



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Implementació de Processos de Sostenibilitat i Economia Circular en Empreses Operadores d'Aigua

Autor:

Roger Pons Matarín

Director:

Jordi Morató i Farreras

Titulació:

Grau en Enginyeria Química - GREQUI

Convocatòria:

Excepcional 2020/21-1



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Càtedra UNESCO de Sostenibilitat

TREBALL FINAL D'ESTUDIS

Índex General

1. Resum.....	7
2. Estat de l'Art.....	8
2.1. Economia Circular	8
2.1.1. Principis de l'Economia Circular	10
2.1.2. Situació de l'Economia Circular a nivell Local, Estatal i Europeu	12
2.1.3. Full de Ruta per la transició cap a l'Economia Circular	14
2.2. Economia Circular al Sector de l'Aigua	15
2.2.1. Transició a l'Economia Circular: Vies, Motors i Potenciadors.....	22
2.2.2. Paper dels Aiguamolls de Tractament en el nou Plantejament Circular	24
2.2.3. Conclusions.....	26
2.3. Eines de Monitoratge per l'Anàlisi de Sostenibilitat.....	28
2.3.1. Responsabilitat Social Corporativa.....	28
2.3.2. Objectius de Desenvolupament Sostenible	29
2.3.3. Life Cycle Assessment.....	30
2.3.4. Social Life Cycle Assessment	31
2.3.5. Petjada de Carboni	32
1.1.1. Petjada d'Aigua.....	32
2.4. Eines de Monitoratge per l'Anàlisi de l'Economia Circular.....	35
2.4.1. Objectius de Desenvolupament Sostenible a l'Economia Circular	35
2.4.2. Material Circularity Indicator	37
2.4.3. Life Cycle Assessment a l'Economia Circular.....	38
2.5. Eines de Monitoratge dels Serveis Ecosistèmics.....	40
2.5.1. The Economics of Ecosystems and Biodiversity.....	40
2.5.2. Millennium Ecosystem Assessment	41
2.5.3. Mapping Assessment of Ecosystems and their Services.....	44
2.5.4. Toolkit for Ecosystem Service Site-Based Assessment	45
3. Objectius	46
3.1. Objectiu General	46
3.2. Objectius Específics	46
4. Metodologia.....	47
4.1. Mètodes per a l'Avaluació de la Sostenibilitat en Empreses Públiques	47
4.1.1. Mètodes per l'Avaluació i Seguiment dels ODS en Empreses Públiques Operadores d'Aigua	47
4.1.2. Mètodes per a l'avaluació de la Responsabilitat Social Corporativa	47
4.1.3. Mètodes per a l'avaluació de l'Economia Circular	49
4.1.4. Mètodes per a la Determinació i Seguiment de la Petjada de Carboni	49
4.1.5. Mètodes per a la Determinació i Seguiment de la Petjada Hídrica	50
4.2. Dades Empreses Operadores d'Aigua Potable	51
4.3. Informació Bibliogràfica.....	51
5. Resultats.....	52

5.1.1.	Indicadors referents als Objectius de Desenvolupament Sostenible	52
5.1.2.	Responsabilitat Social Corporativa.....	63
5.1.3.	Economia Circular.....	64
5.1.4.	Petjada de Carboni	67
5.1.5.	Petjada d'Aigua.....	72
5.1.6.	Comparativa i Anàlisi dels resultats	76
5.2.	Mesura de la circularització a nivell micro: sistema de descalcificació.	81
6.	<i>Discussió de Resultats</i>	83
6.1.	Comparativa A i B.....	83
6.2.	Plans de Reducció de l'Impacte Ambiental	85
7.	<i>Conclusions Generals</i>.....	87
8.	<i>Annexos</i>.....	88
9.	<i>Referències/Bibliografia</i>.....	89

Índex de Taules

Taula 1. <i>Relació entre els Principis de l'Economia Circular i els Sistemes de Gestió d'Aigua (Ellen MacArthur Foundation, 2018)</i>	21
Taula 2. Aplicacions urbanes dels aigües de tractament (Masi et al., 2018).	25
Taula 3. <i>Resultats dels indicadors de l'ods 6 (REDS, 2018)</i>	52
Taula 4. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 1 de l'aigua. Empresa A.	54
Taula 5. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 1 de l'aigua. Empresa B.	55
Taula 6. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 2, les persones. Empresa A.	56
Taula 7. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 2, les persones. Empresa B.	58
Taula 8. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 3, la ciutat. Empresa A.	60
Taula 9. <i>Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 3, la ciutat. Empresa B.</i>	61
Taula 10. Infografia resumint les variables per aplicar un esquema de treball d'Economia Circular a les empreses d'aigua.....	65
Taula 11. Petjada de Carboni per l'abast 1, valors absoluts i en percentatge per les empreses A i B.	67
Taula 12. Abast 1 de la Petjada de Carboni per les diferents entrades, en valor absolut (tones equivalents de carboni anuals) i en percentatge.	68
Taula 13. Abast 2 de la Petjada de Carboni de l'empresa A i B. Dades desglossades per empresa B.	69
Taula 14. Abast 3 de la Petjada de Carboni, empresa B.....	70
Taula 15. <i>Petjades de carboni segons abast i específiques i relatives.</i>	71
Taula 16. Resum de la Petjada de Carboni de les empreses estudiades.	72
Taula 17. Volum de referència pel càlcul de la petjada.	72
Taula 18. Petjada d'Aigua d'empreses A i B, desglossades per entrada, valor absolut i percentatge.	74
Taula 19. Petjada d'Aigua global de les empreses.....	75
Taula 20. Taula resum de resultats	76
Taula 21. Exemple petjades d'altres empreses.....	77
Taula 27. Pla de Reducció d'emissions per les empreses A i B.....	78
Taula 28. Reducció d'emissions segons l'escenari del Pla de Reducció de les Emissions de cada empresa.	79
Taula 23. Inventari del procés de descalcificar 1m ³ d'aigua en 10mmol/L.....	82
Taula 25. Pla de Reducció d'emissions per les empreses A i B.....	85
Taula 26. Reducció d'emissions segons l'escenari del Pla de Reducció de les Emissions de cada empresa.	86

Índex de Figures

Figura 1. Etapes fonamentals en un procés de circularització (COTEC, 2017).....	9
Figura 2. Cartell dels 17 ODS.....	29
Figura 3. Logos dels ODS esmentats.....	35
Figura 5. Descripció dels indicadors dins de l'estratègia d'economia circular.....	49
Figura 4. Resultats dels ODS de les 13 ciutats Catalanes (REDS, 2018).	53
Figura 6. Comparativa del grau de satisfacció entre l'empresa A i l'empresa B.....	63
Figura 7. Satisfacció global en percentatges dels abonats de l'empresa A.....	63
Figura 8. Satisfacció global en percentatges dels abonats de l'empresa B.....	63
Figura 9.A. i 9.B. Gràfic amb els percentatges de l'abast 1 de la Petjada de Carboni, Empresa A i B.	68
Figura 10. Comparació de l'Abast 2 de la Petjada de Carboni per l'empresa A i la B, i desglossant la Petjada de B per entrades, i separant les emissions associades als processos de depuració.....	69
Figura 11. Gràfic de l'Abast 2 de la Petjada de Carboni de l'empresa B, desglossant per % d'activitats.	69
Figura 12. Abast 3 de la Petjada de Carboni de l'empresa B, percentatges de les entrades.	70
Figura 13. Comparativa Petjades empresa A i B, diferenciades per abast en valor absolut [TeqCO2/any]....	71
Figura 14. Comparativa Petjades empresa A i B, diferenciades per abast en percentatge.....	71
Figura 15. Fluxos d'entrada i sortida del sistema de subministrament d'aigua potable. Empresa A (2017). ...	73
Figura 16. Fluxos d'entrada i sortida del procés de tractament d'aigües residuals. Empresa B (2018).....	73
Figura 17. Fluxos d'entrada i sortida del procés de potabilització. Empresa B (2017).....	73
Figura 18. Comparació Petjades d'Aigua empresa A i empresa B.	74
Figura 19. Petjada d'Aigua empreses A i B, en percentatges.	75
Figura 20. Representació gràfica del Full de Ruta per a l'Economia Circular i la Sostenibilitat.....	80

Aquest treball ha estat desenvolupat en col·laboració amb la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat.

1. RESUM

L'aigua és un recurs molt important, valuós i relativament escàs i la seva gestió s'ha de fer amb cura i responsabilitat. Les empreses d'aigua i sanejament han de ser concebudes d'una forma sostenible i amb el mínim impacte ambiental. Ja s'està fent feina per assolir un model de neutralitat en carboni i s'estan desenvolupant i aplicant cada cop més i millors eines i metodologies pel control i seguiment dels impactes ambientals.

A part de les tasques dirigides a la reducció de les causes del Canvi Climàtic, també s'ha de treballar per a assolir una resiliència als seus efectes. I de fet, una gestió adequada dels recursos hídrics és bàsica per a qualsevol model sostenible.

Les fonts renovables d'energia neutralitzen les emissions i compensen els costos; la recuperació de recursos afavoreix l'economia circular; i l'acompliment dels serveis no pateix les conseqüències d'una infraestructura deteriorada, sinó que es modernitza i amplia de manera simultània.

A més dels beneficis mediambientals i associats, transició cap a la sostenibilitat i circularitat aporta beneficis econòmics, socials i productius.

Aquest treball es basa en l'anàlisi de sostenibilitat de dues empreses públiques operadores d'aigua. Incorpora elements d'Economia Circular, Responsabilitat Social Corporativa, i ambientals. Centrant-se especialment en les petjades ambientals: la Petjada de Carboni i la Petjada d'Aigua.

L'objectiu principal és tenir un inventari de l'estat actual de les empreses analitzades respecte la sostenibilitat, estudiar quines estratègies es poden aplicar per millorar aquest estat, i proporcionar una sèrie d'indicadors pel control i seguiment de l'estat de l'empresa i la seva transició a la sostenibilitat i l'Economia Circular.

