



Pla Director d'Aigües Regenerades

RESUM EXECUTIU

1. ANTECEDENTS

En data 05 de juliol de 2017 es van aprovar els Plecs de Condicions Tècniques i Administratives que regeixen la contractació de l'elaboració del Pla Director d'Aigües Regenerades (PDAR), publicant-se l'anunci de licitació en el Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya el dia 22 d'agost de 2017.

En data 09 de novembre de 2017 es va aprovar la Resolució d'adjudicació G-2017/712/1400 en favor de l'empresa AMPHOS 21 Consulting, SL per un import de 62.375 € (IVA exclòs). La contractació es va resoldre el dia 10 de gener de 2018.

2. MOTIVACIÓ

L'aigua es un recurs finit que ha de ser gestionat de manera eficient, les masses d'aigua susceptibles de ser potable es veuen amenaçades per l'estrès hídric que es dona amb major severitat en l'arc mediterrani, a on de forma cíclica es donen episodis puntuals en els quals la demanda del recurs supera la disponibilitat del mateix¹. El canvi climàtic, posa en risc la gestió convencional de l'aigua, es preveuen canvis (episodis de sequeres més sovint i amb major severitat combinats amb èpoques de pluges més localitzades i de major intensitat)² que reclamen noves formes de gestió que s'adaptin a l'entorn.

El Consorci Besòs Tordera (CBT) davant d'aquest context hidrològic, i amb l'objectiu d'incrementar la disponibilitat de recursos hídrics al seu àmbit d'actuació planifica mitjançant el seu Pla Director d'Aigües Regenerades (PDAR) el programa de mesures que adapten mitjançant la regeneració i posterior reutilització d'aigües, la gestió global de l'aigua davant les incerteses de la gestió convencional.

La reutilització d'aigües esta dintre de la Estratègia d'Economia Circular presentada per la Comissió Europea al Desembre de 2015 i s'engloba en el 7é objectiu del mil·lenni de la WHO (Organització Mundial de la Salut). L'aproximament del PDAR avança des del diàleg amb els actors implicats en la gestió fins al desplegament d'un sistema complet de reutilització sostenible en el temps i en recursos.

Així doncs aquest PDAR planteja i avalua la viabilitat tècnica i econòmica de la reutilització d'aigua com a font alternativa amb garanties de qualitat i subministrament. Mitjançant la implementació de sistemes de regeneració que permetin alliberar recurs potable, s'incrementa l'eficiència en el cycle integral de l'aigua, que s'identifica com a eina per a mitigar els efectes del canvi climàtic (Impact Assessment of the Blueprint to safeguard European Water Resources, 2012).

¹ Water Reuse Europe: <http://www.water-reuse.eu/pages/viewpage?id=25>

² COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Report on the Review of the European Water Scarcity and Droughts Policy /* COM/2012/0672 final */: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0672>
Drobinsky et al, Scaling precipitation extremes with temperature in the Mediterranean: past climate assessment and projection in anthropogenic scenarios (2018): <https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-016-3083-x>

3. ESTRUCTURA DEL PDAR

El PDAR s'estructura seguint l'esquema de la Figura 3.1



Figura 3.1: Composició PDAR.

A continuació es resumeixen les principals conclusions del PDAR.

4. ESTUDI DE DEMANDA

L'estudi de demanda es el pas previ i necessari per a la planificació els sistemes de regeneració, mitjançant aquest estudi s'ha pogut conèixer les demandes d'aigua regenerada de l'àmbit d'actuació del CBT. Les demandes s'han estudiat per municipi i s'han dividit en 5 grups: demandes urbanes (o municipals), demandes agrícoles, demandes industrials, demandes recreatives i demandes ambientals. Tot i que la intenció del PDAR es la de descriure un escenari que s'apropi al màxim a la realitat, les circumstàncies mai permeten obtenir totes les dades que son necessàries i per tant, la informació en alguns casos ha tingut que ser supeditada a aproximacions i supòsits, que es detallen en els capítols corresponents.

El volum de demandes total detectat es de 22,5 hm³/any, 71% dels quals es preveu abastir mitjançant el desenvolupament de la xarxa de transport del PDAR. La Taula 4.1 resumeix aquest estudi.

