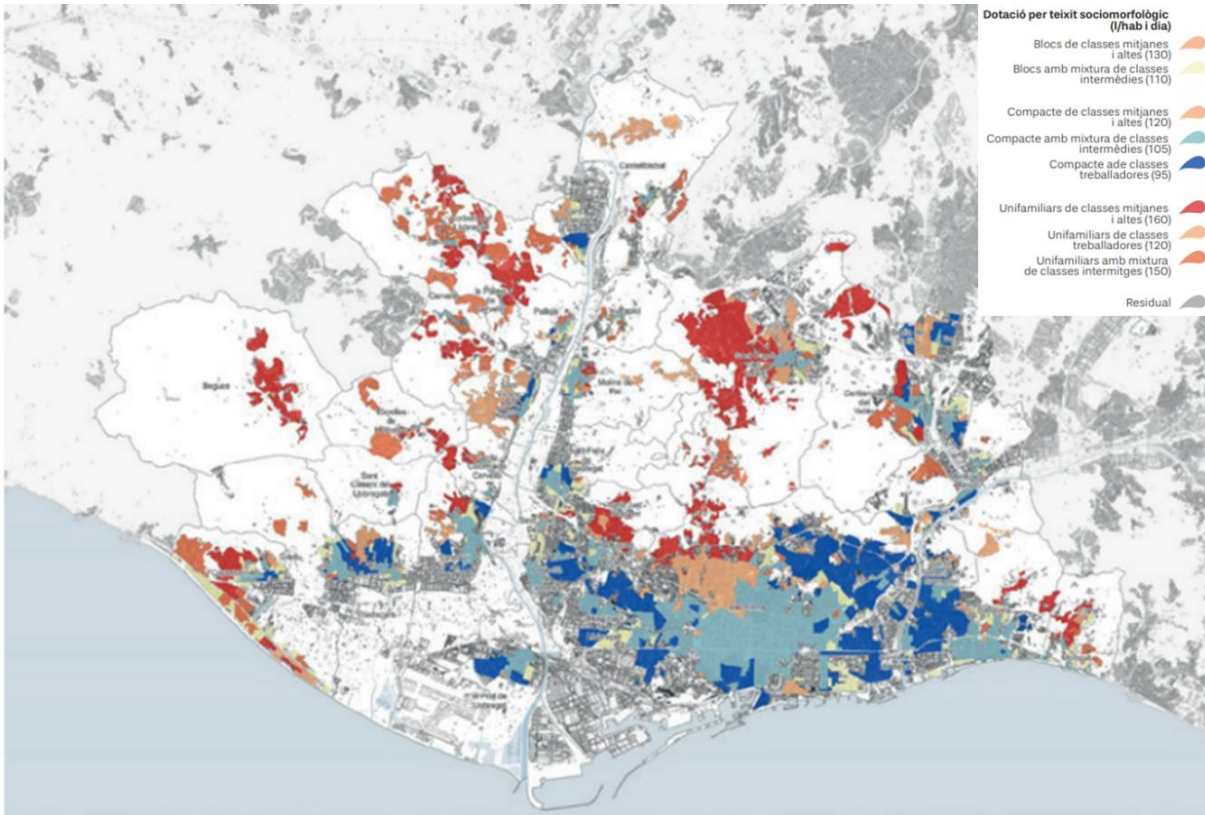
Així doncs, es fa aparent la correlació entre tipologia d'habitatges segons el seu consum d'aigua i la renda per llar (il·lustrat amb les Imatge 1 i Imatge 2). Per una banda, els colors verds de la Imatge 1 indiquen rendes més altes, i per l'altra, els colors més vermellorsos de la Imatge 2 indiquen habitatges unifamiliars amb rendes mitjanes altes, veient una clara coincidència entre ambdues, a excepció de la zona d'Eixample (tipus compacte amb mixtura de classes intermèdies) de Barcelona.

**Imatge 1: Renda neta mitjana per llars, 2021**



Font: Ruiz E., Marco C. (2023). Distribució de la renda per llars. Característiques de la renda a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, 2021 per seccions censals.

**Imatge 2: Plànol de l'estimació de les dotacions domèstiques d'aigua a l'ÀMB utilitzant els teixits sociomorfològics**



Font: PECIA, 2023

La superfície és una altra de les variables que es fa servir per classificar la tipologia d'habitatges. En general, els habitatges amb més superfície són els de tipus edificatori unifamiliar (es pot veure la distribució dels habitatges segons superfície útil i tipus edificatori als resultats de l'enquesta demogràfica a l'*Idescat*). En relació al consum d'aigua segons la superfície interior de l'habitatge, els resultats de l'enquesta EAU-AMB 2020 mostren com el consum d'aigua diari (mitjana per llar) augmenta a mida que s'incrementa la superfície de l'habitatge (Taula 1). Per contra, els consums mitjans diaris per càpita disminueixen progressivament fins a arribar als habitatges de mida gran o molt gran. Aquest és l'efecte de l'estalvi que produeixen les economies d'escala. L'ocupació mitjana augmenta pels habitatges més espaiosos, fet que afavoreix l'aprofitament d'aigua en els usos comuns (rentar roba, rentar plats, neteja domèstica, etc.). Tanmateix, en les cases més grans (100-140 m<sup>2</sup> i >140 m<sup>2</sup>) el pes dels usos exteriors contraresta aquest estalvi d'escala (en aquesta tipologia d'habitatges els usos exteriors poden suposar el 50 % del consum d'aigua).

**Taula 1: Consum total d'aigua (mitjana llars AMB) segons superfície interior de l'habitatge. AMB, 2020**




	n	L/llar/dia		L/pc/dia		M Ocupació llar
		M	(SD)	M	(SD)	
< 60 m <sup>2</sup>	200	182,6	(103,7)	112,3	(48,2)	1,7
60-100 m <sup>2</sup>	837	253,2	(196,2)	105,2	(43,6)	2,5
100-140 m <sup>2</sup>	179	255,0	(124,5)	105,4	(36,6)	2,8
> 140 m <sup>2</sup>	68	373,1	(211,5)	155,1	(160,0)	3,0
Total (mitjana llars AMB)	1284	248,8	(181,0)	109,0	(57,0)	2,4

Font: IERMB a partir de l'EAU-AMB 2020

Tanmateix, és important observar que l'estudi parla d'ocupació mitjana de la llar (és a dir la població total que viu en habitatges d'una superfície determinada entre el número de llars d'aquesta superfície) d'una mostra de 1.284 habitatges, i que no permet afirmar que els habitatges amb més superfície impliquin sempre una dimensió de la llar major. Es veurà més endavant que la superfície de l'habitatge és més difícil de correlacionar o presenta una correlació més feble amb la dimensió de la llar que l'existent entre el consum d'aigua i la dimensió de la llar.