Abstract

Water is a very important, valuable and relatively scarce resource, and its management must be taken with care and responsibility. Water and sanitation utilities must be designed in a sustainable way and with the minimum environmental impact. Work is already underway to achieve a carbon neutral model and more and better tools and methods are being developed and applied for the control and monitoring of environmental impacts.

Apart from the tasks aimed at reducing the causes of climate change, work must also be done to achieve resilience to its effects. In fact, proper management of water resources is basic to any sustainable model.

Renewable energy sources neutralize emissions and offset costs; resource recovery favors the circular economy; and the performance of services does not suffer the consequences of a deteriorated infrastructure, but is simultaneously modernized and expanded.

In addition to the environmental and associated benefits, transition to sustainability and circularity can bring economic and social benefits as in productivity.

This paper is based on the sustainability analysis of two public water utilities. It incorporates Circular Economy, Corporate Social Responsibility, and environmental elements. Focusing on the environmental footprints: the Carbon Footprint and the Water Footprint.

The main objective is to have an inventory of the current state of the companies analyzed with respect to sustainability, to study what strategies can be applied to improve this state, and to provide a series of indicators for the control and monitoring of the state of the company and its transition to sustainability and Circular Economy.

2. ESTAT DE L'ART

2.1. Economia Circular

El sistema lineal de producció i consum no ha canviat des de la primera revolució industrial i encara es basa en l'extracció de matèria prima, la producció de béns, el consum i la generació de residus.

En la segona meitat del s XVIII la IRI va canviar radicalment les formes de producció i consum, fomentant una ràpida transformació dels sistemes de producció artesanals, altament descentralitzats i lents. Això va ser possible degut a diversos factors, com el desenvolupament tecnològic (màquina de vapor), el desenvolupament organitzacional, la globalització de mercats i recursos (colonialisme) i la ma d'obra; aquest últim incrementant ("en retroalimentació") les mecàniques d'urbanització.

L'Economia Circular està deixant de ser un concepte abstracte per adquirir cada cop més protagonisme, al convertir-se en un referent dels grans canvis o transicions que necessiten els models i estils de vida actuals, els quals impliquen una alta pressió sobre els recursos, la degradació dels ecosistemes i la pèrdua del capital natural. Es tracta de disposar de nous patrons de desenvolupament, que garanteixin un futur sostenible, transformant substancialment les nostres formes de produir, consumir i viure.

En els últims anys, l'Economia Circular ha estat objecte d'atenció creixent entre els responsables polítics i empresarials, passant a ser una prioritat en les polítiques d'alguns països europeus i de la Unió Europea. L'Economia Circular es presenta com una alternativa a l'actual model de producció i consum, amb el potencial de resoldre reptes mediambientals, al mateix temps que obre oportunitats de negoci i al creixement econòmic.

També millora l'ús dels recursos i aporta valor afegit als negocis, englobant, al mateix temps, sostenibilitat ambiental, lluita contra el canvi climàtic i benestar socioeconòmic per les generacions presents i futur.

En el cas de la Unió Europea, l'economia de "cicles tancats" ha passat a ser una prioritat. Les accions proposades per la UE en matèria d'Economia Circular des de mitjans d'aquesta dècada estan penetrant en el funcionament dels sistemes productius i en el comportament dels ciutadans, cosa que contribuirà de forma positiva tan al medi ambient, com a l'economia i a la salut de les persones dels països membres.

En el context actual de canvi permanent, accelerat i global en el que ens trobem, no només en l'àmbit tecnològic, sinó també en el polític o l'econòmic, cal dedicar importants esforços en facilitar tres grans transicions en les que estem tots immersos: la de l'analògic al digital (fluxos d'informació); del material a l'intangible (en fluxos d'inversió); i del lineal al circular (en els fluxos de matèria i energia).

Aquestes transicions vindran acompanyades de la creació d'un nombre substancial de llocs de treball, afavorir el creixement socioeconòmic a escala local i també afavorir la cohesió social i la integració. Al mateix temps, el nou model de producció i consum circular limitarà i/o evitarà l'impacte ambiental i els danys irreversibles al clima i la biodiversitat, reduint les emissions de GEH (gasos d'efecte hivernacle).

La innovació és l'element fonamental per assolir la transició cap a l'Economia Circular. Seran necessàries les noves tecnologies, processos, serveis i models empresarials, així com el canvi integral en els patrons de comportament dels consumidors. Per afavorir la transició basada en la innovació és també necessari **reforçar les comunitats i xarxes locals** i el desenvolupament de districtes, sobretot a nivell local i regional, per afavorir els intercanvis d'energia, material, informació, coneixement i recursos en simbiosi.

La gestió de tots aquests canvis exigeix a les administracions i les empreses de disposar de dades i informació per la presa de decisions i l'assignació de recursos. Però en molts casos aquesta informació encara no està disponible o ho està només de forma fragmentada.

De fet, actualment tampoc es disposa d'una metodologia específica suficientment elaborada i consensuada pel seguiment i avaluació dels processos d'Economia Circular. Afegit als indicadors ja consolidats d'anàlisi d'eficiència i fluxos materials, durant els propers anys s'ha de realitzar el desenvolupament integral dels sistemes d'avaluació i indicadors amb metodologies específiques més avançades en totes les fases del cicle productiu i de consum.

En el procés de construcció dels nous sistemes d'indicadors de l'Economia Circular s'ha de tenir en compte que una part considerable d'aquests encara no estan totalment desenvolupats, especialment els relatius a la prevenció de l'ús excessiu de matèries primeres, l'*ecodisseny* i la *ecoinvenció*. En canvi, s'ha avançat notablement en l'ús eficient de materials i la gestió de residus, tot i que es reconeix per endavant que són necessaris majors esforços per a donar una visió més completa i detallada dels progressos per donar una visió més completa i detallada dels progressos de l'EC fins al desenvolupament sostenible.

A més dels efectes considerables de la crisi socioeconòmica, en l'àmbit de la producció i el consum es mantenen determinades rigideses estructurals de l'economia espanyola que dificulten la consolidació de processos basats en l'*ecoeficiència* i en la racionalització del consum.

El canvi de model, mitjançant processos *ecoeficients*, ha de fonamentar-se en el desacoblament del creixement econòmic i la degradació ambiental, la qual cosa exigeix un canvi de model productiu més eficaç, que atengui les necessitats reals de la societat d'acord amb les capacitats ambientals i porti una disminució en la generació de residus.

Amb el primer informe realitzat i presentat al 2017, la Fundació COTEC (COTEC, 2017) va contribuir, parcialment, en les mancances que existien en aquest sentit. D'aquesta forma, es va presentar una metodologia d'anàlisi del flux de materials i indicadors específics d'Economia Circular, al mateix temps que es va elaborar el primer mapa de la situació de l'estat Espanyol, analitzant les dades disponibles i identificant alguns dels principals actors a Espanya, així com casos d'èxit i de bones pràctiques.

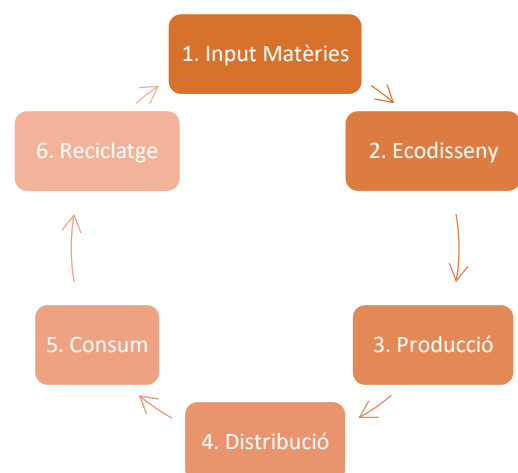


Figura 1. Etapes fonamentals en un procés de circularització (COTEC, 2017).

2.1.1. Principis de l'Economia Circular

L'Economia Circular està basada en els següents principis rectors:

Disseny de la prevenció de residus. Productes i serveis que es puguin concebre i dissenyar de manera que es redueixi radicalment la generació de residus a través d'una integració millor amb els cicles materials biològics i tecnològics. S'han de pensar com **donar una segona vida a l'objecte a partir del disseny**, amb nous valors afegits, per a reduir dràsticament posteriors entrades de matèria i energia.

Construcció de resiliència a través de la diversitat. Productes i serveis s'han d'adaptar a diferents utilitats al llarg del seu cicle de vida. Els productes, mantenint la seva eficiència, hauran de ser més simples, modulars i versàtils. La resiliència dels productes proposa **reduir la obsolescència i augmentar dràsticament la funcionalitat i l'ús.**

Ús d'energies renovables. La producció, el consum i l'ús d'un producte () consumeix recursos energètics. L'Economia Circular proposa utilitzar només recursos renovables, per la seva disponibilitat virtualment il·limitada, per eduir dràsticament l'impacte negatiu en el medi ambient (emissions de GEH, abocaments tòxics a rius i mars, etc.) i la salut humana.

"Els residus són aliment". Aquest principi canvia radicalment la manera d'entendre els residus, que ja no són rebutjats sinó que es poden transformar en un recurs molt important dels cicles biològics. Per exemple, amb la seva reutilització bio-restaurativa, en cicles de materials tecnològics a través de simbiosis industrial, reutilitzant els residus rebutjats per una indústria en una altra.

Pensament en sistemes. On els diferents elements se relacionen, a diferents escales espai-temporals i en relacions amb variables múltiples, entre sí i amb el sistema amb un objectiu comú. Es pot desglossar en subsistemes amb els seus propis subobjectius. No només es té en compte el resultat final del producte o l'assoliment de l'objectiu, sinó també el seu rendiment després de la fi del projecte.

Tot això, utilitzant un enfocament de fluxos i reserves, orientant la circularitat i la transformació social i del medi natural. Un exemple molt clar és el que fan algunes empreses locals: reaprofitar roba vella com cortines, llençols, estovalles, etc., per transformar-les en objectes d'actualitat (bosses de ma, motxilles, moneders, etc.), donant-li un nou ús i re-valoritzant-los perquè tornin a entrar a la societat actual.

