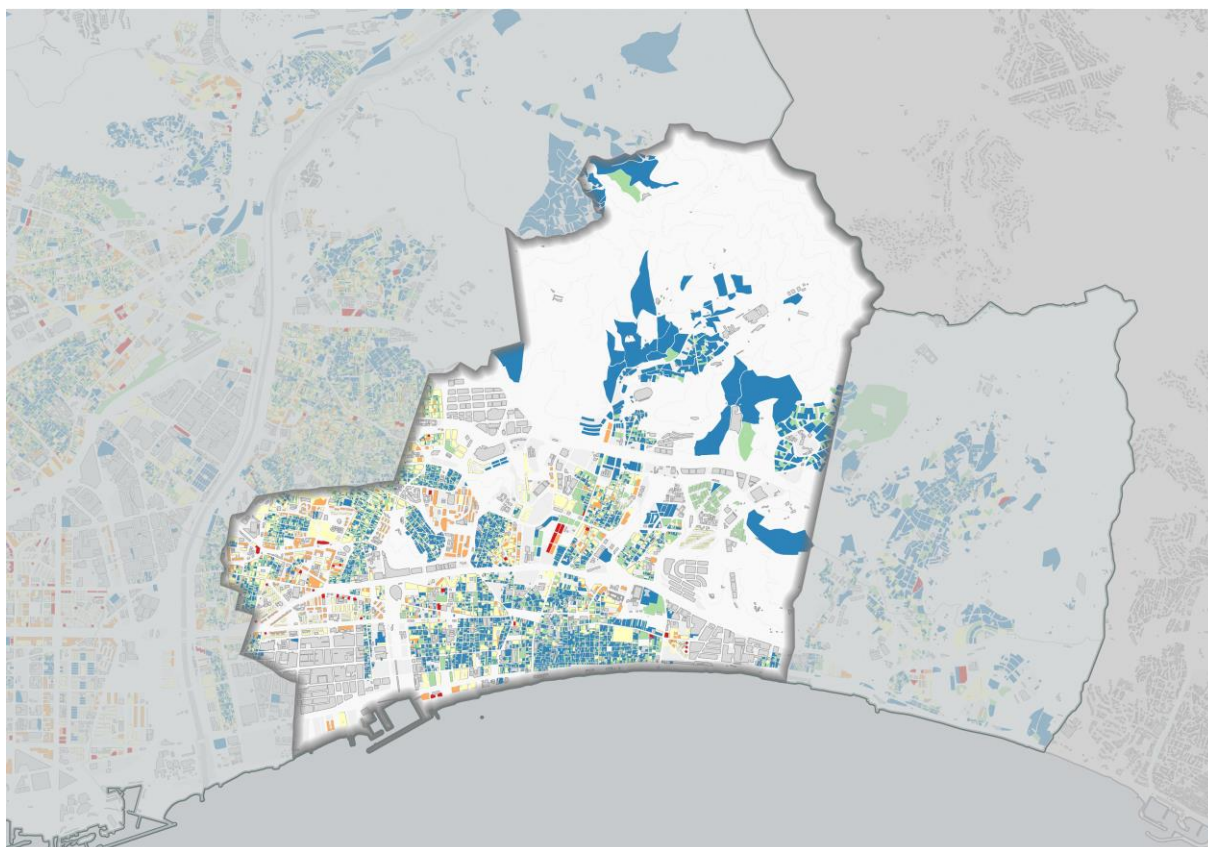




BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBÀ



Estudi del potencial d'aprofitament d'aigües grises a l'Àrea Metropolitana de Barcelona TOM I: MEMÒRIA

Desembre 2019

CLIENT



REDACCIÓ



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
br@bcnregional.com

COORDINACIÓ

Aleix Coral, *Director de Projectes d'Enginyeria*

COL·LABORACIÓ

Arnau Prats, *Projectes d'Enginyeria*

Eladio Álvarez, *Projectes d'Enginyeria*

i l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional

© 2019, **BARCELONA REGIONAL**

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, distribuïda, transformada, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars de la seva propietat intel·lectual.

ÍNDEX

RESUM EXECUTIU	5
1. INTRODUCCIÓ.....	6
1.1. Recursos i demandes d'aigua a l'AMB	6
1.2. Aprofitament de les aigües grises	8
2. OBJECTE.....	9
3. ESTAT DE L'ART.....	9
3.1. Marc normatiu actual.....	9
3.2. Usos potencials de l'aigua grisa.....	10
3.3. Sistemes d'aprofitament.....	11
4. POTENCIAL D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EL SECTOR DOMÈSTIC DE L'ÀMBIT METROPOLITÀ.....	12
4.1. Recurs i demanda d'aigües grises en un habitatge	12
4.2. Càlcul de la viabilitat econòmica dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises en l'àmbit domèstic	16
4.2.1. Hipòtesis de partença.....	17
4.2.2. Estalvi econòmic.....	18
4.2.3. Costos d'instal·lació i manteniment.....	20
4.2.4. Resultats viabilitat econòmica.....	21
4.3. Aprofitament d'aigües grises en sectors domèstics consolidats	24
4.3.1. Caracterització del parc d'habitatges de l'àmbit metropolità	24
4.3.1.1. Metodologia.....	24
4.3.1.2. Resultats.....	26
4.3.2. Estalvi d'aigua potencial	29
4.4. Aprofitament d'aigües grises en els nous sectors de desenvolupament	32
4.4.1. Caracterització dels nous sectors de desenvolupament.....	32
4.4.2. Estalvi d'aigua potencial	34
5. POTENCIAL D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EL SECTOR HOTELER EN L'ÀMBIT METROPOLITÀ	36
5.1. Caracterització dels establiments hotelers de l'AMB	36
5.1.1. Nombre, categoria i distribució per municipis	36
5.1.2. Consum d'aigua en l'àmbit hotelier	37
5.2. Càlcul de la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises en els establiments hotelers.....	39
5.2.1. Hipòtesis de partença.....	40
5.2.2. Estalvi econòmic.....	41
5.2.3. Costos de manteniment i instal·lació.....	43
5.2.4. Resultats viabilitat econòmica.....	44
5.3. Estalvi d'aigua potencial.....	48

6. RESUM DELS RESULTATS OBTINGUTS	50
7. CONCLUSIONS	52
8. BIBLIOGRAFIA.....	55

RESUM EXECUTIU

Les aigües grises són un recurs hídric alternatiu apte per ser utilitzat en usos que no requereixen condicions de potabilitat. L'origen del recurs és l'aigua utilitzada en dutxes i banyeres d'un edifici, i els seus usos més comuns són l'ompliment de cisternes d'inodor i el reg de jardins del mateix edifici. L'aigua grisa abans de ser utilitzada passa un tractament i s'emmagatzema en un dipòsit situat en el mateix edifici. Actualment a l'àmbit territorial de l'AMB l'aprofitament d'aigües grises és testimonial, i només cinc municipis contempnen el seu ús a les ordenances municipals d'estalvi d'aigua.

Tenint en compte el context d'escassetat de recursos hídrics del territori metropolità i els efectes previstos del canvi climàtic, és necessari prendre mesures per reduir el consum d'aigua. En aquest estudi s'analitza des d'una visió estratègica el potencial d'aprofitament de les aigües grises al territori metropolità per tal de resoldre els dubtes referents a quins sectors són els més adients pel seu aprofitament, en quin ús pot ser utilitzada, quin és l'estalvi potencial d'aigua que poden generar, i quina és la viabilitat econòmica pels usuaris.

Els sectors domèstic i hotelier són els adequats per l'aprofitament de les aigües grises ja que són aquells on es genera un recurs d'aigües grises més important i constant. A partir de dades de la distribució del consum d'aigua a les llars i als hotels s'ha comprovat que el consum d'aigua de les dutxes pot satisfer la demanda de les cisternes d'inodor, aconseguint així una reducció del consum del 20% en un habitatge i del 10% en un hotel (variable segons la categoria de l'establiment).

Pel que fa al sector domèstic, analitzant els costos econòmics necessaris i l'estalvi en la factura de l'aigua degut a la reducció del consum, s'ha comprovat que pels veïns l'aprofitament d'aigües grises és viable econòmicament en edificis plurifamiliars grans: de més de 19 habitatges si els veïns no assumeixen la inversió inicial i 29 en cas que sí que l'assumeixin. En el sector hotelier, la viabilitat econòmica pels propietaris s'assoleix en els establiments de 100 o més places.

Pel que fa al potencial d'aprofitament, en el sector domèstic s'ha estudiat el potencial en el parc d'habitatges actual metropolità (sectors consolidats) i en els nous sectors de desenvolupament. En els sectors consolidats, amb el llindar d'edificis de vint o més habitatges, el potencial és de 8.800 edificis (on hi resideix mig milió de persones) i l'estalvi total d'aigua seria de 6 hm³ anuals, que representa un 5% respecte el consum domèstic metropolità actual. En els nous sectors de desenvolupament l'estalvi estimat seria de 0,2 hm³ anuals.

El potencial de les aigües grises en el sector hotelier és elevat. Amb el llindar d'establiments de 100 o més places, les aigües grises s'aprofitarien en 322 establiments, que representen el 38% del parc hotelier metropolità però que contenen el 81% de les places hoteleres. L'estalvi d'aigua potencial és de 0,5 hm³ anuals i representa un 9% del consum d'aigua dels hotels metropolitans.

L'estalvi total pel conjunt metropolità s'ha estimat en 6,8 hm³ anuals. La distribució d'aquest estalvi d'aigua és molt irregular entre els municipis. Els municipis més densos i compactes concentren la major part de l'estalvi en el sector domèstic, mentre que els municipis de menys densitat, on predomina l'habitatge unifamiliar, l'aprofitament d'aigües grises seria molt menor. En el sector hotelier el municipi de Barcelona en valor absolut concentra el 82% de l'estalvi.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Recursos i demandes d'aigua a l'AMB

L'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) està situada en una zona de clima mediterrani on no hi ha grans recursos d'aigua dolça disponible degut a que els dos rius que hi transcorren tenen un cabal baix i irregular i a que els aqüífers presents no són molt grans i en alguns casos estan sobreexplotats. Si a aquests condicionants s'hi afegeixen els efectes del canvi climàtic, que com tots els estudis indiquen provocarà un increment de la temperatura i una major irregularitat de les precipitacions, i l'acord de la Taula del Ter, que implicarà reduir progressivament el volum transvasat d'aigua d'aquest riu cap a la regió de Barcelona, encara s'agreuja més la problemàtica del dèficit d'aigua de l'àmbit de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Segons les dades obtingudes en el Pla Director del Cicle Integral de l'Aigua de l'AMB (PDCIA) els recursos d'aigua que s'estan utilitzant actualment en el futur disminuiran un 17% passant de 264,5 hm³ anuals actuals a 219,1 hm³ degut principalment a la disminució de les aportacions dels rius.

A més a més d'aquest context de recursos hídrics molt limitats, es preveu en el futur un augment de la població i de l'activitat econòmica, fet que pot provocar un augment de les demandes d'aigua. Segons les dades del PDCIA les demandes d'aigua en l'àmbit metropolità en el futur augmentaran un 16% passant dels 264,5 hm³ anuals actuals a 307,4 hm³.

Tenint presents tots aquests condicionants de disminució dels recursos i d'augment de les demandes es fa palès la importància que es prenguin mesures per tal que a l'Àrea Metropolitana de Barcelona es pugui seguir garantint la disponibilitat d'aigua per tots els usos existents, tant els consumptius¹ com els ambientals².

Les actuacions a realitzar per garantir la disponibilitat d'aigua per als usos consumptius poden ser d'augment de la quantitat de recurs o de reducció de les demandes mitjançant un consum més eficient de l'aigua.

L'augment de la quantitat de recurs és normalment la més utilitzada i històricament ha consistit en incrementar les captacions superficials i subterrànies dels recursos locals. Actualment però, incrementar els recursos hídrics a través de les fonts convencionals és cada cop més complicat ja que els recursos locals estan molt explotats i els recursos externs obtinguts mitjançant transvasaments d'altres conques són impopulars i socialment qüestionats pels greus impactes que provoquen en origen. Per aquest motiu adquireixen cada cop més importància els recursos hídrics alternatius, com l'aigua regenerada o l'aigua freàtica. i es realitzen accions per tal de que usos que no requereixen aigua potable utilitzin aquests recursos aconseguint alliberar així recurs d'aigua potable.

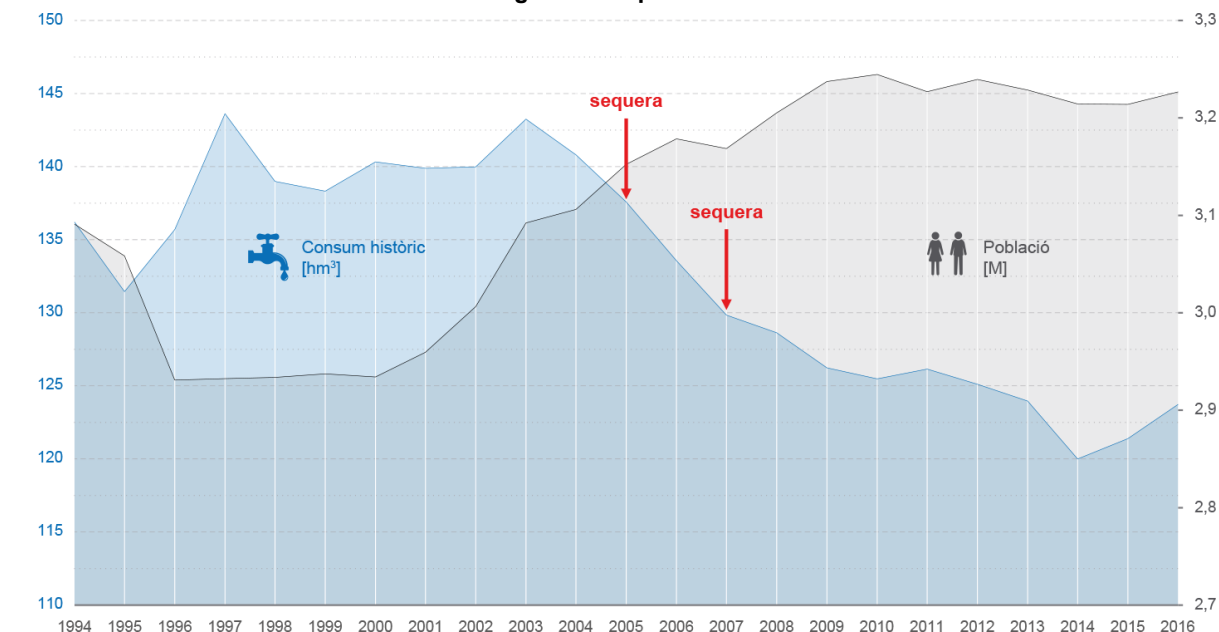
La reducció dels consums d'aigua pot anar associada a un canvi d'hàbits dels usuaris o a l'aplicació de mesures tecnològiques per la millora de l'eficiència dels aparells que consumeixen aigua. Precisament a l'àmbit metropolità el fort impacte que va provocar en la societat la sequera dels anys 2007 i 2008 va induir un canvi d'hàbits dels ciutadans que s'ha traduït en una reducció molt important del consum domèstic tot i l'augment de població que s'ha produït (veure Gràfic 1).

¹ Els usos consumptius es defineixen com aquells en què l'aigua s'utilitza com un recurs per al desenvolupament de les activitats antròpiques.

² Els usos ambientals són aquells en què l'aigua esdevé un recurs per a garantir la sostenibilitat dels espais naturals i per a millorar el seu estat ambiental

Gràcies a aquesta conscienciació l'àmbit metropolità és una de les zones amb menys consum domèstic per càpita d'Europa. Per fer-se una idea de la magnitud de l'estalvi d'aigua que s'ha produït, l'estalvi acumulat entre els anys 2000 i 2018, suposant que s'hagués mantingut el consum per habitant de l'any 2000, és de 405 hm³ (volum equivalent a 2,5 vegades la capacitat de l'embassament de Sau).

Gràfic 1: Evolució del consum domèstic d'aigua i de la població a l'AMB



Font: @Barcelona Regional

Tot i aquest important estalvi, el consum domèstic segueix sent el de més importància en l'àmbit metropolità ja que representa el 47% respecte el total del consum d'aigua i el 58% respecte el total de consum d'aigua potable (veure Taula 1).

Taula 1: Diferents tipologies de consum d'aigua. Consum a l'àmbit de l'AMB corresponents a l'any 2018

Tipologia demanda	Consum (hm3)	Percentatge (%)	Consum aigua potable (hm3)	Consum cobert amb aigua potable (%)
Domèstic	124,7	47,1	124,7	100,0
Comercial	12,8	4,8	12,8	100,0
Industrial	31,2	11,8	20,0	64,0
Hoteler	6,4	2,4	6,4	100,0
Oficines	6,6	2,5	6,6	100,0
Zones Verdes	4,4	1,7	3,5	80,1
Equipaments	8,0	3,0	8,0	100,0
Aigua no Registrada	34,7	13,1	34,7	100,0
Aigua rebuig ETAPs	16,9	6,4	0	0
Agricultura	18,3	6,9	0	0
Recreatiu	0,5	0,2	0	0
TOTAL	264,5		216,7	81,9

Font: PDCIA elaborat per Barcelona Regional

Una de les mesures amb més potencial de reduir els consums actuals d'aigua metropolitans, i que actualment s'està implementant poc, és l'aprofitament de les aigües grises. Les aigües grises són aquella part de les aigües residuals de les llars que provenen de dutxes i banyeres, i degut a que el seu nivell de contaminants no és molt elevat, després d'un tractament realitzat en el mateix edifici poden ser utilitzades en usos que no requereixen condicions de potabilitat. Per tant, degut a que es substitueix un ús que prèviament estava abastit amb aigua potable per una aigua reutilitzada, el consum d'aigua total disminueix.

1.2. Aprofitament de les aigües grises

Els sectors en què l'aprofitament d'aigües grises és viable són aquells en què dins del mateix edifici es crea recurs d'aigües grises i hi ha suficient demanda d'usos que no requereixen condicions de potabilitat. Aquests requisits el compleixen els edificis residencials, que com s'ha vist són els responsables de la major part del consum d'aigua de l'àmbit metropolità, i també els establiments hotelers. En sectors com el comercial, l'industrial o les oficines, es descarta l'aprofitament d'aigües grises perquè tot i tenir usos que no requereixen condicions de potabilitat, el recurs d'aigües grises que es genera a l'edifici és nul o molt escàs.

La suma dels consums d'aigua dels sectors domèstic i hotelier va ser de 131,1 hm³ l'any 2018 i va suposar el 60% del consum d'aigua de l'àmbit metropolità (veure Taula 1). Degut a aquest gran valor del consum d'aigua, és de gran importància estudiar quin estalvi d'aigua es pot assolir degut a l'aprofitament d'aigües grises en aquests dos sectors.

Actualment l'aprofitament d'aigües grises a l'àrea metropolitana és testimonial. Només hi ha sis municipis metropolitans que tenen una ordenança municipal d'estalvi d'aigua que regula en quins casos és obligat l'aprofitament d'aigües grises. Aquests municipis són: Barberà del Vallès, Castellbisbal, Sant Adrià del Besòs, Sant Cugat del Vallès, Sant Joan Despí i Tiana. Cada un d'aquests municipis regula en l'ordenança els usos de l'aigua grisa, en quins sectors es pot utilitzar i en quines condicions és obligat el seu aprofitament. En tots ells l'únic ús permès per les aigües grises és l'ompliment de cisternes d'inodors, i s'usen sempre només en edificis residencials excepte Castellbisbal que també contempla l'ús en poliesportius.

