

Potencial d'aprofitament de recursos pluvials
en zones urbanes al barri
LA PLANA - SANTA BÀRBARA – VALLPINEDA
del municipi de Sitges

Juny 2009

Autoria:

Sara Angrill Toledo

Direcció:

Dr. Joan Rieradevall i Pons
Dr. Xavier Gabarrell i Durany
M.Sc. Ramon Farreny i Gaya

Institució

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

Dades contacte:

Sara.Angrill@campus.uab.cat

Telf. 650570117

Abstracte

Aquest estudi es centra en l'anàlisi de l'aprofitament d'aigües pluvials en sistemes urbans, concretament al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda de Sitges, en base als escenaris proposats que contemplen diferents criteris i paràmetres. La metodologia utilitzada que conjuga els resultats potencials de l'oferta amb els de la demanda d'aigua al barri permet la determinació del nivell d'autosuficiència hídrica del sistema. Els resultats mostren una alta autosuficiència del 90% en quant es s'apliquen estratègies de gestió hídrica ecoeficients i mesures domèstiques per a reduir la demanda domèstica del sector. A més, la tipologia de coberta inclinada i un major règim pluviomètric anual, s'ha observat afavoreixen l'augment d'aquest índex. Per tant, es considera apropiat realitzar un eficient aprofitament de l'aigua de pluja, com a recurs endogen local, donats els beneficis econòmics, ambientals i socials que comporta en una situació de dèficit hídric com la del municipi de Sitges.

Paraules claus: aprofitament, aigües pluvials, coeficient d'escolament, consum d'aigua, ecoeficiència, fluxos hídrics, indicador d'autosuficiència, sistemes urbans, sostenibilitat, ús sostenible.

1. Introducció

La situació actual a nivell global, tal com revela l'últim informe del IPCC del 2008 (Pachauri et al. 2008) i segons el registre d'observacions i les projeccions climàtiques, evidencia la vulnerabilitat dels recursos d'aigua dolça que poden esdevenir greument afectats pel canvi climàtic.

Dins aquest marc, en conseqüència de la situació de dèficit hídric que amenaça la regió de Catalunya, es concep l'abastament i el sanejament de l'aigua com un repte dins una societat que actualment ja ha adoptat un compromís i uns objectius de sostenibilitat. Aquest recurs és reconegut a nivell internacional com a escàs i de gran valor tant qualitatiu com quantitatiu i sobre el que s'ha de treballar integradament per evitar el seu deteriorament i, conseqüentment, una disminució de la qualitat de vida.

La reducció de la dependència hídrica actual de les àrees urbanes des d'una perspectiva d'eficiència i innovació mitjançant sistemes de reaprofitament d'aquest vector, propiciarà l'existència d'un recurs més equitatiu en quant a usos i a consums així com ajudarà a prevenir la seva escassetat.

En el cas de les Conques internes, que comprenen el 52% del territori català i supleixen la població de la Regió Metropolitana de Barcelona entre d'altres, s'ha estimat una demanda agrícola del 35% del total, molt menor que la demanda urbana (65%) estimada en 350 lpd. Aquesta darrera a la seva vegada es troba categoritzada en una demanda industrial que requereix un 21.2% (110 lpd) de la demanda urbana i una demanda domèstica de 43.7%, més del doble (240 lpd), posant de manifest la gran concentració d'aquests tipus d'usos en l'àrea subministrada. En aquest àmbit territorial es consumeix el 90% de l'aigua destinada als usos urbans de Catalunya. Aquest ús és el que ha sofert un creixement més accentuat, especialment el de tipus "residencial difús" (habitatges unifamiliars aïllats o adossats), que configuren el 32% dels nous usos urbans (Saurí et al., 2006).

D'altra banda, és precisament en el litoral on es localitza la major part de la població a Catalunya, aquest és el cas un d'aquests de Municipis es el de Sitges, dins la comarca del Garraf. Aquestes comarques afectades per pics estacionals de demanda provocats per el increment del turisme en èpoques estivals. A més a més, l'augment substancial de la demanda en les darreres èpoques principalment en els nuclis urbans, els darrers episodis de sequera que amenacen el territori, els canvis en el cicle hidrològic general (incentivat per les conseqüències del canvi climàtic i la pròpia naturalesa d'aquests sistemes) i les creixents necessitats del sector serveis, posen de manifest la urgència d'aquesta evolució en temes de gestió hídrica en zones urbanes.

L'objectiu doncs, és estudiar la potencial l'autosuficiència hídrica del barri de Sitges objecte estudi, la qual cosa el dotaria d'una millor gestió i control dels seus recursos hídrics dins una escala més local, la independència hídrica parcial o total de la xarxa d'aigua potable, el reforçaria mitjançant aquests recursos contra l'escassetat d'aigua

estacional de la regió i facilitaria el procés d'un desenvolupament sostenible a escala municipal .

2. Antecedents de la recollida d'aigües pluvials

La visió fins el moment s'ha concentrat al final de la canonada del cicle del aigua en el tractament d'aigües residuals i estudis aïllats l'anàlisi de la qualitat d'aigües pluvials. Tanmateix, algunes proves pilot han donat lloc a estudis que abasten diferents tècniques de recollida d'aigües pluvials i que avaluen la qualitat de l'aigua en funció del seu trànsit per zones rodades o construccions.

Beneficis ambientals, socials i econòmics de la recollida i utilització de l'aigua de pluja en àrees urbanes

D'entre els primers, ja mencionada com un recurs escàs a nivell planetari, destaca un major control en la gestió del cicle hídric a escala regional i local per a la prevenció tant de sequeres com d'inundacions. Respecte als factors econòmics que ens reporta són especialment destacables l'estalvi en costos d'infraestructures de tractament, emmagatzematge i transport d'aigües; alhora que hi ha implicat un estalvi d'aigua potable i la possibilitat d'autoabastiment que proporciona. En darrer terme, també té una implicació social en quant a l'enfocament d'una educació ciutadana vers la sostenibilitat i la nova cultura de l'aigua.

Taula 1

2.1 Experiències prèvies en l'aprofitament d'aigües pluvials a Catalunya

Durant els darrers anys, diferents grups de recerca adscrits de l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental de la UAB ha participat en l'elaboració de diversos projectes que no només valoren els fluxos hídrics de manera individual, sinó que també tenen en consideració altres tipus de fluxos energètics i de residus des d'una perspectiva hol·lística. Alhora, han desenvolupat diverses eines per a l'anàlisi del seu metabolisme principalment focalitzat en sistemes urbans.