Pensament local. Les organitzacions i les comunitats estan influïdes pel seu context i, per tant, tenen una relació dinàmica de proximitat. En els ecosistemes passa de forma similar, i això pot donar les pautes per a què els grups de persones puguin aprofitar al màxim els recursos i, al mateix temps, puguin afavorir i enfortir la capacitat creativa i innovadora local.

Plantejament en cascada. Es basa en la possibilitat d'incrementar el valor d'una matèria prima o secundària a través de la definició de les funcions concretes, i intentar re-introduir-la en una part del cicle de vida del seu mateix ús o d'usos diferents.

Enfocament de rendiment. El rendiment ha de ser sinèrgic i basat en la creació de beneficis múltiples, incloent la creació de valor afegit, de llocs de treball i també la reducció del consum de recursos. Això suposa la reducció dels impactes negatius a partir de sistemes naturals i socioeconòmics.

A part dels principis bàsics és pertinent definir alguns conceptes interessants que relacionen conceptes dins l'economia circular:

Permacultura, introduït per Mollison i Holmgren a finals dels 70 en referència específicament a l'assentament humà, això com un sistema de disseny social basat en l'observació i la reproducció d'ecosistemes naturals i principis ecològics. S'inclou també el concepte de distribució i ús just, en relació als humans i la natura.

Ecologia Industrial, formulat als anys 80 per R.Frosch, qui va analitzar els fluxos d'energia i materials a través d'un sistema industrial, teoritzant la possibilitat de reduir l'ús d'energia i l'imput de materials, minimitzant alhora les externalitats negatives de la producció industrial. Un concepte similar, conegut com a **simbiosi industrial**, ja havia estat introduït als anys 40 i a dia d'avui continua vigent. Aquest concepte observa districtes i/o grups industrials, més que una sola indústria. També és important citar el concepte de *metabolisme industrial* que és fonamental en el desenvolupament d'una ecologia industrial.

"Del bressol al bressol", introduït per W.Stahel i posteriorment repes per B. McDonough i M. Braungart, part del concepte de modificar el significat de consumisme (dissenyar, crear, rebutjar) des de la base i arribar a eliminar els residus, donant-li un valor afegit superior al que van tenir a la seva vida anterior, utilitzant el sòl com a principal font d'energia renovable, neta i respectuosa amb el medi ambient.

Biomimetisme, a finals dels anys 90, J.Benyus va introduir el concepte de biomimetisme que posteriorment ha sigut utilitzat bàsicament en arquitectura. El biomimetisme s'inspira en la natura seguint uns principis bàsics:

- La natura com a *model* per emular formes i processos, i entendre que un cicle no pot ser lineal de forma infinita.
- La natura com a *precepte*, aprofitant els processos naturals com a pautes per basar en ells alguns estàndards de gestió econòmica i social.

Model d'Economia Circular *proposat per la Fundació Ellen McArthur:*

"Describeu la fusió d'un nou model basat en la integració del cicle de vida natural (biològic) on els recursos són limitats i els materials tenen un ús que es reincorpora als processos productius de forma circular (tecnològic)."

L'Esquema de l'Economia Circular sostenible es basa en la **gestió del flux d'energies renovables lligat a la gestió de béns i productes**. Les necessitats bàsiques s'extreuen de la biosfera en forma de materials finits. Aquesta extracció es fa amb energies de fonts renovables i respectant el medi ambient. Després del procés de transformació o fabricació, els productes es distribueixen o comercialitzen i arriben als consumidors o usuaris.

En l'ús es produeix una acumulació d'objectes fins al final de la seva vida. En comptes de rebutjar i dipositar els productes *obsolets* en deixalleries (o eliminar-los), el canvi de sistema al model circular proposa la re-valorització, perquè el material dels productes, al final de la seva vida, torni a entrar en el cicle productiu.

L'objectiu d'això és la minimització de pèrdues del sistema i evitar els impactes negatius del rebuig dels materials.

Tot i això, el model té algunes limitacions:

- Està centrat exclusivament en els fluxos de materials, tractant només parcialment els fluxos d'energia.
- No inclou, pràcticament, fluxos i reserves fonamentals com l'aigua, el carboni i el sòl.
- No detalla l'ús i consum dels productes (existeix una degradació que impedeix la revalorització total dels productes).

Això porta a que, tot i que és un pas important, aquest model s'ha de repensar i ampliar per integrar tots els elements implicats en el model de producció (producció, consum i rebuig). I que tingui en compte tots els fluxos materials i energètics i les reserves limitades (aigua, carboni, sòl) i també les emissions de GEH.

2.1.2. Situació de l'Economia Circular a nivell Local, Estatal i Europeu

L'Economia circular fa relativament poc que va començar a introduir-se en l'actual política econòmica i ambiental de la Comissió Europea (CE), particularment a través del Pla d'Acció de la Unió Europea (UE) per l'Economia Circular presentat per la CE al Parlament Europeu al desembre de 2015. El Pla defineix un mandat basat en la integració d'un canvi de paradigma econòmic en la UE que inclogui la col·laboració i compromís governamental a escala nacional, regional i local amb la contribució de totes les parts interessades.

En el cas de l'estat Espanyol, després de la presentació del **Pla d'Acció de la UE per l'Economia Circular**, i les successives iniciatives desenvolupades al 2017 i 2018, s'han intensificat les accions dutes a terme en l'àmbit de la circularitat per part de les administracions (central, regional i local), així com per part dels sectors empresarials, les institucions i la societat civil.

La transició cap a l'Economia circular pot ser molt avantatjós per la UE, en el sentit de que incrementa la seva pròpia competitivitat i sostenibilitat, construint un sistema econòmic amb més resiliència i adaptabilitat a l'escassetat de matèries primeres i de recursos energètics, així com preveient la volatilitat financera i propulsant la innovació i eficiència empresarial, fets que canviaran de manera radical, els patrons de producció i consum.

Segons les estimacions de la CE si s'aplica tota la normativa vigent en matèria de residus es crearien més de 400.000 llocs de treball a UE, dels quals 52.000 estarien localitzats a Espanya. Amb la finalitat d'impulsar la transició cap a l'Economia Circular és necessari crear una xarxa d'indicadors que faciliti un sistema de presa de decisions integrat, que permeti avaluar i determinar la situació i el progrés d'un canvi de paradigma econòmic, especialment en les seves fases de producció i consum.

En aquest sentit, les tendències que segueixen les variables de l'Economia Circular semblen endevinar que la millora en els nivells de productivitat material de l'economia espanyola coincideix amb la "punxada" de la bombolla Immobiliària. La qual provoca un descens immediat de la intensitat del consum material de l'economia espanyola, i de les seves necessitats materials. I tot això repercuteix en als nivells d'extracció material nacional i de requeriments totals de materials que, de superar folgadoament els nivells mitjans de la resta de països membres de la UE, passen a reduir-se notablement per establir-se en nivells baixos respecte de la mitjana dels països de la Unió.

Espanya, com a estat membre, es compromet amb els esforços de la UE per desenvolupar una economia eficient en l'ús de recursos, competitiva, sostenible i baixa en emissions de diòxid de carboni. A aquest efecte, la CE va aprovar al 2015 el Pla d'Acció de la UE per una Economia Circular, amb l'establiment d'un programa de mesures legislatives que cobreixi tot el cicle de producció i consum.

Tot i així el cas d'Espanya, les iniciatives sobre Economia Circular són incipients i fins al moment les mesures adoptades han estat centrades, sobre tot, en les polítiques ambientals de la fase final del cicle econòmic, tal com és la gestió dels residus, on es compta amb el Pla Estatal Marc de Gestió de Residus 2016-2022 a mitjà termini. D'altra banda, també s'obren noves perspectives pels bioprocessos amb l'*Estratègia Espanyola de Bioeconomia Horizonte 2030*.

La situació i evolució de l'economia material a Espanya és coherent amb la tendència europea. En el conjunt de la UE, la productivitat dels recursos ha millorat de forma constant des de 1,52 €/kg al 2002, fins a 1,95 €/kg al 2014, encara que s'ha de tenir en compte que el progrés de diversos estats membre no és uniforme, ja que depèn de molts factors nacionals, regionals i locals peculiars.

Aquest augment va ser més gran que la taxa de creixement del PIB duran el mateix període. Això marca una tendència fins al desacoblament de l'ús de recursos respecte la producció econòmica i també suggereix que l'activitat econòmica circular pot estar començant a desenvolupar-se.

La situació espanyola referida al consum de recursos i l'evolució i tendències dels principals sectors econòmics que tenen una incidència rellevant en els processos d'Economia Circular es poden resumir amb les següents dades:

- El consum nacional de materials a Espanya es va reduir gairebé un 50% entre 2008 i 2012. La productivitat del CNM (*Consum Nacional de Materials*) va créixer un 85% mentre que la intensitat per PIB (relació entre el consum de productes, expressat en tones i el PIB en euros) ha baixat un 46% i gairebé un 50% per habitant.

- La intensitat energètica de l'economia és inferior a la mitjana de la UE-28 i al 2013 va ser el setè país europeu amb menor intensitat. En el període 200-2013, la intensitat energètica es va reduir a Espanya gairebé un 20%.

- En el sector de la indústria, la crisi econòmica va aturar la tendència positiva del període 2005-2008 sobre la inversió ambiental de la indústria, produint-se una caiguda de la inversió en la protecció del medi ambient del 60% durant els últims anys. Això no indica una posició favorable per reduir l'impacte ecològic del sector. La demanda d'energia final per part dels sector industrial ha disminuït durant el període de la crisi econòmica.

- La generació de residus municipals ha mantingut una tendència generalitzada de descens en els últims anys. En el període 200-2013 aquesta reducció en la generació de residus municipals per habitant va arribar al 31,8%. En canvi, en la UE-27 va baixar en menor mesura, tan sols un 8% degut a que la situació de partida ja presentava una generació de residus més reduïda.

Entre les accions polítiques a nivell nacional és destacable la proposta del Govern Espanyol per una *Estratègia de Economia Circular 2030*, aprovada a gener de 2020. També són rellevants els avenços en el desenvolupament d'estratègies i programes específics a nivell local i regional. Tot i que en moltes ocasions es desenvolupen sense una diagnosi prèvia, traslladant i no adaptant a nivell regional els objectius i mesures treballades a nivell europeu o estatal.