Sant Cugat del Vallès és el municipi de l'AMB, de Catalunya i de l'Estat, referent en l'ús d'aigües grises. La seva ordenança municipal d'estalvi d'aigua de l'any 2002 va ser la primera que va incloure explícitament l'aprofitament d'aigües grises. L'actualització vigent de l'ordenança (any 2018) estableix que en tots els edificis amb 8 o més habitatges i que generin més de 400 m³/any en aigua emprada a dutxes i banyeres han de comptar obligatòriament amb un sistema d'aprofitament d'aquests fluxos que utilitzi l'aigua gris per omplir els dipòsits del inodors. Actualment, després de tots els anys transcorreguts amb vigència de l'ordenança, el número de sistemes d'aprofitament d'aigües grises en funcionament al municipi de Sant Cugat és superior a 300. L'aprofitament de les aigües grises és un dels factors que explica l'important descens que ha tingut el consum domèstic d'aigua al municipi, passant d'una dotació domèstica de 204 lpd l'any 2002 a 128 lpd l'any 2018.

Un estudi del potencial d'aprofitament d'aigües grises a un municipi de l'àmbit metropolità és l'estudi *Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises* inclòs com a annex al Pla de RRHH de Barcelona (edició 2018). Aquest estudi analitza el potencial d'aprofitament d'aigües grises en els edificis residencials del municipi de Barcelona i conclou que en una hipotètica ordenança municipal d'estalvi d'aigua, hauria de ser obligat l'aprofitament d'aigües grises en edificis residencials de 16 o més habitatges.

2. OBJECTE

L'objecte d'aquest estudi és conèixer quin és el potencial d'aprofitament de les aigües grises en els edificis residencials i en els establiments hotelers de l'àmbit metropolità per tal d'estimar quin estalvi en el consum d'aigua es pot arribar a assolir.

Tant en els edificis residencials com en els establiments hotelers es fa un anàlisi de la distribució dels consums d'aigua en els edificis per tal d'assegurar la possibilitat d'aprofitament d'aigües grises per tal d'assegurar que la generació de suficient recurs per abastir un ús que no requereixi condicions de potabilitat.

Un cop determinat l'ús que utilitza l'aigua grisa, es fa un estudi de viabilitat econòmica tant pel sector domèstic com pel sector hotelier per tal de conèixer per cada un en quina tipologia d'habitatges és rendible per l'usuari l'aprofitament d'aigües grises. El resultat de l'estudi de viabilitat és utilitzat per, a partir del parc d'habitatges i hotelier actual, obtenir el potencial d'aprofitament de les aigües grises a l'àmbit metropolità. En el sector domèstic s'estima també el potencial d'aprofitament en els nous sectors de planejament definits al PDU.

En aquest estudi no es pretén establir els criteris tècnics i normatius relatius al disseny, manteniment i control dels aprofitaments d'aigües grises en les diferents tipologies edificatòries; sinó que es pretén aportar una visió estratègica respecte l'aprofitament d'aigües grises a l'àmbit metropolità resolent les següents qüestions: quin és el seu potencial, quin estalvi d'aigua es pot assolir, en quins sectors del cicle de l'aigua pot ser més efectiu la seva utilització, i conèixer les zones del territori que tenen més potencial d'implementació.

3. ESTAT DE L'ART

3.1. Marc normatiu actual

A dia d'avui l'ús d'aigües grises a l'Estat espanyol no està regulat, en tant que no existeix una normativa específica a nivell sanitari i de qualitat.

A nivell municipal, certes poblacions treballen des de fa anys en la implantació de sistemes d'aprofitament de recursos hídrics alternatius, i compten amb ordenances municipals en matèria d'estalvi d'aigua d'obligat compliment. A l'àrea metropolitana el primer municipi que en va disposar va ser Sant Cugat del Vallès; a la seva ordenança s'estableixen les directrius per a implementar mesures i/o sistemes per a l'estalvi d'aigua amb obligatorietat a tot tipus de noves edificacions, reformes integrals, rehabilitacions i quan es canviï l'ús de la totalitat o part de l'edifici. Aquestes mesures poden anar des de la instal·lació de comptadors individuals més precisos o d'elements de fontaneria per a la reducció de consums fins a la instal·lació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises, pluvials o sobrant de les piscines.

Així mateix, la Diputació de Barcelona va impulsar l'any 2005 la redacció d'una ordenança tipus sobre estalvi d'aigua per facilitar als municipis l'adopció d'aquestes mesures. Tot i això, només 6 dels 36 municipis de l'àrea metropolitana compten amb ordenances d'estalvi d'aigua que preveuen mesures d'aprofitament de les aigües pluvials (Barberà del Vallès, Begues, Castellbisbal, Cerdanyola del Vallès, Ripollet i Sant Cugat del Vallès).

A part, i en tant que la instal·lació dels sistemes de captació i emmagatzematge de l'aigua requereixen intervenir sobre l'edificació en qüestió, la normativa que cal tenir en compte a nivell constructiu és la següent:

- Llei estatal 38/1999, de 5 de novembre, d'ordenació de l'edificació.
- Codi Tècnic d'Edificació (CTE), aprovat el 18 de març al Reial Decret 314/2006.
- Decret 21/2006, publicat al DOGC del 16 de febrer de 2006, de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

El CTE no fa referència directament a l'aprofitament d'aigües grises en cap moment. L'aspecte mencionat al CTE que cal tenir present si en un edifici s'implementa un sistema d'aprofitament d'aigües grises és el següent: *"Si es disposa d'una instal·lació per subministrar aigua que no sigui apta pel consum humà, les conduccions, les aixetes i el altres punts terminals d'aquesta instal·lació han d'estar adequadament indicats per tal que puguin ser identificats com a tal de forma fàcil i inequívoca"*.

3.2. Usos potencials de l'aigua grisa

Davant la mancança d'una normativa específica que reguli els usos de l'aigua grisa, es prenen com a referència els usos previstos al RD 1620/2007 per a l'aigua regenerada, que n'exclou principalment el consum humà, ja sigui de manera directa (cuina, dutxa) o formant part del procés productiu de productes per al consum humà (aliments processats, begudes, etc.).

Taula 2: Usos previstos al RD 1620/2007 per a l'aigua regenerada

Tipologia d'ús		Ús
Usos urbans	Residencials	Reg de jardins privats
		Descàrrega d'aparells sanitaris
	Serveis	Reg de zones verdes urbanes
		Baldeig de carrers
		Sistemes contra incendis
		Neteja industrial de vehicles
Usos agrícoles	Reg de conreus	
	Reg de pastures	
	Aqüicultura	
Usos industrials	Aigües de procés i neteja	
	Torres de refrigeració i condensadors evaporatius	
Usos recreatius	Reg de camps de golf	
	Estanys i masses d'aigua ornamentals	
Usos ambientals	Recàrrega d'aqüífers	
	Reg de boscos i zones verdes no accessibles al públic	
	Silvicultura	
	Manteniment de zones humides	

Font: Barcelona Regional a partir del RD 1620/2007

De la taula anterior, degut a que l'ús de l'aigua grisa està en el mateix edifici on es genera el recurs provinent de dutxes i banyeres, els únics usos potencials per les aigües grises són els usos urbans residencials. Aquests contenen el reg de jardins privats i la descàrrega d'aparells sanitaris.

Els municipis que han elaborat ordenances municipals d'estalvi d'aigua que contemplen l'aprofitament d'aigües grises restringeixen el seu ús únicament per l'ompliment de cisternes d'inodors.

3.3. Sistemes d'aprofitament

A continuació es fa un breu resum dels diferents elements que componen un sistema d'aprofitament d'aigües grises. La informació s'ha obtingut del document *Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises*, elaborat per BCASA i inclòs com un annex al Pla tècnic per l'aprofitament dels RRHH alternatius a Barcelona (Edició 2018), i de l'ordenança municipal d'estalvi d'aigua de l'ajuntament de Sant Cugat del Vallès.

Depuradora

El seu dimensionament s'ha de fer a partir de la demanda d'aigua dels usos als que s'aplicarà l'aprofitament ja que l'objectiu és optimitzar el sistema de tractament. Els dos sistemes de tractament més comuns són el tipus Reactor Biològic de Membrana (MBR) i el tipus físico-químics. D'aquests dos tipus de tractament el més recomanat és el de Membrana.

La depuradora s'instal·la adjacent als dipòsits en una part comuna de l'edifici de fàcil accés i de dimensions adequades. S'acostumen a ubicar a la planta soterrada dels edificis.

Dipòsits

El sistema consta de dos dipòsits: un que acumula l'aigua grisa sense tractar i un que acumula l'aigua grisa ja tractada a la depuradora i llesta per ser aprofitada. El dimensionament dels dos s'ha de fer a partir de la demanda d'aigua dels usos als que s'aplicarà l'aprofitament ja que l'objectiu és reduir al màxim possible l'estancament de l'aigua. El dipòsit amb l'aigua grisa depurada té una entrada d'aigua de xarxa per garantir en tot moment el subministrament d'aigua grisa cap als seus usos. Per tal de poder comprovar l'eficiència i el bon funcionament de la depuradora, s'ha de disposar de comptadors d'aigua a la sortida del subministrament d'aigua grisa i al subministrament d'aigua de xarxa cap al dipòsit d'aigua grisa depurada.

Els dos dipòsits s'instal·len adjacents a la depuradora en una part comuna de l'edifici de fàcil accés i de dimensions adequades. S'acostumen a ubicar a la planta soterrada dels edificis.

Conduccions

L'edifici ha de tenir una separació de xarxes dels baixants d'aigües residuals (amb contingut fecal) i un únic baixant per l'aigua grisa de tots els habitatges cap a l'equip de tractament. S'ha de garantir que l'aigua grisa no es pugui contaminar o confondre's amb la xarxa d'aigua potable. Per aquest motiu, totes les canonades del sistema d'aigües grises, tant les de les dutxes cap al dipòsit com les del dipòsit d'aigua grisa tractada cap als punts d'ús, han de ser específiques per a aigua no potable i estar senyalitzades amb un color diferent a les de potable.

4. POTENCIAL D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EL SECTOR DOMÈSTIC DE L'ÀMBIT METROPOLITÀ

En aquest capítol s'estudia quin és el potencial d'aprofitament i quina és la viabilitat econòmica de les aigües grises en el sector domèstic de l'àmbit de l'AMB. S'estudia el potencial de les aigües grises en els sectors domèstics consolidats i en els nous sectors de desenvolupament.

El principal motiu per estudiar l'aprofitament de les aigües grises en el sector domèstic és que aquest sector és el principal consumidor d'aigua a l'àmbit metropolità (representant un 47% del consum total d'aigua i un 58% respecte el consum d'aigua potable), i tenint en compte l'escassetat de recursos hídrics del territori sumat a l'agreuiment que suposarà en els propers anys el canvi climàtic, cal estudiar totes les mesures possibles per reduir-ne el consum. Cal posar èmfasi en l'important estalvi d'aigua que han fet els ciutadans, aconseguint reduir la dotació domèstica mitjana dels 132 lpd (any 2000) als 104 lpd (2018), però encara hi ha marge per reduir el consum d'aigua especialment en aquells usos de l'habitatge que no requereixen una qualitat d'aigua potable.

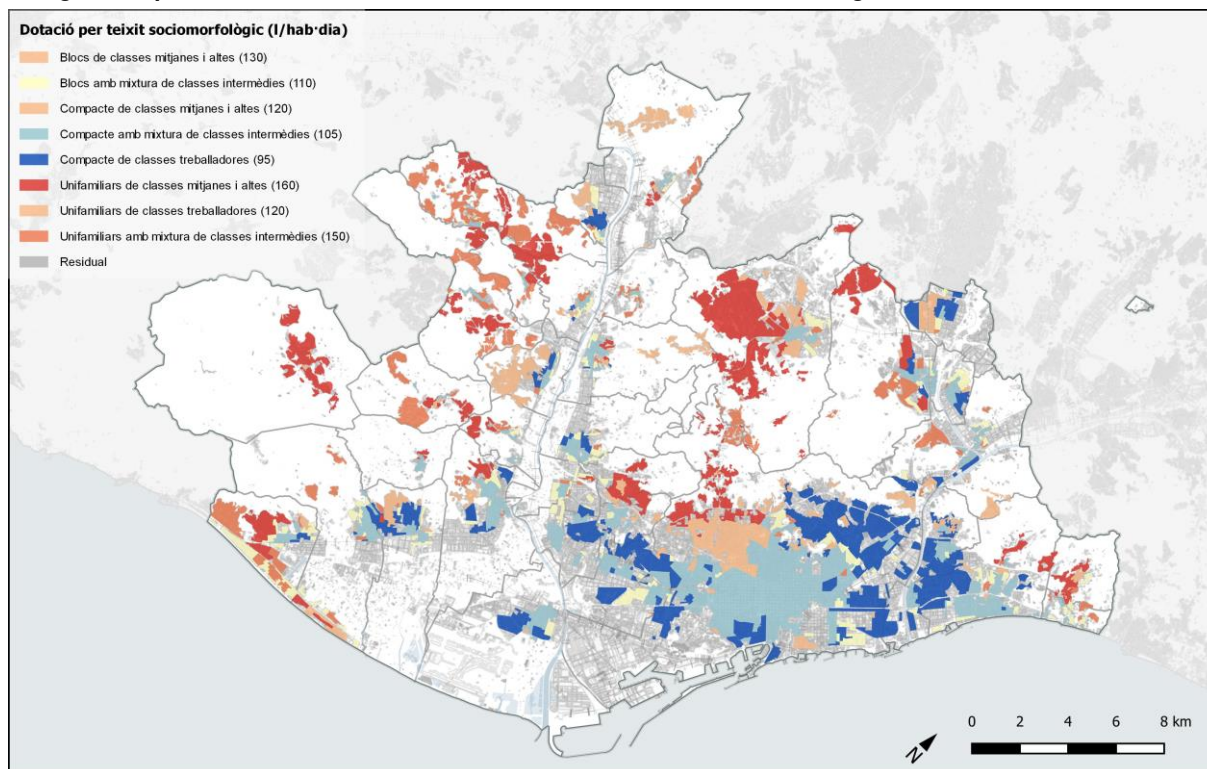
Si bé l'aprofitament d'aigües grises és més comú en edificis plurifamiliars ja que es comparteixen els costos entre els diferents habitatges, també és possible la seva implementació en edificis unifamiliars. Tot i això, tal com s'explica en l'apartat de viabilitat econòmica, en termes de rendibilitat l'aprofitament d'aigües grises és més viable en edificis amb elevat número d'habitatges.

El conjunt d'habitatges d'un edifici residencial que utilitzen el mateix sistema d'aprofitament d'aigües grises (aquells que les aigües grises que generen es tracten i s'emmagatzemen en el mateix sistema) acostumen a ser tots els habitatges de la mateix escala. Llavors, si un edifici té una sola escala tots els habitatges utilitzen el mateix sistema d'aigües grises; però si en té més d'una no. Per tant, el domini d'un sistema d'aigües grises és l'escala, no l'edifici. Tot i això, s'ha cregut que utilitzar el concepte habitatges per escala podria generar dubtes sobre el seu significat i per aquest motiu en tot aquest capítol s'utilitza sempre el concepte d'habitatges per edifici.

4.1. Recurs i demanda d'aigües grises en un habitatge

L'aprofitament d'aigües grises en un edifici residencial és possible si el recurs d'aigües grises que s'hi genera és superior al volum de la demanda de l'ús que es vol abastir. Per tant, és imprescindible conèixer com es distribueix el consum domèstic d'aigua a les llars per saber si hi ha suficient recurs i quin usos es poden satisfer amb aquest recurs.

La tipologia d'habitatge en primer lloc, i el nivell socioeconòmic en segon, són els factors que segons tots els estudis influencien en més mesura el consum d'aigua d'un habitatge. En el PDCIA elaborat per Barcelona Regional, aprofitant la divisió feta pel departament d'urbanisme de l'AMB dels sectors residencials metropolitans en categories de teixits sociomorfològics, s'han establert vuit dotacions d'aigua diferents per caracteritzar el consum domèstic de tot l'àmbit metropolità tenint en compte aquests dos factors de tipologia d'habitatge i nivell socioeconòmic (veure Imatge 1).

Imatge 1: Mapa de la divisió dels teixits residencials de l'AMB en vuit categories de dotació diferents

Font: @Barcelona Regional

La caracterització del valor total de la dotació domèstica està ben definida i reflecteix les diferents realitats presents a l'AMB. També seria necessari conèixer per cada categoria de quina forma es distribueix el consum d'aigua en els diferents usos de la llar, però malauradament encara no es té informació respecte aquest tema. Actualment l'únic estudi que ha obtingut resultats de la distribució del consum en els diferents usos és l'*Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona*, elaborat l'any 2004. En aquest treball mitjançant 625 enquestes fetes a l'àmbit de la RMB es va estimar la distribució per usos del consum domèstic en tres tipologies d'habitatges diferents: plurifamiliars intensius, plurifamiliars semi-intensius i unifamiliars.

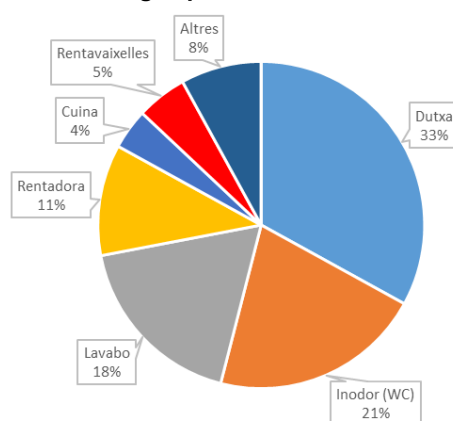
A la Taula 3 i la Taula 4 es mostren els resultats de l'estudi del 2004 pels habitatges plurifamiliars intensius i unifamiliars, que són les dues tipologies més oposades.

Per l'habitatge plurifamiliar intensiu s'estima la dotació de la dutxa en 41 lpd i la de l'inodor en 27 lpd. Amb aquests dos valors el recurs d'aigua grisa (dutxa) és superior a la demanda, que en aquesta tipologia d'habitatge només pot ser l'inodor ja que és l'únic ús que no requereix condicions de potabilitat. La dotació total s'estima en 126 lpd, que és un valor un 25% més elevat que els 95 lpd o 105 lpd que s'estipula en el PDCIA per aquesta tipologia d'habitatge en entorns compactes.

Per l'habitatge unifamiliar la dotació de dutxa s'estima en 43 lpd, la de l'inodor també en 27 lpd i la del jardí, que no existeix en l'habitatge plurifamiliar, en 75 lpd. En aquest cas la suma dels usos que no requereixen aigua potable (inodor + jardí) és de 102 lpd, valor que supera clarament el recurs d'aigua grisa generat a la dutxa. Per tant, de la mateixa manera que en els habitatges plurifamiliars, en els unifamiliars l'ús de les aigües grises s'ha de limitar també només a l'inodor. La dotació total s'estima en 206 lpd. Aquets valor és més d'un 25% superior respecte els 150 lpd o 160 lpd que s'estipula al PDCIA per aquesta tipologia d'habitatges.