Parcs de serveis

Els estudis a mencionar per la seva relació amb sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials treballen sobre el vector aigua en relació a sistemes de parcs de serveis, tal és el cas del Parc de Montjuïc a Barcelona (Núñez et al., 2004) i el Parc comercial de Sant Boi de Llobregat (Farreny et al., 2008) . Aquests estudis demostren el alt potencial que presenten les aigües pluvials en parcs de serveis, equipaments amb una demanda molt alta d'aigua potable en la seva totalitat per cobrir les necessitats de la zona i que alhora presenten àmplies àrees i cobertes per a la recollida d'aigües pluvials.

Urbans

Un altre estudi dins el marc de l'aprofitament d'aigües pluvials centrat a escala barri és

el que dicta les directrius i criteris per a l'ambientalització de l'Àrea Residencial Estratègica de Vallbona a Barcelona (Barcelona Regional i ICTA, 2009). El projecte tracta d'incorporar criteris de sostenibilitat al desenvolupament de la nova zona residencial en base a Pla Director Urbanístic proposat i a criteris d'eficiència ambiental i energètica i prioritant l'ús de recursos locals, configurant així un barri integrat en el seu entorn i model en quant a la seva petjada ecològica.

2.2 Problemàtica de gestió del cicle hídric a Sitges

El municipi de Sitges es caracteritza per una economia de caire turístic i majoritàriament estival. Aquest fet implica garantir l'abastiment d'aigua d'aquest volum de població durant aquests períodes. Mitjançant la implementació de tecnologies d'aprofitament d'aigües pluvials, s'aconseguiria una major independència de la xarxa d'aigua potable permetent així de manera més assequible l'estalvi d'aigua per a la seva posterior utilització durant aquests pics de demanda.

La situació costanera dota a Sitges d'un clima típicament mediterrani de plana i muntanya baixa amb influència marina. La pluviometria mitjana present s'estima entre els 500 i 550 mm anuals. Alhora, la regió pot patir episodis aïllats de pluges d'intensitats molt altes (precipitacions convectives de més de 90 mm/h en mitja hora de duració i freqüència decenal), els quals poden concentrar en 2-3 dies la meitat de la precipitació anual de la zona, creant una problemàtica per al drenatge urbà. En addició, la urbanització de tipus intensiu de la localitat accentua la tendència a la formació d'aquestes pluges. És aquí on aquests sistemes també ajuden a prevenir aquests episodis d'avingudes mitjançant una millor gestió dels recursos hídrics.

3. Àmbit d'estudi

El municipi de Sitges està ubicat a la comarca del Garraf, província de Barcelona. Té una població de 27.070 habitants en una extensió de territori de 43.67 km². Sitges es caracteritza per tenir una fracció de població important de caire estacional estimada en 3.883 habitants, i alhora una població no resident, però present durant determinats períodes de 6.846 habitants (Idescat, 2003).

Figura 3

Descripció del sistema objecte d'estudi

El barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, que representa l'àmbit d'estudi, està localitzat sobre la depressió costanera de Sitges, al nord del terme municipal, amb una extensió de 78.35ha segons el Pla Parcial Urbanístic del sector.

La proposta de construcció d'aquest nou barri constitueix una forta expansió d'un nou nucli urbà que limita al nord amb la localitat veïna de Sant Pere de Ribes a més a més de Santa Bàrbara i Vallpineda i al sud amb la línia ferroviària. Per la banda oest esdevé tancat per les cases del Sord i a l'oest per el barri de la Madriguera i La Plana Est.

Aquest últim està integrat dins aquest nou pla parcial d'urbanisme i d'eixample de Sitges

Pla Parcial Urbanístic del sector

En el planejament específic de l'àrea es contempla la construcció de 1.307 habitatges que acolliran al voltant de 5.701 habitants. El barri planteja un teixit d'edificació semi-intensiva que proporciona una gran expansió de zones urbanístiques tipus ciutat jardí amb un nombre de 372 residències de caire unifamiliar i 1.292 plurifamiliars (Ajuntament de Sitges, 2009).

L'àrea tindrà una densitat de 16,68 hab/Ha i els usos plantejats a que es destinaran les edificacions són principalment econòmics i residencials: habitatges, oficines-administratiu, sanitari-assistencial, hotel·ler, educatiu, cultural, associatiu, esportiu, restauració i aparcament.

Gestió hídrica actual a Sitges

Davant la necessitat de garantir el subministrament hídric de la població, Sitges disposa d'un Pla Director d'abastament d'aigua potable en alta que va ser aprovat el 16 d'abril de 2007, i d'un Pla Director de Sanejament, aprovat el març de 2005.

En l'actualitat, el municipi de Sitges es pot considerar pioner en el camp de la gestió hídrica, doncs actualment disposa d'un sistema separatiu de recollida d'aigües pluvials i residuals en la major part de la seva extensió. D'altra banda, zones com el casc antic on no ha estat possible la seva implantació, són afectades pel drenatge superficial causat per pluges torrencials al llarg de l'any que escombren els carrers per anar a parar directament al mar.

Davant les principals problemàtiques que afecten el municipi, com la necessitat d'importació d'aigua, els danys econòmics i ambientals causats per inundacions i riuades i el cost de les infraestructures de tractament i distribució de l'aigua potable, s'evidencien els beneficis de l'aprofitament d'aigües pluvials. Focalitzant el context en el sistema objecte d'estudi per tal de millorar la gestió del seu cicle hídric, s'ha cregut convenient la realització d'aquest estudi d'una banda per tal d'aprofundir i analitzar les causes d'aquests problemes i per altra, per poder iniciar propostes de millora en la sostenibilitat dels sistemes hídrics.

4. Metodologia

El present estudi s'ha basat en la utilització de dades econòmiques, territorials i ambientals sectorials, i en la seva interpretació de manera hol·lística per tal de donar suport a diferents estratègies d'aprofitament d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda.

Figura 4

4.1 Estimació de l'oferta: Determinació de la captació potencial de les aigües pluvials captades

El primer pas per a la obtenció d'aquest càlcul ha estat la confecció d'un mapa de cobertes del sòl mitjançant programari de SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica), identificant així la superfície potencial destinada a cada ús. La informació adquirida per a la digitalització del mapa prové de dades facilitades del planejament del barri proporcionades per l'Ajuntament (Pla Parcial Urbanístic), així com del treball de camp efectuat in situ.

A banda, s'ha determinat un coeficient d'escolament (RC) per a cadascuna de les superfícies identificades en el mapa de cobertes del sòl en funció del seu ús, inclinació, i localització. La realització del càlcul de l'escolament segueix l'equació:

$$\text{RC} = \text{Volum d'aigua captat} / \text{Volum d'aigua incident}$$

La utilitat d'aquest coeficient és proporcionar un valor representatiu de la quantitat potencial aprofitable d'una coberta en funció de les seves característiques.