Aquest fet pot debilitar la implantació de les estratègies a l'obviar les característiques específiques de cada regió, no només climàtiques i ambientals sinó també socioeconòmiques i culturals, i de com està implementat el teixit productiu.

L'escala local és especialment important per l'impuls de la transició cap a l'Economia Circular degut a la proximitat amb els ciutadans. Malgrat això la feina feta per les entitats locals a l'Estat Espanyol encara és molt incipient. La feina que s'ha fet, principalment, és en el sector de la gestió de residus, treballant en l'augment dels nivells de reciclat i la recollida selectiva de la FORM (fracció orgànica dels residus municipals), destacable a Catalunya i Navarra.

Un dels subsectors més dinàmica és el de la Indústria Ecològica o *Ecoindustria*, essent una de les claus de la millora de la sostenibilitat i de la Economia Circular, amb capacitat, a més de generar noves fonts de llocs de feina sostenibles.

Per facilitar la transició cap a l'Economia Circular a Espanya es necessiten noves iniciatives polítiques, empresarials i socials centrades en l'objectiu general de fomentar les capacitats endògenes (estatals i regionals) per afavorir la transició cap a l'Economia Circular, en línia amb el que va marcar la CE. Això fomentaria la consolidació d'una economia diversificada, sostenible, hipocarbònica, eficient i competitiva a nivell internacional.

Aquestes alternatives aniran aflorant i marcant determinades pautes en el futur, encara que per poder ser realment efectives han d'enquadrar-se en un **Full de Ruta Nacional per l'Economia Circular** el qual compti amb els mecanismes adequats de coordinació i participació transversal per complir amb els plantejaments estratègics de la UE.

A Catalunya els últims anys s'ha fet una aposta clara per l'impuls de l'Economia Verda i Circular. S'han aprovat diverses estratègies com l'Estratègia d'Impuls a l'Economia Verda i Circular, l'Estratègia Catalana d'Eco-disseny, el Programa general de prevenció i gestió de residus i recursos de Catalunya (2013-2020), i el Pacte Nacional per a la Indústria (2017-2020). També s'han creat eines per a una producció més circular com la Borsa de Subproductes, línies de subvenció i finançament actuacions de sensibilització i capacitació, estudis sectorials, i s'ha potenciat la compra pública verda.

Al 2018, des de la Generalitat de Catalunya i amb el suport de molts actors del territori es va crear l'observatori *Catalunya Circular* amb els objectius de millorar la competitivitat de l'economia catalana i afrontar el repte de la limitació de recursos i alhora superar el sistema productiu tradicional i l'economia lineal.

2.1.3. *Full de Ruta per la transició cap a l'Economia Circular*

Pel traçat i el seguiment d'un full de ruta ambiciós és necessari utilitzar un procés participatiu que involucri tots els actors que ja estan liderant la transició, i que es pugui estendre també a altres actors estratègics a tots els nivells, amb la finalitat de poder definir estratègies i accions ambicioses i concertades que puguin ser implementades de forma més eficaç.

El full de ruta haurà d'afrontar els següents reptes principals:

- **Polítics.** Desenvolupar i harmonitzar legislacions. Establir normatives a nivell nacional i regional en consonància amb les línies estratègiques europees, que puguin incloure temes clau com, per exemple, les compres verdes.

- **Fiscals.** Reformar i definir impostos i incentius combinats per la reducció d'*inputs* materials i energètics. I alhora incentivar patrons d'eficiència i sostenibilitat en la fase de producció i de consum, considerant també l'administració pública, així com el potencial de creació de llocs de treball.
- **de Formació.** Definir estratègies a llarg termini. Introduir elements educatius de consum responsable des de l'inici de l'escolarització podria ser clau en l'avanç. La formació professional contínua haurà de donar suport a la creació de nous models de negocis, al desenvolupament i a l'ús de noves tecnologies.

El full de ruta haurà de tractar també el desenvolupament d'un sistema d'avaluació integrat per l'Economia Circular, suportat per un sistema de recollida de dades i elaboració estadística, a nivell regional i nacional en línia amb l'europeu. Aquest sistema d'avaluació integrat té un valor estratègic i servirà per donar suport a la presa de decisions, oferint una comparació exhaustiva de diferents polítiques, estratègies i mesures específiques per treballar una base legislativa sòlida.

Els usos del sòl i la gestió dels recursos hídrics integral són qüestions de gran importància en la societat actual. La transició a una Economia Circular ha de preveure la forma d'enfocar la distribució d'aquests recursos limitats per a que no se sobre explotin, enfortint així un cicle sostenible que permeti la reutilització i l'equilibri mediambiental. L'Economia Circular al sector de l'Aigua serà tractada més endavant.

Una altra qüestió important, amb fortes aplicacions a nivell local i urbà, és el desenvolupament del potencial de la indústria que inclogui l'ús eficient i compartit de recursos i materials, fomentant l'eficiència energètica dels processos i reforçant el coneixement.

Les iniciatives ciutadanes són crucials per donar impuls al Full de Ruta cap a l'Economia Circular promouen la responsabilitat mediambiental, reducció del consum i consciència en temes com l'estalvi energètic i la separació de residus pel reciclatge. Aquestes iniciatives amb el suport institucional adequat, faciliten el reforç d'una idea de sostenibilitat i la replicació amb un impacte directa a curt i a llarg termini en la nostra societat.

En conclusió, seguint el full de ruta per la transició cap a l'Economia Circular a Espanya representa una gran oportunitat pel creixement econòmic i per la creació de llocs de treball, desacoblat del consum de recursos finits i de la producció d'externalitats negatives, que poden tenir impactes realment positius en els plans socioeconòmic i mediambiental. Per poder donar impuls a aquest potencial innovador és necessari harmonitzar esforços i definir estratègies clares a llarg termini. La definició de les accions immediates a través de la creació d'un full de ruta seria la forma d'implicar activament a tots els actors involucrats.

2.2. Economia Circular al Sector de l'Aigua

El desenvolupament econòmic sense unes pràctiques de gestió sostenible ha tingut un impacte devastador en els ecosistemes i recursos hídrics planetaris. S'estima que necessitaríem els recursos de tres planetes com el nostre per sostenir que tota la població mundial visqués amb l'estil de vida mitjà europeu o nord-americà (Wacknagel and Rees, 1996). El valor dels serveis ecosistèmics s'estima en el doble del producte brut mundial, amb el paper dels ecosistemes d'aigua dolça de purificació de l'aigua i assimilació de residus valorat en més de 400 mil milions de dòlars (UN, 2010c).

Millorar la infraestructura i **transformar les aigües residuals d'un perill per la salut a un recurs d'aigua dolça** és un repte emergent clau (UNEP, 2010c). També és una oportunitat econòmica per les pròximes dècades (UNEP, 2010c), ja que les inversions en aigua potable i sanitària segura beneficien el creixement econòmic. La OMS estima un retorn d'entre 3 i 34 dòlars per cada dòlar invertit en aquestes millores, depenent de la regió i la tecnologia (WWAP, 2009c, p. 3). La manca d'inversió, d'altra banda, es tradueix en pèrdues econòmiques. Els costos de la falta d'accés a aigua segura/potable i sanejament bàsics a Àfrica s'han estimat en 28,4 mil milions de dòlars per any, o un 5 per cent del producte interior brut del continent (PIB) (WWAP, 2009c, p. 3).

Tot i que el creixement del comerç internacional ha agreujat l'estrès hídric en alguns països, en altres els ha reduït a través dels **fluxos d'"Aigua virtual"**, aigua continguda en productes i utilitzada en la seva producció, particularment en forma de productes agrícoles importats (WWAP, 2009b, p. xx). El volum global dels fluxos d'aigua virtual és de 1,625 bilions de metres cúbics per any, representant el 40 per cent del consum total d'aigua. Aproximadament un 80 per cent d'aquests fluxos d'aigua virtual són relacionats amb el comerç de productes agrícoles i la resta (<20%) amb productes industrials importats (WWAP, 2009c, p. 4).

La mitigació del Canvi Climàtic i la preparació per a l'adaptació també està esdevenint un factor econòmic important. Entre 2000 i 2006, els desastres relacionats amb l'aigua al voltant del món van afectar més de 1.500 milions de persones i van suposar la mort de més de 290.000 i van provocar més de 422.000 milions de dòlars en danys (Adikari and Yoshitani, 2009). Mirant cap al futur, cap al 2050 el clima extrem pot reduir el Producte Brut Mundial en un 1 per cent, i el canvi climàtic en tindrà un cost anual d'un 5 per cent sobre el PBM, segons la Stern Review (Stern, 2006). Aquest cost pot incrementar fins a un 20 per cent si es produeixen escenaris més extrems (WWAP, 2009c, p.6). Tot i que el Canvi Climàtic afecta tot el planeta, els pobres són els més afectats, sovint perdent la vida, tot i no tenir les possibilitats econòmiques per planejar solucions alternatives (UNFCCC, 2010).

Negocis, comunitats i governs de tot el món necessitaran plans d'adaptació i plans de resiliència contra els danys causats pel Canvi Climàtic i alhora reduir els costos a llarg termini dels impactes relacionats amb el clima (Pew Centers, n.d.). Les inversions addicionals per adaptar-se al Canvi Climàtic en països en Vies de Desenvolupament van ser estimades pel Secretariat de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (UNFCCC) per un rang entre 28 i 67 milers de milions de dòlars anuals fins a un nivell de 100 mil milions de dòlars anuals d'aquí a diverses dècades (WWAP, 2009c, p.6). Noves inversions per la infraestructura subministrament d'aigua en particular al 2030 són valorats per 11.000 milions de dòlars, el 85 per cent del qual serà necessitat en països en Vies de Desenvolupament (WWAP, 2009c, p.6).

Una via per la reconciliació del desenvolupament econòmic i l'equitat i sostenibilitat és través de la **creació de "Mercats Ètics", basats en inversions socialment responsables** (Henderson, 2007). Una **Economia Verda primer** però també **Economia Circular** té el potencial de crear milions de llocs de treball.