Taula 3: Estimació de la distribució del consum d'aigua dels habitatges plurifamiliars intensius de l'AMB

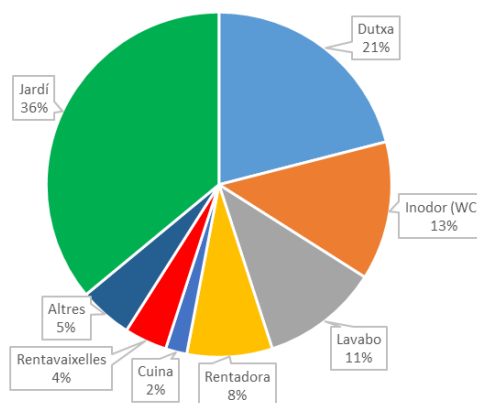
Ús	Dotació (lpd)	Percentatge
Dutxa	41	33%
Inodor (WC)	27	21%
Lavabo	23	18%
Rentadora	13	11%
Rentavaixelles	7	5%
Cuina	5	4%
Altres	10	8%
Total	126	100%



Font: Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona, any 2004

Taula 4: Estimació de la distribució del consum d'aigua dels habitatges unifamiliars de l'AMB

Ús	Dotació (lpd)	Percentatge
Dutxa	43	21%
Inodor (WC)	27	13%
Lavabo	23	11%
Rentadora	16	8%
Rentavaixelles	7	4%
Cuina	5	2%
Altres	10	5%
Jardí	75	36%
Total	206	100%



Font: Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona, any 2004

La gran diferència entre les dues tipologies d'habitatges és el consum del jardí, que provoca un important increment del consum en l'habitatge unifamiliar. Tot i aquesta diferència, els consums que es realitzen a l'interior de la llar, i centrant-ho en la dutxa i l'inodor, els valors són molt similars entre les dues tipologies d'habitatges. Això indica que el recurs i la demanda d'aigües grises, amb les dades disponibles, es pot considerar que són independents respecte la tipologia d'habitatge i, per tant, es poden escollir uns valors únics per tots els habitatges metropolitans.

Els valors absoluts de les dotacions de l'any 2004 són clarament superiors a les dotacions actuals sobretot degut al canvi d'hàbits que va suposar en la població l'impacte de la forta sequera dels anys 2007-2008. Tot i aquesta diferència en els valors absoluts però, és possible que la distribució relativa dels consums entre els diferents consums actualment sigui similar i no hagi canviat tant. Caldria actualitzar el treball dels hàbits de consum d'aigua metropolitans per tal de conèixer els nous valors pels diferents usos i detectar les variacions i tendències que hi ha hagut al llarg d'aquests darrers anys.

Tot i que el treball del 2004 és l'únic que estima resultats per tots els consums d'aigua d'un habitatge metropolità també hi ha altres estudis d'àmbits dins l'AMB o propers que estimen dotacions d'aigua de dutxes i inodors. A la següent taula es mostren els diferents valors estimats en aquests estudis.

Taula 5: Dotacions estimades (en lpd) de cisternes inodors i dutxes de diferents fonts d'informació

Font	inodor	Font	dutxa
Estudi hàbits consum 2004	27	Estudi hàbits consum 2004	41
ACA	27	ACA	43
BCASA	27	GEP Ibèrica	50
Aj. St. Cugat del Vallès	48		
Aj. St. Adrià del Besòs	25		
APSA (Aigües del Prat)	24		

Font: Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos.
BCASA

Segons els valors de la taula anterior, excepte el valor de Sant Cugat del Vallès, la dotació de cisternes d'inodor està en un rang d'entre 20 i 30 lpd. La dotació de la dutxa (correspon a la suma de dutxa i banyera) està en un rang d'entre 40 i 50 lpd i en tots els casos té un valor superior que la d'inodors (en el cas de l'ajuntament de Sant Cugat la dotació que estimen per dutxes és de 50 lpd). Per tant, es pot afirmar que als habitatges metropolitans és possible l'aprofitament d'aigües grises ja que el recurs d'aigües grises generat a les dutxes és suficient per abastir tot el consum dels inodors.

Pels càlculs de viabilitat econòmica i potencial d'aprofitament de les aigües grises en el sector domèstic que es fan en els següents apartat d'aquest estudi **es determina l'inodor com a únic ús de les aigües grises als habitatges metropolitans i s'escull per aquest ús una dotació de 30 lpd.**

4.2. Càlcul de la viabilitat econòmica dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises en l'àmbit domèstic

La viabilitat econòmica no és l'objectiu principal dels aprofitaments d'aigües grises. Aquests tenen com a primer objectiu reduir el consum d'aigua, com a recurs escàs que és a l'àmbit metropolità, donant un segon ús a l'aigua utilitzada a les dutxes i/o banyeres. Tot i això, també és necessari conèixer en quins casos és més viable econòmicament la seva utilització per tal de: saber l'impacte econòmic en els usuaris i per tenir un criteri per conèixer quines actuacions caldria prioritzar. També com és lògic hi haurà més facilitat i predisposició per aplicar mesures d'estalvi d'aigua si aquestes també són rendibles econòmicament per l'usuari.

En un edifici residencial el factor que marca la viabilitat econòmica d'un aprofitament d'aigües grises per als residents a l'edifici és el consum d'aigua de les cisternes d'inodor que s'abasteixen mitjançant aquesta font d'aigua no potable. Quant major sigui el consum d'aigües grises que substitueix l'aigua de la xarxa de subministrament, més gran serà l'estalvi econòmic en la factura d'aigua que reben els veïns i que permet compensar els costos de manteniment de la instal·lació i amortitzar els costos de la inversió inicial. En un edifici residencial el consum d'aigua dels inodors creix a mesura que augmenta el seu número d'habitatges. Per tant, la variable que determina la viabilitat econòmica d'un aprofitament d'aigües grises en un edifici residencial és el número d'habitatges.

Un apunt important és que en aquest estudi de viabilitat econòmica en l'àmbit domèstic els valors d'habitatges per edifici fan referència a tots els habitatges que comparteixen el mateix sistema d'aprofitament d'aigües grises. Per tant, per aplicar els resultats que s'obtenen en aquest estudi en un hipotètic cas real, si per exemple es volgués conèixer la viabilitat d'instal·lar aprofitament d'aigües grises en un edifici de 40 habitatges repartits a parts iguals en dues escales en què cadascuna tindria el seu sistema d'aigües grises, els valors de la viabilitat serien els de que en aquest estudi corresponen als 20 habitatges per edifici, no 40.

L'objectiu de l'estudi de viabilitat econòmica és calcular els estalvis aconseguits en la factura d'aigua potable de tots els habitatges de l'edifici, els costos derivats de la instal·lació, i trobar quin és el llindar de número d'habitatges per edifici que equilibra estalvi i costos i que per tant fa rendible econòmicament la instal·lació pels veïns. La idea és que la suma dels estalvis en les factures d'aigua de tots els habitatges sigui superior a la suma dels costos compartits que requereix la instal·lació d'aprofitament d'aigües grises.

El cost més important i que per tant més influeix en la viabilitat econòmica és la inversió inicial que inclou el cost d'adquisició de l'equip d'aprofitament d'aigües grises i tota la instal·lació necessària. Aquesta inversió però no en tots els casos l'haurien d'assumir els veïns. Si l'edifici és de nova construcció la inversió inicial aniria a càrrec del promotor i no repercuteix a càrrec dels veïns. En canvi, en el cas que l'edifici estigui construït i calgui fer una reforma integral de l'edifici per tal d'instal·lar l'aprofitament d'aigües grises, la inversió inicial sí que la farien els veïns. Per aquest motiu, en l'anàlisi de la viabilitat econòmica de les aigües grises en l'àmbit domèstic es contemplen dos escenaris diferents en funció de si la inversió inicial és assumida pels veïns o no.

A continuació es detallen les hipòtesis que s'han assumit i els passos que s'han seguit per tal d'acabar trobant el llindar de número d'habitatges per edifici que fa rendible econòmicament l'aprofitament d'aigües grises en el sector domèstic de l'àmbit metropolità.

4.2.1. Hipòtesis de partença

L'estudi de la viabilitat econòmica es planteja com un balanç entre els costos i els beneficis derivats de l'aprofitament de les aigües grises. És important destacar que els costos i els beneficis que s'han contemplat són aquells que es poden monetitzar i que repercuteixen directament en els usuaris de la instal·lació. Això descarta l'aspecte positiu segurament més important provocat per la utilització de les aigües grises que és el benefici ambiental i social degut a l'estalvi d'aigua en una zona de clima mediterrani com és el territori metropolità.

Taula 6: Costos i beneficis contemplats per l'estudi de viabilitat econòmica dels aprofitaments d'aigües grises en el sector domèstic.

Costos	Beneficis
Instal·lació de l'equip d'aigües grises	Estalvi en la factura d'aigua potable
Manteniment de l'equip d'aigües grises	
Energètic	

Font: Barcelona Regional

L'anàlisi de viabilitat es realitza agafant com a model un habitatge tipus de l'àmbit metropolità. Les hipòtesis que s'han considerat són les següents:

- Per considerar viable l'aprofitament el nombre d'anys per tal d'amortitzar la inversió ha de ser inferior a la seva vida útil, que es considera de 20 anys.
- L'equip de depuració d'aigües grises considerat és de tecnologia de reactor biològic de membrana (MBR). S'ha escollit aquest ja que segons el document de "*Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises*" i segons els tècnics de l'ajuntament de Sant Cugat del Vallès, és la tecnologia més fiable i que millors resultats ofereix actualment.
- No es contemplen subvencions o exempcions fiscals per part de les administracions als edificis que aprofiten les aigües grises. Tot i que l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès sí que proporciona algunes subvencions, a la resta de l'àmbit metropolità actualment no n'hi ha.
- Per calcular l'estalvi s'ha utilitzat la factura de l'aigua del municipi de Barcelona vigent l'any 2019. Les factures d'aigua són diferents entre els municipis segons la companyia subministradora que presti el servei d'abastament en baixa i segons la taxa de clavegueram fixada per l'ajuntament.
- Rati de 2,52 habitants per llar. És el valor mitjà de l'AMB vigent (any 2016).
- Dotació d'aigua domèstica considerada de 104,3 lpd. Correspon a la dotació mitjana de l'AMB de l'any 2018.
- Consum d'aigua uniforme al llarg de tot l'any.
- Dotació d'aigua de les cisternes dels inodors de 30 lpd. Es considera aquest valor ja que s'ajusta a les diferents fonts referents al consum d'inodors a l'àmbit metropolità (veure apartat 4.1).

En els següents subapartats es detallen les metodologies emprades per tal de calcular l'estalvi econòmic i els costos de manteniment i d'instal·lació d'un aprofitament d'aigües grises en un edifici residencial.

4.2.2. Estalvi econòmic

L'estalvi econòmic prové de la reducció de la factura de subministrament degut a la disminució del consum d'aigua potable. Per obtenir el valor d'estalvi de la factura de subministrament d'un habitatge s'ha calculat la diferència entre el cost d'una factura d'aigua en l'escenari que NO s'aprofiten les aigües grises a l'edifici, respecte el cost de la factura d'aigua del mateix habitatge en l'escenari que SÍ que s'utilitzen les aigües grises per l'ús d'ompliment de cisternes d'inodors. Per calcular els consums d'aigua dels dos escenaris (no aigües grises vs sí aigües grises) s'han utilitzat els valors de dotació, dotació de cisternes d'inodors i de rati d'habitants per llar que es justifiquen en l'apartat anterior. **L'estalvi econòmic global de tot l'edifici s'obté multiplicant l'estalvi obtingut en la factura d'un habitatge pel número total d'habitatges de l'edifici.**

Degut a que l'estalvi econòmic s'obté a partir de la diferència dels costos de dues factures que representen dos escenaris diferents, l'estalvi econòmic és proporcional a l'estalvi d'aigua i no depèn de les parts fixes de la factura. Per tant, com que les parts fixes (quota de servei) tenen els mateixos costos en els dos escenaris, aquestes no es tenen en compte en els càlculs.

La factura d'aigua dels habitatges residencials són factures del tipus per a subministraments domèstics. Aquestes factures acostumen a ser de freqüència bimensual, tot i que en les tarifes de les companyies subministradores els límits dels trams i els seus costos €/m³ són en base a consums mensuals. Com s'ha comentat, per l'anàlisi de viabilitat es considera la factura de l'aigua vigent al municipi de Barcelona. La factura de l'aigua per a subministraments domèstics de Barcelona es desglossa en els següents conceptes:

1. Tarifa del servei
2. Cànon de l'aigua
3. Taxa de clavegueram
4. TMTR (no es considera)

Tarifa del servei

De la tarifa del servei, gestionada per la companyia subministradora, només és necessària pel càlcul de l'estalvi econòmic la part variable (trams de consum). En aquesta part variable els consums d'aigua es divideixen en cinc trams de consum amb tarifa creixent (veure Taula 7). El consum que supera el límit del tram 1 es factura a tarifa de tram 2 i així successivament fins al tram més alt. Al cost total calculat del tram de consum cal sumar-hi un IVA del 10%.

Taula 7: Trams de consum de la tarifa del servei de subministrament d'ABEMCIA any 2019

tram	límits tram (m ³ /mes)	Preu (€/m ³)
1	fins a 6 m ³ /mes	0,6087
2	entre 6 i 9 m ³ /mes	1,2175
3	entre 9 i 15 m ³ /mes	1,8262
4	entre 15 i 18 m ³ /mes	2,4349
5	més de 18 m ³ /mes	3,0436

Font: Aigües de Barcelona

Els límits dels trams anteriors són vàlids per un habitatge on hi resideixin fins a tres persones. En habitatges de més de tres persones els límits de cada tram augmenten per cada persona de més.

Cànon de l'aigua

L'ACA és responsable de fixar els preus d'aquest tribut amb finalitat ecològica a nivell de tot Catalunya. Igual que la tarifa del servei aquest tribut també està dividit en trams segons el consum. En tots els casos es factura un mínim de 6 €/m³. Al cost total del cànon de l'aigua cal sumar-hi un IVA del 10%.

Taula 8: Trams de consum del cànon de l'aigua de l'ACA any 2019

tram	límits tram (m ³ /mes)	Preu (€/m ³)
1	fins a 9 m ³ /mes	0,4936
2	entre 9 i 15 m ³ /mes	1,137
3	entre 15 i 18 m ³ /mes	2,8425
4	més de 18 m ³ /mes	4,548

Font: ACA

Els límits dels trams anteriors són vàlids per un habitatge on hi resideixin fins a tres persones. En habitatges de més de tres persones els límits de cada tram augmenten per cada persona de més.

Taxa de clavegueram

Els ajuntaments gestionen les tarifes de la taxa de clavegueram. Pel cas del municipi de Barcelona la taxa de clavegueram per subministraments domèstics està dividida en dos trams de consum amb tarifa creixent: el tram 1, on es facturen els primers 12 m³/mes a 0,1529 €/m³ i el tram 2 on es factura la resta del consum a 0,2294 €/m³. El límit del tram 1 és vàlid per un habitatge on hi resideixin fins a quatre persones. En habitatges de més de quatre persones el límit augmenta per cada persona de més a raó de 3 m³/mes.

TMTR (Taxa Metropolitana de Tractament i deposició de Residus municipals)

Aquesta taxa de freqüència anual la gestiona l'AMB. A diferència de les taxes anteriors aquesta té un preu fix que s'assigna en funció del tram que correspongui el consum de l'habitatge. Tot i això cal tenir-la en compte pel l'anàlisi de viabilitat econòmica ja que una reducció del consum degut a l'aprofitament d'aigües grises pot provocar un descens del tram.

Taula 9: Trams de consum de la taxa TMTR de l'AMB per l'any 2019

tram	límits tram (m ³ /mes)	Preu (€/any)
1	fins a 6 m ³ /mes	30,44
2	entre 6 i 12 m ³ /mes	56,56
3	entre 12 i 18 m ³ /mes	96,39
4	més de 18 m ³ /mes	144,73

Font: AMB

Els límits dels trams anteriors són vàlids per un habitatge on hi resideixin fins a tres persones. En habitatges de més de tres persones per cada persona de més s'efectua una reducció del 5% en la quota.

Estalvi econòmic en un habitatge

Aplicant els valors comentats de rati d'habitants per llar, dotació domèstica i dotació de cisternes d'inodors, el consum en un habitatge seria de 8 m³/mes sense aprofitar aigües grises i de 5,7 m³/mes aprofitant les aigües grises. Per tant, reutilitzant les aigües grises s'aconsegueix un estalvi d'aigua de 2,3 m³/mes.

Amb aquests consums l'estalvi en la factura de l'aigua seria el següent:

Taula 10: Estimació de l'estalvi econòmic en la factura de l'aigua d'un habitatge de l'àmbit metropolità degut a l'aprofitament d'aigües grises

	NO aigües grises (€)	SÍ aigües grises (€)	Estalvi factura(€)	Estalvi anual(€)
Subministrament (10% IVA)	13,38	7,63	5,75	34,50
Cànon ACA (10% IVA)	8,68	6,18	2,50	14,98
Taxa clavegueram	2,44	1,74	0,70	4,22
TMTR	9,43	5,07	4,35	26,12
TOTAL	33,93	20,63	13,30	79,83

Font: Barcelona Regional

Aquest estalvi de 80€ anuals s'ha multiplicar pel número d'habitatges de l'edifici per tal d'obtenir l'estalvi global del bloc. Per exemple, en un edifici de 10 habitatges l'estalvi econòmic seria de 798 €/any.

4.2.3. Costos d'instal·lació i manteniment

Els costos derivats de l'aprofitament d'aigües grises en un edifici residencial són la inversió inicial per adquirir i posar en funcionament tot el sistema, el cost de manteniment per mantenir en funcionament la instal·lació i el cost de l'energia necessària pel sistema de depuració d'aigües grises. En l'escenari de que el cost d'instal·lació l'assumeix el promotor i no els veïns, desapareix dels costos la inversió inicial.

Tots els costos descrits depenen de quin és el volum d'aigües grises necessari (demanda) i augmenten a mesura que creix aquest volum. Però com que a mesura que augmenta el volum d'aigua necessari l'increment del cost proporcional cada vegada és menor (economia d'escala) i, en canvi, l'increment de l'estalvi de la factura d'aigua és més gran degut a que l'edifici té més habitatges, els edificis de més habitatges són els que l'aprofitament d'aigües grises és més rendible econòmicament.

Els valors dels costos considerats s'han obtingut de "*l'Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos*" que està inclòs dins del "*Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius a Barcelona (edició 2018)*" elaborat per BCASA. En aquest estudi els costos que s'inclouen, i que es mostren a continuació, han estat proporcionats per l'empresa especialista en aigües grises GEP Ibérica en seu a Sabadell.

Taula 11: Costos d'instal·lació i manteniment d'un sistema d'aprofitament d'aigües grises en funció de la seva demanda diària

Estalvi diari (litres/dia)	Quota de manteniment anual (€)	Cost substitució membrana (€)	Inversió (€)
0 - 3.000	900	750	12.000
3.000 - 6.000	1.200	1.500	18.000
6.000 - 9.000	1.500	2.250	22.000
9.000 - 12.000	1.700	3.000	30.000
>12.000	2.000	3.750	40.000

Font: Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos. BCASA

El cost de substitució de la membrana de la taula anterior s'ha de realitzar cada quatre anys. Per assignar un valor d'aquest cost de la membrana any a any es fa la simplificació de dividir el valor del cost de substitució pels 4 anys de la seva vida útil. Cada fila de la taula dels costos correspon a un equip diferent de tractament d'aigües grises, des del model més petit de 3 m³ diaris fins al més gran de més de 12 m³ diaris. En funció del número d'habitatges de l'edifici residencial se li assigna el model que li proporciona el volum d'aigües grises necessari. A tots els costos d'inversió i manteniment cal sumar-hi un IVA del 21%.

El consum energètic del sistema de depuració d'aigües grises i el preu mig de l'electricitat s'ha obtingut també del document "*Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos*". Els valors utilitzats són els següents:

Taula 12: Cost energètic del sistema d'aprofitament d'aigües grises

Consum energètic sistema depuració d'aigües grises (kWh/m ³)	Preu mig del KWH (€/KWh)
1,75	0,14767

Font: Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos. BCASA

El cost energètic de depuració d'aigües grises és de 0,2584 €/m³. Al cost energètic total, obtingut multiplicant el volum total d'aigües grises utilitzat pel preu €/m³, cal sumar-hi l'IVA.