	Demandes Totals		Demandes abastides	
	m ³ /any	%	m ³ /any	%
Municipal	2.813.277,55	12%	1.239.895,06	5%
Agrícola	6.953.128,80	31%	3.569.712,52	16%
Recreativa	847.923,00	4%	712.923,00	3%
Ambiental	8.455.002,00	37%	8.455.002,00	37%
Industrial	3.480.807,81	15%	1.976.308,51	9%
	22.550.139,16	100%	15.953.841,09	71%

Taula 4.1: Resum de les principals dades de l'estudi de demanda.

5. ESTUDI D'AQUÍFERS

Emmarcat en l'objectiu d'avaluar la recàrrega gestionada d'aqüífers com una alternativa hídrica davant l'escassetat de recursos hídrics en determinades zones i/o èpoques de l'any. S'estudien dintre del PDAR un total de 19 aqüífers tots ells dintre de l'àmbit de competència territorial del CBT i s'arriben a definir 5 possibles emplaçaments per a portar a terme una recàrrega gestionada en 4 aqüífers d'acord als mètodes relacionats a la taula següent,

	Mètode de Recàrrega proposat
Al·luvial Congost → Pla de Palou	Basses d'Infiltració
Al·luvial Congost → Pla de Llerona (Falgar)	Basses d'Infiltració
Al·luvial Mogent → Pla de Llinars	Amb l'excedent de l'aigua de reg
Cubeta de La Llagosta → Aqüífer al·luvial	Basses d'Infiltració
Cubeta de La Llagosta → Estret de Montcada (comunicant amb l'aqüífer de Besòs)	Injecció directa mitjançant pous

Taula 5.1: Aqüífers seleccionats i mètode de recàrrega proposat.

6. SISTEMES DE REGENERACIÓ

Per tal de donar resposta a les demandes detectades es defineixen 14 sistemes de regeneració distribuïts al territori.

Es desenvolupen dues solucions tècniques per donar resposta a les demandes, es a dir, dos tipus d'Estacions de Regeneració d'Aigües (ERA) que permetran donar resposta a les demandes.

6.1. Sistema de regeneració tipus 1

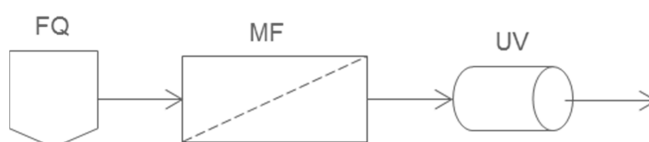


Figura 6.1: Esquema de tractament per al sistema de regeneració tipus 1

6.2. Sistema de regeneració tipus 2

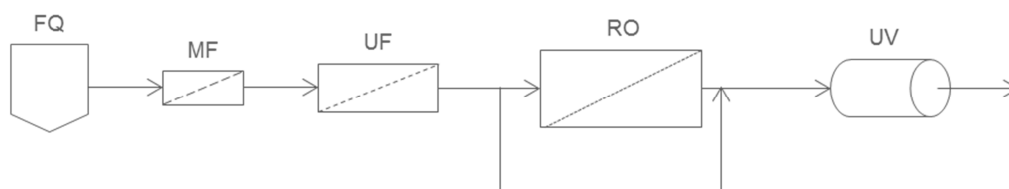


Figura 6.2: Esquema de tractament per al sistema de regeneració tipus 2

A la Taula 6.1 es resumeixen els sistemes de regeneració proposats amb el seu dimensionament i les demandes que es preveu abastir.

El sistema de regeneració que es proposa de forma generalitzada es el tipus 1 ja que en la majoria dels casos permet complir amb els estàndards de qualitat necessari. El sistema de regeneració tipus 2 només es proposa per les ERA Vilanova del Vallés, degut a l'alt contingut en sals de l'efluent d'aquesta EDAR, i pel cas de l'ERA La Llagosta, que preveu dins dels seus usos la recàrrega gestionada d'aqüífers mitjançant pous d'infiltració, la qual cosa requereix d'un tractament amb qualitats més estrictes.

	Dimensionament	Demandes abastides	Sistema de Regeneració
	(m³/any)		
ERA Caldes de Montbui	490.560,00	430.164,37	Tipus 1
ERA Castellar del Vallès	490.560,00	413.857,00	Tipus 1
ERA Congost	113.880,00	23.923,64	Tipus 1
ERA Granollers	981.120,00	961.483,70	Tipus 1
ERA La Garriga	981.120,00	890.123,08	Tipus 1
ERA La Llagosta	9.855.000,00	7.250.544,93	Tipus 2
ERA La Roca del Vallès	981.120,00	646.688,43	Tipus 1
ERA Montornès del Vallès	3.048.480,00	2.685.602,04	Tipus 1
ERA Sant Antoni de Vilamajor	490.560,00	961.218,47	Tipus 1
ERA Sant Celoni	490.560,00	27.588,00	Tipus 1
ERA Sant Llorenç Savall	113.880,00	4.132,00	Tipus 1
ERA Sant Quirze Safaja	367.920,00	127.404,78	Tipus 1
ERA Santa Maria de Palautordera	490.560,00	229.741,88	Tipus 1
ERA Vilanova del Vallès	1.576.800,00	1.301.368,77	Tipus 2
	20.472.120,00	15.953.841,09	

Taula 6.1: Resum de les característiques dels diferents sistemes de regeneració proposats.