Per tal d'avaluar quantitativament la captació potencial de l'aigua de pluja, s'han proposat tres escenaris generals en funció de la pluviometria: Mitjana (600mm/any), Any sec (400mm/any) i any humit (800mm/any); per a poder representar la situació en qualsevol dels casos davant un clima mediterrani tant variable com el del Garraf.

De cadascun d'ells s'han proposat 6 sub-escenaris més en funció de:

- Variable pluviomètrica: Pluviometria anual.
- Variable arquitectònica: Grau d'inclinació de les cobertes i la seva eficiència en la captació.
- Variable qualitativa: Recollida parcial o total de l'aigua de les superfícies de captació del barri en funció de la qualitat desitjada i els usos a abastir.

Mitjançant aquests tres elements el potencial de captació que presenta el barri ha pogut ésser calculat per a cadascun dels escenaris pluviomètrics mencionats amb anterioritat, complementat per un índex d'impermeabilització del barri.

4.2 Avaluació de la qualitat de les aigües pluvials al barri

Paral·lelament, s'ha volgut obtenir un valor de les diferents qualitats que presenta aquesta aigua captada en funció de les diferents cobertes per les que transita. Això ha estat possible a través d'una revisió bibliogràfica per a l'obtenció de dades de carrers i teulades (Göbel et al., 2006), així com mitjançant un experiment propi. Aquest darrer, proporciona dades reals del mateix municipi per a poder contrastar-les amb les obtingudes de la literatura.

D'aquesta manera, s'han instal·lat uns equips de recollida d'aigua a diferents cobertes del municipi (principalment teulades municipals com també s'han agafat mostres de

l'aigua abocada al interceptor del barri). Mitjançant aquesta informació i el seu contrast amb la bibliografia, s'ha procedit a l'anàlisi i posterior qualificació de les aigües segons un rang de valors:

- 1: Aigua potable
- 2: Aigua de pluja amb qualitat alta
- 3: Aigua de pluja amb qualitat moderada
- 4: Aigua de pluja amb qualitat baixa

La determinació qualitativa de l'aigua de pluja en aquests projectes s'ha realitzat en funció de diferents variables: les característiques de la superfície de col·lecció, la deposició atmosfèrica seca, els components i pol·luents que presenta l'aigua de pluja, les diferents impermeabilitats de les teulades, la concentració de contaminants i substàncies orgàniques.

Aquests resultats poden interpretar-se conjuntament en relació al potencial de captació que presenta el barri per a estimar la quantitat d'aigua que pot ser captada de les diferents cobertes i a quins usos preferencials pot ésser destinada en funció de la qualitat que presenta, correlacionant així diferents qualitats amb usos que no depenguin de l'aigua potable..

4.3 Estimació de la demanda: Determinació de la demanda potencial del barri

Per una banda s'ha realitzat el càlcul de la demanda potencial del barri La Plana - Sta. Bàrbara - Vallpineda davant diferents escenaris de consum: Escenari de Sitges, Escenari de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) i Escenari ECO.

Per a cadascun d'ells les fonts utilitzades per a la obtenció mitjana de la demanda varien.

En el primer cas la informació la proporciona el mateix planejament urbanístic, juntament amb d'altres actors: Sorea, S.A., empresa encarregada del subministrament d'aigua a Sitges, i l'Ajuntament de Sitges.

En el segon escenari, les dades són extretes de diferents estudis previs de la regió juntament amb la revisió de la literatura (Vidal, 2007), comptabilitzant una mitjana adequada al càlcul.

En el darrer escenari ECO, es suposa una reducció d'un 30% respecte l'Escenari de la RMB adoptada també a partir de referències bibliogràfiques, a excepció dels consums mitjans per persona i dia tant d'habitatges unifamiliars i plurifamiliars que s'ha considerat un valor òptim de 80l/pd (Gleick, 1992; Tjallingii, 1995).

4.4 Determinació del potencial d'autosuficiència hídric

Aquest potencial és un indicador de sostenibilitat, que es podria definir com la capacitat que té la zona segons les seves característiques per autoabastir-se mitjançant recursos hídrics endògens locals.

La conjunció dels valors obtinguts de demanda i del potencial de captació que presenta La Plana – Sta. Bàrbara – Vallpineda ens possibiliten l'estimació d'un valor d'autosuficiència del barri. Per tant el càlcul a realitzar dependrà dels valors obtinguts del volum de captació i el consum d'aigua de la següent forma:

Índex d'autosuficiència hídrica (IAH) = Potencial de recollida de pluvials / Consum d'aigua

Com a resultat d'haver plantejat un variat ventall d'alternatives o escenaris implicarà la distinció de diferents graus d'autosuficiència en funció de l'aplicació d'una alternativa o altra sobre el barri.

Aquest output serà representat en forma d'una matriu de 54 cel·les amb diferents gradacions de colors que facilitin la lectura d'una major o menor aproximació a l'autosuficiència de cadascun dels escenaris.

5. Resultats i discussió

Els resultats també es subdivideixen en 4 parts, en continu amb la metodologia:

5.1 Anàlisi de l'oferta endògena local d'aigua: Potencial de captació de pluvials al barri

Superfícies potencials de captació

S'observa que les superfícies de major extensió amb un percentatge sobre el total del 61,3% corresponen al grup de superfícies verdes tant públiques (22.6776m²) com privades (242.116m² totals). Aquest resultat ens indica que una part d'aquests recursos de pluja seran utilitzats de forma directa per el reg natural de les zones verdes i per a la recàrrega de l'aquífer.

Cal destacar la superfície de captació dels vials rodats amb gairebé 89.000m² i que representa el 11,4%. Aquestes cobertes, constitueixen sistemes més transitats on la qualitat de l'aigua possiblement es veurà disminuïda per la presència d'hidrocarburs, partícules en suspensió i metalls pesants principalment, en contrast amb la procedent d'altres cobertes com les dels edificis (Göbel et al., 2006).

A més, el sumatori de totes les superfícies edificades suposa un total de 164.865m² de cobertes, corresponent al 21,1%, per la recollida d'aigua pluvial d'alta qualitat en relació a altres estudis consultats (Göbel et al., 2006), on la subclassificació dels equipaments suposa un 50% d'aquesta extensió.

Figura 5.1

Coefficients d'escolament

Aquests coeficients depenen en gran mesura de les tipologies de cadascuna de les superfícies, del grau d'artificialització o permeabilització i de la inclinació d'aquestes.