4.2.4. Resultats viabilitat econòmica

Els resultats de la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises en els edificis residencials de l'àmbit metropolità, obtinguts seguint la metodologia descrita, mostren que **a partir d'edificis de 19 habitatges o superiors l'estalvi econòmic degut a la reducció de la factura de l'aigua supera els costos econòmics de funcionament (manteniment i substitució de la membrana).**

A continuació s'adjunta un gràfic que mostra els resultats anuals d'estalvi en la factura, de costos de manteniment i del balanç entre ambdós en funció del n° d'habitatges de l'edifici residencial.

Gràfic 2: Balanç cost benefici (sense amortització inversió inicial) de l'aprofitament d'aigües grises en un edifici residencial de l'AMB segons el seu número d'habitatsges



Font: @Barcelona Regional

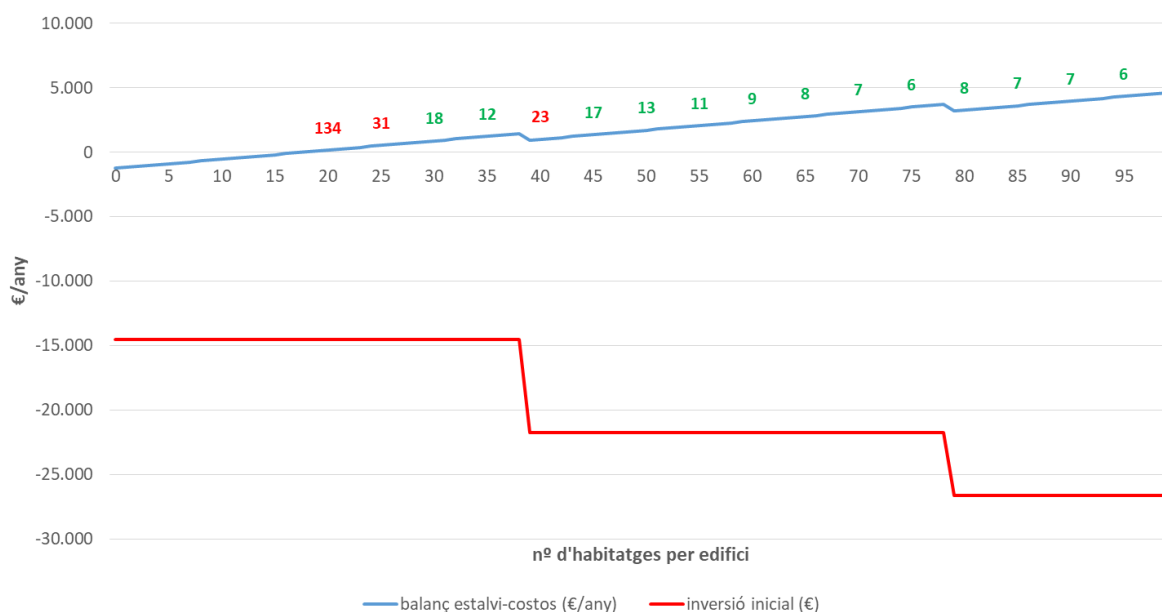
Per llegir els resultats del gràfic s'escull el nº d'habitatsges per edifici que es desitgi i es traça una línia vertical. Els punts d'intersecció d'aquesta vertical amb les línies d'estalvi, costos i balanç mostren els valors econòmics de l'aprofitament d'aigües grises per l'edifici escollit. Per exemple, per un edifici de 10 habitatges l'estalvi seria de 800 €/any, els costos de funcionament de 1.400 €/any i el balanç seria negatiu de -600 €/any. En canvi, per un edifici de 20 habitatges l'estalvi seria de 1.600 €/any, els costos de funcionament de 1.490 €/any i el balanç seria positiu a raó de +100 €/any.

Els salts de la línia de costos de funcionament (línia vermella) del gràfic, que representen un augment sobtat del cost, són deguts a que a partir del número d'habitatsges per edifici on es produeix aquest increment de cost és necessari un model d'aprofitament d'aigües grises de més capacitat i que per tant té majors costos de manteniment. Amb les característiques dels models utilitzats (veure Taula 11), fins a edificis de 40 habitatges convindria el model de 3m³/dia, de 40 habitatges a 80 el de fins a 6 m³/dia, i a partir de 80 habitatges el de capacitat fins a 9 m³/dia. Si es disposés d'un model més petit, de capacitat inferior al de 3 m³/dia, en els edificis de menor número d'habitatsges (fins a 20), que representen la gran majoria del parc residencial metropolità, la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises milloraria substancialment.

En l'escenari que els veïns de l'edifici també assumeixen la inversió inicial, als resultats que s'han mostrat cal afegir-hi el cost de la inversió inicial necessari per adquirir i instal·lar tot l'equipament. Aquest cost que es produeix a l'inici, abans que comenci l'estalvi econòmic en la factura, es divideix al llarg dels anys en forma d'amortització de la instal·lació. El valor d'anys necessari per amortitzar la inversió s'obté a partir de dividir el cost de la inversió respecte el balanç anual d'estalvi menys costos de manteniment. Lògicament, si el balanç anual és negatiu, no s'arriba mai a amortitzar la inversió. Per tant, els edificis de menys de 19 habitatges no amortitzen la inversió i el balanç econòmic és negatiu.

El número d'habitatges necessaris en un edifici metropolità per tal d'amortitzar la inversió en menys de 20 anys és de 29 habitatges. El següent gràfic mostra el nombre d'anys necessaris per amortitzar la inversió d'aigües grises en funció del nº d'habitatges de l'edifici. S'observa com els anys necessaris per l'amortització disminueixen ràpidament a mesura que augmenta el nº d'habitatges de l'edifici.

Gràfic 3: Viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises d'un edifici metropolità segons el seu nº d'habitatges. Els valors sobre la línia del balanç representen els anys necessaris per amortitzar la inversió. En verd es marquen les amortitzacions que són inferiors als 20 anys (s'ha considerat com a vida útil del sistema)



Font: @Barcelona Regional

El pas d'un sistema d'aprofitament d'aigües grises d'un model de menys capacitat a un de més capacitat provoca que en el llindar d'habitatges per edifici on es produeix el canvi hi hagi un descens sobtat de la viabilitat econòmica. Aquest descens de la viabilitat però es recupera ràpidament amb petits augments del nombre d'habitatges. Succeeix en els edificis de 40 habitatges, en què els resultats donen una amortització de la inversió en 23 anys, quan per edificis de 35 habitatges l'amortització és en 12 anys. Cal tenir present però que aquests resultats són obtinguts en un estudi estrictament teòric que no ha tractat casuístiques particulars de cada edifici. En la realitat segurament es trobaria una solució de model que permeti la viabilitat econòmica per aquests casos concrets.

A la següent taula es mostra un resum dels resultats de viabilitat econòmica per diferents grandàries d'edificis residencials.

Taula 13: Resum de l'anàlisi de viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises al sector domèstic de l'àmbit metropolità per diferents tipologies d'edificis residencials

	nº d'habitatges de l'edifici residencial							
	10	15	20	30	35	40	50	60
balanç anual (estalvi-manteniment)	-600€	-250€	110€	820€	1.180€	940€	1.650€	2.370€
amortització inversió inicial	-	-	130 anys	18 anys	12 anys	23 anys	13 anys	9 anys

Font: Barcelona Regional

4.3. Aprofitament d'aigües grises en sectors domèstics consolidats

Per instal·lar tot l'equip d'aigües grises i la xarxa de canonades en els edificis residencials ubicats en teixits consolidats cal o una reforma integral de tot l'edifici o es pot fer la instal·lació quan es construeix un edifici de nova planta en el solar existent.

A continuació es detalla la metodologia que s'ha utilitzat per obtenir la informació necessària del parc d'habitatges existent a l'àmbit metropolità (4.3.1), i seguidament es fa una estimació del potencial d'estalvi d'aigua total que podria suposar l'aprofitament d'aigües grises en el sector (4.3.2) tenint en compte els llindars de viabilitat econòmica calculats a l'apartat 4.2.

4.3.1. Caracterització del parc d'habitatges de l'àmbit metropolità

Per conèixer en quins edificis residencials existents es podrien aprofitar les aigües grises cal saber per cada un d'ells el seu número d'habitatges (necessari per poder estimar l'estalvi d'aigua que suposaria i també la seva viabilitat econòmica) i si té planta soterrada, que és imprescindible per tenir un espai per ubicar l'equip de tractament i emmagatzematge de les aigües grises. Per tant, l'objectiu és conèixer per tots els edificis residencials de l'àmbit metropolità la següent informació:

- N° d'habitatges
- Estimació de la població resident
- Presència de planta soterrada

Tota aquesta informació no era disponible i s'ha obtingut a partir del tractament de bases de dades existents.

4.3.1.1. Metodologia

L'eina disponible per conèixer les característiques del parc d'habitatges metropolità actual és el cadastre. El cadastre dona informació alfanumèrica i cartogràfica de tots els béns immobles i és elaborat i actualitzat pel Ministerio de Hacienda. S'ha utilitzat la darrera versió, a data de gener de 2017.

El cadastre conté la informació de totes les parcel·les i cada una d'elles està georeferenciada i es pot identificar mitjançant una referència cadastral única. De cada parcel·la el cadastre conté informació de tots els béns immobles existents, com per exemple tots els habitatges que conté, tot i que aquests béns immobles no estan georeferenciats.

El primer pas de la metodologia emprada ha consistit en seleccionar només aquelles parcel·les que tenen habitatge residencial i descartar la resta. En tot l'àmbit metropolità hi ha 174.147 parcel·les amb ús residencial³.

A partir d'aquestes parcel·les amb ús residencial ha calgut fer un seguit d'operacions per trobar el número d'edificis residencials existents en cadascuna, ja que tot i que no són majoria, hi ha parcel·les residencials que tenen més d'un edifici encara que el cadastre alguns cops no proporciona aquesta informació. En aquest punt s'ha de remarcar que tot i que s'utilitza el

³ No vol dir que les 174.147 tinguin d'ús només el residencial, ja que n'hi ha que comparteixen diversos usos (industrial, comercial o equipaments per exemple).

concepte edifici, el que realment es pretén conèixer és el número d'escalles que hi ha a l'àmbit metropolità, ja que com s'ha comentat, el conjunt d'habitatges que utilitzen un mateix sistema d'aigües grises són els habitatges d'una mateixa escala. Llavors, per exemple en el cas d'un portal d'un bloc plurifamiliar amb dues escales, aquest es comptarà com dos edificis.

Les excepcions de més d'un edifici en una mateixa parcel·la residencial, podent-se donar el cas que en una mateixa parcel·la es produeixin combinacions de vàries, són:

- Més d'un bloc d'edificis dins d'una mateixa parcel·la. Possible tant en casos plurifamiliars com en unifamiliars veure (Imatge 2).
- Més d'un número de portal en un mateix bloc. Possible en plurifamiliars.
- Més d'una escala en un mateix portal. Possible en plurifamiliars.

Imatge 2: La imatge de l'esquerra correspon a una parcel·la plurifamiliar de l'Eixample de Barcelona on hi ha quatre blocs d'edificis dins la mateixa parcel·la. La imatge de la dreta correspon a una parcel·la d'habitatges unifamiliars de Castelldefels on dins la mateixa parcel·la hi ha 31 llars unifamiliars diferents.



Font: Sede electrónica del catastro

Els fitxers alfanumèrics del cadastre que s'han utilitzat per obtenir els resultats de la caracterització del parc d'habitatges són el "Registro de Construcción" (fitxer T14) i el "Registro de Inmueble" (fitxer T15):

- Fitxer T14: és útil ja que conté informació de les construccions escales que hi ha a la parcel·la. Tot i això aquesta informació d'escalles no és vàlida en força casos ja que hi ha parcel·les que en què no s'hi inclou cap escala i d'altres en què s'hi inclou escales de comerços o magatzems ubicats a la mateixa parcel·la que l'edifici residencial.
- Fitxer T15: conté informació de l'adreça de tots els registres de béns immobles de la parcel·la. És útil perquè permet classificar tots els habitatges (i també els elements comuns) en portal i escala i, en cas que no hi hagi informació d'aquests degut a errors del cadastre, la presència d'adreces d'habitatges exactament repetides és un indicador de l'existència de més d'una escala.

Combinant la informació dels diferents fitxers del cadastre s'ha obtingut: el total d'edificis residencials de l'àmbit metropolità, el número d'habitatges per cada un d'ells i si tenen planta soterrada i les dimensions d'aquesta en cas afirmatiu. L'estimació del total de la població resident a cada edifici s'ha fet mitjançant el padró del 2016, que proporciona la població empadronada a cada secció censal. La metodologia utilitzada ha consistit en calcular per cada secció censal el quocient entre la població empadronada i el número d'habitatges (obtingut del cadastre). Llavors, multiplicant el nº d'habitatges total d'un edifici pel rati d'ocupació de la secció censal al que

pertany l'edifici s'obté la població estimada de l'edifici. La hipòtesi assumida en aquest mètode és que l'ocupació és uniforme dins d'una mateixa secció censal.

Un problema que s'ha detectat és que en els edificis unifamiliars amb més d'una planta el cadastre en molts casos defineix cada planta com un habitatge independent. Aquest fet provoca que molts edificis unifamiliars que en realitat només són un habitatge acabin comptats com a edificis de dos o fins i tot tres habitatges. Aquest problema té poca incidència en el càlcul del potencial de l'aprofitament de les aigües grises en el sector domèstic degut a que als edificis amb molt pocs habitatges no es planteja l'aprofitament ja que els costos de l'aprofitament d'aigües grises són molt superiors a l'estalvi (veure apartat 4.2.4). Tot i això, aquest fet sí que acaba provocant que el resultat del número d'habitatges totals metropolitans sigui més elevat que la realitat. Cal tenir-ho present. Una altra conseqüència és que degut a la impossibilitat de distingir els edificis unifamiliars amb dues plantes (pb+2) respecte d'un edifici plurifamiliar de tres habitatges, quan en el següent apartat es presenten els resultats s'agrupen tots els edificis amb rang de nº d'habitatges entre 1 i 3 en una mateixa categoria, corresponent a la categoria d'habitatges unifamiliars.

L'últim apunt abans de mostrar els resultats obtinguts del parc d'habitatges actual fa referència al marge d'error que tenen aquests: els resultats que s'han obtingut del parc d'habitatges metropolità existent són una estimació que en termes generals s'ajusta correctament a la realitat. Tot i això, cal tenir present que els valors concrets d'alguns edificis poden contenir errors que no s'han detectat (degut a la magnitud de les dades és impossible analitzar un a un tots els edificis), principalment degut a errors de picatge de les dades del cadastre (s'han detectat errors en un nombre considerable d'adreces).

4.3.1.2. Resultats

S'han detectat a l'àmbit territorial metropolità un total de 1.605.139 habitatges, dels quals el 51% estan al municipi de Barcelona. El nombre total d'edificis s'estima en 216.427, dels quals el 35% estan al municipi de Barcelona. La mitjana del rati d'habitatges per edifici del global metropolità és de 7.4.

Pel que fa als edificis que tenen planta soterrada, requisit que s'ha considerat necessari per l'aprofitament d'aigües grises, s'estima que són un total de 82.973, que representa un 38% del total d'edificis.

Dels resultats globals per l'àmbit metropolità que es poden consultar a la Taula 14 es poden extreure algunes reflexions interessants:

- El 50% dels edificis metropolitans són edificis unifamiliars (entre 1 i 3 habitatges). Tot i això en aquests només hi resideix l'11% de la població.
- Els edificis plurifamiliars de més de 10 habitatges representen només el 27% dels edificis totals però contenen el 69% dels habitatges i hi resideix el 72% de la població. Aquestes dades van amb consonància amb l'alta densitat que tenen la majoria de municipis metropolitans. El rang amb més habitatges i població correspon al d'edificis plurifamiliars d'entre 10 i 24 habitatges.
- Els edificis amb planta soterrada representen el 38% del total. Aquest percentatge però augmenta considerablement en els grans edificis si es fa l'anàlisi per rangs d'habitatge per edifici, superant del 50% en els edificis de més de 50 habitatges.

Aquests resultats són positius per l'aprofitament d'aigües grises per dos motius: la major part de la població resideix en edificis plurifamiliars mitjans i grans (fet beneficiós per la viabilitat econòmica de l'aprofitament) i els edificis residencials més grans són els que proporcionalment més tenen planta soterrada.

Taula 14: Resultats de la caracterització del parc d'habitatges metropolità existent

	tots els edificis	segons el nº d'habitatges per edifici				
		1 - 3	4 - 9	10 - 24	25 - 50	>50
Nº edificis [1]	216,427	111,454	47,209	45,758	11,137	869
%		51%	22%	21%	5%	0.4%
Nº habitatges	1,605,139	214,210	279,753	694,170	356,137	60,869
%		13%	17%	43%	22%	4%
Població estimada	3,226,600	366,929	535,372	1,437,998	758,224	128,076
%		11%	17%	45%	23%	4%

Edificis amb planta soterrada

	tots els edificis	segons el nº d'habitatges per edifici				
		1 - 3	4 - 9	10 - 24	25 - 50	>50
Nº edificis	82,973	44,427	17,530	15,807	4,768	441
% respecte fila 1	38%	40%	37%	35%	43%	51%
Nº habitatges	627,781	95,978	99,036	246,752	154,462	31,553
Població estimada	1,233,559	154,833	182,135	510,256	322,914	63,422

Font: Barcelona Regional

Els resultats dels habitatges a nivell municipal es poden consultar a l'annex d'aquest document a la Taula_annex 1 i la Taula_annex 2.

Les diferències entre municipis són molt importants i se'n poden destacar tres grups:

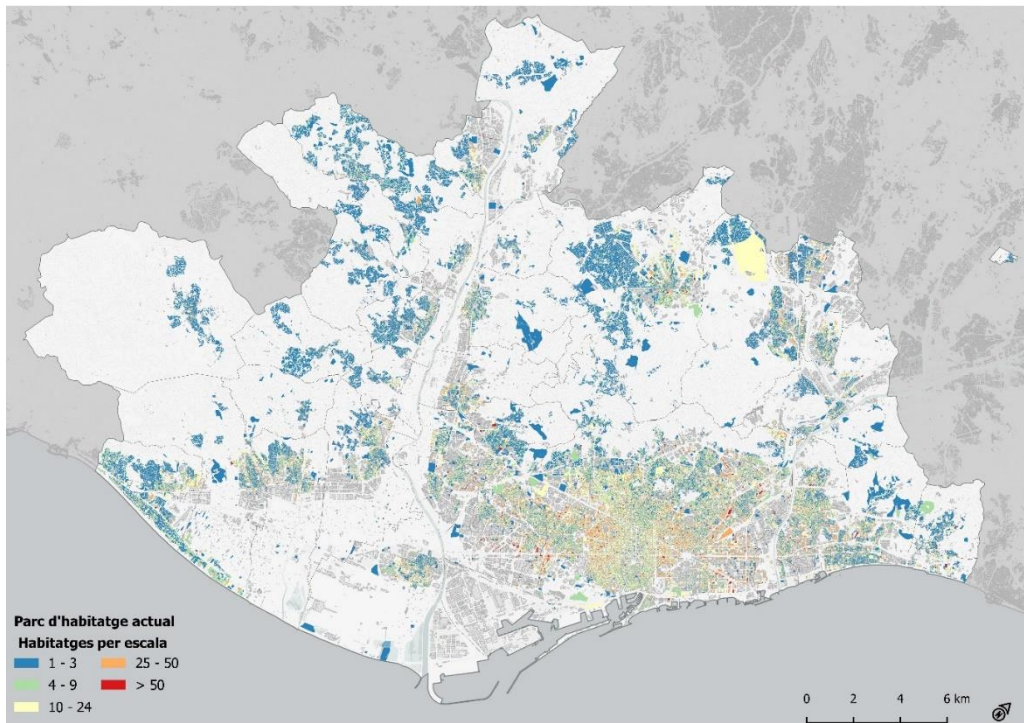
- Municipis on predomina l'habitatge unifamiliar (>50% de la població): Begues, Castellbisbal, Cervelló, Corbera de Llobregat, el Papiol, Sant Climent de Llobregat, Tiana i Torrelles de Llobregat. En aquests municipis el potencial d'aprofitament d'aigües grises en el sector domèstic no serà gaire important.
- Municipis mixtes: en aquesta categoria els municipis tenen tipologies d'habitatges diverses però cap d'elles és clarament predominant. Hi pertanyen la majoria de municipis metropolitans.
- Municipis amb grans habitatges plurifamiliars (>30% població en edificis de més de 25 habitatges): Badia del Vallès, Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià del Besòs i Sant Feliu de Llobregat. En aquests municipis el potencial d'aprofitament d'aigües grises pot ser molt significatiu respecte el consum domèstic del municipi.