Els plantejaments actuals del tractament d'aigües residuals són el resultat d'una combinació de les necessitats de protegir la salut pública (limitar el contacte humà amb els residus) i la creença que en aquest món podem desfer-nos de coses (residus). En el cas de l'aigua residual això significa barrejar tot allò que arriba desguassat, només per separar-ho al final de la claveguera (una canonada llarga) en la planta de tractament, o com a mínim separar l'aigua de la resta per tal

d'abocar l'aigua altre cop al medi natural, causant impactes negatius limitats, on la definició de limitats és totalment dependent del què és l'acceptat en el marc temporal i geogràfic (fronteres legals) (Langergraber et al., 2019).

Per al sector de l'aigua, la transició cap a una Economia Circular presenta una oportunitat d'accelerar i escalar avenços científics i tecnològics recents que donen suport a una major eficiència en el sector.

Tal com els materials, l'aigua gestionada per les persones ha estat tradicionalment vista de forma lineal, en una estratègia de Presa-Ús-Descàrrega això està comunament adoptat en el sector de l'aigua i en la majoria de conques actuals.

L'aigua s'obté o és **extreta**, de rierols, rius, llacs, embassaments, oceans i aqüífers a més de ser recollida directament de la pluja. L'aigua és "**utilitzada**" tradicionalment per l'Agricultura, Municipalment, Indústria i Medi Ambient, incloent usos consumptius i no consumptius. En el cas dels usos no-consumptius l'aigua utilitzada és retornada a la conca directament o via una estació de tractament municipal. Depenent de la localització de la conca, aquesta aigua retornada pot ser utilitzada posteriorment aigües avall o abocar-se cap a la conca de forma similar als usos consumptius.

Aquest concepte de "rebutjar" l'aigua tractada abocant-la al medi aquàtic és el principal objectiu dels sistemes d'aigua residual i, amb poques excepcions, totes les regulacions tenen aquest objectiu en ment fins i tot si no està explícitament mencionat. Tot i que es tracti del retorn al medi natural de l'aigua, encara és considerada un residu. Però amb el nombre creixent de persones i la seva influència en la superfície del planeta, el creixent impacte en la biodiversitat i, per tant, en els serveis ecosistèmics condueix a un impacte negatiu al nostre benestar.

Per gestionar els sistemes d'aigua per la sostenibilitat a llarg termini, atenent les demandes mundials i locals d'aigua projectades, un plantejament circular és rellevant, oportú i assolible i ofereix oportunitats d'avantatge comercial.

Els avantatges comercials, socials i mediambientals d'avançar cap a una economia circular i allunyar-se del model econòmic lineal són convinents: pel 2030, Europa espera duplicar els beneficis (econòmics), també un 11 % de creixement en ingressos de "mitjans disponibles" i reduir a la meitat les emissions de CO₂ (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Cada cop ens n'adonem més que no ens podem desfer de substàncies no es metabolitzen ni es reintegren al cicle natural inofensivament. Simultàniament hem descobert que l'extracció de recursos i el seu rebuig després d'un sol ús ha esdevingut massa ineficient per les nostres necessitats i la oferta (de recursos) disponible al planeta. Per tant, busquem una nova forma d'utilitzar els recursos, sobretot aquells relacionats amb l'aigua, que comprenen l'aigua mateixa, nutrients vegetals, carboni i energia.

En un primer pas s'espera que desapareguin els límits convencionals entre els diferents aspectes de l'aigua: subministrament d'aigua; abocament d'aigües residuals (al medi natural) ;i drenatge urbà. "Els problemes complexos de l'aigua estan entrelligats i no poden ser resolts de manera sostenible mitjançant l'enfocament tradicional de la gestió aïllada de l'aigua" (Ma et al., 2015). Per tant, per qualsevol necessitat de l'aigua es pot utilitzar la font d'aigua més adequada i fàcilment disponible.

S'han d'aplicar tractaments a diversos tipus d'aigua indicats pels diferents usos, cada un amb els seus propis requisits, fent que la font d'aigua concreta s'ajusti al següent propòsit de l'aigua (Langergraber et al., 2019).

En el futur, **el tractament d'aigua implicarà sempre la definició d'un ús posterior d'aquesta aigua, determinant el tractament necessari**. Tot i que totes les aigües residuals han de ser tractades, les consideracions pel que fa al subministrament requerirà d'un balanç hídric i un anàlisi de tots els corrents d'aigua que surtin de la font. Per optimitzar el potencial de reutilització pot ser útil diferenciar aquests fluxos i tractar-los per separat.

Al mateix temps, això ha de portar a consideracions d'escala per trobar les millors dimensions dels sistemes de recollida, tractament i distribució per cada opció de reutilització particular. Això pot donar lloc a sistemes simultanis de diferents escales: un esquema de subministrament per una àrea metropolitana, tractaments d'aigües residuals domèstics i industrials de diferents escales, des d'un sistema municipal a un sistema concret per un procés de producció particular fins a un sistema de tractament d'aigües grises (és a dir, totes les aigües residuals menys les dels lavabos) per un edifici que produeix aigua de servei per vàters, reg de jardins i fins i tot per bugaderia (en el mateix edifici).

El Water Supply and Sanitation Collaborative Council (Consell de Col·laboració de Subministrament d'Aigua i Sanejament), a la reunió de Bellagio al 2000, va postular que la llar és la unitat bàsica des de la qual s'ha de començar a examinar els problemes de l'aigua, amb l'objectiu de resoldre tots els problemes a l'escala més petita, des de la llar fins a escala nacional, optimitzant les solucions possibles en cicles reiterats. Això es va anomenar **"enfocament centrat en la llar", concebut inicialment fer països en vies de desenvolupament, però aplicable a tot arreu** (EAWAG-SANDEC & WSSCC, 2000).

En paral·lela aquestes consideracions, la optimització de l'ús de l'aigua s'aconseguirà amb una estratègia que consideri el metabolisme urbà, incloent tots els aspectes de l'aigua i tots els fluxos materials i energètics relacionats en una gestió integrada de flux material urbà, segons les clàssiques tres erres (3R): **Reduir, Reutilitzar i Reciclar**.

Canviar el model **subministrament, drenatge i tractament d'aigua** a un plantejament de **gestió de flux material** obre possibilitats completament noves en termes de reducció, molt més enllà, millores en estalvi d'aigua i augment de l'eficiència, considerant totes les fonts d'aigua, però també altres de recollida i transport més enllà de l'aigua.

Una part integral de l'Economia Verda és la reducció de l'ús de l'aigua, basada en tres aspectes clau: la suficiència, allò realment necessari; coherència amb la natura de tots els passos involucrats; i l'últim element (jeràrquicament), l'eficiència, quan els anteriors han estat completats consecutivament.

Per abordar l'aspecte dels assentaments humans es pot començar afirmant que una ciutat no només consisteix en fluxos materials i d'energia. Gehl demana "Ciutats per a les Persones" (Gehl, 2010), que respectin "l'escala humana". Les ciutats són sistemes complexos de persones (teixit social), una infraestructura construïda (edificis) o teixit físic i funcions.

Es pot afirmar que actualment ni el sistema urbà ni les ciutats i els seus habitants són sostenibles, "aconseguir la visió de ciutats vives, segures i sostenibles i saludables ha esdevingut un desig general i urgent" (Ma et al., 2015) i encara més, les ciutats han d'esdevenir sostenibles per prosperar dins dels límits planetaris coneguts (Steffen et al., 2015).

Això només es podrà assolir si el sistema s'aborda en tota la seua complexitat. Les relacions entre el seus elements han de ser analitzades i optimitzades, i els fluxos de recursos equilibrats, en un **enfocament sistèmic**.

Quan es veu des d'un **enfocament sistèmic**, el sistema de l'aigua és tractat tradicionalment com a un subsistema el qual inclou els sistemes mediambientals, agrícoles, industrials i municipals. L'aplicació del pensament de sistemes és crítica per la identificació d'oportunitats d'Economia circular existents en el sistema, així com altres sistemes associats com l'agricultura o la indústria, maximitzant així el valor creat.

Mapar aquests sistemes amb més detall ajudarà a altres àrees d'oportunitat i creació de valor, tot i que la complexitat augmenta al créixer el nivell d'enllaços i interfícies amb altres sistemes. En aquest sentit, és essencial afegir-hi el **nexe d'enfocament Aigua-Energia-Aliment-Ecosistemes** en tots els anàlisis de gestió d l'aigua.

Veient en conjunt els conceptes esmentats anteriorment en relació a les ciutats, i el nexe Aigua-Energia-Aliment-Ecosistemes es pot arribar a la conclusió que: **l'aigua s'ha de veure en connexió amb el verd urbà per donar lloc a solucions blaves-verdes i nature-based (infraestructura)**. L'entorn construït definit per l'ús de l'espai urbà i les infraestructures verdes s'haurien de planificar en combinació amb aquestes característiques blaves i verdes, per permetre les característiques del balanç hídric natural (cicle de l'aigua), en termes d'infiltració, retenció, evapotranspiració i escolament.

El concepte de solucions nature-based ha d'esdevenir el principi bàsic en qualsevol procés de planificació urbana, difonent la infraestructura verda polivalent a les nostres ciutats (Liquete et al., 2016; Masi et al., 2018) perquè els seus beneficis estiguin disponibles arreu. Per tant, més enllà dels dissenys, ja ben establerts, d'Aiguamolls de Tractament (AT, en anglès: TW de Treating Wetlands) aigües avall de la franja dels assentaments i les canonades d'aigües residuals o CSOs (Combined Sewer Overflows, Clavegueram Combinat per Desbordament), es poden implementar a molts altres llocs (Langergraber et al., 2019), incloent els següents:

- En edificis
- Sobre edificis (teulades, façanes)
- Al costat dels edificis en patis o jardins
- Al llarg dels carrers, com a zones verdes addicionals, emmagatzemant i tractant aigua; en parcs; al llarg de rius i altres elements naturals
- Aigües avall de zones agrícoles, incloent agricultura urbana com a franges amortidores o zones tampó (buffer strips)
- Integrades en plantes de tractament existents, com a etapes de poliment, l'etapa bàsica de tractament o per la línia de fangs (línia de tractament de fangs).