És per aquest motiu que les superfícies pavimentades de terra i les superfícies edificades presenten un coeficient proper a 1, on gairebé es pot recollir tota l'aigua procedent de l'escolament. En canvi, a les cobertes verdes se'ls ha atorgat un coeficient de 0, doncs l'aigua incident s'infiltra a través de la superfície proporcionant un escolament resultant mínim, la captació del qual es considera menyspreable (Singh, 2009).

El criteri de variació d'aquest coeficient en les cobertes de les superfícies edificades respon majoritàriament al grau d'inclinació de la coberta. Així, cobertes d'habitatges unifamiliars que presenten una certa inclinació tindran una captació major, i per tant un coeficient de 0,95; en canvi, als habitatges plurifamiliars el coeficient és menor (0,75) perquè presenten una coberta plana.

El grau de pavimentació del sòl de l'àrea d'estudi és del 41% de la superfície total. Aquesta superfície impermeable pot utilitzar-se, mitjançant una gestió eficient, en la captació d'aigües pluvials. D'altra banda, s'observa que existeix una superfície força extensa (de gairebé el 60%) que permet la infiltració de l'aigua de pluja i condiona un tipus de reg menys intensiu en funció del tipus de vegetació que presenti.

Quantificació de la captació potencial d'aigua pluvial en funció dels escenaris d'oferta proposats

- **Escenari 1:** Pluviometria mitjana (600mm/any) a Sitges

El sub-escenari òptim en el cas d'un any amb pluviometria mitjana seria la proposta en que es promou un canvi arquitectònic només en el disseny de les cobertes de les edificacions, per tal d'incrementar l'aprofitament, mitjançant una major inclinació de la totalitat de les cobertes del barri. Aquest canvi representa una millora en la captació d'un 11% respecte a la proposta realitzada pel Pla Parcial del sector.

- **Escenari 2:** Pluviometria any humit (800mm/any) a Sitges

Els resultats denoten una captació potencial major per al sub-escenari de cobertes inclinades, essent aquest darrer el més eficient en la recollida de pluvials degut a la seva arquitectura, suposant una millora d'un 13% en la recollida de pluvials respecte al sub-escenari inicial proposat pel Pla Parcial Urbanístic.

S'ha observat que l'escenari més desaconsellable el trobem en el que només recull aigua de les teulades de les edificacions del barri. Per tant, no només es desaprofita l'aigua que no incideix sobre teulades d'edificacions i, per tant amb qualitat inferior a aquesta però que en situacions d'escassetat pot tenir nombroses utilitats, sinó que a més l'arquitectura d'aquestes edificacions és de tipus pla i presenta un escolament poc eficient. Tanmateix, al captar aigua d'alta qualitat pot ser beneficiós per a altres usos.

- **Escenari 3:** Pluviometria any sec (400mm/any) a Sitges

Aquest escenari és el que recollirà una quantitat potencial d'aigua pluvial menor al llarg de l'any.

Per tant, en èpoques de sequera es preveu una recollida menor d'aigua pluvial que pot ser contrarestat per una major dependència de la xarxa d'aigua potable en aquests anys o períodes puntuals.

5.2 Avaluació qualitativa de les aigües pluvials captades al barri objecte d'estudi

S'observen uns resultats potencials d'aigua d'alta qualitat per la procedent de superfícies edificades ja que la coberta presenta un menor trànsit i contaminació, mentre que els vials rodats i voreres o altres zones de trànsit de vehicles i vianants s'esperen qualitats inferiors.

Figura 5.2

Existeix una superfície de cobertes que es preveu reculli aigua de qualitat alta que presenta una vasta extensió de gairebé al meitat de tota l'àrea (45%). S'ha observat que més de la meitat d'aquesta extensió amb capacitat per recollir aigua de qualitat major pertany a les superfícies destinades a equipaments.

Per tant, al tractar-se d'un recurs de gairebé el 50% en espai públic, aquest resultat ens possibilita la seva gestió per part de l'administració pública i municipal amb un sol interlocutor d'una manera més fàcil i eficient.

5.3 Anàlisi de la demanda d'aigua: Demanda potencial en funció dels escenaris i els consums dels diferents sectors

- **Escenari A: Sitges**

S'observa que els requeriments més importants representen un 41% del total i corresponen a habitatges plurifamiliars de gairebé 200.000m³/any.

Figura 5.3

El municipi de Sitges està caracteritzat per un teixit urbà majoritàriament dispers i amb tendència a mantenir un alt consum hídric de caire estacional (Vidal, 2007). A més, s'ha calculat en base a barris residencials similars, que presenta un percentatge de piscines en més del 50% del total d'habitatges unifamiliars. De manera concloent, al tractar-se en gran nombre d'un barri de segones residències on el grau d'ocupació de la vivenda és baix o ocasional, també el consum d'aigua al llarg de l'any serà menor i es creu és aquest el motiu que justifica aquest baix valor (114 lpd) per habitatges unifamiliars que en plurifamiliars (142 lpd).

S'observa també una demanda d'aigua no potable calculada en base a aquest escenari, de quasi el 90%, la qual cosa facilita l'autosuficiència del sistema mitjançant la recollida d'aigua de la pluja i la seva posterior utilització en tots aquests usos.

Només un 11% requerirà aigua potable subministrada necessàriament per la xarxa d'abastament d'aigua del municipi.

- **Escenari B:** Regió Metropolitana de Barcelona (RMB)

Els resultats mostren un major consum d'aquest escenari B respecte l'anterior. El sector més demandant està constituït pels habitatges plurifamiliars, com en l'escenari Sitges (A), amb gairebé un 50% de la demanda total.

Figura 5.4

A la llum d'aquests resultats i per a l'àmbit de la RMB, és evident una major despesa hídrica total pròpia d'habitatges unifamiliars respecte als plurifamiliars. Això pot ser degut principalment al alt consum que suposa el manteniment d'un jardí privat i d'una piscina, sempre en relació amb la tipologia de vegetació plantada i les dimensions i tècniques de neteja emprades en la piscina.

- **Escenari C:** ECO

S'ha observat una reducció en el consum d'aigua de cadascuna de les tipologies i usos de demanda i, conseqüentment una reducció en el total demandat (262189m³/any) respecte els dos escenaris anteriors A i B analitzats anteriorment en un 30% i un 54% respectivament.

Figura 5.5

A més a més, en el reg de zones verdes, s'ha considerat la pràctica de la xerojardineria conjuntament amb la existència de vegetació autòctona, és a dir espècies de baixa demanda hídrica.