7. XARXA DE TRANSPORT

La xarxa de transport preveu fer arribar l'aigua regenerada als usuaris finals. Es proposa una xarxa per a cadascun dels sistemes de regeneració així com dues xarxes de connexió inter-sistemes,

- Xarxa de connexió Sistema Sant Celoni, Sistema Sant Antoni de Vilamajor i Santa Maria de Palautordera.
- Xarxa de connexió La Garriga i Sistema Granollers.

Sistema de Regeneració	Xarxa de Transport
	m
Caldes de Montbui	16.082,00
Castellar del Vallès	7.668,00
Congost	1.661,00
Granollers	13.483,00
La Garriga	13.505,00
La Llagosta	11.798,00
La Roca del Vallès	12.421,00
Montornès del Vallès	38.282,00
Sant Antoni de Vilamajor	9.613,00
Sant Celoni	14.584,00
Sant Llorenç Savall	5.335,00
Sant Quirze Safaja	1.500,00
Santa Maria de Palautordera	5.327,00
Vilanova del Vallès	14.515,00
	165.774,00

Taula 7.1: Dimensionament de la xarxa de transport.

8. PLA D'INVERSIONS, CRONOGRAMA D'ACTUACIONS I ESTUDI DE RECUPERACIÓ DE COSTOS

8.1. Pla d'Inversions i Cronograma d'Actuacions

El Pla d'Inversions, per un import total de 56 M€ incloent obra civil, equips i xarxa de transport, es desenvolupa en 3 fases d'acord al esquema següent,

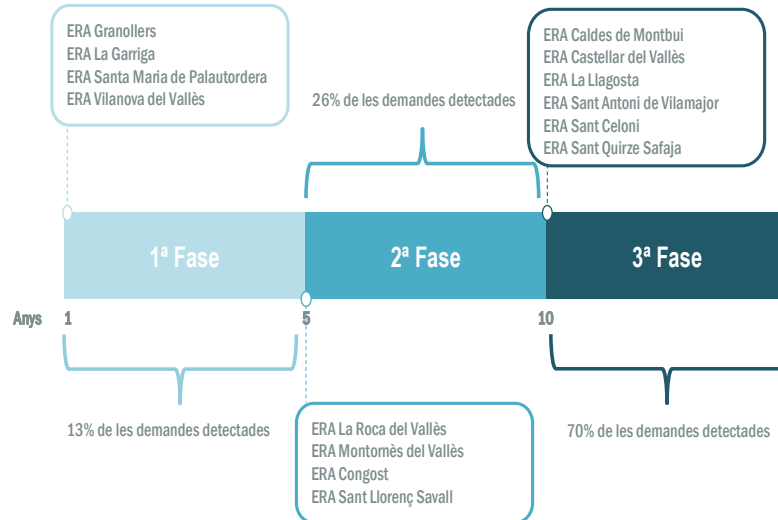


Figura 8.1: Cronograma del pla d'inversions.

A continuació es resumeix en forma de taules el detall de cadascuna de les fases,

Sistema de Regeneració	1ª Fase								
	Inversió ERA	Xarxa de Transport construïda	Cost Xarxa de Transport	Demandes abastides Total	Demandes Industrials	Demandes Agrícoles	Demandes Municipals	Demandes Ambientals	Demandes Golf
	€	m	€						
Granollers	436.000,00	3.136,00	640.496,64	858.899,80	288.244,80	310.654,00	10.000,00	250.001,00	
La Garriga	436.000,00	8.496,00	1.996.729,92	839.206,30	44.893,30	266.804,00	104.448,00	365.001,00	58.060,00
Santa Maria de Palautordera	352.000,00	5.335,00	944.935,20	229.741,88	20.500,00	194.641,88	14.600,00		
Vilanova del Vallès	2.598.000,00	10.331,00	2.742.777,19	1.241.897,30	7.590,00	1.210.947,30	23.360,00		
	3.822.000,00	27.298,00	6.324.938,95	3.169.745,28	361.228,10	1.983.047,18	152.408,00	615.002,00	58.060,00

Taula 8.1: Resum d'inversions i demandes abastides a la 1ª Fase del PDAR.