Un exemple pràctic de la relació entre tipologia d'habitatges i renda és la classificació per tipologia d'habitatge receptor del servei de subministrament domiciliari d'aigua definits en el *Reglament del servei metropolità del cicle integral de l'aigua* de l'AMB (AMB, 2013) (Imatge 3); aquí, el nombre de punts d'aigua de què disposa una llar –i la seva relació amb el cabal nominal subministrat– permet establir una aproximació a la renda de les llars.

Imatge 3: Tipus d'habitatges i cabal nominal subministrat

Tipus d'habitatge	Cabal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Quota fixa mensual (€)
A 	0.25	3,27
B 	0.33	8,50
C 	0.40	9,64
D 	0.50	14,91
E 	0.63	16,08
F 	1.00	22,97
G 	1.60	37,23
H 	2.50	53,83
I 	4.00	81,49

Font: Aigües de Barcelona (<https://www.aiguesdebarcelona.cat/ca/el-teu-servei-daigua/la-teva-factura-i-tarifes/tarifes-de-subministrament>)

## 1.2. DIMENSIÓ, COMPOSICIÓ I INTENSITAT D'ÚS DE LA LLAR

Per definició, la **llar** és el conjunt de persones que resideixen habitualment en el mateix habitatge, tinguin o no una relació de parentiu. Es diferencia de la família perquè pot ser unipersonal i perquè en cas de ser multipersonal els membres de la llar no han d'estar necessàriament emparentats (IDESCAT 2023a).

Més enllà de la relació entre convivents, la llar es caracteritza perquè els seus membres actuen com a unitat social i tenen elements de gestió comú, com ara despeses, consums, espais, etc. (Eurostat 2017). Pel que fa a la gestió del consum de l'aigua al domicili la llar és la unitat bàsica de gestió domèstica.

La **dimensió de la llar** es refereix al nombre de persones que la componen (IDESCAT 2023a). Aquesta és una dada que els padrons municipals ofereixen de forma directe, tot i que sovint no s'ajusten a la realitat, que és molt dinàmica. És per aquest motiu que sovint, i en base a la Llei 58/2033 General Tributària, a efectes fiscals aquesta (en tractar-se de la base imposable) pot "quantificar-se objectivament per mitjà d'indicadors indirectes" (article 52).

Hi ha diversos estudis que associen l'augment del consum d'aigua a les llars amb un augment del nombre de persones (Makki et al. 2015, Arbués et al. 2010), i alhora mostren com aquest consum no creix linealment a mesura que augmenta la dimensió de la llar, sinó que és marginalment decreixent (Jegnie et al. 2023, ENT 2021). Això pot relacionar-se amb el fet que el consum per càpita no augmenta a mesura que augmenta la dimensió de la llar, sinó que disminueix a causa de les economies d'escala, com mostra la següent taula:

**Taula 2: Dimensió de la llar i demanda d'aigua residencial**

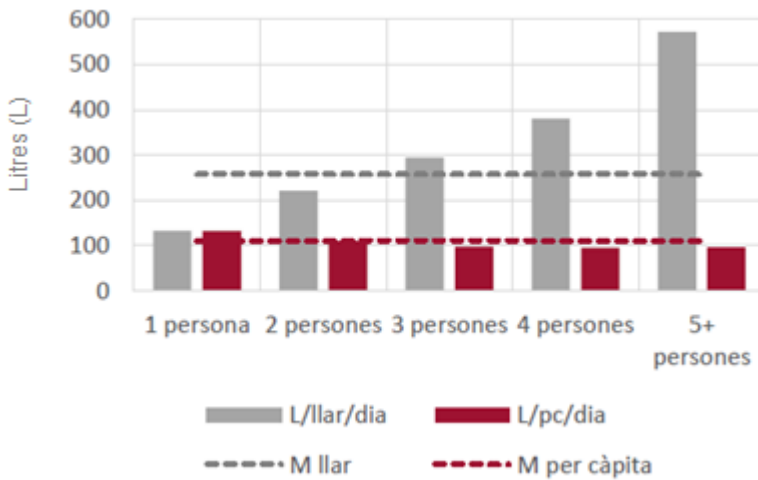
Dimensió de la llar	Consum total (m <sup>3</sup> /dia)	Consum per càpita (m <sup>3</sup> /dia)	Variació en consum per càpita (m <sup>3</sup> /dia)
1	0,1845	0,1845	-
2	0,2640	0,1320	-0,0525
3	0,3326	0,1109	-0,0211
4	0,3998	0,0999	-0,0110
≥5	0,4831	0,0909	-0,0090

Font: Arbués et al. 2010. Mostra: 1.507 habitatges de Saragossa connectats a la xarxa d'aigua pública. Es fan 10 mesures del consum d'aigua entre 1996 i 1998.

A la Taula 2 s'observa com el consum per càpita és inferior a llars amb més individus i, alhora, com la variació de consum d'aigua entre llars de mides diferents disminueix a mesura que hi conviuen més persones.

L'enquesta EAU-AMB 2020 (IERMB 2020) també mostra aquesta tendència a l'augment del consum a mesura que augmenta la dimensió de la llar en l'àmbit metropolità de Barcelona, anant des de 131,6 L / llar / dia en habitatges amb una persona fins als 572 L / llar / d en habitatges amb 5 o més convivents. També plasma l'efecte de les economies d'escala, que permet una major eficiència en l'ús de l'aigua en els usos compartits a mesura que augmenta la dimensió de la llar, anant de 131,6 litres per càpita i dia (L / pc / d) en llars unipersonals fins als 95,4 L / pc / d en llars de 5 o més persones (Gràfic 1).

Gràfic 1: Consum total d'aigua (mitjana llars AMB) segons l'ocupació de l'habitatge. AMB, 2020



Font: IERMB a partir de l'EAU-AMB 2020 (M: Mitjana)

Quan es parla d'usos de l'aigua es fa referència a la finalitat que té el seu consum i aquests usos es poden classificar segons quin sigui el lloc de l'habitatge on es duen a terme (interiors o exteriors), segons qui se'n beneficiï (individuals o comuns) i segons la necessitat que satisfan (vitals o accessoris).

Tal com s'ha explicat a l'apartat 0 els usos exteriors estan molt condicionats pel nivell de renda, ja que es donen principalment en habitatges unifamiliars (amb piscines i jardins) que s'associen a rendes altes, i no són tan dependents de la dimensió de la llar perquè, malgrat que hi hagi més convivents, el reg del jardí i l'aigua per omplir la piscina seran els mateixos (Domene et al. 2014, Jegniet et al. 2023). Alhora aquests usos no es consideren vitals (IERMB 2020).