5.4 Potencial d'autosuficiència hídrica en funció dels escenaris d'oferta i demanda

Matriu general d'autosuficiència

Avaluant la totalitat de la oferta i la demanda, s'aconsegueix reduir la dependència hídrica del barri a la xarxa en un 66% en l'escenari ECO per a un any de pluviometria mitjana, assolint valors molt propers a aquesta autosuficiència.

El resultat amb major grau d'autosuficiència amb el valor de 0,90 es dona en l'escenari que contempla un any humit, amb una tipologia de cobertes inclinades i per a una demanda responsable similar a la del escenari ECO.

Matriu d'autosuficiència del sistema en funció de la demanda d'aigua dels habitatges

En aquest cas, no només s'assoleix si no que fins i tot es sobrepassa el grau d'autosuficiència per a escenaris de consum responsable com l'ECO (C), mentre que en la resta els resultats tenen una tendència a aquest valor unitari. S'observen resultats generalment majors considerant una demanda parcial que en el cas de la demanda general revisada amb anterioritat.

El grau de menor autosuficiència amb un valor de 0,13 s'observa dins la demanda de la RMB en l'escenari any sec per l'escassetat pluviomètrica que el caracteritza i sub-escenari de recollida d'aigua només de les teulades planes d'edificacions.

Matriu d'autosuficiència del sistema en funció de la demanda d'aigua d'altres serveis

S'ha observat que es compleix l'autosuficiència per gairebé la totalitat de les combinacions d'oferta i demanda, a excepció d'alguns dels sub-escenaris corresponents a l'any sec que no cobreixen les necessitats de les demandes dels serveis proposats per Sitges (A) ni la RMB (B).

Per tant, els resultats mostren que l'escenari ECO sempre serà preferent a l'escenari Sitges, i aquest a la seva vegada a l'escenari RMB, en base a augmentar l'autosuficiència hídrica del sistema.

L'autosuficiència és possible en el sistema d'estudi, i es dona en major grau en escenaris tipus ECO on la demanda del sector es veu reduïda mitjançant diverses polítiques de gestió hídrica proposades.

A més a més, s'ha constatat la eficiència que un disseny arquitectònic o diferents tipus d'infraestructures poden presentar en la recollida d'aigües pluvials a escala edifici i/o barri.

D'altra banda, la sostenibilitat de la proposta va més enllà de la captació de pluvials. Precisament la direcció que han de prendre les polítiques implementades en La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda o altres zones urbanes amb carències hídriques similars a les de Sitges és la optimització de l'eficiència en l'ús de l'aigua.

L'oportunitat proporcionada pel planejament realitzat del present barri objecte d'estudi està relacionada amb la distribució dispersa del teixit urbà. Aquest tipus d'ordenació proporciona uns avantatges importants en contrast amb l'orbe compacta, principalment per l'increment en l'extensió de superfície potencial per a la recollida d'aigua, condicionant una situació òptima per a l'aprofitament del recurs.

En addició, en base als resultats que presenta aquest estudi on els excedents hídrics en escenaris de consum responsable són positius, els beneficis de la implementació d'equipaments d'aprofitament de pluvials doten el barri amb un sistema de prevenció davant precipitacions torrencials i inundacions, recollint aquesta aigua sobrant. Aquesta mesura és especialment rellevant en una situació climatològica com la de Sitges.

6. Conclusions

Segons el planejament actual previst pel Pla Parcial urbanístic del barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, no és possible d'assolir l'autosuficiència hídrica total. Això ve principalment condicionat per un règim pluviomètric baix de 600mm mitjans anuals, i un elevat consum de recursos segons les previsions del pla. Tanmateix, els beneficis de l'aplicació de mesures i estratègies de gestió hídrica com les proposades en l'escenari

ECO aconseguen una reducció de la dependència de la xarxa del barri en més d'un 66%. Aquesta estratègia assegura els beneficis que suposa l'autogestió i independència hídrica al barri sense desvincular-lo de la flexibilitat de la xarxa potable.

S'ha verificat aquesta metodologia de forma positiva en el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, essent aplicable en altres projectes que avaluin diferents aspectes quantitius i qualitius dels recursos de pluja en un altre barri de Sitges, o fins i tot una altra població.

Oferta d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda de Sitges

S'ha observat que la major extensió de captació d'aigua és la zona verda tant pública com privada del barri, que suposa més d'un 60% de la totalitat de superfícies. D'aquesta, una gran extensió correspon a zona verda en estat natural (15 ha) amb un baix requeriment de reg que representa el 20% del sistema d'estudi.

Un aspecte que pot facilitar la recollida de pluvials en la zona impermeabilitzada és que més del 50% de la superfície de captació pertany a edificacions de gestió pública. Això pot facilitar la gestió i aprofitament d'aquestes aigües pluvials del barri i proporcionar el 45% de l'aigua d'alta qualitat capaç d'ésser recollida al barri.

S'observa un major grau de captació de l'aigua de pluja d'entre un 11 i un 13%, independentment del règim pluviomètric existent, en l'escenari que contempla un canvi de disseny de les cobertes planes a inclinades. Aquesta modificació urbanística representa entre 13.300 i 26.600 m³/any més de captació respecte a la proposta realitzada pel Pla Parcial del barri.

En contrapartida, la primera opció a desestimar per ser el pitjor dels escenaris proposats es caracteritza per un volum de recollida molt limitat basat únicament en la captació d'aigua d'alta qualitat de teulades d'edificacions per una banda, la qual cosa disminueix també l'aprofitament, i per l'altra el disseny pla de les teulades constitueix una situació de menor eficiència.

Tanmateix, cal considerar l'interès de la proposta si no es disposen de suficients recursos econòmics per a possibilitar una captació generalitzada de tot el barri, doncs es tracta d'un primer pas cap a l'autosuficiència

Demanda d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda de Sitges

L'escenari de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) és el que comporta una major consum d'aigua en un 30% i un 118% superior als escenaris A i C respectivament.

S'ha observat un consum més elevat per part de les edificacions plurifamiliars de gairebé el 50% de la demanda hídrica del barri per als escenaris que més aigua requereixen, el de Sitges i l'escenari RMB.

En la determinació dels requeriments d'aigua potable i no potable del barri s'ha

observat que un 90% del total de la demanda del barri d'aquestes necessitats es poden cobrir amb aigua no potable, la qual cosa facilita l'aplicació dels recursos pluvials amb un tractament simple.

Autosuficiència hídrica del sistema

L'assoliment de l'autosuficiència total del sistema no és possible en base al planejament actual del barri.