Sistema de Regeneració	2ª Fase								
	Inversió ERA	Xarxa de Transport construïda	Cost Xarxa de Transport	Demandes abastides Total	Demandes Industrials	Demandes Agrícoles	Demandes Municipals	Demandes Ambientals	Demandes Golf
	€	m	€						
Granollers	-	5.759,00	1.176.218,16	94.740,20	85.240,20		9.500,00		
La Garriga	-	5.009,00	1.177.215,18	50.916,78	16.915,50		34.001,28		
La Roca del Vallès	447.000,00	12.421,00	2.536.492,41	646.888,43	42.959,55	335.626,80	28.102,08		240.000,00
Montornès del Vallès	920.000,00	12.545,00	3.330.572,05	1.967.955,16	607.046,00	186.405,28	185.871,88	840.000,00	148.632,00
Vilanova del Vallès	-	4.184,00	1.110.810,16	59.471,47	31.809,45		27.662,00		
Congost	297.100,00	1.661,00	390.368,22	23.923,64			23.923,64		
Sant Llorenç Savall	297.100,00	1.500,00	352.530,00	4.132,00			4.132,00		
	1.961.200,00	43.079,00	10.074.206,18	2.847.827,68	783.970,70	522.032,08	313.192,88	840.000,00	388.632,00

Taula 8.2: Resum d'inversions i demandes abastides a la 2ª Fase del PDAR.

Sistema de Regeneració	3ª Fase								
	Inversió ERA	Xarxa de Transport construïda	Cost Xarxa de Transport	Demandes abastides Total	Demandes Industrials	Demandes Agrícoles	Demandes Municipals	Demandes Ambientals	Demandes Golf
	€	m	€						
Caldes de Montbui	352.000,00	16.082,00	3.274.134,38	430.164,37	78.331,85	13.455,36	159.146,16		179.231,00
Castellar del Vallès	352.000,00	7.668,00	1.414.899,36	413.857,00	13.390,00	345.600,00	54.867,00		
Granollers	-	4.588,00	937.053,12	7.843,70	7.843,70				
La Llagosta	10.300.000,00	11.798,00	3.539.400,00	7.250.544,93	113.406,41		137.138,52	7.000.000,00	
Montornès del Vallès	-	25.737,00	6.832.916,13	717.646,88	512.055,50		205.591,38		
Sant Antoni de Vilamajor	352.000,00	9.613,00	2.259.535,65	961.218,47	81.760,35	705.577,88	173.880,24		
Sant Celoni	352.000,00	14.584,00	2.297.271,68	27.588,00	14.250,00		13.338,00		
Sant Quirze Safaja	352.000,00	5.327,00	1.251.951,54	127.404,78	10.071,90		30.332,88		87.000,00
	12.060.000,00	95.397,00	21.807.161,86	9.936.268,13	831.109,71	1.064.633,24	774.294,18	7.000.000,00	266.231,00

Taula 8.3: Resum d'inversions i demandes abastides a la 3ª Fase del PDAR.

8.2. Estudi de Recuperació de Costos

Tenint en compte les inversions i els costos d'operació i manteniment s'ha estudiat l'estructura mínima d'ingressos que permetria la recuperació dels costos, tal i com indica la Directiva Marc de l'Aigua³, i amb un horitzó temporal de 50 anys.

Les premisses que suporten l'esmentat estudi son les següents:

- Inversió en equips i canonades en tres fases i dividides en dos anys.
- Reposició d'equips a 15 anys
- Reposició de xarxa de transport i obra civil a 50 anys
- Increment del cost d'operació i manteniment del 1% anual.
- La recuperació de costos es calcula mitjançant el VAN (Valor Actual Net) > 0, amb una actualització del 4%⁴ i a 50 anys.
- En tractar-se d'un estudi de recuperació de costos, no es té en compte el benefici industrial ni despeses generals que s'hauran d'establir en un posterior estudi tarifari.

L'estudi de recuperació de costos esdevé la línia base per establir polítiques de subvenció i/o incentivació de l'ús d'aigua regenerada en la tarifa final.