El Verd Urbà (zones verdes urbanes) pot acollir la producció alimentària en un futur amb mirada verda, vinculant professionals de l'aigua a l'agricultura i el trànsit, proporcionant alhora solucions basades en la biodiversitat i basades en la natura (NBS o *nature-based*) pels serveis urbans en lloc d'infraestructura gris. S'han de tenir en compte simultàniament les necessitats i el potencial de les persones que viuen en les ciutats i que utilitzen l'aigua, i la infraestructura blava i verda, el que significa el **desenvolupament conjunt de solucions per part de tots els principals actors amb l'assistència de sociòlegs i experts en processos participatius** (Langergraber et al., 2019).

Les Operadores Públiques d'aigua han estat pioneres en adaptar tecnologies i pràctiques que donen suport a l'economia circular, impulsant per normatives cada cop més estrictes, amb informació sobre ciència d'avantguarda i amb l'obligació de respondre als impactes del canvi climàtic i de la urbanització. En diferents graus, els serveis públics d'aigua, han gestionat la triple amenaça de:

1. L'escassetat d'aigua
2. L'augment del preu de l'energia
3. La càrrega de nutrients a través de: gestió de demanda, diversificació de recursos, optimització de recursos i recuperació de nutrients

Tot i que en els serveis públics d'aigua, s'ha avançat en la transició cap a una economia circular, segueixen existint dos inconvenients importants: un entorn regulador que obstaculitza el procés i unes condicions de mercat opaques.

El desenvolupament de vies que tracin el rumb per la transició a una economia circular proporcionarà un impuls per a l'acció. Aquestes vies destacaran les pràctiques i tecnologies existents que permeten a les empreses d'aigua navegar a través de les vies d'aigua, d'energia i materials, parant atenció als requisits i regulacions del mercat que impulsen el progrés (IWA, 2016).

Els serveis públics d'aigua, de tractament d'aigües residuals i de sanejament poden esdevenir motors l'economia circular. Les operadores d'aigua tenen la oportunitat de començar a veure l'aigua com un mitjà de recursos valuosos i, més significativament, tenen un paper important a jugar com a administradors de recursos.

L'oportunitat amb l'Economia Circular per a l'aigua és la d'alinejar millor el cicle humà de l'aigua amb el cicle natural de l'aigua seguint **els tres principis bàsics de l'Economia Circular** (definites per la Fundació Ellen McArthur; Taula 1) a través de les següents mesures:

- Evitar l'Ús - a través de repensar els productes i serveis i eliminant les accions inefectives.
- Reduir l'Ús - impulsar millores contínues a través de l'eficiència en l'ús de l'aigua i l'assignació i gestió de recursos.
- Reutilitzar - perseguir tota i qualsevol oportunitat de reutilitzar aigua dins d'una operació (llaç tancat) i per aplicacions externes dins l'entorn o comunitats veïnes.
- Reciclar - dins operacions internes i/o aplicacions externes.
- Reposar - eficientment i efectiva retornant l'aigua a la conca.

Taula 1. Relació entre els Principis de l'Economia Circular i els Sistemes de Gestió d'Aigua (Ellen MacArthur Foundation, 2018)

Principis de l'Economia Circular (Fundació Ellen MacArthur)	Gestió dels sistemes d'aigua
<p>Principi 1: Dissenyar per l'Eliminació de Residus Externs</p>	<p>Optimitzar la quantitat d'energia, minerals i productes químics que s'utilitzin en una operació dels sistemes d'aigua en concert amb altres sistemes.</p> <p>Optimitzar l'ús consumptiu d'aigua dins la subconca en relació amb les subconques adjacents (per exemple, ús en agricultura o refrigeració per evaporació).</p> <p>Ús de mesures o solucions per les que s'obtingui el mateix resultat.</p>
<p>Principi 2: Mantenir els Recursos en Ús</p>	<p>Optimitzar el rendiment dels recursos (ús i reutilització de l'aigua, energia, minerals i productes químics) dins els sistemes d'aigua.</p> <p>Optimitzar l'energia o el recurs d'extracció de recursos des del sistema d'aigua i maximitzar la seva reutilització</p> <p>Optimitzar el valor generat per les interfícies.</p>
<p>Principi 3: Regenerar el Capital Natural</p>	<p>Maximitzar els fluxos mediambientals reduint els usos consumptius i no consumptius d'aigua.</p> <p>Preservar i potenciar el capital natural (per exemple, la restauració de rius, prevenció de la pol·lució i contaminació, qualitat dels efluent, etc.)</p> <p>Assegurar el mínim trastorn dels sistemes naturals d'aigua deguts a l'ús i a interaccions humanes.</p>

Amb un **Enfocament a l'Ús de l'Aigua**, es poden agrupar tres dimensions en els temes de Servei, Energia i Transport (figura 02). La possibilitat que puguin ser aprofitades i generar-ne un valor i optimitzar-lo, tal com d'equilibrar adequadament les necessitats entre les necessitats de les persones i de la natura variarà en funció de la conca, el nivell desenvolupament social, i la categoria d'ús (Agrícola, Municipal, Industrial i Mediambiental).

Dins les comunitats d'estudi de l'Economia Circular de l'Aigua hi ha una àmplia gamma d'eines d'avaluació, iniciatives, enfoc de projecte i altres mètodes que poden ser punts de partida eficaços per establir un marc de treball que enllaci l'Aigua i l'Economia Circular.

No obstant, molts dels aspectes exposats requereixen d'una major investigació, com el canvi de subministrament, drenatge i tractament d'aigua a la gestió del flux de materials, l'enfocament centrat en la llar, la planificació d'infraestructura blava-verda i *nature-based* o el desenvolupament conjunt de solucions per part dels principals actors interessats.

2.2.1. *Transició a l'Economia Circular: Vies, Motors i Potenciadors*

La transició cap a una economia circular està afavorida per una sèrie de factors interns i externs. La dinàmiques i modalitats d'aquests factors sovint hauran de canviar d'un model tradicional, dissenyat per una producció lineal a un model que suporti l'economia circular. Tot seguit es destaquen els factors socioeconòmics a tenir en compte

- **Infraestructura.** Ja s'ha comentat abans que la base d'actius existents pels sistemes d'aigua i de tractament d'aigües residuals no és adequada per un model basat en l'economia circular. **La infraestructura existent haurà de ser redissenyada per a permetre plenament l'eficiència i recuperació dels recursos i optimitzada per a reduir el consum d'energia i disminuir el malbaratament** (d'aigua, energia i altres recursos).

També s'hauria de considerar la opció de compartir la infraestructures entre sectors, per exemple, operadores de telecomunicacions fent servir rases (de sistemes de transport d'aigua) per a cables de fibra òptica, o compartint infraestructura amb el sector de residus sòlids (per exemple, derivar la digestió dels fangs i de la fracció orgànica municipal en una mateixa planta de producció d'adobs i biogàs), així com l'arrendament d'actius com comptadors, en comptes d'uns costosos plans de renovació i substitució. Al final de la vida útil de la infraestructura és també important com es poden reutilitzar, reciclar o utilitzar d'una altra manera les seves parts (per exemple canonades).

L'economia circular dóna la oportunitat per a que les infraestructures naturals desenvolupin un paper més destacat en la potenciació i protecció els recursos. La implementació de la infraestructura natural requerirà d'una cartera d'opcions d'inversió, incloent una combinació de finançament públic i privat i l'establiment d'instruments tal com els bons verds.

- **Indústria:** La transformació dels residus a productes per part de les empreses públiques d'aigua, ha de produir-se de la ma d'un diàleg amb la indústria per assegurar que hi ha una demanda d'aquests productes. Les operadores d'aigua s'han d'anticipar, respondre i influir en tots els factors clau per assegurar les vies de transició cap a l'economia circular.

La qualitat i la quantitat, però també les propietats fisicoquímiques de l'aigua són elements clau. La indústria sol estar en condicions d'influir en la seva cadena de subministrament, i aquest pot ser un factor clau per desenvolupar solucions pel tancament de cicles juntament amb les operadores públiques d'aigua, especialment en el que respecta als materials.

- **Regulació:** Una normativa mediambiental cada cop més estricta i una major atenció a l'eficiència dels recursos estan aplanant el camí pels serveis públics d'aigua, cap a l'economia circular. Tot i això, a llarg termini, les **normatives** mediambientals i no mediambientals hauran de seguir evolucionant per a permetre una economia circular completa. Per exemple, que recursos específics siguin tractats com a materials (a processar o a valoritzar) en comptes de coma residus (a eliminar). Els serveis públics tenen una oportunitat d'avançar-se i innovar en previsió de l'evolució de l'entorn legislatiu i reglamentari.

- **Economies Urbanes i de Conca:** Les economies locals, en ciutats i en zones de conca més àmplies, evolucionaran per a crear un major equilibri entre la demanda i l'oferta de recursos. Les ciutats han d'augmentar la reutilització i disminuir el residu (i el malbaratament de recursos), amb els nous mercats, indústries i cadenes de subministrament. D'altra banda, les zones de conca – que gestionen els recursos hídrics i abasteixen a les terres agrícoles – seran més dependents de les accions de les ciutats per la conservació de les masses d'aigua i la recuperació de nutrients vitals.

- **Els Consumidors:** El comportament dels consumidors i la demanda sempre han jugat un paper fonamental en la prestació de serveis. No obstant, la relació entre consumidors i sels erveis públics esdevindrà més interdependent a mesura que els consumidors esdevinguin “prosumidors” (consumidors que s'involucren en el disseny i la personalització dels productes per cobrir les seves pròpies necessitats). Un augment en la consciència mediambiental, combinada amb tecnologies que permetin una gestió i producció eficient de l'aigua i l'energia a la llar, durà a que les decisions i accions dels consumidors tindran implicacions en l'elecció de serveis i models de negoci. Per exemple, dispositius eficients en el consum d'aigua i energia reduiran el consum a la llar i repercutiran en les fonts d'ingressos tradicionals.