D'altra banda, s'ha observat una autosuficiència del 90% mitjançant un escenari ECO que adequi els consums a la realitat del règim pluviomètric de Sitges i l'actual situació d'escassetat a nivell de tota la península.

Proposant una tipologia de cobertes de disseny inclinat facilitaria l'augment del volum de captació d'aigua pluvial que en anys de pluviometria elevada (800mm) podria arribar a ser d'un 60 a 172% autosuficient, en funció de les característiques de la demanda.

La recollida de pluvials només de teulades de tipus pla i en anys de pluviometries baixes és poc eficient i per tant, es proposa destinar l'aigua recollida a requeriments hídrics d'usos d'alta qualitat i a suplir la demanda puntual de determinats serveis, preferiblement públics per a facilitar la seva gestió. Aquesta alternativa es proposa davant la impossibilitat de poder garantir la totalitat de la demanda hídrica del barri, amb la intenció d'aprofitar els recursos endògens locals que presenta l'àmbit d'estudi.

En qualsevol de les propostes, l'escenari ECO serà preferent al de Sitges i aquest al proposat per la RMB des del punt de mira de la demanda per tal d'aproximar el sistema a l'autosuficiència.

En base als resultats extrets en l'estudi de l'autosuficiència hídrica del barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, l'ampliació de l'anàlisi dels diferents vectors socials, econòmics i ambientals així com la implementació de nous paràmetres i propostes pot afavorir la correcta definició del caràcter autosuficient del barri en major detall.

Referències

Ajuntament de Sitges. Mileto Consultors Urbanistes, S.L. (Febrer 2009) *Pla Parcial Urbanístic del sector urbanitzable PPI La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda al municipi de Sitges*. Sitges.

Barcelona Regional & ICTA (2009) *Pla director urbanístic de l'àrea residencial estratègica del Barcelonès a l'àmbit de Barcelona pel quadrienni 2008-2011*. ARE de Vallbona.

Farreny, R.; Rieradevall, J.; Barbassa, A.P.; Teixeira, B.; Gabarrell, X. (2008) *Water Intensity and Potential Water Self-Sufficiency Indicators Applied to the Retail Park*

Service Sector.

Gleick, P.H. (1992) *Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs*. Vol. 21, Num. 2.

Göbel, P.; Dierkes, C.; Coldewey, W.G. (2006) *Storm water runoff concentration matrix for urban areas*.

IDESCAT (2003) *Estadístiques poblacionals al municipi de Sitges*, Barcelona.

Núñez, M.; Boada, M.; Rieradevall, J.; Gómez, F.J. (2004) *Diagnosi ambiental del Parc de Montjuïc*. Barcelona- UAB.

Pachauri, R. K. (2008) *El cambio climático y el agua*. Documento técnico VI del IPCC.

Saurí, D. (2006) *Mirada local - Els usos de l'aigua a Catalunya*. Medi Ambient. La gestió integrada de l'aigua (num. 36).

Singh, V.P. (1992) *Elementary hidrology*. Chapter 18: Estimacion of Peak Discharge.

Tjallingii, S.P. (1995) *Ecopolis*. Chpt.2. Guiding models for chains.

Vidal, M. (2007) *Urbanització dispersa i nous usos de l'aigua: el cas de les piscines de la RMB*.

Taula 1: Breu descripció i classificació dels principals potencials beneficis proporcionats per l'aprofitament de l'aigua de pluja en entorns urbans (*Font = pròpia*). Referències: 1Murase 1999, 2Fewkes 2000, 3Herrmann and Schmida 2000, 4Zhu et al. 2004, 5Kim et al. 2005a, Kim et al. 2005b, 6Villarreal and Dixon 2005, 7van Roon 2007.

POTENCIAL BENEFICI	TIPOLOGIA
Alternativa a la utilització d'aigua potable per a determinats usos ^(3,7)	Econòmica
Reducció d'infraestructures ⁽²⁾	Econòmica
Millora de la gestió separativa de la xarxa d'aigües en sistemes urbans	Econòmica
Augment de la independència de la resta de la xarxa ⁽¹⁾	Econòmica
Major control del cicle hídric en entorns urbans ^(5,7)	Econòmica
Minimització de la desertització i l'escassetat d'aigua a la regió ^(1,4,6)	Ecològica
Utilització del potencial proporcionat per un recurs natural	Ecològica i econòmica
Prevenió d'inundacions i altres fenòmens ⁽¹⁾	Ecològica i econòmica
Creixement de l'educació vers la nova cultura de l'aigua ⁽⁶⁾	Social
Actuació a favor del desenvolupament sostenible ⁽⁷⁾	Ecològica, Econòmica i Social

Figura 2: Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda actual (Font: Pròpia).

Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda actual amb xarxa separativa