L'estructura d'ingressos es basa en el principi d'homogeneïtat per a tot l'abast territorial del PDAR essent constant durant els anys d'estudi. Les demandes més eficients, bé per tractar-se de grans consumidors, bé per tenir consumidors propers uns entre altres, suporten les demandes més vulnerables.

L'estudi de recuperació de costos es compon d'un terme fix per volum d'aigua regenerada contractat i d'un terme variable per volum d'aigua regenerada consumit. El terme fix permet la recuperació dels costos associats als actius immobilitzats (inversió en equips, obra civil i xarxa de transport), aquests costos existeixen des del moment de la implementació dels sistemes de regeneració es generi aigua regenerada en major o menor volum. El terme variable, per contra, sufraga els costos derivats de l'operació i manteniment dels sistemes de regeneració, i només incorreran en un cost si es produeix aigua regenerada.

L'estudi de demandes reconeix diferents usos d'aigua regenerada i l'estudi de recuperació de costos desplega diferents estratègies en consonància. Els usos definits son industrial, urbà, agrícola i ambiental. El terme variable s'estructura en base a esglaons de consum en el cas dels usos industrials i urbans.

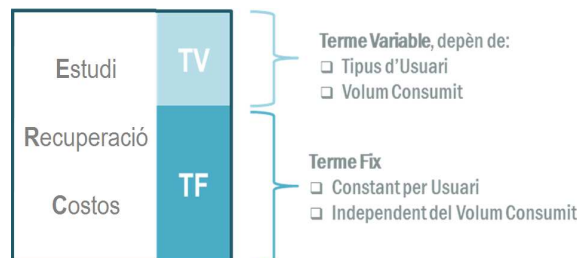


Figura 8.2: Estructura de l'estudi de recuperació de costos.

Així doncs, el terme variable s'estructura segons la Taula 8.4,

³ Directiva Marco del Agua: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/LegislacionDMA.aspx>

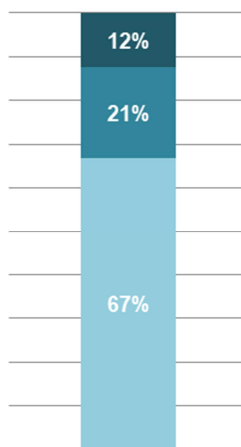
⁴ Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/guides/2014/guide-to-cost-benefit-analysis-of-investment-projects-for-cohesion-policy-2014-2020

		Esglaons de Consum	
Usos Urbans Usos Industrials	E1	1 m ³ < Volum Consumit < 15.000 m ³	
	E2	15.000 m ³ < Volum Consumit < 50.000 m ³	
	E3	Volum Consumit > 50.000 m ³	
Usos Agrícoles	No es determinen esglaons de consum		
Usos Ambientals			

Taula 8.4: Determinació dels esglaons de consum.

L'estudi de recuperació de costos i el propi PDAR vetllen per l'eficiència en els recursos. La reutilització d'aigües regenerades, com ja s'ha explicat amb anterioritat, permet per una banda alliberar recurs potable i per altre, en la seva vessant de recàrrega gestionada d'aqüífers, disposar de reservoris de recurs potable d'una manera planificada, així doncs l'estudi de recuperació de costos i seguint el principi de màxima eficiència grava mitjançant el valor econòmic del terme variable, els esglaons de consum majors (pel cas de usos urbans i industrials).



Essent el valor per m³ consumit, pel terme variable, en qualsevol dels escenaris que mes endavant s'expliquen E1 > E2 > E3 i donat que, el 67% dels usuaris es troben dins de l'esglaó E1 que correspon amb el menor terme variable, el 21% dels usuaris es troben dins de l'E2, amb un terme variable intermig i el 12% dels usuaris finalment es troben dins de l'esglaó E3 amb el terme variable més alt. L'estructura estudiada incentiva l'estalvi del recurs i l'atomització dels usuaris ampliant l'espectre de la reutilització d'aigües regenerades, i de manera indirecta, impacta en l'estalvi de consum de recurs potable.

Figura 8.3: Distribució d'usuaris en els diferents esglaons de consum.

Amb la finalitat d'avaluar les opcions més plausibles s'estudien 4 escenaris diferents, que contempnen diferents estructures de costos en funció de possibles polítiques d'incentivació i en funció de la xarxa de transport.

		Subvenció a les Inversions	
		No Inclòs	Inclòs
Costos Xarxa de Transport	Inclòs	Escenari 1	Escenari 2
	No inclòs	Escenari 4	Escenari 3

Figura 8.4. Escenaris estudiats pel càlcul de l'estudi de costos.