Del consum total d'aigua a l'àrea metropolitana de Barcelona només un 3 % es refereix a usos exteriors (sent un 2 % el corresponent a piscines i un 1 % a reg), degut a que el model urbà metropolità és marcadament compacte i només a algunes zones hi predominen les urbanitzacions de cases unifamiliars amb usos exteriors (IERMB 2020, BR i AMB 2023).

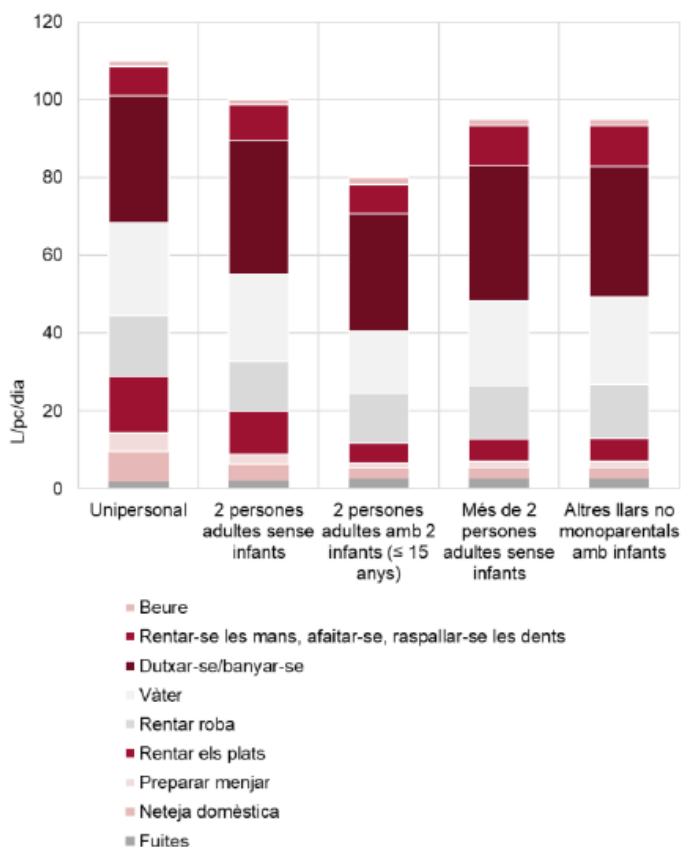
El consum per usos interiors, en canvi, sí que està fortament correlacionat amb la dimensió de la llar i alhora amb la seva composició (Makki et al. 2015, IERMB 2020).

Segons Makki et al. (2015) i l'EAU-AMB 2020, el consum d'aigua a les llars també té un component relacionat amb la **composició de la llar**, la qual fa referència al nombre d'adults i el nombre de fills i/o persones dependents de la llar. I és que el consum d'aigua està també relacionat amb les característiques individuals dels components de la llar, com per exemple les demogràfiques i de la unitat familiar (edat, sexe, dependència) i les sociodemogràfiques (ingressos anuals, nivell d'estudis i ocupació).

Els mateixos autors indiquen que les característiques individuals poden condicionar categories concretes dels usos domèstics interiors d'aigua a les llars, com pot ser rentar la roba, l'ús del lavabo (WC), les dutxes, els banys, les aixetes (rentar mans, dents, aigua per cuinar, etc.) i el rentat de plats però en el cas concret de les característiques sociodemogràfiques no indiquen l'ús en aixetes i lavabo. Per exemple, persones en actiu i ocupades requeriran un major ús de les rentadores i dutxes, i també serà aquest el cas per les llars amb majors ingressos (que seran en les que predominin les persones ocupades o bé siguin famílies grans). La major freqüència de banys i rentaplats es relaciona amb famílies amb nens i majors ingressos. Alhora és important la freqüència i durada amb que es donen tots aquests usos, que acostumen a ser majors en famílies grans, amb nens i adolescents i amb predominança de persones treballadores i/o amb alt nivell d'estudis.

L'enquesta EAU-AMB 2020 ha estimat quins serien els consums mínims vitals a les llars metropolitanes en funció de la seva composició (Gràfic 2). El major consum en litres per càpita i dia es dona a llars unipersonals (110 L / pc / d), seguida de les llars amb dues (100 L / pc / d) i més de dues persones adultes sense infants o bé altres llars no monoparentals amb infants (95 L / pc / d). El menor consum per càpita i dia es dona a llars amb dos adults i 2 infants per sota dels 15 anys (80 L / pc / d). En tots els tipus de llars es considera que els usos amb major consum són els relacionats amb la higiene personal (dutxa, bany, lavabo i rentadora), sense ser menyspreables els usos domèstics (rentaplats, neteja domèstica i cuinar).

Gràfic 2: Mínims vitals d'aigua segons ús d'aigua i tipologia de llar segons la seva composició. AMB, 2020



Font: IERMB a partir de l'EAU-AMB 2020

El model explicatiu desenvolupat a partir de les dades de l'enquesta determina quines són les variables que més influencien la demanda d'aigua a les llars metropolitanes. El número de persones per llar és la variable que més influència té i s'hi relaciona de forma positiva (com més persones més consum), seguida del nombre de menors a la llar, amb una relació negativa ja que els menors consumeixen menys aigua que els adults (IERMB 2020, PCIA 2023).

Per saber com afecta la dimensió de la llar al consum d'aigua és necessari tenir en compte altres variables que també estan estretament relacionades amb la dimensió, com ara la composició de la llar que ja s'ha explicat anteriorment i la intensitat en l'ús de la llar.

La **intensitat d'ús de la llar** fa referència al temps de permanència a la llar i els consums que s'hi fan. Dependrà de si l'habitatge està buit –i per tant no se'n fa a penes ús–, si l'ús que se'n fa és baix o esporàdic –com és el cas de les segones residències– o bé si se'n fa un ús quotidià com és el cas de les residències habituals. Aprofundint en els usos de la llar i la seva freqüència o periodicitat, també poden tenir influència altres factors, com per exemple si a les residències habituals es fa

teletreball i quantes persones en fan, o si per contra l'habitatge es fa servir bàsicament de dormitori, perquè els habitants passen la major part del dia fora de casa. També es pot tenir en compte si els membres de la llar fan vacances fora del domicili habitual i si aquestes són de llarga durada o no.