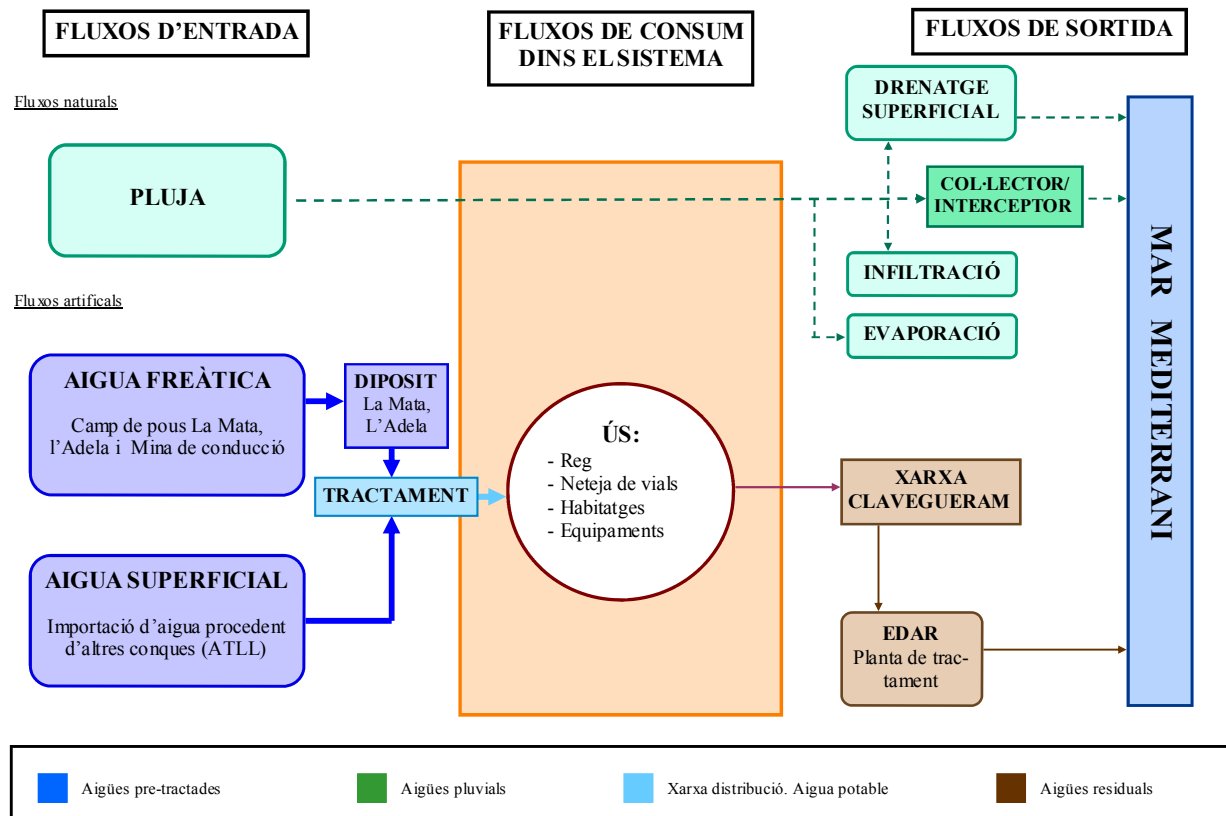


Figura 3: Mapa regional i local de la situació de la Plana Oest a Catalunya i a la comarca de Sitges.

(Font: Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda al municipi de Sitges. Ajuntament de Sitges).



Figura 4: Diagrama metodològic general per a la determinació del potencial d'autosuficiència de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

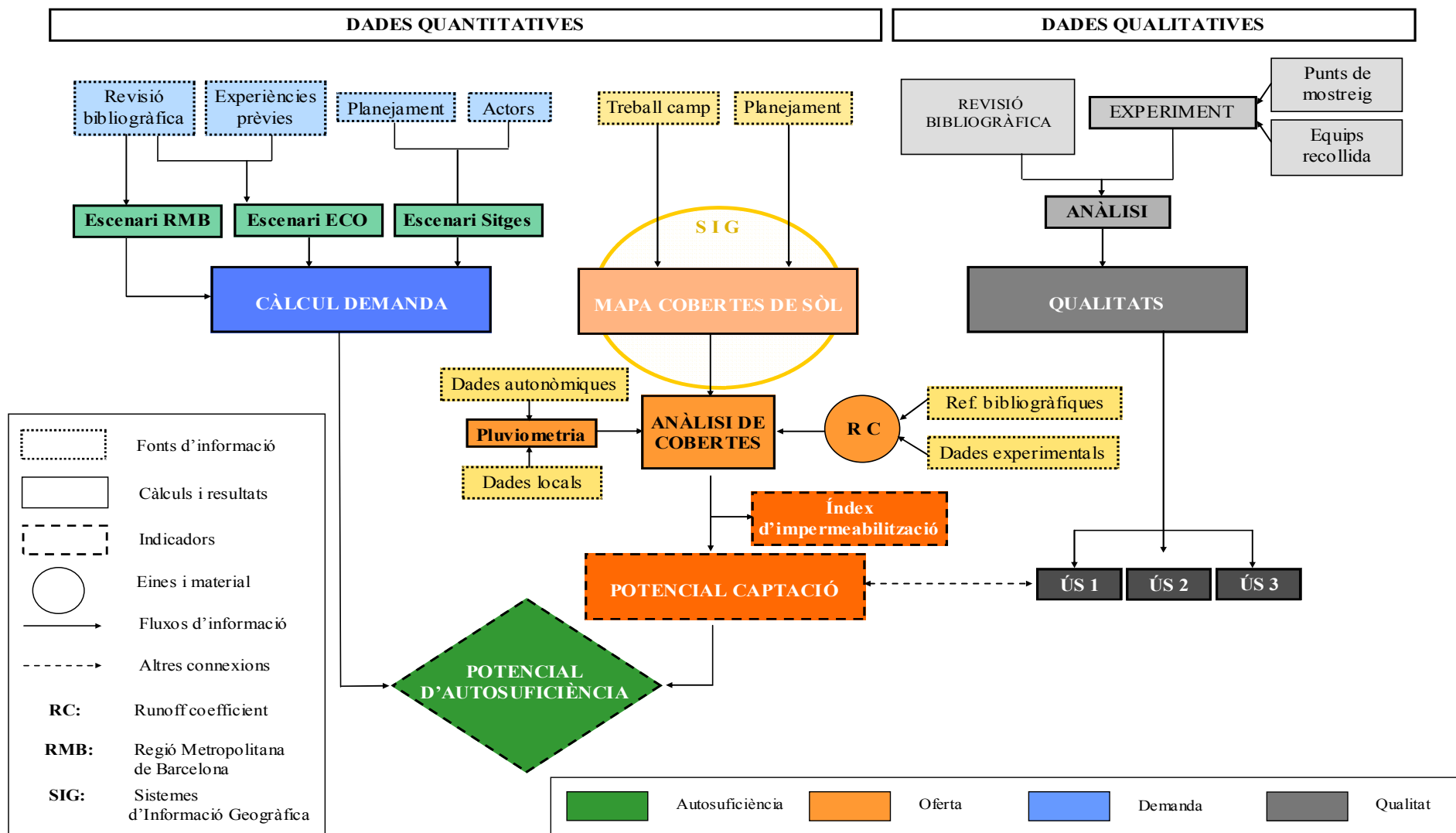


Figura 5.1: Fracció sobre el total de les diferents tipologies de cobertes de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