Badia del Vallès té unes característiques especials degut a que és un municipi on la majoria dels edificis són similars i es van construir en la mateixa dècada. El 72% de la població de Badia resideix en edificis de més de 25 habitatges, però en canvi, només 9 dels 204 edificis que hi ha al municipi tenen planta soterrada.

A més a més dels resultats numèrics que es mostren a les taules, gràcies a que les parcel·les del cadastre estan geolocalitzades, els resultats també es poden mostrar mitjançant mapes. Com que el polígon geroreferenciat més petit que es té és la parcel·la però, només es pot mostrar un

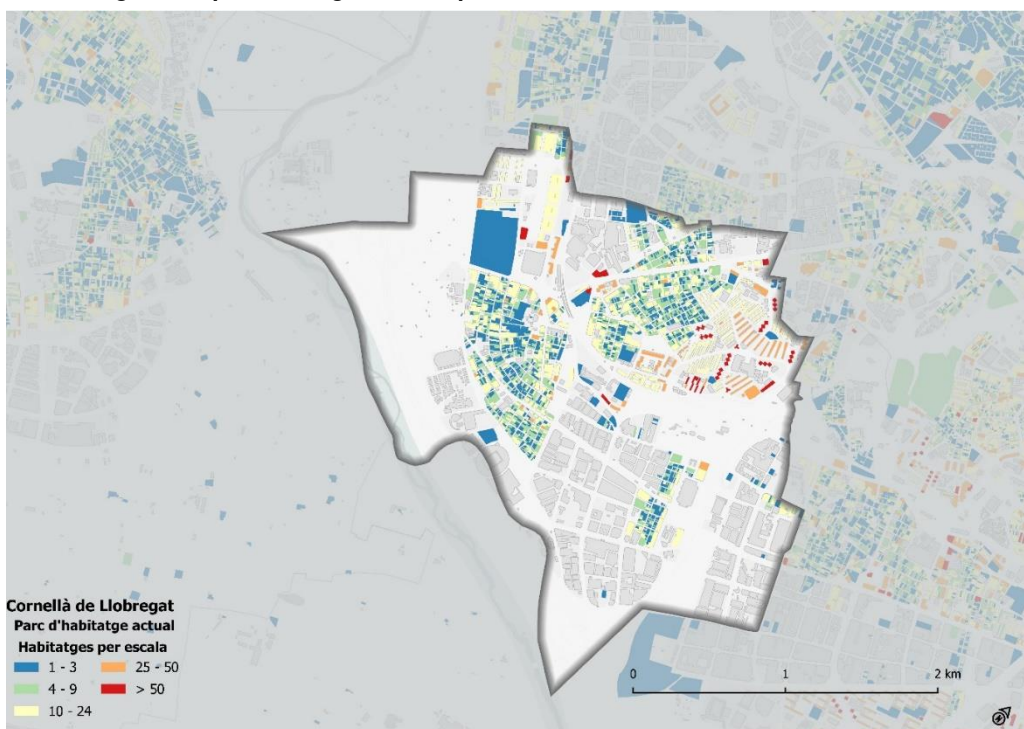
únic valor per cada una. S'ha escollit el criteri que en les parcel·les amb més d'un edifici es mostra el resultat de l'edifici amb més habitatges.

Imatge 3: Mapa del rati d'habitatges per edifici de totes les parcel·les residencials de l'àmbit de l'AMB



Font: @Barcelona Regional

Imatge 4: Mapa del rati d'habitatges per edifici de totes les parcel·les residencials de l'àmbit de Cornellà de Llobregat. Les parcel·les grises són parcel·les no residencials



Font: @Barcelona Regional

4.3.2. Estalvi d'aigua potencial

L'estalvi d'aigua potencial dels sectors domèstics metropolitans consolidats s'ha calculat a partir de la informació obtinguda del parc residencial i aplicant una dotació en cisternes d'inodors de 30 lpd uniforme per tots els habitatges.

La demanda d'aigües grises, que és equivalent a l'estalvi d'aigua produït, seria de 35,3 hm³ anuals (29% del consum domèstic) si es substituís tot el consum d'aigua potable actual dels inodors de l'àmbit metropolità per aigües grises. L'estalvi seria de 13,5 hm³ anuals (11% del consum domèstic) si l'aprofitament d'aigües grises es restringís als edificis amb planta soterrada. Aquests dos valors corresponen a un escenari de màxims que mitjançant només l'aprofitament d'aigües grises és molt difícil d'assolir ja que implica haver d'aprofitar aigües grises en habitatges unifamiliars i plurifamiliars de pocs habitatges, en els quals pels veïns des d'un punt de vista econòmic els costos superen clarament l'estalvi. Els escenaris més realistes, aprofitant només aigües grises en edificis plurifamiliars mitjans o grans amb planta soterrada, es mostren a continuació.

Taula 15: Resultats pel global de l'àmbit metropolità de l'estalvi degut a l'aprofitament d'aigües grises en el sector domèstic consolidat. Resultats agrupats per diferents rangs de nº d'habitatges per edifici. Només s'han contemplat edificis amb planta soterrada

	nº d'habitatges per edifici. Edificis amb planta soterrada				
	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	>30
Nº edificis	7.240	4.968	3.599	1.727	3.482
Nº habitatges	85.154	83.019	78.579	46.297	139.718
Població estimada	173.197	171.312	165.747	97.203	289.133
Estalvi d'aigua (m³/any)	1.896.047	1.875.407	1.814.689	1.064.570	3.165.776

Font: Barcelona Regional

Taula 16: Resultats pel global de l'àmbit metropolità de l'estalvi degut a l'aprofitament d'aigües grises en el sector domèstic consolidat. Resultats acumulats per diferents llindars de nº d'habitatges per edifici. Només s'han contemplat edificis amb planta soterrada

	nº d'habitatges per edifici. Edificis amb planta soterrada				
	>=10	>=15	>=20	>=25	>=30
Nº edificis	21.016	13.776	8.808	5.209	3.482
Nº habitatges	432.767	347.613	264.594	186.015	139.718
Població estimada	896.591	723.394	552.082	386.335	289.133
% població total	28%	22%	17%	12%	9%
Estalvi d'aigua (m³/any)	9.816.489	7.920.442	6.045.035	4.230.346	3.165.776
% respecte consum domèstic	8%	6%	5%	3%	3%

Font: Barcelona Regional

Si s'escull el **llindar d'edificis de 20 o més habitatges**, superior als 19 habitatges/edifici que en l'estudi de viabilitat econòmica s'ha obtingut que és el llindar de viabilitat si no es s'inclou la inversió inicial, **l'estalvi anual d'aigua seria de 6 hm³**. S'aprofitarien les aigües grises en 8.808 edificis i en serien usuaris més de mig milió de ciutadans. L'estalvi d'aigua del 5% no és menor, ja que per exemple permetria reduir la dotació domèstica mitjana de l'AMB per sota els 100 lpd (la dotació de l'any 2018 va ser de 104,3 lpd).

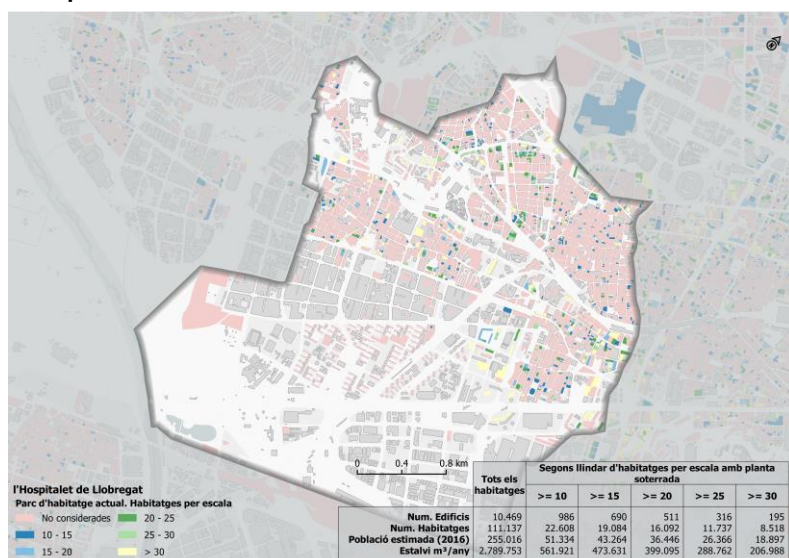
Si el llindar que s'escull és el de **30 habitatges per edifici**, superior als 29 habitatges edifici que s'ha obtingut com a llindar de viabilitat econòmica de les aigües grises si els veïns també han d'amortitzar la inversió inicial, **l'estalvi d'aigua seria de 3,2 hm³/any**. S'aprofitarien les aigües grises en 3.482 edificis i en serien usuaris gairebé 300.000 ciutadans. L'estalvi d'aigua respecte el total del consum domèstic d'aigua seria del 3%.

Si l'anàlisi es fa a nivell municipal els resultats són molt dispars (veure Taula 17). Hi ha municipis que proporcionalment l'estalvi seria superior a la mitjana metropolitana i d'altres en què l'aprofitament d'aigües grises seria molt testimonial. A l'annex s'adjunta una taula (Taula_annex 3) més detallada dels resultats a nivell municipal.

Escollint el llindar d'edificis de ≥ 20 habitatges, els cinc municipis que l'aprofitament d'aigües grises proporcionalment suposaria més estalvi d'aigua respecte el consum domèstic actual són: Santa Coloma de Cervelló (7,1%), Santa Coloma de Gramenet (6,7%), Sant Feliu de Llobregat (6,3%), Ripollet (6,2%) i Barcelona (5,9%). Si s'ordenen els cinc municipis que tenen major estalvi en valor absoluts els resultats canvien: Barcelona (3,7 hm³/any), l'Hospitalet de Llobregat (0,4 hm³/any), Badalona (0,35 hm³/any), Santa Coloma de Gramenet (0,27 hm³/any) i Sant Cugat del Vallès (0,12 hm³/any). A l'altre costat de la balança es troben aquells municipis que l'aprofitament d'aigües grises en edificis de ≥ 20 habitatges provoca un estalvi d'aigua més testimonial: Torrelles de Llobregat (0%), Cervelló (0,3%), Sant Climent de Llobregat (0,4%), Badia del Vallès (0,6%) i Castellbisbal (0,7%). Tots aquests, excepte Badia, són municipis dispersos on domina l'habitatge unifamiliar. El cas de Badia és especial ja que com s'ha comentat la majoria d'edificis tenen molts habitatges però són edificis sense planta soterrada on per tant a priori no hi hauria espai disponible per situar l'equipament d'emmagatzematge d'aigües grises.

Els resultats també es poden consultar mitjançant un plànol que mostren per cada un dels municipis les parcel·les on es podrien aprofitar les aigües grises segons el llindar d'habitatges/edificis que s'esculli. A continuació es mostra el plànol de l'Hospitalet com a exemple. Els plànols de tots els municipis es poden consultar a l'annex d'aquest document.

Imatge 5: Mapa dels resultats d'estalvi potencial d'aigües grises en sectors domèstics consolidats de l'Hospitalet



Font: @Barcelona Regional

Taula 17: Estalvi d'aigua potencial als municipis de l'AMB degut a l'aprofitament de les aigües grises en els sectors domèstics consolidats i percentatge de l'estalvi respecte el total del consum domèstic del municipi. Valors segons diferents llindars d'habitatges per escala

Municipi	Segons nº d'habitatges d'edifici. Edificis amb planta soterrada									
	>=10		>=15		>=20		>=25		>=30	
	m³	%	m³	%	m³	%	m³	%	m³	%
Badalona	554.377	7,1	453.308	5,8	352.612	4,5	238.075	3,0	166.604	2,1
Badia del Vallès	4.457	1,1	3.066	0,7	2.584	0,6	2.102	0,5	2.102	0,5
Barberà del Vallès	71.843	5,8	58.834	4,7	40.843	3,3	32.938	2,7	26.838	2,2
Barcelona	5.582.945	8,8	4.650.772	7,4	3.737.366	5,9	2.858.279	4,5	2.263.464	3,6
Begues	7.238	2,3	5.201	1,6	2.737	0,9	1.752	0,5	1.752	0,5
Castellbisbal	20.356	4,2	11.311	2,3	3.526	0,7	1.128	0,2	0	0,0
Castelldefels	162.816	5,5	125.487	4,3	89.648	3,1	44.807	1,5	24.342	0,8
Cerdanyola del Vallès	145.624	6,5	103.237	4,6	73.693	3,3	40.942	1,8	34.120	1,5
Cervelló	6.712	1,6	4.128	1,0	1.336	0,3	482	0,1	0	0,0
Corbera de Llobregat	12.614	2,1	6.669	1,1	4.927	0,8	4.281	0,7	3.493	0,6
Cornellà de Llobregat	165.071	5,5	120.844	4,0	80.636	2,7	58.276	1,9	51.881	1,7
El Papiol	5.771	3,4	3.143	1,9	1.829	1,1	0	0,0	0	0,0
El Prat de Llobregat	84.238	3,7	57.345	2,5	36.661	1,6	27.266	1,2	13.436	0,6
Esplugues de Llobregat	173.448	9,9	144.113	8,3	101.517	5,8	43.406	2,5	23.521	1,3
Gavà	130.414	7,0	88.575	4,8	55.341	3,0	26.554	1,4	16.907	0,9
La Palma de Cervelló	4.249	3,4	2.048	1,6	1.161	0,9	0	0,0	0	0,0
L'Hospitalet de Llobregat	561.921	6,3	473.631	5,3	399.095	4,5	288.762	3,2	206.988	2,3
Molins de Rei	80.132	8,2	56.097	5,8	39.376	4,0	18.308	1,9	15.779	1,6
Montcada i Reixac	102.098	8,0	78.632	6,1	45.727	3,6	18.845	1,5	10.348	0,8
Montgat	39.519	8,7	29.401	6,5	21.615	4,8	16.819	3,7	14.071	3,1
Pallejà	22.097	4,7	14.213	3,0	9.943	2,1	4.741	1,0	3.537	0,8
Ripollet	170.240	12,3	131.039	9,5	86.034	6,2	38.511	2,8	24.254	1,8
Sant Adrià de Besòs	91.794	7,2	74.121	5,8	55.243	4,4	31.722	2,5	18.308	1,4
Sant Andreu de la Barca	95.703	9,2	70.014	6,7	45.913	4,4	23.444	2,3	13.764	1,3
Sant Boi de Llobregat	178.014	6,1	126.976	4,4	66.707	2,3	33.803	1,2	16.414	0,6
Sant Climent de Llobregat	4.281	2,8	2.727	1,8	657	0,4	0	0,0	0	0,0
Sant Cugat del Vallès	251.215	5,9	183.631	4,3	121.950	2,9	60.389	1,4	40.953	1,0
Sant Feliu de Llobregat	145.438	9,2	124.458	7,9	98.977	6,3	80.001	5,1	39.716	2,5
Sant Joan Despí	118.446	9,6	90.524	7,3	65.470	5,3	35.128	2,8	16.107	1,3
Sant Just Desvern	59.469	7,6	40.022	5,1	28.043	3,6	20.126	2,6	18.757	2,4
Sant Vicenç dels Horts	40.449	3,7	29.401	2,7	19.765	1,8	11.366	1,1	6.942	0,6
Santa Coloma de Cervelló	36.146	11,9	27.211	9,0	21.484	7,1	3.811	1,3	0	0,0
Santa Coloma Gramenet	506.328	12,7	404.340	10,1	265.702	6,7	135.681	3,4	75.040	1,9
Tiana	17.531	4,2	8.442	2,0	4.544	1,1	2.135	0,5	2.135	0,5
Torrelles de Llobregat	4.358	1,8	1.402	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Viladecans	159.136	6,6	116.081	4,8	62.371	2,6	26.466	1,1	14.202	0,6
TOTAL AMB	9.816.489	7,9	7.920.442	6,4	6.045.035	4,9	4.230.346	3,4	3.165.776	2,6

Font: Barcelona Regional

Tots els resultats anteriors fan referència a l'aprofitament potencial d'aigües grises. No són valors que es puguin assolir en un escenari immediat ja que caldria realitzar rehabilitacions integrals als edificis actuals o bé construir-ne de nous. Per tant, l'horitzó d'anys necessari per assolir els valors d'estalvi potencial que es mostren depèn del ritme de renovació del parc d'habitatges.

4.4. Aprofitament d'aigües grises en els nous sectors de desenvolupament

Des de l'oficina del PDU de l'AMB es defineixen quins són els nous sectors de desenvolupament que s'han d'anar implementant al llarg del pròxims anys (no hi ha un horitzó de cap data concreta).

Els edificis residencials que s'han de construir en aquests nous sectors són de nova planta. Això beneficia en dos aspectes molt importants el possible aprofitament d'aigües grises:

- Facilitat tècnica per la instal·lació de l'equip de tractament d'aigües i de tota la xarxa de conduccions necessària (des de les dutxes fins a l'equip de tractament i des de l'equip de tractament fins als inodors). A més a més es poden dissenyar els edificis de tal manera que tots disposin d'un espai soterrat on situar l'equip de tractament i emmagatzematge.
- Els edificis són de nova construcció. Per tant seria el promotor i no els veïns qui assumiria el cost econòmic de la inversió inicial per adquirir i posar en funcionament tot l'aprofitament. Això faria que la rendibilitat econòmica pels veïns sigui millor, sent el llindar de viabilitat 19 habitatges/edifici.

En el PDCIA elaborat per Barcelona Regional l'any 2018 s'estima que el consum total d'aigua domèstica d'aquests nous sectors serà de 12,5 hm³. Això provocarà un increment del 17% de la demanda domèstica total de l'AMB respecte la situació de l'any 2018.

L'increment substancial de la demanda d'aigua domèstica i els avantatges que tenen els edificis de nova planta per aprofitar les aigües grises són els dos principals motius que justifiquen l'estudi de quin pot ser el potencial d'aprofitament de les aigües grises en els nous sectors de desenvolupament previstos.

4.4.1. Caracterització dels nous sectors de desenvolupament

Estan definits un total de 427 sectors de nous desenvolupament dels quals 352 tenen ús residencial. La població estimada que tindran aquests sectors de desenvolupament residencials és de 326.500 habitants i el consum domèstic d'aigua estimat és de 12,5 hm³/any.

Malauradament però, no es coneix quina serà la tipologia edificatòria de cap dels sectors. Aquesta informació és imprescindible per tal d'estimar l'aprofitament d'aigües grises d'un sector ja que en funció de si es preveuen habitatges unifamiliars, plurifamiliars de pocs habitatges o plurifamiliars amb molts habitatges, la situació és totalment diferent. Degut a aquesta manca d'informació el que ha calgut és estimar el número d'habitatges per edifici de cada sector a partir de dades de variables indicatives que si que són disponibles.