Per altra banda, el nombre de convivents de la llar (dimensió) condiona la intensitat d'ús d'aquesta, ja que no serà la mateixa intensitat d'ús la que puguin fer 5 persones en una llar al llarg de tota la setmana que la que faria només una els mateixos dies, o bé si, en tractar-se d'una segona residència d'ús en caps de setmana, la d'un grup de 5 persones que pot equivaldre a la intensitat d'ús que faria 1 persona al llarg de tota la setmana en el seu habitatge habitual.

Per tant, podem extreure que com més presents estiguin les persones a l'habitatge –com en el cas de les residències habituals–, més activitats realitzin al seu interior –treballar, fer-hi els àpats, rutines d'higiene personal, tasques domèstiques, descansar, pernoctar...– i més persones siguin, major serà la intensitat d'ús d'aquest habitatge i, per tant, major el consum d'aigua relacionat amb aquestes activitats.

Si bé és cert que, fins al moment, a la bibliografia existent no s'ha fet servir el consum d'aigua com a indicador de la intensitat d'ús de la llar, sí que hi ha altres consums que s'han utilitzat amb aquesta finalitat, com ara el consum elèctric (IDESCATb), el qual té una forta correlació amb el consum d'aigua ( $R^2 = 0,8206$ ), i que alhora es correlaciona també amb la generació de residus ( $R^2 = 0,6061$ ) (Domene et al. 2014).

En general no es disposa de dades d'intensitat d'ús perquè són molt difícils d'aconseguir, pel fet que majoritàriament depenen exclusivament de cadascun dels membres de la llar i per la seva obtenció seria necessari fer enquestes específiques a les llars o extreure-ho d'estudis que registren els diferents factors explicatius.

Es pot concloure doncs que la dimensió de la llar, la seva composició i la intensitat en el seu ús són tres variables interdependents alhora d'explicar la demanda d'aigua de cada llar. Aquestes interrelacions justifiquen el fet que quan s'estima la dimensió de la llar pel consum d'aigua que s'hi fa, es parli d'habitants equivalents, un concepte també habitual en política distributiva que simplifica la variable «composició de la llar».

Quan parlem d'un habitant equivalent en relació a les variables explicatives del consum d'aigua, no ens referim estrictament a una persona física, sinó al consum d'aigua que equivaldria al d'una persona i que, segons la literatura existent, està relacionat amb altres variables com la renda, l'edat, els usos i característiques de l'habitatge, etc. Seguint l'exemple que es posava anteriorment, una segona residència d'ús de caps de setmana per part de cinc persones pot correspondre a un habitant equivalent en termes de consum d'aigua setmanal, és a dir el mateix que tindria lloc en un habitatge d'ús habitual ocupat per una persona.

### 1.3. CAS D'ESTUDI: ELS MUNICIPIS DE L'AMB COM A MOSTRA

En els apartats anteriors d'aquest capítol s'han presentat les principals variables socioeconòmiques i demogràfiques que expliquen el consum d'aigua i com s'interrelacionen. El present apartat té per objectiu validar aquestes relacions. Per a fer-ho es partirà de la informació disponible i es durà a terme en base a les variables explicatives del consum d'aigua reportades a la literatura. En concret, es farà servir la renda i la dimensió de la llar com a aspectes clau; més endavant es veurà que aquests aspectes són comuns pel que fa a les variables explicatives del consum d'aigua i les de generació de residus.

La informació disponible és l'aportada per dos dels principals registres existents en l'àmbit de l'àrea metropolitana de Barcelona: per una banda, el dels contractes de subministrament d'aigua (que aporta el consum d'aigua per llar i la tipologia de l'habitatge), i per l'altre el cadastre (que entre d'altres variables, indica el nombre de locals cadastrals de tipus habitatge i la seva superfície). Ambdós registres donen informació a escala d'unitat de gestió (la llar) i són variables relacionades amb la renda, però cap dels dos informa directament del nombre de persones que hi viuen. La finalitat serà doncs estimar la dimensió de la llar (número de persones<sup>1</sup>), amb el volum d'aigua consumida per llar o bé amb la superfície de l'habitatge, segons el padró triat, i veure si l'estimació s'aproxima als valors reals<sup>2</sup>. L'exercici permetrà avaluar què s'ajusta millor per estimar la dimensió de la llar.

Així doncs, es generen dues modelitzacions:

- Model 1. Estimació de la dimensió de la llar a partir del consum d'aigua: aquest model servirà per estudiar la relació entre persones / llar reals i estimades (partint del consum mitjà d'aigua per llar).
- Model 2. Estimació de la dimensió de la llar a partir de la superfície de l'habitatge: aquest model servirà per estudiar la relació entre persones / llar reals i estimades (partint de la superfície mitjana per llar).

És important remarcar que l'àmbit geogràfic del cas d'estudi es cenyeix a l'àrea metropolitana de Barcelona. En aquest sentit, els resultats obtinguts es consideren vàlids en aquest àmbit i qualsevol generalització d'aquests podria requerir ampliar o modificar els supòsits de l'anàlisi.

En aquest àmbit doncs, i per ambdós models, es treballa amb dades agregades a nivell de districte. El districte és una demarcació administrativa en què s'estructura l'organització municipal la qual cosa permet comparar els resultats obtinguts i alhora minimitza les desviacions causades per possibles valors atípics.

A la vegada, i considerant la realitat metropolitana en què coexisteixen 36 municipis de mides diverses, s'han equiparat els barris de Barcelona als districtes metropolitans, acostant així la població per unitat geogràfica entre tots els municipis (la mitjana de població dels barris de Barcelona és d'uns 22.000 habitants, i el 78 % dels districtes de l'àrea metropolitana de Barcelona estan en aquest mateix rang de població). A més a més, el 2006 Barcelona va aprovar la subdivisió dels districtes en els barris actuals donant-los també caràcter d'unitat administrativa (tal com la tenen els districtes). Per tant, l'escala de treball contemplada inclou 189 registres, dels quals 116 són pròpiament districtes i 73 corresponen als barris de Barcelona. D'ara en endavant quan parlem de districtes metropolitans ens referim també als 73 barris de Barcelona.