En la transició cap a l'Economia Circular, els Serveis Públics d'Aigua s'han de preparar per enfocar el negoci com a inusual i ser proactius en la cerca de nous enfocaments de en la gestió, col·laboracions i oportunitats de negoci.

Les Empreses Públiques d'Aigua poden impulsar el seu progrés al llarg de les vies cap a l'economia circular, adoptant els següents plantejaments (IWA, 2016):

- **Lideratge:** El Canvi requereix lideratge, i si les operadores d'aigua són els motors de l'economia circular, les persones que ocupin càrrecs i llocs de poder han d'inspirar i prendre decisions que creïn patrons de consum més sostenibles i cadenes de subministrament més eficients. Per a influir en el canvi és necessari forjar aliances amb els líders industrials i financers urbans, i grups de la societat civil.

- **Innovació:** Els incentius per la innovació en el sector de l'aigua són escassos. L'economia circular generarà un interès molt necessari a l'eficiència de recursos en el sector i fora d'aquest, augmentant el marge i urgència d'innovació. Les operadores d'aigua que són “pioneres” en l'adopció de noves tecnologies tenen la oportunitat d'avançar-se als esdeveniments, i contribuir a accelerar l'adopció generalitzada de les tecnologies netes en el sector i proporcionar coneixement i experiència als socis i col·laboradors.

- **Gestió Integrada de Recursos Urbans:** Les operadores d'aigua líders necessiten entendre el flux de recursos que entren i surten de les ciutats i la relació amb el cicle de l'aigua i els residus: dependències, pressions i oportunitats d'esdevenir els administradors dels recursos. El cicle de l'aigua s'ha de gestionar des de la captació fins al consumidor, i de tornada a la captació, i la transició cap a l'economia circular ha de considerar el consum i producció de recursos al llarg de tota la cadena de subministrament, creant sinèrgies dins el mateix cicle per una gestió de l'aigua més eficient i connectant fora del sector.

- **Compromís i Connexió amb els Stakeholders** (parts interessades): L'economia circular transcendeix les fronteres administratives, polítiques i geogràfiques i requereix d'un plantejament de compromís i col·laboració més enllà de les fronteres tradicionals. Les operadores d'aigua han de connectar amb noves parts interessades (stakeholders) que contribueixin cada cop més en la gestió integrada de l'aigua o que hi juguin un paper.

- **Nous Models de Negoci:** La transició cap a l'economia circular comporta la necessitat d'adoptar nous models de negoci. Això significa passar de vendre productes a vendre serveis. Les operadores d'aigua no només proveiran aigua potable o tractaran aigua usada (de rebuig), es poden convertir en proveïdors de recursos valuosos. També convertint-se en proveïdors de tecnologia, consultors i col·laboradors de la indústria, ciutats i ciutadans, trobant solucions en la gestió de l'aigua a diferents escales i per diferents finalitats.

2.2.2. *Paper dels Aiguamolls de Tractament en el nou Plantejament Circular*

Els Aiguamolls Construïts o de Tractament (AC o CW; AT o TW) són avui en dia una tecnologia de tractament ben acceptada pel tractament de diversos tipus d'aigües residuals. A més, els AT ofereixen altres utilitats i avantatges relacionats amb els cicles naturals, el verd urbà i l'estabilitat i facilitat de manteniment. El nou enfocament a l'hora de tractar l'aigua, però, està introduint aplicacions completament noves i nous requisits pel disseny dels TW (Water Research, Policy and Practices, 2020, UNESCO/SOS). La necessitat de produir aigua des de qualsevol rang de possibles orígens diferents, que sigui adequada per un ús concret exigirà diferents objectius de tractament en lloc de limitar-se a abocar una corrent de mescla d'aigües residuals en un embornal final (aigua dolça o sòl).

La integració de sistemes de retenció i tractament *nature-based* en el teixit urbà està ampliant molt el número potencial d'aplicacions dels AT, molt més encara si el concepte de "retenció" no es té en compte només en termes de reducció de risc d'inundacions, sinó també en termes d'atrapar nutrients i compostos orgànics, més especialment els emergents i els més persistents i perillosos. Aquest sector és el més evident per la necessitat d'implicar una gran varietat de competències per aprofitar de forma òptima les múltiples avantatges potencials de les instal·lacions. Tals avantatges comprenen augmentar de la capacitat de retenció d'aigua d'una ciutat, reforçar de la biodiversitat local oferint hàbitat per la fauna i la flora, treballar com a última barrera i interfície entre assentaments i masses d'aigua (absorbint tòxics i contaminants orgànics persistents), crear espais agradables i àrees d'esbarjo, reduir la pol·lució i contribuir a l'adaptació als impactes del canvi climàtic o fins i tot a la seva mitigació.

"Els TW també han d'encaixar al teixit urbà i proporcionar serveis ecosistèmics addicionals i beneficis més enllà de la producció d'aigua neta (tractament)." (Masi et al., 2018).

Es poden identificar les següents principals aplicacions urbanes :

Taula 2. Aplicacions urbanes dels aiguamolls de tractament (Masi et al., 2018).

Àmbit	Aplicacions urbanes
Reutilització d'aigua	<ul style="list-style-type: none"> a. Tractament d'aigües grises (interior i/o exterior) per reutilització local amb fins recreatius, possiblement com a tractament únicament de líquid, mentre que els excrements es recullen per separat.⁽¹⁾ b. Tractament i emmagatzematge d'aigua pluvial (incloent la primera descàrrega)⁽²⁾ per fins domèstics o industrials, o irrigació del verd urbà, incloent producció d'aliments. c. Tractament i emmagatzematge dels desbordaments del clavegueram combinat (CSO, Combined Sewer Overflow), també per prevenir la propagació de contaminants orgànics persistents.⁽³⁾ d. Tractament de molècules orgàniques persistents en petites concentracions per la reutilització de l'aigua.⁽⁴⁾ e. Refinament d'aigües residuals secundaries tractades, sempre que segueixin existint, per la reutilització.⁽⁵⁾
Recuperació de nutrients	<ul style="list-style-type: none"> a. TW com a pre-tractament (reducció de vectors de malalties, separació de fases sòlida i líquida) per la fertirrigació, regadiu amb aigua amb contingut d'adob que li dona valor fertilitzant. b. Recol·lecció de nutrients. c. Producció de biomassa a partir dels fangs secundaris (sempre que se segueixin produint), digestat o fangs primaris. d. Producció de biomassa a partir de la collita de la vegetació del TW, que llavors s'utilitza com a fertilitzant o esmena agrícola del sòl d'alliberament lent pel·letitzat.
Producció d'energia	<ul style="list-style-type: none"> a. Fase de reactor anaeròbic (biogàs) i AT com a etapa de poliment. b. b. TW com a parcel·les de producció de biomassa.⁽⁶⁾
Serveis ecosistèmics	<ul style="list-style-type: none"> a. TW polivalents com a amortiment o dipòsit d'aigua de pluja, recreació i ecosistemes d'aiguamolls; b. Potenciació dels serveis ecosistèmics; c. Re-adaptació de les zones verdes ornamentals en termes de serveis ecosistèmics (teulades verdes, parets verdes, zones verdes d'interior, rotondes, voreres, parcs, àrees productives de permacultura) que comprenen la producció d'aliments en hàbitats integrats; d. Foment de la biodiversitat, directament o mitjançant la creació d'hàbitats; e. Aigua d'evapotranspiració, la qual és la clau del tractament de fangs en els aiguamolls de tractament (TW), però també per refredar i reduir la illa de calor urbana; f. Retenció d'aigua per emmagatzemar-la per la seua posterior evapotranspiració o per atenuar les onades de les inundacions.
<p><i>Referències:</i> (1) (Masi et al., 2010, 2016), (2) (Nolde, 2007), (3) (Meyer et al., 2013), (4) (Matamoros et al., 2016; Verlicchi & Zambello, 2014), (5) (Ayaz, 2008; Rousseau et al., 2008), (6) (Avellán & Gremillon, 2019.).</p>	

Uns quants avantatges particulars dels AT són la seva flexibilitat en dimensions, amb poca economia d'escala (cost de producció per volum de producció, avantatges associats al creixement), els seus requisits de manteniment senzills, que exigeixen competències semblants a les dels sistemes de regadiu més comuns, i els impactes molt limitats o nuls que causen la majoria de les seves aplicacions al seu entorn immediat si es dissenyen i operen adequadament. Aquesta combinació de característiques permeten una gran flexibilitat en la mida, localització i proximitats de la seua implantació i els fa especialment adequats per aplicacions urbanes.

Els AT poden ajudar a tancar cicles, o com a mínim a utilitzar substàncies en cascada de diverses maneres. Poden tractar aigua pel següent ús, ja sigui: domèstic, industrial, regadiu, de verd urbà o cultius. Poden ser utilitzats per recuperar altres substàncies pel seu ús posterior o extreure i capturar substàncies perilloses o recalcitrants (que tendeixen a romandre per més temps en l'ambient), augmentant així els possibles usos de l'aigua tractada i també controlar la propagació de substàncies nocives o tòxiques pel planeta (propagació segons teoria de la destil·lació global).

Finalment, són sistemes productius per ells mateixos, produint biomassa, proporcionant matèria orgànica (especialment els AT que estan dedicats o que inclouen tractament de fangs), refredant a partir de l'evapotranspiració, proporcionant hàbitats, etc.

L'ús en cascada maximitza l'efectivitat de recursos utilitzant la biomassa dels productes per obtenir el màxim valor econòmic al llarg de múltiples vides del producte, material o recurs. Aquest plantejament de la producció i consum estableix que la recuperació energètica ha de ser la última opció, i només després que tots els productes i serveis de major valor s'hagin esgotat.

Agafant com a exemple material la fusta sòlida: una cascada eficaç en recursos pot començar amb fusta massissa recentment recol·lectada que:

Es processa en productes de fusta de xapa, després d'un cicle de vida es converteixen en productes basats en partícula de fusta triturada; posteriorment esdevenen productes basats en fibra vegetal reciclada; que després esdevenen productes químics de base biològica; i finalment, biomassa per la producció d'energia en forma d'electricitat i calor.