Aquestes dues variables són el nº d'habitatges total previst al sector i el sòl residencial total del sector. Fent el quocient entre ambdós valors s'obté la densitat de nº d'habitatges per sòl residencial, que és una variable indicativa de la tipologia edificatòria. Valors alts de densitat d'habitatges per sòl residencial van associats a edificis plurifamiliars de molts habitatges, mentre

que valors baixos van associats a edificis unifamiliars o edificis plurifamiliars de pocs habitatges. La manca de dades torna a ser un problema ja que dels 352 sectors de desenvolupament residencial, 270 (un 77%) tenen informació del seu nº d'habitatges i del sòl residencial.

L'equivalència que permet el pas d'una densitat residencial del sector a una estimació de la mitjana del nº d'habitatges per edifici s'ha obtingut a partir de les característiques del parc d'habitatges metropolità actual.

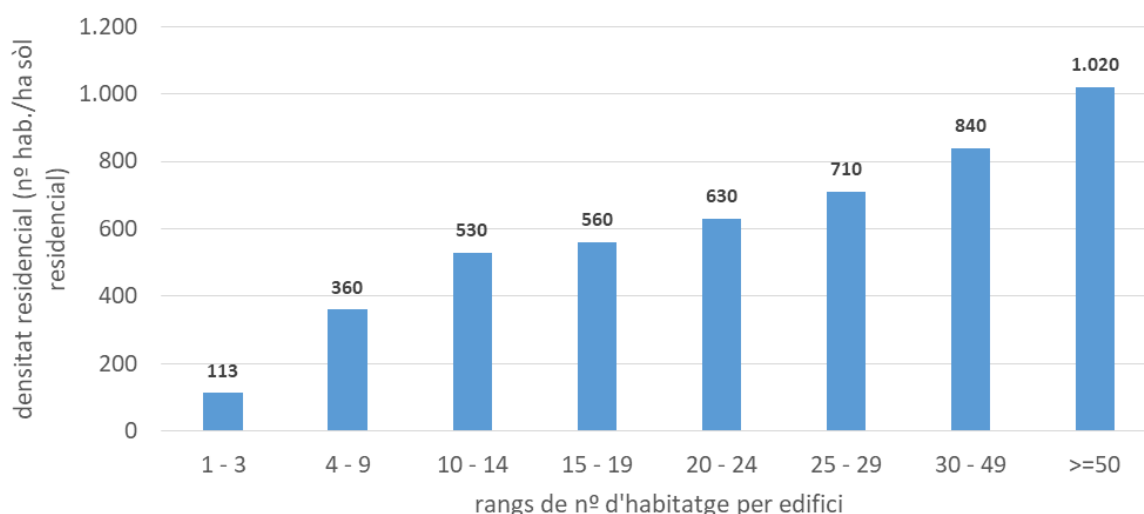
La metodologia per trobar aquesta equivalència ha estat calcular el rati del nº d'habitatges respecte el sòl per totes les parcel·les residencials del cadastre que només tenen un edifici. S'ha aprofitat la feina feta en l'apartat 4.3.1. S'han agrupat els resultats segons rangs de nº d'habitatge per edifici, i per cada un d'ells s'ha calculat la densitat mitjana. Els valors obtinguts es mostren a la següent taula i gràfic.

Taula 18: Mitjana de la densitat residencial per diferents rangs de nº d'habitatges per edifici de les parcel·les residencials del parc d'habitatges actual metropolità

	Nº d'habitatges per edifici							
	1 - 3	4 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 49	>=50
Densitat residencial (nº habitatges/sòl residencial)	113	360	530	560	630	710	840	1.020

Font: Barcelona Regional

Gràfic 4: Densitat (nº habitatges respecte sòl residencial) del parc d'habitatges actual metropolità



Font: @Barcelona Regional

El llindar d'habitatges per edifici que interessa per l'aprofitament d'aigües grises és el de 20, ja aquest és el que fa viable econòmicament les aigües grises en edificis de nova construcció. Per aquest llindar, segons els valors de la Taula 18, equival una densitat de 600 habitatges/ha. Cal tenir en compte que són valors aproximats i que la desviació dels resultats de la densitat residencial del parc d'habitatges actual és molt elevada.

Dels 270 sectors residencials amb informació de nº d'habitatges i de sòl residencial, 16 tenen una densitat superior a 600 habitatges/ha_residencial.

4.4.2. Estalvi d'aigua potencial

La dotació de cisternes d'inodors escollida és de 30 lpd. Amb aquesta dada i les hipòtesis fetes en l'apartat anterior, es pot estimar el potencial d'aprofitament de les aigües grises en els nous sectors de desenvolupament previstos al territori metropolità.

Els resultats obtinguts (veure Taula 19) mostren que en els 16 sectors de nou desenvolupament en què s'ha considerat viable econòmicament l'aprofitament d'aigües grises, **l'estalvi anual d'aigua seria de més de 200.000 m³**. Aquest valor representa el **2% del consum d'aigua domèstic** que es preveu que tindran els nous sectors quan estiguin totalment desenvolupats.

A nivell municipal aquests 16 sectors es distribueixen en sis municipis diferents, dels quals Barcelona i l'Hospitalet en tenen cinc cadascun. Barcelona és el municipi que en valor absolut té més potencial d'aprofitament d'aigües grises amb més de 96.000 m³/anuals, però el municipi que té més percentatge d'estalvi respecte el consum total previst dels nous sectors és l'Espluga de Llobregat, amb un estalvi del 19%. Badia del Vallès és l'únic municipi metropolità que no té cap sector de nou desenvolupament previst al seu terme municipal.

Els resultats obtinguts són una estimació, i degut als següents motius es podrien qualificar com un límit inferior de la realitat de l'aprofitament d'aigües grises dels nous sectors de desenvolupament del PDU:

- Degut a la manca d'informació 82 sectors dels 352 residencials totals no s'han considerat a l'anàlisi.
- La hipòtesi que s'ha hagut d'assumir de densitat residencial uniforme en tots els sectors (ha estat l'única manera per estimar la tipologia edificatòria) limita el nº de sectors que realment es podrà aprofitar les aigües grises. Dins un sector que té densitat inferior al llindar que s'ha escollit per l'aprofitament d'aigües grises, és possible que hi hagi edificis amb nº d'habitatges superior al llindar de 20.

Taula 19: Resultats a nivell municipal de l'anàlisi de l'aprofitament d'aigües grises als nous sectors de desenvolupament residencials definits al PDU

Municipi	Sectors residencials	Sectors amb info de n° d'hab. i de sòl	Consum domèstic sectors (m3/any)	Sectors viable aprofitament d'aigües grises	Estalvi d'aigua (m³/any)	%Estalvi respecte consum dels sectors
Badalona	25	24	564.162	1	847	0%
Barberà del Vallès	11	11	119.880	0	0	0%
Barcelona	28	22	2.565.203	5	96.534	4%
Begues	12	12	85.668	0	0	0%
Castellbisbal	7	5	113.437	0	0	0%
Castelldefels	1	1	26.048	0	0	0%
Cerdanyola del Vallès	1	1	367.208	0	0	0%
Cervelló	15	14	192.247	0	0	0%
Corbera de Llobregat	8	2	82.186	0	0	0%
Cornellà de Llobregat	16	10	428.720	2	4.640	1%
el Papiol	9	4	119.759	0	0	0%
el Prat de Llobregat	8	5	1.377.966	0	0	0%
Esplugues de Llobregat	10	3	269.383	1	50.328	19%
Gavà	8	7	927.767	0	0	0%
La Palma de Cervelló	6	6	71.358	0	0	0%
L'Hospitalet de Llobregat	19	13	767.410	5	43.647	6%
Molins de Rei	4	3	101.737	0	0	0%
Montcada i Reixac	22	21	580.510	0	0	0%
Montgat	1	0	562	0	0	0%
Pallejà	5	3	62.635	0	0	0%
Ripollet	1	1	16.704	0	0	0%
Sant Adrià de Besòs	7	5	364.168	2	11.868	3%
Sant Andreu de la barca	4	3	76.363	0	0	0%
Sant Boi de Llobregat	26	26	629.445	0	0	0%
Sant Climent de Llob.	3	3	55.327	0	0	0%
Sant Cugat del Vallès	14	6	310.476	0	0	0%
Sant Feliu de Llobregat	4	1	153.228	0	0	0%
Sant Joan Despí	12	10	300.844	0	0	0%
Sant Just Desvern	8	5	194.615	0	0	0%
Sant Vicenc dels Horts	4	3	8.989	0	0	0%
Sta Coloma de Cervelló	2	2	69.353	0	0	0%
Sta Coloma de Gramenet	14	13	103.441	0	0	0%
Tiana	5	2	31.185	0	0	0%
Torrelles de Llobregat	5	5	58.247	0	0	0%
Viladecans	15	9	523.484	0	0	0%
Sectors plurimunicipals	12	9	811.229	0	0	0%
Total AMB	352	270	12.530.942	16	207.863	2%

Font: Barcelona Regional

5. POTENCIAL D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EL SECTOR HOTELER EN L'ÀMBIT METROPOLITÀ

En aquest capítol s'estudia quin és el potencial d'aprofitament de les aigües grises i la viabilitat econòmica d'aquests aprofitaments en el parc hotelier de l'àmbit de l'AMB. Són diversos els motius que justifiquen realitzar l'estudi de l'aprofitament de les aigües grises en el sector hotelier de l'àmbit metropolità, d'entre les quals en destaquen els següents:

- És un sector que degut a la importància del turisme consumeix importants quantitats d'aigua. Per tant, en el context metropolità de pocs recursos hídrics és especialment important estudiar mesures per reduir el consum d'aigua.
- Les característiques dels edificis afavoreixen. Els hotels acostumen a ser grans edificis amb moltes habitacions, on per tant, tant el nombre de dutxes i banyeres (proporcionen el recurs d'aigua grisa), com el d'inodors (generen la demanda) és elevat. Aquest fet afavoreix l'aprofitament d'aigües grises i fa més viable la inversió degut a l'economia d'escala. L'altre aspecte positiu és que la majoria d'hotels acostumen a tenir un espai suficientment gran (ja siguin aparcaments o baixos) on poder instal·lar tot l'equip necessari pel tractament i acumulació d'aigües grises.
- La inversió necessària per la instal·lació d'un equip d'aprofitament d'aigües grises i el seu manteniment es pot assumir amb més facilitat en el sector hotelier, que és un sector empresarial que obté beneficis, que en el sector residencial. El marc normatiu pot empènyer en aquesta direcció de ser més exigents.

En l'aprofitament d'aigües grises en el sector hotelier, igual que s'ha fet en el sector domèstic, es planteja que el recurs d'aigües grises resultant de dutxes i banyeres s'aprofita per satisfer la demanda d'aigua de cisternes d'inodors. D'aquesta manera es produeix una reducció del consum d'aigua potable equivalent al valor del consum dels inodors.

En l'estudi es consideren tots els hostals i hotels dins l'àmbit territorial de l'AMB en funcionament l'any 2019.

5.1. Caracterització dels establiments hotelers de l'AMB

5.1.1. Nombre, categoria i distribució per municipis

La informació del parc hotelier i les característiques de cada establiment (categoria, places, població i adreça) s'ha obtingut del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya. Les dades són del mes de maig de 2019. Tota aquesta informació ha servit per calcular l'estalvi d'aigua en hotels degut a l'aprofitament d'aigües grises que es pot consultar a l'apartat 5.1.2.

Les dades del número de places i d'establiments hotelers es poden consultar a la Taula 20. Dels 857 hotels presents a l'àmbit de l'AMB, 726 (el 85%) estan ubicats al municipi de Barcelona.

Aquesta dada evidencia que l'oferta hotelera està molt concentrada a la capital mentre que a la resta de municipis l'oferta és molt més escassa⁴.

Taula 20: Establiments hotelers i places hoteleres del total de l'AMB i del municipi de Barcelona a data de maig del 2019.

categoria	TOTAL AMB		Municipi Barcelona			
	nº establiments	places totals	nº establiments	percentatge	places totals	percentatge
hostals	322	7.970	290	90%	6.428	81%
1	61	4.364	47	77%	3.310	76%
2	67	5.951	46	69%	4.178	70%
3	143	17.751	120	84%	14.198	80%
4	224	48.677	185	83%	39.109	80%
5	40	12.019	38	95%	11.353	94%
TOTAL	857	96.732	726	85%	78.576	81%

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Empresa i Coneixement del maig del 2019.

Del total de 36 municipis de l'AMB, segons les dades disponibles n'hi ha 9 que no tenen cap establiment hotelier. Són Badia del Vallès, Begues, la Palma de Cervelló, Montgat, Pallegà, Sant Climent de Llobregat, Sant Vicenç dels Horts, Santa Coloma de Cervelló i Tiana.

A partir de l'adreça s'ha pogut geolocalitzar cada un dels 857 hotels, de manera que tota la informació disponible es pot treballar i representar en format GIS.

5.1.2. Consum d'aigua en l'àmbit hotelier

Pel que fa al consum d'aigua, per estudiar la viabilitat dels aprofitaments d'aigües grises és necessari conèixer quin és el consum estimat d'aigua de cada establiment i com es distribueix en els hotels el consum en els diferents usos. Aquesta informació és necessària per tal de conèixer si el recurs (consum de dutxes i banyeres) és superior a la demanda (descàrrega de cisternes d'inodors).

Pel que fa al consum total dels hotels, per estimar el consum d'aigua anual s'utilitza la següent informació:

- Dotació d'aigua del sector hotelier de l'AMB. Dades obtingudes del PDCIA elaborat per Barcelona Regional (veure Taula 21).
- Grau d'ocupació hotelera de l'any 2018. Pel municipi de Barcelona un 65,47% i per la resta de municipis de l'àrea un 60,13%. Les dades del municipi de Barcelona han estat obtingudes del departament d'estadística de l'Ajuntament de Barcelona, les de la resta de municipis de l'àrea de l'Idescat.
- Número de places hoteleres disponibles a l'àmbit de l'AMB. Dades del maig de 2019 obtingudes del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat (veure Taula 20).

A la següent taula es mostra el consum d'aigua estimat pel sector hotelier de l'AMB.

⁴ El segon i tercer municipi en número d'establiments hotelers són Castelldefels i l'Hospitalet de Llobregat amb 27 i 18 establiments respectivament.

Taula 21: Estimació del consum d'aigua anual dels hotels de l'àmbit de l'AMB.

Categoria Hotel	Dotació (lpd)	Consum d'aigua (m³/any)	
		Total AMB	Barcelona
Hostal	170	318.665	261.132
1 estrella	170	173.791	134.466
2 estrelles	180	249.755	179.712
3 estrelles	190	792.799	644.638
4 estrelles	300	3.433.690	2.803.711
5 estrelles	400	1.143.658	1.085.190
TOTAL		6.112.358	5.108.848

Font: Barcelona Regional

El consum anual estimat en hotels de 6,1 hm³ anuals representa el 3,4% dels 181 hm³ d'aigua potable de la xarxa d'abastament facturats l'any 2018 a tota l'AMB. Aquest percentatge augmenta considerablement al municipi de Barcelona que és on es concentra el 84% del consum hotel·ler de l'AMB. Els 5,1 hm³ anuals representen el 5,4% dels 95 hm³ subministrats. Per tant, les mesures d'estalvi d'aigua que s'apliquin en l'àmbit hotel·ler tindran impacte especialment a Barcelona.

Distribució del consum d'aigua en els diferents usos

La bibliografia existent respecte com és la distribució del consum d'aigua en els diferents usos dels hotels de l'àmbit de l'AMB és escassa. L'únic estudi que ha tractat aquest tema és l'*Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona*, elaborat l'any 2004.

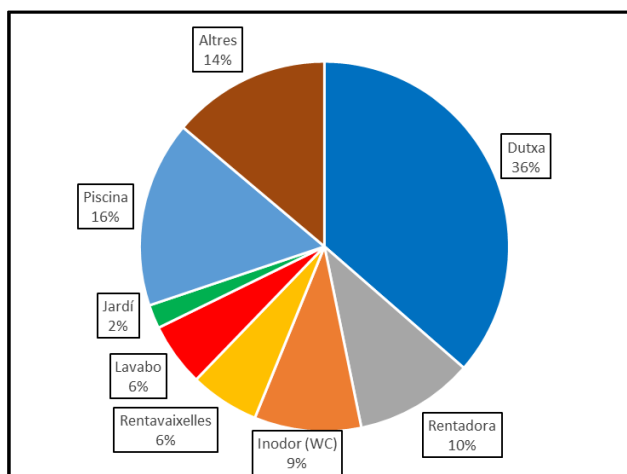
En aquest treball s'estudien mitjançant enquestes els hàbits de consum d'aigua de la RMB per quatre tipologies diferents d'habitatges: habitatges residencials, edificis públics, edificis comercials i hotels. Pel que fa als hotels, els resultats s'obtenen a partir d'enquestes realitzades l'any 2002 en 18 hotels. Tot i ser una mostra petita, acaba reflectint les diferents categories d'hotels, si bé la categoria predominant són hotels de 4 estrelles del municipi de Barcelona. L'antiguitat de l'estudi, però sobretot el fet que l'any 2002 és previ a l'important canvi d'hàbits que es produí en el consum d'aigua al territori metropolità, sobretot arran de la forta sequera dels anys 2007-2008, evidencia que caldria actualitzar aquest treball per tal de tenir una idea fidedigna de l'estat actual dels consums d'aigua en el sector hotel·ler. Tenint presents aquests condicionants d'antiguitat de l'estudi i d'una mostra petita, a la Taula 22 es mostren la distribució de consums entre els diferents usos d'un hotel.

Els valors de la taula han estat calculats com el quocient entre tots els consums d'aigua d'un hotel (incloent tant els d'habitacions com els d'espais comuns) i el nombre d'hostes totals⁵. Els resultats mostren que l'ús més important és el de dutxes/banyeres seguit de la piscina, la bugaderia i l'inodor. El consum de dutxa, inodor i lavabo suma més del 50%.

⁵ La unitat de litres per persona i dia (lpd) utilitzada generalment per expressar la dotació d'aigua, en el cas dels hotels equivaldria a litres per hoste i dia.

Taula 22: Estimació de la distribució del consum d'aigua dels hotels de l'AMB en els diferents usos

Ús	Dotació (lpd)	Percentatge
Dutxa	105	36%
Rentadora	30	10%
Inodor (WC)	27	9%
Rentavaixelles	17,5	6%
Lavabo	16	6%
Jardí	6	2%
Piscina	47	16%
Altres	40	14%
Total	288,5	100%



Font: Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona, any 2004

Per l'anàlisi de l'aprofitament d'aigües grises en hotels, objectiu d'aquest capítol, la dada de més importància és que el consum de dutxes és clarament superior al de tots els inodors (sumant els de les habitacions i els dels espais comuns), amb 105 lpd i 27 lpd respectivament. Tot i el marge d'error que puguin tenir els resultats respecte l'actualitat, és consistent assegurar que el recurs d'aigües grises (dutxes) és superior a la demanda (cisternes inodors) i, per tant, des d'un punt de vista de balanç d'aigua és viable l'aprofitament d'aigües grises als hotels metropolitans.

5.2. Càlcul de la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises en els establiments hotelers

El factor que marca la viabilitat econòmica d'un aprofitament d'aigües grises per al propietari de la instal·lació és el consum d'aigua de les cisternes d'inodor que s'abasteixen mitjançant aquesta font d'aigua no potable. Quant major sigui el consum d'aigües grises que substitueix l'aigua de la xarxa de subministrament, més gran serà l'estalvi econòmic en la factura d'aigua que permet compensar els costos de manteniment de la instal·lació i amortitzar els costos de la inversió inicial. En un establiment hotelier el consum d'aigua dels inodors és proporcional al número de places hoteleres. Conseqüentment, el paràmetre que permet determinar la viabilitat econòmica d'un aprofitament d'aigües grises en un establiment hotelier és el seu número de places.