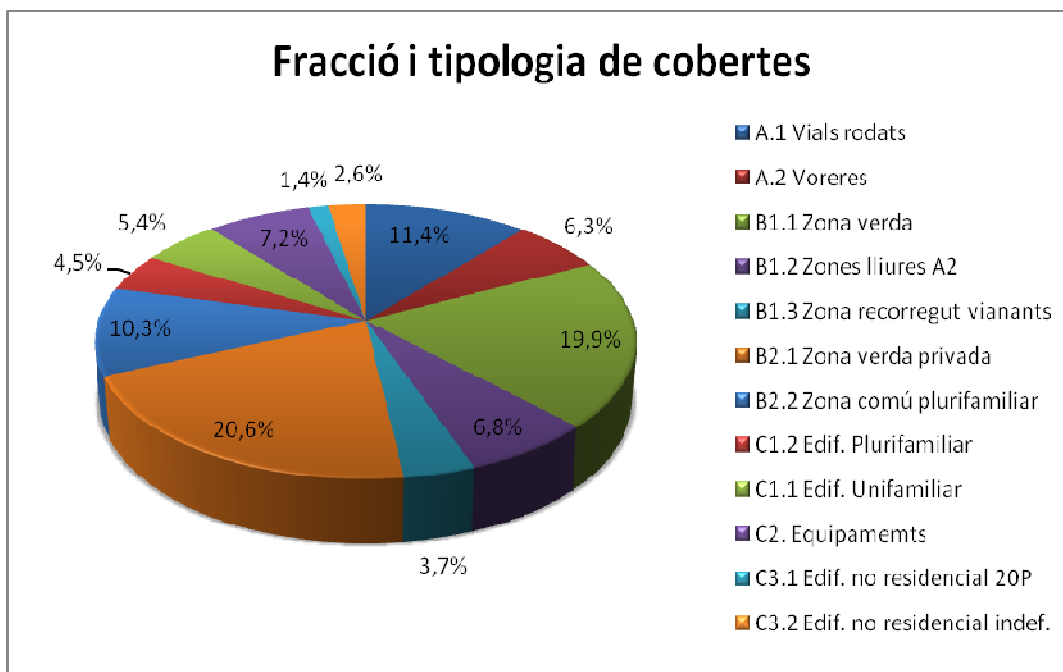


Figura 5.2: Distribució de les diferents superfícies de captació segons rangs de qualitat per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

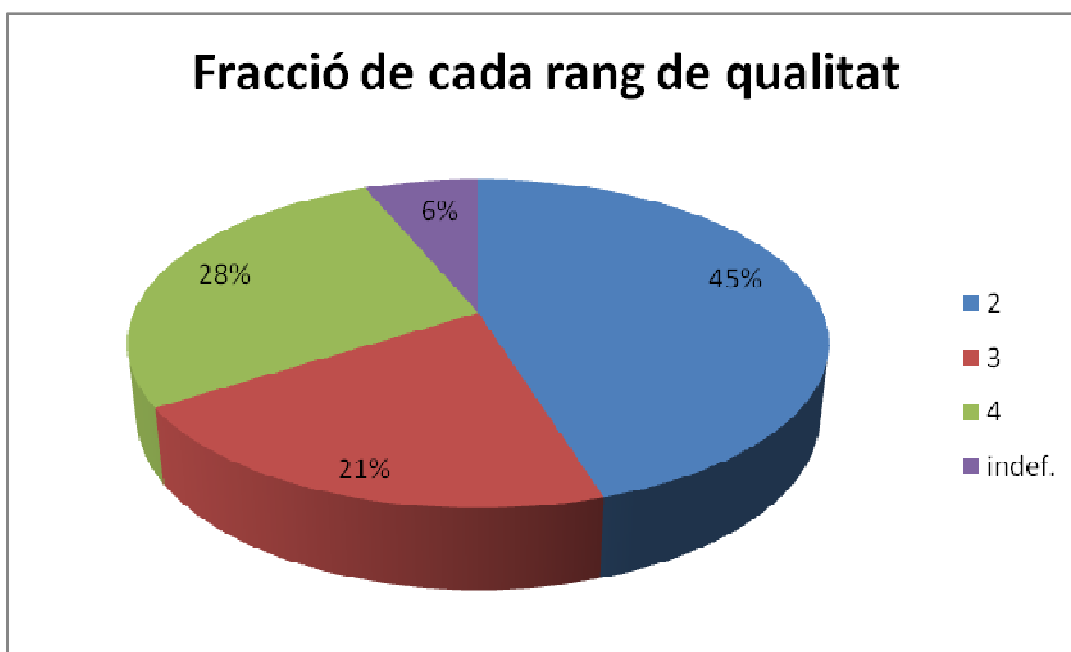


Figura 5.3: Distribució de la demanda en base a l'Escenari A: Sitges i en funció dels usos a que es destina l'aigua. (Font: Pròpia).

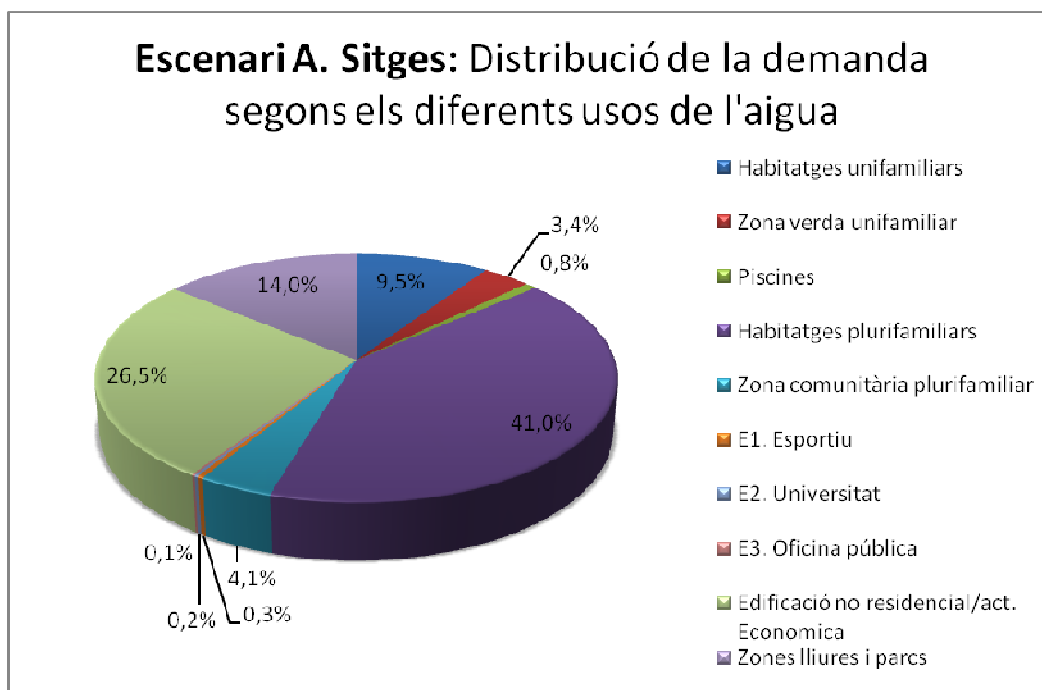


Figura 5.4: Distribució de la demanda en base a l'Escenari B: RMB i en funció dels usos a que es destina. (Font: Pròpia)

Figura 5.5: Distribució de la demanda en base a l'Escenari C: ECO i en funció dels usos a que es destina.
(Font: Pròpia).