---

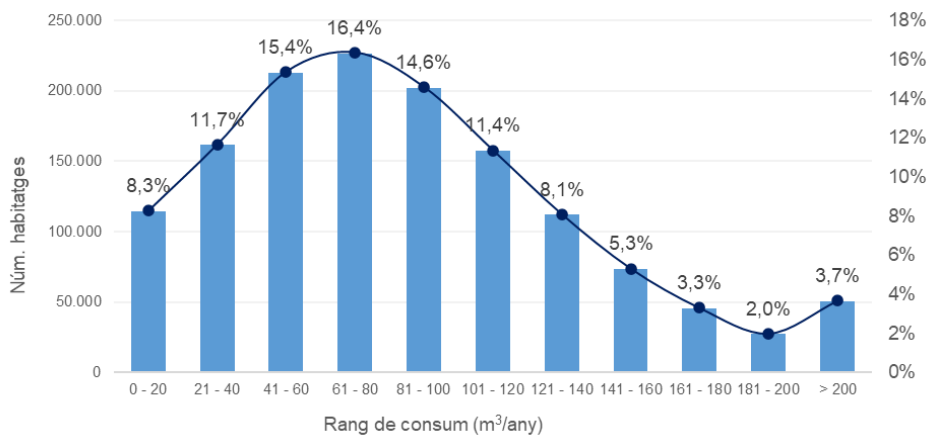
<sup>1</sup> El número de persones i la seva intensitat d'ús, la qual cosa comporta que quan parlem de persones ens referim a persones equivalents.

<sup>2</sup> Per "real" ens referim a la dimensió de la llar registrada, és a dir, al càlcul directe a partir de les dades dels registres oficials.

## Model 1. Estimació de la dimensió de la llar a partir del consum d'aigua

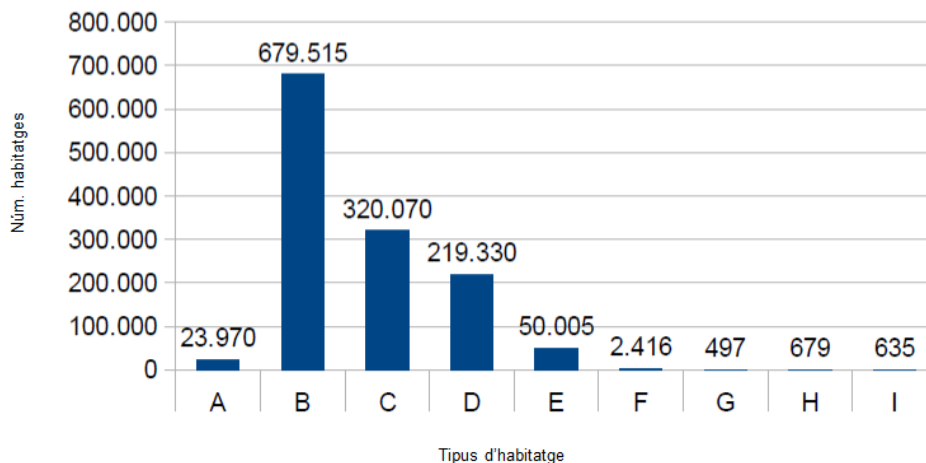
El context actual a l'àrea metropolitana de Barcelona pel que fa a la tipologia d'habitatges i al consum d'aigua domèstica està representat al Gràfic 3 i Gràfic 4. El Gràfic 3 indica el número d'habitatges per diferents rangs de consum (en m<sup>3</sup> / any), mentre que el Gràfic 4 representa el número d'habitatges que hi ha de cada tipologia. Les dades mostren que més del 50 % dels habitatges a l'AMB són de tipus B (cabal nominal de 0,33 m<sup>3</sup> / h, per habitatges amb 4 punts d'aigua), seguit dels C i D (sumen plegats al voltant del 40 %, per habitatges amb un cabal nominal de 0,40 i 0,50 m<sup>3</sup> / h corresponents a 7 i 8 punts d'aigua, respectivament) i que el rang de consum amb més habitatges es troba entre els 61 i 80 m<sup>3</sup> anuals per llar.

**Gràfic 3: Número d'habitatges segons el seu consum d'aigua a l'AMB**



Font: dades AMB (any 2017)

**Gràfic 4: Distribució de la tipologia d'habitatges segons cabal nominal subministrat a l'AMB**



Font: dades AMB (any 2022)

La finalitat del model 1 és estimar la dimensió de la llar en funció del consum d'aigua i veure si aquesta estimació s'ajusta a la realitat.

Per fer aquesta estimació es parteix de les dades de facturació dels consums per llar de l'any 2017 i es georeferencien les adreces de facturació, donant aproximadament uns 1,4 milions d'adreces

(només un 0,19% no s'han pogut geolocalitzar). Aquesta georeferenciació dels comptadors i, per tant, dels habitatges, ens permetrà calcular el consum mitjà per llar de cada districte<sup>3</sup>. Es disposa de les dades per trams de consum, els quals tenen assignat un número de persones per llar utilitzant com a referència l'estudi de l'IERMB (2020). A partir d'aquestes dades es calcularà el consum mitjà per llar de cada districte; és a dir les llars (o, en aquest cas els comptadors) s'han classificat en trams de consum equivalents a 1, 2, 3, 4 i 5 o més persones.

Així doncs, el Tram 1 (1 persona) comprèn els habitatges amb un consum entre 5 – 49 m<sup>3</sup> anuals, el Tram 2 (2 persones) entre 50 - 84 m<sup>3</sup>, el Tram 3 (3 persones) entre 85 - 114 m<sup>3</sup>, el tram 4 (4 persones) entre 115 -139 m<sup>3</sup> i el 5 (5 o més persones) els de 140 m<sup>3</sup> o més. Els habitatges amb un consum inferior a 4 m<sup>3</sup> l'any s'han considerat habitatges buits (incloent en aquesta categoria els comptadors amb valors nuls). S'han exclòs els comptadors amb consums superiors als 300 m<sup>3</sup> per any (un 0,85 % del total de comptadors) per no ser representatius de la realitat de les llars metropolitanas, sinó de casuístiques puntuals en el subministrament, com pot ser un únic comptador per a una urbanització aïllada. També s'han exclòs els comptadors amb consums negatius (un 0,04 % del total de comptadors), que indiquen compensacions per fugues, o altres situacions.