L'estudi de recuperació de costos té un horitzó temporal d'inversions inicials de 11 anys, calculant-se les variables econòmiques a 50 anys. Els exercicis de durada superior a 5 anys impliquen incerteses difícils de valorar sota una sola hipòtesi, es per això que el PDAR valora en l'estudi de recuperació de costos 4 escenaris diferents. Es pren com a base dues variables que donen peu als 4 escenaris definits:

- Subvenció de les inversions inicials per equips i obra civil de les ERA: Amb el propòsit d'incentivar polítiques de reutilització, la subvenció per part d'ens públics de les ERA es un escenari ja desenvolupat en altres projectes i per tant es valora dins d'aquest PDAR.
- Costos associats a la xarxa de transport: Tot i que el PDAR desplega una xarxa de transport de 165,7 km, es valora la possibilitat d'oferir aigua regenerada en la pròpia ERA, mitjançant un hidrant construït per a tal efecte. Els costos de la xarxa de transport suposen un 68% del total, per tant la decisió d'invertir o no en aquesta infraestructura afecta de forma notable en l'estudi.

Així doncs, on s'apliquen els costos de la xarxa de transport (escenaris 1 i 2), el terme variable es manté constant, i el terme fix s'incrementa en un 9% respecte l'escenari no subvencionat.

Terme Variable		Tarifa Industrial	Tarifa Urbana	Tarifa Ambiental	Tarifa Agrícola
E1	1 m ³ < Volum Consumit < 15.000 m ³	0,375 €/m ³	0,345 €/m ³	0,200 €/m ³	0,200 €/m ³
E2	15.000 m ³ < Volum Consumit < 50.000 m ³	0,415 €/m ³	0,385 €/m ³	0,200 €/m ³	0,200 €/m ³
E3	Volum Consumit > 50.000 m ³	0,455 €/m ³	0,415 €/m ³	0,200 €/m ³	0,200 €/m ³

Terme Fix Escenari 1	0,637 €/m³	Terme Fix Escenari 2	0,582 €/m³
-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------

Taula 8.5: Resum de l'estudi de recuperació de costos pels escenaris 1 i 2.

Sense els costos de la xarxa de transport el terme variable (escenaris 3 i 4) es manté constant i el terme fix s'incrementa en un 10 % respecte l'escenari no subvencionat.

Terme Variable		Tarifa Industrial	Tarifa Urbana	Tarifa Ambiental	Tarifa Agrícola
E1	1 m ³ < Volum Consumit < 15.000 m ³	0,359 €/m ³	0,335 €/m ³	0,180 €/m ³	0,180 €/m ³
E2	15.000 m ³ < Volum Consumit < 50.000 m ³	0,405 €/m ³	0,375 €/m ³	0,180 €/m ³	0,180 €/m ³
E3	Volum Consumit > 50.000 m ³	0,445 €/m ³	0,405 €/m ³	0,180 €/m ³	0,180 €/m ³

Terme Fix Escenari 3	0,479 €/m³	Terme Fix Escenari 4	0,535 €/m³
-----------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------

Taula 8.6: Resum de l'estudi de recuperació de costos escenaris 3 i 4.

L'estudi repercuteix tots els costos a l'usuari final. Arribats a aquest punt cal identificar al conjunt de beneficiaris de la reutilització d'aigua regenerada. Aquest conjunt no sol està format per els usuaris finals sinó que s'han de considerar com a beneficiaris al conjunt de la societat, al medi ambient, els ens públics...així doncs si es consideren tots els beneficiaris com a participants del recurs es poden aconseguir estructures de costos finals que incentivin la reutilització. El subsidi creuat es una manera no sols de regular els costos sinó també d'educar a la societat en quant al preu i valor de l'aigua, assumint que no sols s'està pagant per l'aigua regenerada sinó pel concepte de garantia de servei, es a dir, per l'augment de la disponibilitat d'aigua susceptible de ser potable que ha estat substituïda.

9. CONCLUSIONS

El PDAR ha assolit els objectius inicialment plantejats, donant respostes a les qüestions i reptes enumerats.

- Quantificar les necessitats d'aigua regenerada, en volum i qualitat.
- Planificar la construcció de sistemes de regeneració en l'àmbit d'actuació del CBT, proposant tecnologia i una xarxa de transport que apropi el recurs als usuaris finals.
- Recuperar els costos d'acord a l'establert a la DMA, tal i com evidencia l'estudi econòmic.