Seguint la mateixa metodologia utilitzada per l'anàlisi de la viabilitat econòmica de les aigües grises en l'àmbit residencial (veure l'apartat 4.2), en aquest apartat referent a l'estudi de la viabilitat econòmica en el sector hotelier es calculen els estalvis generats en la factura d'aigua potable, els costos derivats de la instal·lació, i es troba quin és el llindar de número de places per hotel que equilibra estalvi i costos i, per tant, fa rendible econòmicament la instal·lació per a l'hotel.

A diferència de l'anàlisi de la viabilitat en l'àmbit residencial (veure apartat 4.2), on la inversió inicial de l'aprofitament d'aigües grises (que és de llarg el cost més important) no té perquè anar a càrrec dels residents ja que la podria assumir el promotor de l'edifici, en els hotels el cost de la instal·lació l'assumeix el propietari de l'establiment. Llavors, per la viabilitat econòmica de les aigües grises en hotels només es contempla l'escenari que el propietari assumeix els cost de la inversió inicial, descartant l'escenari més favorable que només assumís els costos de manteniment de la instal·lació.

A continuació es desenvolupen les hipòtesis que s'han assumit i els passos que s'han seguit per tal d'acabar calculant el llindar de número de places hoteleres per establiment que fa rendible econòmicament l'aprofitament d'aigües grises en el sector hotelier de l'àmbit metropolità.

5.2.1. Hipòtesis de partença

L'anàlisi de la viabilitat econòmica es planteja com un balanç entre els costos (de funcionament i amortització inversió) i els beneficis derivats de l'aprofitament de les aigües grises. És important destacar que els costos i els beneficis que s'han contemplat són aquells que es poden monetitzar i que repercuteixen directament en els usuaris de la instal·lació (veïns en el cas del sector domèstic, propietaris de l'establiment en el cas del sector hotelier). Això descarta l'aspecte positiu segurament més important provocat per la utilització de les aigües grises: el benefici ambiental i social degut a l'estalvi d'aigua en una zona de clima mediterrani on l'aigua és escassa com és el territori metropolità.

Taula 23: Costos i beneficis considerats per l'anàlisi de viabilitat econòmica dels aprofitaments d'aigües grises en el sector hotelier.

Costos	Beneficis
Instal·lació de l'equip d'aigües grises	Estalvi en la factura d'aigua potable
Manteniment de l'equip d'aigües grises	
Energètic	

Font: Barcelona Regional

L'anàlisi s'ha realitzat per cada una de les categories dels establiments hotelers, des de categoria d'hostal fins a 5 estrelles. Les hipòtesis que s'han considerat per efectuar l'anàlisi en un hotel tipus de l'AMB són les següents:

- Per considerar viable l'aprofitament el nombre d'anys per tal d'amortitzar la inversió ha de ser inferior a la seva vida útil, que es considera de 20 anys.
- L'equip de depuració d'aigües grises considerat és de tecnologia de reactor biològic de membrana (MBR). S'ha escollit aquest ja que segons el document de "*Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises*" i segons els tècnics de l'ajuntament de Sant Cugat del Vallès, és la tecnologia més fiable i que millors resultats ofereix actualment.
- Ocupació de l'hotel del 65,47% uniforme al llarg de l'any. Correspon al grau d'ocupació hotelera mitjana de l'any 2018 del municipi de Barcelona.
- Per calcular l'estalvi s'ha utilitzat la factura de l'aigua del municipi de Barcelona vigent l'any 2019. Les factures d'aigua poden ser diferents entre els municipis segons la companyia subministradora que presti el servei d'abastament en baixa i segons la taxa de clavegueram fixada per l'ajuntament. S'ha escollit la de Barcelona com a representativa ja que en aquets municipi s'hi concentren el 85% dels establiments hotelers de l'AMB.
- L'hotel té un comptador sobre ramal únic.
- Dotació d'aigua de l'hotel en funció de la categoria de l'establiment. Els valors considerats són els establerts en el PDCIA, que es poden consultar a la Taula 21.

- Consum d'aigua de l'hotel uniforme al llarg de l'any. Aquesta hipòtesi no és certa en la realitat ja que en temporada alta els consums augmenten degut a l'increment de l'ocupació i per l'augment de certs usos d'aigua que van lligats amb la temporada d'estiu (bàsicament la piscina). Tot i això, com que l'estudi de viabilitat és a llarg termini, el fet de no considerar aquestes variacions estacionals en el consum no hauria d'influir significativament en els resultats.
- Dotació d'aigua de les cisternes dels inodors de 30 lpd⁶. Es considera el mateix valor per totes les categories d'hotel ja que és un ús que té poca variació segons la categoria de l'establiment (a diferència dels usos de dutxes o piscines per exemple).

En els següents subapartats es detallen les metodologies seguides per tal de calcular l'estalvi econòmic i els costos de manteniment i d'instal·lació d'un aprofitament d'aigües grises en un hotel.

5.2.2. Estalvi econòmic

L'estalvi econòmic prové de la disminució de la factura de subministrament degut a la reducció del consum d'aigua potable. Per obtenir el valor d'estalvi de la factura de subministrament s'ha calculat la diferència entre el cost d'una factura d'aigua de l'hotel en l'escenari que NO s'aprofiten les aigües grises, respecte el cost de la factura d'aigua del mateix hotel en l'escenari que SÍ que s'utilitzen les aigües grises per l'ús de cisternes d'inodors. Per calcular els consums d'aigua dels dos escenaris s'han utilitzat els valors que es justifiquen en l'apartat anterior de dotació, dotació de cisternes d'inodors i de grau d'ocupació de l'establiment.

Degut a que l'estalvi econòmic s'obté a partir de la diferència dels costos de dues factures que representen dos escenaris diferents, l'estalvi econòmic és proporcional a l'estalvi d'aigua i no depèn de les parts fixes de la factura que no depenen del consum d'aigua. Per tant, com que les parts fixes (quota de servei) tenen els mateixos valors en els dos escenaris, aquestes no es tenen en compte en els càlculs.

La factura d'aigua dels hotels són factures del tipus per a subministraments comercials/industrials. Aquestes factures acostumen a ser de freqüència bimensual, tot i que en les tarifes de les companyies subministradores els límits dels trams i els seus costos €/m³ són a partir de consums mensuals. Per simplificar la comprensió de l'estalvi, els únics resultats que es mostren en aquest anàlisi són els anuals.

Com s'ha comentat, per l'anàlisi de viabilitat es considera la factura de l'aigua vigent al municipi de Barcelona. La factura de l'aigua per a subministraments comercials/industrials de Barcelona es desglossa en els següents conceptes:

1. Tarifa del servei
2. Cànon de l'aigua
3. Taxa de clavegueram

⁶ Aquest valor de 30 lpd és lleugerament superior als 27 lpd definits en l'estudi d'hàbits de consum de la RMB elaborat l'any 2004 (veure Taula 22). Aquest lleuger increment és degut al possible increment de la dotació en els establiments de major categoria.

4. TMTR (no es considera)

Tarifa del servei

De la tarifa del servei, gestionada per la companyia subministradora, només és necessària pel càlcul de l'estalvi econòmic la part variable (trams de consum). En aquesta part variable els consums d'aigua es divideixen en dos trams de consum amb tarifa creixent, que corresponen a 1,2688 €/m³ pel tram 1 i a 1,9032 €/m³ pel tram 2. El consum que supera el límit del tram 1 es factura a tarifa de tram 2. Al cost total calculat del tram de consum cal sumar-hi un IVA del 10%.

El valor del límit de consum del tram 1 es determina en funció del cabal nominal subministrat a l'establiment segons els valors de la taula que es mostra a continuació.

Taula 24: Nivells de la tarifa del servei per a subministraments comercials/industrials d'ABEMCIA any 2019. Només es mostren els 10 primers nivells, que són suficients pels consums d'hotels de fins a 1.000 places.

Nivell	Cabal nominal (m ³ /h)	Límit tram 1 (m ³ /mes)
1	0,25	16
2	0,4	25
3	0,63	40
4	1	63
5	1,6	100
6	2,5	160
7	4	250
8	6,3	400
9	10	630
10	16	1.000

Font: Aigües de Barcelona

En aquest anàlisi el cabal nominal es considera constant al llarg del dia i de l'any i s'obté dividint el consum total d'aigua total de l'hotel, que s'ha calculat a partir de la dotació, de l'ocupació i del número de places.

Cànon de l'aigua

L'ACA és responsable de fixar els preus d'aquest tribut amb finalitat ecològica a nivell de tot Catalunya. La tarifa del cànon per a subministraments comercials/industrials està formada per una tarifa general de 0,1654 €/m³ i a una tarifa específica de 0,6486 €/m³. Ambdues tarifes s'apliquen a la totalitat del consum, que resulta una tarifa total de 0,8140 €/m³.

En tots els casos es factura un mínim de 6 €/m³. Al cost total del cànon de l'aigua cal sumar-hi un IVA del 10%.

Taxa de clavegueram

Els ajuntaments gestionen les tarifes de la taxa de clavegueram. Pel cas del municipi de Barcelona la taxa de clavegueram per subministraments comercials/industrials està dividida en dos trams de consum amb tarifa creixent: el tram 1, on es facturen els primers 12 m³/mes a 0,1529 €/m³ i el tram 2 on es factura la resta del consum a 0,2294 €/m³.

TMTR (Taxa Metropolitana de Tractament i deposició de Residus municipals)

Aquesta taxa gestionada per l'AMB no es contempla en aquest anàlisi de la viabilitat econòmica ja que pels subministraments comercials/industrials és una taxa anual que té una tarifa constant que no depèn del consum d'aigua i, per tant, no té efecte en l'estalvi d'aigua.

5.2.3. Costos de manteniment i instal·lació

Els costos derivats de l'aprofitament d'aigües grises en un establiment hotel·ler són la inversió inicial per adquirir i posar en funcionament tot el sistema, el cost de manteniment per mantenir en funcionament la instal·lació i el cost de l'energia necessària pel sistema de depuració d'aigües grises.

Tots els costos descrits depenen de quin és el volum d'aigües grises necessari (demanda) i creixen a mesura que augmenta aquest volum. Però com que a mesura que augmenta el volum d'aigua necessari l'increment del cost proporcional cada vegada és menor (economia d'escala) i, en canvi, l'increment de l'estalvi de la factura d'aigua és més gran degut a la tarifa en diferents trams de consum, els hotels de més número de places són els que l'aprofitament d'aigües grises és més viable econòmicament.

Els valors dels costos considerats s'han obtingut de "*l'Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos*" que està inclòs dins del "*Pla tècnic per a l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius a Barcelona (edició 2018)*" elaborat per BCASA. En aquest estudi els costos que s'inclouen, i que es mostren a continuació, han estat proporcionats per l'empresa especialista en aigües grises GEP Ibérica que té seu a Sabadell.

Taula 25: Costos d'instal·lació i manteniment d'un sistema d'aprofitament d'aigües grises en funció de la seva demanda diària. No inclouen l'IVA

Estalvi diari (litres/dia)	Quota de manteniment anual (€)	Cost substitució membrana (€)	Inversió (€)
0 - 3.000	900	750	12.000
3.000 - 6.000	1.200	1.500	18.000
6.000 - 9.000	1.500	2.250	22.000
9.000 - 12.000	1.700	3.000	30.000
>12.000	2.000	3.750	40.000

Font: Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos. BCASA

De la taula anterior el cost de substitució de la membrana s'ha de realitzar cada quatre anys. Per assignar un valor d'aquest cost de la membrana any a any es fa la simplificació de dividir el valor del cost de substitució pels 4 anys de la seva vida útil. Cada fila de la taula dels costos correspon a un equip diferent de tractament d'aigües grises, des del model més petit de 3 m³ diaris fins al més gran de més de 12 m³ diaris. En funció del número de places de l'establiment hotel·ler se li assigna el model que li proporciona el volum d'aigües grises necessari. A tots els costos d'inversió i manteniment cal sumar-hi un IVA del 21%.

El consum energètic del sistema de depuració d'aigües grises i el preu mig de l'electricitat s'ha obtingut també del document "*Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos*". Els valors utilitzats són els següents:

Taula 26: Cost energètic del sistema d'aprofitament d'aigües grises

Consum energètic sistema depuració d'aigües grises (kWh/m ³)	Preu mig del KWH (€/KWh)
1,75	0,14767

Font: Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos. BCASA

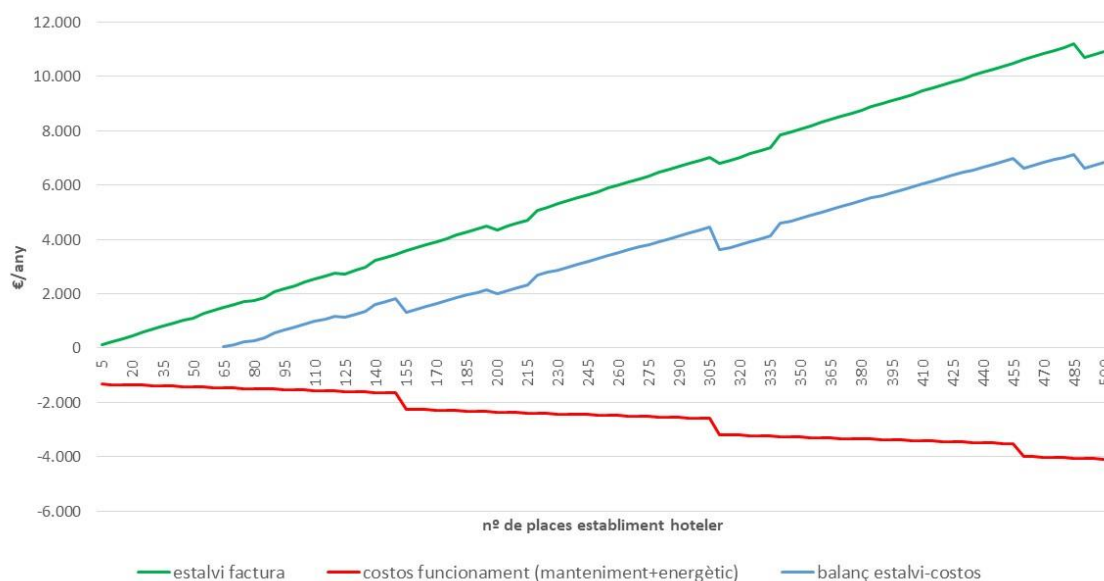
El cost energètic de depuració d'aigües grises és de 0,2584 €/m³. Al cost energètic total, obtingut multiplicant el volum total d'aigües grises utilitzat pel preu €/m³, s'hi suma l'IVA.

5.2.4. Resultats viabilitat econòmica

Els resultats de la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises en els establiments hotelers de l'àmbit metropolità, obtinguts seguint la metodologia descrita, mostren que a partir d'establiments de 65 places o més l'estalvi econòmic degut a la reducció de la factura de l'aigua supera els costos econòmics de funcionament. Això es compleix per totes les categories d'hotels.

A continuació s'adjunta un gràfic que mostra els resultats anuals d'estalvi en la factura, de costos de funcionament i de balanç entre ambdós en funció del n° de places de l'establiment hotelier. Els resultats del gràfic són per un establiment de 4 estrelles, però per la resta de categories els resultats són molt similars.

Gràfic 5: Balanç cost benefici (sense amortització inversió inicial) de l'aprofitament d'aigües grises en un hotel de l'AMB de 4 estrelles segons el número de places de l'establiment



Font: @Barcelona Regional

Per llegir els resultats del gràfic s'escull el n° de places de l'establiment que correspongui i es traça una línia vertical. Els punts d'intersecció d'aquesta línia vertical amb les línies d'estalvi, costos i balanç mostren els valors econòmics de l'aprofitament d'aigües grises per l'establiment escollit. Per exemple, per un establiment de 4 estrelles de 200 places, l'estalvi anual seria de 4.360 €/any, els costos de funcionament de 2.350 €/any i el balanç seria positiu de +2.010 €/any.

En el gràfic les línies d'estalvi i de costos no són perfectament lineals i tenen alguns salts. Els motius són els següents:

- Els salts de la línia de l'estalvi en la factura (línia verda) es produeixen en els punts on hi ha un canvi del nivell de la tarifa de servei (els diferents nivells es poden consultar a la Taula 24).
- Els salts de la línia de costos de funcionament (línia vermella), que representen un augment sobtat del cost, són deguts a que a partir del número de places de l'establiment on es produeix aquest increment de cost, és necessari un model d'aprofitament d'aigües grises de major capacitat i que per tant té més costos de manteniment.

Als resultats que s'han mostrat cal afegir-hi el cost de la inversió inicial necessari per adquirir i instal·lar tot l'equipament. Aquest cost que es produeix a l'inici, abans que comenci l'estalvi econòmic en la factura, es divideix al llarg dels anys com a amortització de la instal·lació. El valor d'anys necessari per amortitzar la inversió s'obté a partir de dividir el cost total de la inversió respecte el balanç anual d'estalvi menys costos de manteniment. Lògicament, si el balanç anual és negatiu, no s'arriba mai a amortitzar la inversió. Per tant, els establiments hotelers de menys de 65 places, indiferentment de la categoria que tinguin, no amortitzen la inversió i no són viables econòmicament pel propietari.

El següent gràfic mostra per un establiment de 4 estrelles (per la resta de categories els resultats són similars) el nombre d'anys necessaris per amortitzar la inversió d'aigües grises en funció del nº de places de l'establiment. S'observa com a mesura que augmenta el nº de places de l'establiment els anys necessaris per l'amortització disminueixen ràpidament. El número de places necessaris per un hotel de 4 estrelles per tal d'amortitzar la inversió en menys de 20 anys és de 100 places.

Gràfic 6: Viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises d'un hotel de l'AMB de 4 estrelles segons el número de places hoteleres de l'establiment. Els valors sobre la línia del balanç representen els anys necessaris per amortitzar la inversió. En verd es marquen les amortitzacions que són inferiors als 20 anys que s'ha considerat com a amortització màxima



Font: @Barcelona Regional

A la següent taula es mostren els resultats obtinguts de l'anàlisi de la viabilitat econòmica dels establiments hotelers de l'àmbit metropolità per totes les categories d'hotels.

Taula 27: Llindars de nombre de places d'un establiment hotelier segons categoria per tal de garantir la viabilitat econòmica de l'aprofitament d'aigües grises en dos escenaris: equilibri de costos de funcionament i viabilitat de la inversió

Categoria hotel	nº de places de l'establiment hotelier	
	Compensació costos funcionament	Compensació costos + amortització inversió inicial
hostal	65	105
1 estrella	65	105
2 estrelles	65	100
3 estrelles	65	100
4 estrelles	65	100
5 estrelles	65	100

Font: Barcelona Regional

Els resultats són molt similars per totes les categories. S'escull el llindar d'hotel de 100 places per determinar els establiments on actualment és rendible econòmicament l'aprofitament de les aigües grises per a l'ús en cisternes d'inodors.

Del parc hotelier actual (a data de maig de 2019) dins el territori metropolità hi ha 322 establiments, un 38% del total, que tenen cent o més places. Aquest percentatge varia molt segons la categoria de l'establiment, ja que mentre d'hostals només el 2% supera aquest llindar, en hotels de cinc estrelles el percentatge s'enfila fins al 83%.

Només consultant el nombre d'establiments semblaria que si es restringís l'aprofitament d'aigües grises en hotels de més de cent places seria una mesura poc eficaç ja que la majoria d'establiments no es veurien afectats. Si s'analitza però segons el número de places hoteleres, que és el que realment determina el consum de l'hotel, s'observa que realment no és així ja que el llindar inclouria la majoria de places hoteleres de l'AMB.