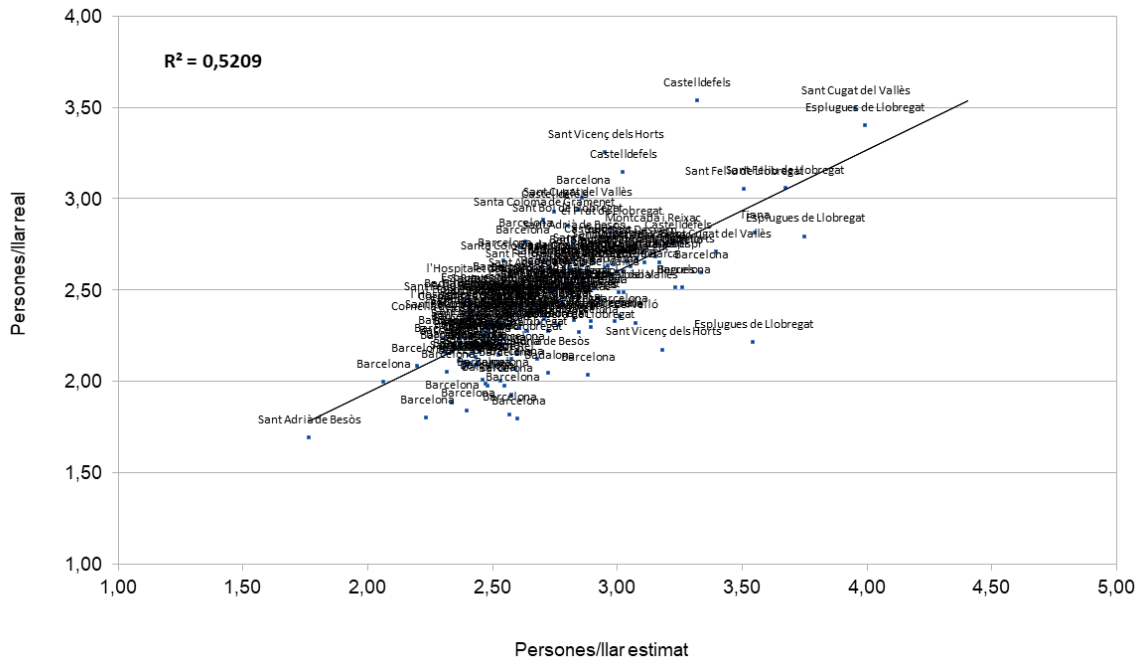
D'aquesta manera, un cop conegut el nombre de comptadors per cada tram de consum i el nombre de persones equivalents de cada tram, s'ha calculat la mitjana ponderada de persones a cada llar. El conjunt de valors calculats per a tots els districtes constitueixen una sèrie de dades que s'agrupen com a una variable anomenada "persones / llar estimat". De la mostra inicial només s'ha eliminat un valor atípic (molt per sobre dels valors estimats, i que es correspon a un districte amb un valor de renda també molt per sobre de la mitjana metropolitana, i per tant poc representativa de l'àmbit d'estudi).

Per comprovar l'ajust de l'estimació a la realitat es calcula la dimensió de la llar real dividint els habitants del districte entre el número de comptadors de tot el districte. Seguidament es comprova si les persones per llar estimades amb el consum d'aigua s'ajusta amb les persones reals mitjançant una regressió lineal simple (Gràfic 5). El valor del coeficient de determinació obtingut ( $R^2 = 0,5209$ ) indica la bona correlació entre els valors estimats a partir del consum d'aigua i els reals i, per això, bona part dels punts, corresponents als diferents districtes, són propers a la recta de regressió obtinguda. En conclusió, el consum d'aigua per llar explica la variabilitat de la dimensió de la llar en un 52 %.

---

<sup>3</sup> S'equiparen els comptadors a habitatges perquè les dades de consum les tenim per comptador, tot i que hi ha diferents casuístiques que fan que el número de comptadors, en alguns casos, no es correspongui exactament al número d'habitatges, com és el cas dels comptadors comunitaris, de serveis, de pàrquings, etc.

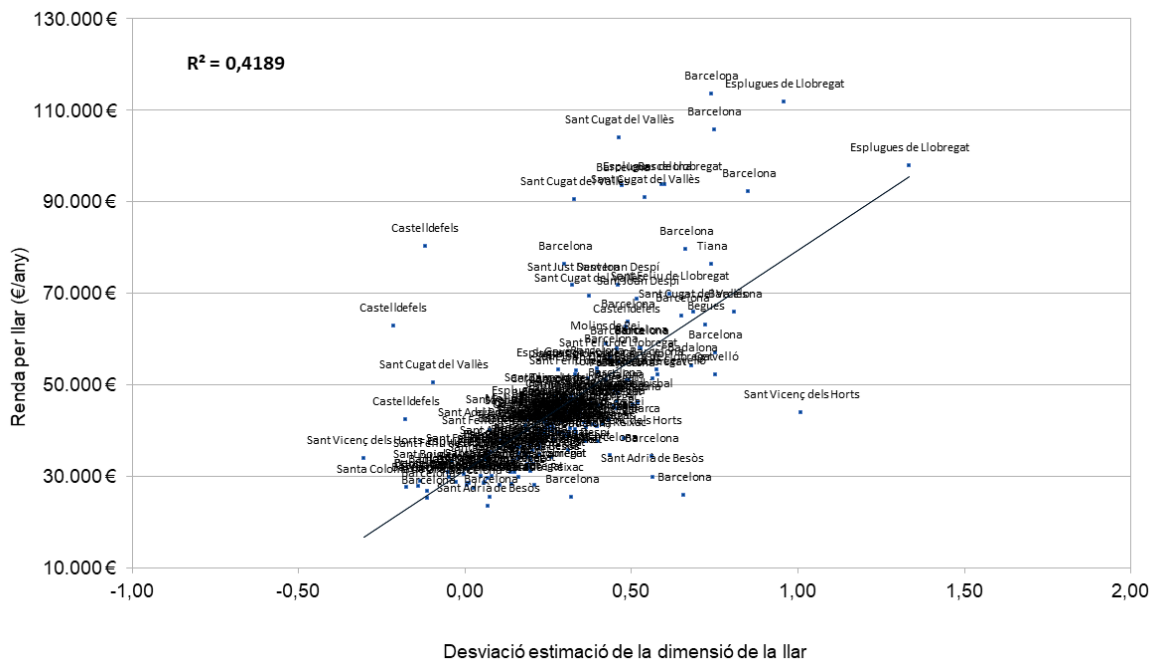
**Gràfic 5: Relació entre persones/llar reals i estimades a partir del consum d'aigua (districtes AMB i barris de Barcelona)**



Font: elaboració pròpia a partir de dades AMB (any 2017) (persones / llar estimat) i dades d'habitatges i població a partir del cadastre i el padró d'habitants, respectivament (persones / llar real).

S'observa, en general, que els districtes que més s'allunyen de la recta són o bé els de rendes més altes o bé els de rendes més baixes. Per comprovar si aquests valors amb major desviació estan condicionats per la renda es representa la diferència entre el valor estimat i el real de persones per llar i la renda (Gràfic 6). Es troba també un ajust alt ( $R^2 = 0,4189$ ), el qual significa que per districtes amb rendes altes el model tendeix a sobreestimar la dimensió de la llar, en contraposició, als districtes de menor renda pels quals se subestima la dimensió de la llar (tot i que en menor mesura que les rendes altes), ja que menors rendes estan associades a consums inferiors d'aigua.

**Gràfic 6: Relació entre la desviació de la dimensió de la llar estimada a partir del consum d'aigua i la renda (districtes AMB i barris de Barcelona)**



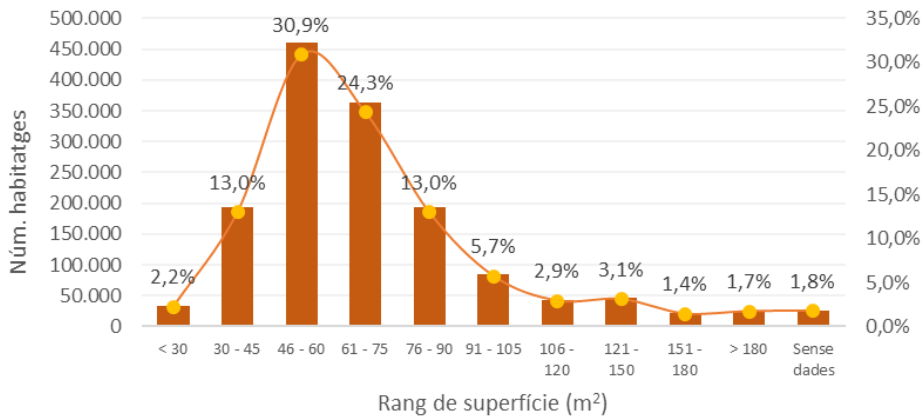
Font: elaboració pròpia a partir de dades AMB i dades renda INE (any 2017)

Aquests resultats són coherents amb la literatura i reforcen els models que proposen estimar la dimensió de la llar a partir del consum d'aigua. Així doncs, es mostra com la dimensió de la llar i renda són les variables principals explicatives del consum d'aigua.

## Model 2. Estimació de la dimensió de la llar a partir de la superfície de l'habitatge

La situació de partida pel que fa la distribució dels habitatges als municipis de l'AMB segons la seva superfície, tal i com es representa al Gràfic 7, mostra una elevada concentració d'habitatges al tram de superfície entre 46 i 60 m<sup>2</sup> (30,9 % dels habitatges), seguit del tram entre 61 - 75 m<sup>2</sup> (24,3 % dels habitatges). En comparació amb la distribució d'habitatges segons el seu consum d'aigua, en la distribució d'habitatges per rang de superfície hi ha una concentració encara major en un rang més reduït de valors.

**Gràfic 7: Distribució de la tipologia d'habitatges segons la seva superfície a l'AMB**



Font: elaboració pròpia a partir de les dades del cens de l'INE de l'any 2021

En aquest cas, la finalitat és estimar la dimensió de la llar a partir de la superfície dels habitatges i veure la correspondència amb els valors reals. Es parteix de dues bases de dades: el padró per les dades de població (padró any 2021) i el cadastre per les dades de superfície i habitatges (cadastre any 2022).

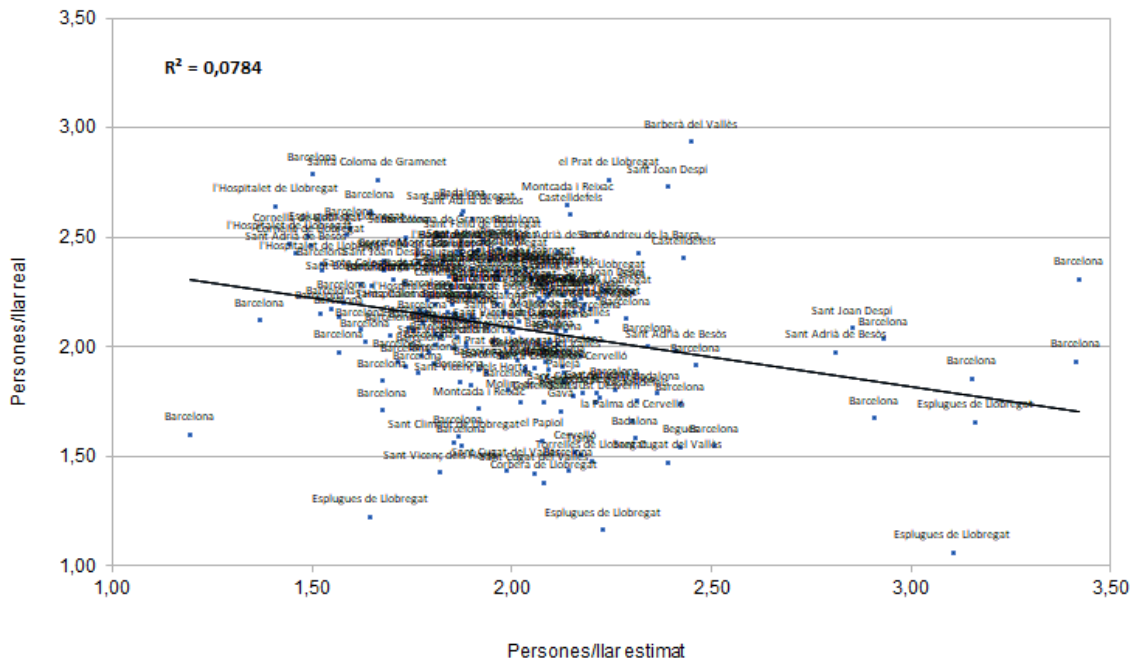
Per una banda, s'han agregat les dades de població del padró a nivell de districte (i barris per Barcelona), obtenint-ne la mitjana de població. Per l'altra, les dades de superfície i d'habitatges s'obtenen a partir del cadastre: per a cada parcel·la es disposa del nombre de locals cadastrals de tipus habitatge i de la superfície que ocupen. De la mateixa manera que hem considerat que un comptador és un habitatge, en termes generals considerarem que cadascun d'aquests locals cadastrals és un habitatge<sup>4</sup>. Pel que fa a la superfície cadastral de tipus habitatge de la parcel·la, aquesta es correspon amb la superfície residencial total de la parcel·la, el qual permet calcular la superfície mitjana per habitatge de cada districte.

Amb aquestes dades de partida ja es pot calcular la dimensió de la llar real, i es fa dividint la població entre el número d'habitatges per a cada districte. En segon lloc, es busca la mitjana metropolitana de superfície dels habitatges per persona (a partir de la superfície residencial i la població de cada districte). És important observar que, a diferència de les dades disponibles per consums d'aigua, en què s'assignava un número de persones equivalents a uns consums mitjans d'aigua a nivell metropolità, per a la superfície no es disposa d'estudis que permetin assignar un número de persones equivalents a una superfície mitjana d'habitatge. Però sí que es disposa de dades per a poder calcular la superfície mitjana d'habitatge de la qual disposa cada persona a l'àrea metropolitana de Barcelona. Conegut aquest valor, ja es pot calcular la dimensió de la llar estimada, que s'obté dividint la superfície mitjana dels habitatges de cada districte entre la mitjana metropolitana de m<sup>2</sup> d'habitatge per persona.