Taula 28: Recompte d'establiments hotelers de l'àmbit metropolità que el seu nº de places és igual o superior a 100

Categoria	Tots els hotels		Hotels de més de 100 places			
	nº establiments	∑ nº places	nº establiments	%	∑ nº places	%
hostals	322	7.970	8	2%	1.401	18%
1	61	4.364	7	11%	2.113	48%
2	67	5.951	22	33%	3.977	67%
3	143	17.751	74	52%	13.419	76%
4	224	48.677	178	79%	45.394	93%
5	40	12.019	33	83%	11.700	97%
TOTAL	857	96.732	322	38%	78.004	81%

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Empresa i Coneixement del maig del 2019.

La suma de places hoteleres dels establiments de cent o més places és de 78.004, que representa el 81% respecte el total de places hoteleres metropolitanes. Aquest percentatge també augmenta segons la categoria de l'establiment, ja que en els hotels de quatre o cinc estrelles més de nou de cada deu places estan en establiments de cent places o més.

Per últim, els resultats mostren que en establiments molt grans l'aprofitament d'aigües grises no només és viable econòmicament sinó que també suposa un benefici econòmic considerable. Per exemple, en un establiment de 500 places (a tota l'AMB hi ha 28 hotels amb més de 500 places) l'aprofitament d'aigües grises suposaria anualment un benefici net de 6.800 € i s'amortitzaria la inversió en només 5 anys.

5.3. Estalvi d'aigua potencial

L'estalvi d'aigua potencial degut a l'aprofitament d'aigües grises en l'ús d'inodors als hotels de l'àmbit metropolità s'ha calculat a partir de les dades del parc actual d'establiments hotelers (veure apartat 5.1.1) i assumint dues hipòtesis:

- Grau d'ocupació dels hotels uniforme al llarg de l'any del 65,47% als hotels de Barcelona i del 60,13% a la resta de municipi de l'àmbit. Són dades del 2018 obtingudes del departament d'estadística de l'Ajuntament de Barcelona i de l'Idescat.
- Dotació cisternes d'inodors de 30 lpd per totes les categories d'hotel (veure Taula 22).

Els resultats s'han agrupat per rangs de diferents número de places per establiment, ja que com s'ha explicat en l'apartat de viabilitat econòmica, a mesura que augmenta el número de places d'un hotel més rendible és l'aprofitament d'aigües grises, sent 100 el llindar que separa els establiments que és rendible econòmicament pel propietari i els que no.

Taula 29: Estalvi d'aigua en el sector hotelier de l'àmbit de l'AMB per diferents rangs segons el nº de places dels establiments

Rang nº places establiment	nº establiments	Σ nº places	Estalvi d'aigua (m³/any)	Estalvi respecte el total del consum hotelier
0-24	285	4.079	28.907	0,5%
25-49	104	3.724	26.281	0,4%
50-74	72	4.457	31.681	0,5%
75-99	74	6.468	45.700	0,7%
>99	322	78.004	550.283	9,0%
TOTS	857	96.732	682.852	11,2%

Font: Barcelona Regional

L'estalvi d'aigua anual seria de 680.000 m³, que és més de l'11% del consum total estimat dels hotels metropolitans. Restringint només l'aprofitament d'aigües grises als establiments de cent o més places l'estalvi anual d'aigua seria de 550.000 m³, que equival a un 9% del consum total dels hotels. Per tant, el rang de cent o més places per establiment, que engloba el 38% dels establiments, representa el 81% de l'estalvi d'aigua potencial.

Si es desgranen els resultats per municipis (veure Taula 30), Barcelona és el municipi que amb diferència tindria més estalvi d'aigua en valors absoluts, representant el 82% de l'estalvi total metropolità. L'estalvi seria de 560.000 m³/any aprofitant les aigües grises a tots els establiments i de 450.000 m³/any aprofitant-les als de cent o més places.

Aquesta gran diferència en termes absoluts del municipi de Barcelona respecte la resta no significa però que no sigui necessari implementar l'aprofitament d'aigües grises als altres municipis que tenen hotels. De fet, el percentatge d'estalvi respecte el consum hotelier és similar en tots els municipis, amb un rang que es mou entre el 6% i el 17% d'estalvi. Fins i tot en 15 municipis l'estalvi relatiu seria més gran que el del municipi de Barcelona.

Per últim, cal remarcar que els estalvis en el consum d'aigua són estalvis potencials que recareixen anys per arribar-se a assolir ja que és necessari que els establiments hotelers realitzin les reformes necessàries per aprofitar les aigües grises. Els anys necessaris per assolir l'estalvi potencial depenen del ritme de reforma dels establiments hotelers.

Taula 30: Estalvi d'aigua degut a l'aprofitament d'aigües grises en el sector hoteler per tots els municipis de l'AMB per dos escenaris d'implementació diferents

municipi	Tots les establiments				establiments de places >= 100			
	Nº hotels	Nº places	estalvi (m³/any)	estalvi respecte consum hoteler	Nº hotels	Nº places	estalvi (m³/any)	estalvi respecte consum hoteler
Badalona	9	538	3.542	13%	1	273	1.797	6%
Badia del Vallès	0				0			
Barberà del Vallès	3	900	5.926	12%	3	900	5.926	12%
Barcelona	726	78.576	563.309	11%	266	62.741	449.788	9%
Begues	0				0			
Castellbisbal	1	98	645	17%	0	0	0	0%
Castelldefels	27	2.358	15.526	12%	5	1.360	8.955	7%
Cerdanyola del Vallès	9	972	6.400	13%	4	824	5.425	11%
Cervelló	1	50	329	10%	0			
Corbera de Llobregat	1	26	171	17%	0			
Cornellà de Llobregat	6	1.041	6.854	14%	4	982	6.466	13%
El Papiol	1	20	132	18%	0	0	0	0%
El Prat de Llobregat	7	1.262	8.309	10%	3	1.133	7.460	9%
Esplugues de Llob.	3	474	3.121	12%	2	396	2.607	10%
Gavà	3	280	1.844	12%	2	254	1.672	11%
La Palma de Cervelló	0				0			
L'Hospitalet de Llob.	18	4.086	26.903	10%	10	3.839	25.277	10%
Molins de Rei	3	466	3.068	16%	2	430	2.831	15%
Montcada i Reixac	3	319	2.100	12%	1	210	1.383	8%
Montgat	0				0			
Pallejà	0				0			
Ripollet	1	200	1.317	17%	1	200	1.317	17%
Sant Adrià de Besòs	2	65	428	17%	0	0	0	0%
St. Andreu de la Barca	2	238	1.567	16%	1	140	922	10%
Sant Boi de Llobregat	6	852	5.610	12%	2	726	4.780	10%
Sant Climent de Llob.	0				0			
Sant Cugat del Vallès	7	1.096	7.216	11%	5	984	6.479	10%
Sant Feliu de Llob.	1	49	323	17%	0	0	0	0%
Sant Joan Despí	4	785	5.169	12%	3	774	5.096	11%
Sant Just Desvern	3	712	4.688	11%	3	712	4.688	11%
Sant Vicenç dels Horts	0				0			
Sta Coloma Cervelló	0				0			
Sta Coloma Gramenet	4	390	2.568	17%	1	292	1.923	13%
Tiana	0				0			
Torrelles de Llobregat	1	20	132	16%	0	0	0	0%
Viladecans	5	859	5.656	18%	3	834	5.491	17%
TOTAL	857	96.732	682.852	11%	322	78.004	550.283	9%

Font: Barcelona Regional

6. RESUM DELS RESULTATS OBTINGUTS

En aquest capítol s'agrupen tots els potencials d'aprofitament d'aigües grises que s'han mostrat al llarg del document. D'aquesta manera es pot visualitzar el potencial total de les aigües grises pel global de l'àmbit metropolità i per cadascun dels municipis.

La Taula 31 mostra l'estalvi d'aigua que s'ha obtingut degut a l'aprofitament de les aigües grises en els sectors domèstics consolidats, en els nous sectors de desenvolupament previstos al PDU i en el sector hotel·ler. Els valors d'aquests resultats són assumint les següents premisses que s'han de complir per permetre l'aprofitament d'aigües en un edifici:

- Sectors domèstics consolidats: del parc d'habitatges actual metropolità es consideren els edificis amb planta soterrada i que tenen 20 o més habitatges.
- Nous sectors de desenvolupament: dels nous sectors de desenvolupament es consideren aquells que la densitat de nº d'habitatges per sòl residencial és superior a 600 habitatges/ha.
- Sector hotel·ler: del parc hotel·ler actual es consideren aquells establiments que, independentment de la seva categoria, tenen 100 o més places hotel·leres.

Els resultats totals de l'estalvi potencial d'aigua a l'àmbit metropolità degut a l'aprofitament d'aigües grises és de 6,8 hm³/any. D'aquests, el valor més gran és el de 6hm³/any corresponents al potencial d'estalvi al parc d'habitatges actual. En segon lloc és l'estalvi al sector hotel·ler, amb 0,55 hm³/any però amb un estalvi relatiu del 9% respecte el consum hotel·ler total. El més baix és el potencial als nous sectors de planejament residencials, amb un estalvi de 0,2 hm³/any. Cal recordar però que d'aquest darrer han mancat moltes dades i segurament el potencial real sigui major.

A nivell de municipis, els que el potencial d'aigües grises suposa un estalvi més considerable són els municipis més compactes. Els municipis dispersos on domina l'habitatge unifamiliar el potencial és més testimonial.

En valors absoluts el municipi de Barcelona és el que té més estalvi. L'estalvi de 4,3 hm³/any representa un 63% respecte l'estalvi total metropolità. El pes del municipi de Barcelona encara és més evident en l'aprofitament d'aigües grises en el sector hotel·ler, on amb 0,45 hm³/any concentra el 82% de l'estalvi del sector.

Taula 31: Resum del potencial d'aprofitament d'aigües grises als sectors domèstic i hotel·ler de l'àmbit metropolità

Municipi	SECTOR DOMÈSTIC				SECTOR HOTELER		TOTAL
	Sectors consolidats	% consum domèstic municipi	Nous sectors	% consum sectors	Estalvi potencial	%consum hotels municipis	
Badalona	352.612	4%	847	0%	1.797	6%	355.256
Badia del Vallès	2.584	1%	0	0%	0	0%	2.584
Barberà del Vallès	40.843	3%	0	0%	5.926	12%	46.769
Barcelona	3.737.366	6%	96.534	4%	449.788	9%	4.283.688
Begues	2.737	1%	0	0%	0	0%	2.737
Castellbisbal	3.526	1%	0	0%	0	0%	3.526
Castelldefels	89.648	3%	0	0%	8.955	7%	98.602
Cerdanyola del Vallès	73.693	3%	0	0%	5.425	11%	79.119
Cervelló	1.336	0%	0	0%	0	0%	1.336
Corbera de Llobregat	4.927	1%	0	0%	0	0%	4.927
Cornellà de Llobregat	80.636	3%	4.640	1%	6.466	13%	91.741
el Papiol	1.829	1%	0	0%	0	0%	1.829
el Prat de Llobregat	36.661	2%	0	0%	7.460	9%	44.121
Esplugues de Llobregat	101.517	6%	50.328	19%	2.607	10%	154.453
Gavà	55.341	3%	0	0%	1.672	11%	57.014
la Palma de Cervelló	1.161	1%	0	0%	0	0%	1.161
l'Hospitalet de Llobregat	399.095	4%	43.647	6%	25.277	10%	468.018
Molins de Rei	39.376	4%	0	0%	2.831	15%	42.207
Montcada i Reixac	45.727	4%	0	0%	1.383	8%	47.110
Montgat	21.615	5%	0	0%	0	0%	21.615
Pallejà	9.943	2%	0	0%	0	0%	9.943
Ripollet	86.034	6%	0	0%	1.317	17%	87.351
Sant Adrià de Besòs	55.243	4%	11.868	3%	0	0%	67.110
Sant Andreu de la Barca	45.913	4%	0	0%	922	10%	46.835
Sant Boi de Llobregat	66.707	2%	0	0%	4.780	10%	71.488
Sant Climent de Llobregat	657	0%	0	0%	0	0%	657
Sant Cugat del Vallès	121.950	3%	0	0%	6.479	10%	128.429
Sant Feliu de Llobregat	98.977	6%	0	0%	0	0%	98.977
Sant Joan Despí	65.470	5%	0	0%	5.096	11%	70.566
Sant Just Desvern	28.043	4%	0	0%	4.688	11%	32.731
Sant Vicenç dels Horts	19.765	2%	0	0%	0	0%	19.765
Santa Coloma de Cervelló	21.484	7%	0	0%	0	0%	21.484
Santa Coloma de Gramenet	265.702	7%	0	0%	1.923	13%	267.624
Tiana	4.544	1%	0	0%	0	0%	4.544
Torrelles de Llobregat	0	0%	0	0%	0	0%	0
Viladecans	62.371	3%	0	0%	5.491	17%	67.862
TOTAL AMB	6.045.035	5%	207.863	2%	550.283	9%	6.803.182

Font: Barcelona Regional

7. CONCLUSIONS

Per tal de tancar el document, se sintetitzen les idees principals que es poden extreure d'aquest estudi sobre l'aprofitament de les aigües grises a l'àmbit metropolità:

Sectors d'implementació

- El sector domèstic i el sector hotelier són els propicis per l'aprofitament d'aigües grises en l'àmbit metropolità. Ambdós, segons els estudis fets de distribució dels consums d'aigua en els diferents usos dels edificis metropolitans, tenen un recurs d'aigües grises originat a dutxes i banyeres de tot l'edifici que és suficient per satisfer la demanda de totes les cisternes d'inodor.
- Als edificis d'oficines i comerços, tot i que el consum d'aigua de les cisternes d'inodors és important, no és viable l'aprofitament d'aigües grises ja que el consum d'aigua de dutxes és massa petit.
- En els habitatges residencials unifamiliars el recurs d'aigua grisa no és suficient per subministrar tota l'aigua necessària pel reg de jardins. Per aquest motiu, en els habitatges unifamiliars, igual que en es plurifamiliars, l'ús que es contempla per les aigües grises és l'ompliment de cisternes d'inodors.

Estudi de viabilitat econòmica

- En el sector domèstic la viabilitat econòmica de les aigües grises pels veïns depèn del número d'habitatges total de l'edifici. Degut a que es comparteixen els costos entre tots els habitatges, a mesura que augmenta el número d'habitatges de l'edifici millora la viabilitat.
- A partir d'edificis de 19 habitatges, l'estalvi econòmic degut a la reducció de la factura de l'aigua és superior als costos de manteniment i fa viable l'aprofitament en cas que els veïns no hagin assumit la inversió inicial.
- Si els veïns també assumeixen la inversió inicial, el número d'habitatges necessaris per un edifici metropolità per tal d'amortitzar la inversió en menys de 20 anys és de 29 habitatges.
- En el sector hotelier la viabilitat econòmica de les aigües grises pels propietaris de l'establiment depèn del número de places de l'establiment. A mesura que augmenta el número de places millora la viabilitat ja que augmenta l'estalvi econòmic en la factura de l'aigua degut a la disminució del consum d'aigua potable.
- Independentment de la categoria que tingui l'establiment hotelier, a partir d'establiments hotelers de 100 places o més, l'aprofitament d'aigües grises és viable pel propietari ja que s'amortitza la inversió en menys de 20 anys.
- En grans establiments hotelers l'aprofitament d'aigües grises és molt rendible pel propietari. Per exemple en un establiment de 500 places el balanç econòmic anual és de 6.800€ positius i s'amortitza la inversió en només 5 anys.

Estalvi d'aigua

- Del parc d'habitatges metropolità actual, implementant l'aprofitament d'aigües grises als edificis de vint o més habitatges i amb planta soterrada, suposaria un estalvi anual d'aigua de 6 hm³ i una reducció del 5% del consum domèstic. Significaria aprofitar les aigües grises en 8.800 edificis on hi resideixen 550.000 persones.
- Els cinc municipis en què l'aprofitament de les aigües grises proporcionalment suposaria més estalvi d'aigua respecte el consum domèstic actual són: Santa Coloma de Cervelló (7,1%), Santa Coloma de Gramenet (6,7%), Sant Feliu de Llobregat (6,3%), Ripollet (6,2%) i Barcelona (5,9%).
- S'ha estimat que l'aprofitament d'aigües grises en els nous sectors de desenvolupament residencials previstos al PDU generaria un estalvi anual de 0,2 hm³ que representa el 2% del consum domèstic total previst dels nous sectors. La manca d'informació respecte la tipologia d'habitatges dels nous sectors ha dificultat poder realitzar una estimació gaire precisa de l'estalvi.
- En el sector hotelier metropolità, escollint els establiments de 100 o més places, s'implementaria l'aprofitament de les aigües grises en 322 establiments (38% del total) que acumulen 78.004 places (81% del total), i suposaria un estalvi anual d'aigua de 0,55 hm³. Respecte el consum total d'aigua del sector hotelier suposa un estalvi del 9%.
- Al municipi de Barcelona l'estalvi anual d'aigua en el sector hotelier seria de 0,45 hm³, que representa el 82% de l'estalvi total metropolità. Tot i aquesta importància en valor absolut del municipi de Barcelona, hi ha 15 municipis on l'estalvi relatiu seria més gran, amb valors d'estalvi respecte el consum hotelier del municipi d'entre el 6% i el 17%.
- El potencial d'estalvi total d'aigua degut a l'aprofitament d'aigües grises a l'àmbit metropolità és de 6,8 hm³ anuals. D'aquest estalvi, el 88% correspon a l'estalvi en els sectors domèstics consolidats, el 8% a l'estalvi del sector hotelier i el 4% a l'estalvi estimat dels nous desenvolupaments residencials.

Possibles línies de futur

- El treball utilitzat per conèixer la distribució dels consums d'aigua en els diferents usos d'un habitatge i d'un hotel és de l'any 2004. És possible que actualment els resultats siguin diferents ja que la sequera dels anys 2007-2008 va modificar els hàbits de consum d'aigua. Per tant, caldria actualitzar el treball per tal de conèixer les resultats actuals. Quan s'hagi fet aquesta actualització serà convenient actualitzar els resultats d'aquest estudi.
- Els costos dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises són el factor que determinen més la seva viabilitat econòmica. Si s'abarateixen aquests costos, que hauria de ser la tendència si s'incrementa l'ús d'aquesta tecnologia i creix el mercat d'empeses subministradores, augmentarà la viabilitat econòmica i l'aprofitament d'aigües grises serà rendible en edificis plurifamiliars més petits. Una línia de futur pot ser estudiar com augmenta el potencial d'aprofitament d'aigües grises si aquests costos disminueixen.
- A partir de dades de nombre de rehabilitacions i de construcció d'edificis, estimar un termini d'anys per la implementació d'aigües grises en sectors domèstics consolidats.

- Estudiar possibles bonificacions pels veïns d'edificis que s'instal·lin sistemes d'aprofitament d'aigües grises mitjançant subvencions, reducció de taxes o modificacions en la factura de subministrament d'aigua per tal de beneficiar els usuaris que més aigua estalviïn. D'aquesta manera milloraria la viabilitat econòmica de les aigües grises i la seva implementació s'incrementaria.

8. BIBLIOGRAFIA

Ajuntament de Sant Cugat del Vallès, 2018. Ordenança municipal per a l'estalvi d'aigua.

AMB, 2016. Forma urbana i cohesió social. Criteris per una major equitat urbana en els teixits residencials.

AMB, Barcelona Regional, 2018. Pla Director del Cicle Integral de l'Aigua.

BCASA, 2018. Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises. És l'annex 6 del Pla tècnic per l'aprofitament dels RRHH alternatius a Barcelona. Edició 2018.

Barcelona Regional, 2019. Estimació de demandes dels sectors de transformació i romanents de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

DIBA, 2005. Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua.

Fundació AGBAR, Fundació ABERTIS, I., 2004. Estudi del consum d'aigua als edificis de la regió metropolitana de Barcelona.

Garcia, R., Rodríguez, P., Saurí, D., 2018. Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos.

Ministerio de Fomento, 2006. Código Técnico de la Edificación