Tal com es mostra en el Gràfic 8, quan es relaciona la dimensió de la llar estimada a partir de la superfície dels habitatges i la real, la correlació és més feble ( $R^2 = 0,0784$ ). És a dir, la superfície mitjana de la llar explica la variabilitat de la seva dimensió en menys d'un 8 % .

<sup>4</sup> Tot i que un habitatge pugui estar constituït per varis locals cadastrals especialment en els habitatges unifamiliars de múltiples plantes, els dúplex, etc.

Gràfic 8: Relació entre persones / llar reals i estimades a partir de la superfície de l'habitatge



Font: elaboració pròpia a partir de les dades del cadastre (2022) i el padró d'habitants (2021)

La diferència (o desviació) d'estimar les persones en funció dels m<sup>2</sup> respecte del valor real també mostra una correlació positiva amb la renda ( $R^2 = 0,5704$ ) i es representa al Gràfic 9, on es pot observar que en municipis amb districtes de rendes elevades es sobreestima també la dimensió de la llar amb la superfície, i per contra es subestima en districtes amb rendes més baixes.



## 1.4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En aquest document s'ha fet una revisió bibliogràfica per trobar les variables que expliquen el consum d'aigua: per una banda la renda i tipologia d'habitatges, i per l'altra la dimensió, composició i intensitat d'ús de la llar. Se n'extreu que rendes altes, major dimensió i més intensitat d'ús de la llar impliquen majors consums d'aigua per habitatge, mentre que, en canvi, aquest consum per càpita disminueix per efecte de les economies d'escala.

Si bé és cert que aquests supòsits es compleixen en múltiples zones d'estudi és necessari corroborar que també són d'aplicació a l'àmbit tractat, en aquest cas el de l'àrea metropolitana de Barcelona. És per això que s'ha validat el que la literatura afirma a partir de les dades reals disponibles: per una banda el consum d'aigua per llar (dada obtinguda dels contractes de subministrament), i per l'altra la superfície dels habitatges (dada que dona el cadastre). Ambdues són variables que la bibliografia s'hi refereix i que, alhora, també s'empren habitualment en fiscalitat municipal.

El cas d'estudi als 36 municipis metropolitans ha demostrat per mitjà de dos models que el consum d'aigua és una variable que permet fer estimacions del nombre de persones per llar molt més ajustades a la realitat que la superfície dels habitatges. Concretament, el consum d'aigua per llar explica la variabilitat de la dimensió de la llar en un 52 % mentre que la superfície ho fa en només en un 8 %.

És a dir, per l'àmbit d'estudi analitzat, el consum d'aigua reflecteix millor que la superfície la dinàmica real de les persones que habiten una llar. Alhora, el consum d'aigua pot reflectir com varia la dimensió de la llar incorporant la variable temps, cosa que no pot copsar la superfície. En la mateixa línia, el seguiment del consum d'aigua aporta dades a temps real, la qual cosa fa que els canvis es puguin modular o tenir en compte amb més celeritat, mentre que les dades de superfície proporcionades pel cadastre s'actualitzen amb una periodicitat molt menor (anualment) i depenen de les declaracions formals de les persones, el que fa també que sigui un indicador amb un ajust a la realitat menys fiable.

La capacitat econòmica (mesurada a través de la renda), té un paper important com a variable explicativa de les diferències entre els valors de la dimensió de la llar estimats i els reals, tant si s'ha estimat objectivament a partir del consum d'aigua de la llar o com si s'ha fet a través de la seva superfície. És per això que consums majors d'aigua o superfícies més grans, tendeixen a sobreestimar la dimensió de la llar, i viceversa.

## 2. REFERÈNCIES

AMB (2013). Reglament del Servei Metropolità del Cicle Integral de l'Aigua.

Ajuntament de Barcelona. Oficina Municipal de Dades. *Departament d'Estadística*. Última consulta: 22/03/2024

Arbués, F., Villanúa, I., Barberán, R. (2010). *Household size and residential water demand: an empirical approach*. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics. 54, 61-80.

AMB-PDU (2017). Estudi dels teixits morfològics residencials. Document de base per la taula temàtica.

Domene, E. (2014). *Changing patterns of water consumption in the suburban Barcelona: life styles and welfare as explanatory factors*. Investigaciones geográficas, N° 61, pp. 39-53. Instituto Interuniversitario de Geografía Universidad de Alicante.

ENT (2021). Disseny de l'harmonització de taxes i preus públics de recollida de residus municipals amb la Taxa Metropolitana de Tractament de Residus a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Informe.

Eurostat (2017), *Statistics explained: Glossary, Social statistics: Household*. Última consulta: 22/03/2024

IDESCAT (2022). *Idescat. Enquesta de condicions de vida. Població amb privació material per tipus de privacions per nivell de formació assolit (16 anys o més). Catalunya*. Última consulta: 22/03/2024

IDESCAT (2023a) *Enquesta demogràfica, Metodologia, Definicions*.

IDESCAT (2023b). *Cens de població i habitatges. Habitatges. Per intensitat d'ús*.

IERMB, 2020. Enquesta sobre aigua i usos en el sector domèstic de l'AMB (EAU-AMB 2020)

INE, 2021. *Censos de Población y Viviendas 2021 (ine.es)*. Última consulta: 22/03/2024

Jegnie, A., Fogarty J. Iftekhar, S. (2023). *Urban Residential Water Demand and Household Size: A Robust Meta-Regression Analysis*. Economic record, vol. 99, n° 326, September 2023, 436–453

Makki, A.A., Stewart R.A., Beal C.D., Panuwatwanich, K. (2015). Novel bottom-up urban water demand forecasting model: Revealing the determinants, drivers and predictors of residential indoor end-use consumption. Resources, conservation and Recycling 95 (2015) 15-37.

Barcelona Regional i AMB (2023). Pla estratègic del cicle integral de l'aigua de l'àrea metropolitana de Barcelona. *El Pla – PECIA*. Última consulta: 22/03/2024

Ruiz E., Marco C. (2023). Distribució de la renda per llars. Característiques de la renda a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, 2021 per seccions censals. Estudis territorials - Àrea de polítiques urbanístiques i espais naturals.