2.2.3. *Conclusions*

- i. Ens estem donant cada cop més compte de que no podem desfer-nos de les substàncies que no es metabolitzen i reintegren als cicles naturals de forma innòcua. Alhora hem descobert que extreure de recursos i llençar-los després d'un sol ús, ha esdevingut massa ineficient per les nostres necessitats i la oferta de recursos del planeta. Estem **cercant una nova manera d'utilitzar els recursos, sobretot els relacionats amb l'aigua, que comprenen la mateixa aigua, carboni i energia.**
- ii. En el futur, el tractament de l'aigua ha d'implacar sempre la definició del seu ús posterior, determinant les necessitats de tractament.
- iii. Per gestionar els sistemes en vistes a la sostenibilitat a llarg termini, abordant les demandes d'aigua locals i globals previstes, un **enfocament circular és pertinent, oportú i realitzable** i ofereix l'oportunitat d'obtenir avantatges comercials.
- iv. **La transició cap a l'economia circular pel sector de l'aigua** presenta una oportunitat d'accelerar i ampliar els avenços científics i tecnològics que donin suport a una major eficiència en el sector. La optimització de l'ús de l'aigua s'aconseguirà considerant tot el metabolisme urbà, incloent tots els aspectes de l'aigua i tots els fluxos materials i

- energètics relacionats un una gestió integrada de fluxos materials urbans, segons les tres clàssiques R de l'Economia Circular: Reduir, Reutilitzar i Reciclar.
- v. El canvi de l'enfocament de: subministrament, drenatge i tractament de l'aigua a una **gestió integrada de fluxos materials** obrirà possibilitats totalment noves en termes de reducció, molt més enllà de l'estalvi d'aigua convencional i de l'augment de l'eficiència, considerant totes les fonts d'aigua, però també altres opcions de captació i transport més enllà de l'aigua.
 - vi. **Les empreses d'aigua, depuradores, potabilitzadores i de tractament d'aigües residuals poden esdevenir motors per l'economia circular.** Les operadores d'aigua tenen la oportunitat de començar a veure l'aigua com un mitjà de recursos valuosos, i el que és més important, tenen un paper destacat que jugar com a administradors d'aquests recursos. Les infraestructures existents han de ser dissenyades per a permetre plenament l'eficiència i recuperació dels recursos i optimitzades per a reduir el consum d'energia i disminuir el malbaratament.
 - vii. És essencial afegir l'enfocament del **nexe Aigua-Energia-Aliment-Ecosistemes** en tots els anàlisis de la gestió de l'aigua.
 - viii. L'economia circular ofereix la oportunitat per un paper més destacat de les infraestructures naturals en la potenciació, valorització i protecció dels recursos. L'aigua s'ha de considerar en relació amb el verd urbà per donar lloc a solucions **blaves-verdes i nature-based** (infraestructura). El concepte de solucions *nature-based* ha de convertir-se en un principi bàsic de qualsevol procés de planificació urbana, difonent la infraestructura verda polivalent a les nostres ciutats
 - ix. **Els AT (aiguamolls de tractament o TW) poden ajudar a tancar cicles o com a mínim a utilitzar substàncies en cascada** de diverses maneres:
 - a) Poden tractar l'aigua per a un ús posterior determinat (domèstic, industrial, regadiu de verd urbà o collites, et.),
 - b) Poden utilitzar-se per recuperar altres substàncies per un posterior ús o per extreure i capturar substàncies perilloses o recalitrants, augmentant així els possibles usis de l'aigua tractada i el control de la propagació de substàncies perilloses pel planeta, i
 - c) són sistemes productius per ells mateixos, ja que: produeixen biomassa, aporten matèria orgànica (especialment TW dedicats al tractament de fangs), refrigeren per evapotranspiració, proporcionen hàbitats, etc.
 - x. Els TW també han d'integrar-se al teixit urbà i **proporcionar serveis ecosistèmics addicionals** i beneficis més enllà de producció aigua (entenent producció com a depuració o els tractament que necessiti una aigua residual determinada per a un ús posterior determinat).
 - xi. En la transició cap a l'economia circular, els líders del sector de l'aigua han d'estar preparats per abordar el negoci com a quelcom inusual i ser proactius en **la cerca de nous enfocaments de gestió, col·laboracions i oportunitats de negoci.**

2.3. Eines de Monitoratge per l'Anàlisi de Sostenibilitat

2.3.1. Responsabilitat Social Corporativa

La Responsabilitat Social Corporativa (RSC) és un model innovació de gestió que consisteix en dirigir l'activitat d'una empresa de forma sostenible i ètica.

El Llibre Verd de la CE, pel foment de la Responsabilitat Social, defineix la Responsabilitat Social com a la integració voluntària per part de les empreses de les qüestions socials i ambientals en les operacions i les relacions amb els grups d'interès (o *stakeholders*): clients, proveïdors, treballadors, accionistes i la comunitat en que opera.

Per tal de tenir una referència d'aquest model de gestió, es va crear la ISO 2600:2010 Guia de la Responsabilitat Social, que com el seu títol indica, no és una normativa (tot i ser una ISO) sinó una guia de referència.

El seu plantejament té en compte els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) i abasta 3 àrees:

- Econòmica: acció filantròpica, donacions a ONG i fundacions, dedicació de patrimoni corporatiu, sense ànim de lucre, a causes que tinguin un impacte positiu en la societat i el benestar de la comunitat.
- Social: tracte ètic als empleats, drets i condicions laborals per sobre els mínims legals.
- Mediambiental: reduir l'impacte ambiental de les activitats de l'empresa, avançant també cap a la sostenibilitat de la mateixa. Reduir també el consum d'aigua, energia i materials.

Aquesta gestió responsable proporciona major competitivitat a l'empresa i li genera beneficis i avantatges com:

- Fidelització dels stakeholders, millora de la imatge de l'empresa i els vincles amb aquestes parts interessades, socis, clients i empleats.
- Facilitació de l'accés al finançament degut a que dóna credibilitat a l'empresa
- Atracció i retenció de talent, millors condicions laborals (derivat d'això millora de l'ambient laboral i la productivitat).
- Prevenció de riscos.
- Beneficis fiscals, amb 35-30% de desgravació d'impostos en donacions, i possibilitat d'optar a ajudes relacionades amb les àrees d'interès de l'RSC.
- Reducció de costos per disminució del consum energètic (menys contaminació), d'aigua i de materials (relacionant-ho amb la circularitat).

2.3.2. Objectius de Desenvolupament Sostenible

Presentats al 2015 dins el marc de l'Agenda 2030 els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) són un paquet de 17 objectius i 169 metes per a desenvolupament sostenible (en favor de les persones, el planeta i la prosperitat...)

Han esdevingut el principal referent per guiar les polítiques europees i nacionals en matèria de Desenvolupament Sostenible. En el cas d'Espanya, existeix la figura de l'Alt Comissionat per la implantació de l'Agenda 2030.

L'Agenda 2030 i els ODS inclouen crides, directes i indirectes, a implantar i fer avançar les polítiques de l'Economia Circular. Es promouen les modalitats de producció i consum sostenibles, la protecció i regeneració d'ecosistemes terrestres i marins i la promoció d'un ús sostenible d'aquests, l'assoliment de ciutats inclusives, segures, resilents i sostenibles. Però sobretot, adoptar mesures urgents per lluitar contra el canvi climàtic i mitigar els seus efectes.

L'Acord de París, signat per 195 països a la **Cimera del Clima de París** (Acord de París) i ratificat per la UE (4 octubre 2016) es considera un punt d'inflexió i catalitzador per impulsar un nou model econòmic, de producció, i en definitiva, una transformació global cap a una societat hipocarbònica que tingui resiliència front al Canvi Climàtic. Ofereix la oportunitat de, amb el principi d'una transició justa, realinear les polítiques fiscals amb els beneficis i límits ambientals i també per donar un nou impuls a la innovació tecnològica. Una part fonamental de l'Acord és el compliment dels ODS, que esta recollit al llarg de tot aquest.



Figura 2. Cartell dels 17 ODS.

2.3.3. *Life Cycle Assessment*

Està creixent la conscienciació sobre la importància de la protecció del medi ambient i els possibles impactes associats als productes, tan fabricats com consumits, ha augmentat l'interès pel desenvolupament de mètodes que permetin comprendre i abordar millor aquests impactes. Una de les tècniques desenvolupades amb aquest fi és l'Avaluació del Cicle de Vida (*Life Cycle Assessment, LCA*).

Els materials utilitzats per la producció de béns de les nostres cases tenen molts impactes ambientals "invisibles". La importància de **l'energia continguda** (*embodied energy*), que és l'energia consumida per tots els processos associats a la fabricació d'un producte, o d'altres impactes ambientals no és evident fins que s'analitzen als materials o productes des d'un enfocament de **cicle de vida**.

L'LCA està estandarditzat i recollit en la norma ISO 14044 on se'n detallen els requisits. Però aquest estàndard internacional no està pensat per fins contractuals, legals ni per registre i certificació. I és útil per:

- Examinar l'impacte mediambiental total d'un material o producte en cada etapa de la seva vida. Començant per l'obtenció de les matèries primeres; seguint per la fabricació; el transport, emmagatzematge i distribució; el seu ús objectiu i la seva eliminació o reciclatge. És a dir: **del bressol a la tomba**.
- Tenir en compte una sèrie d'impactes ambientals com l'esgotament dels recursos, el consum d'energia i aigua, les emissions de gasos d'efecte hivernacle, la generació de residus, etc...
- L'anàlisi d'un producte acabat (una casa o un objecte de consum) o un element o procés individual que formi part d'aquest producte. És un anàlisi complex i cal una planificació i inventari de dades rigorosos.
- identificar oportunitats per millorar el comportament mediambiental dels productes en diversos punts del seu cicle de vida.
- Informar als responsables de la presa de decisions a la indústria, el govern o les ONG (per exemple, en la planificació, disseny o redisseny de productes i processos)
- La selecció d'indicadors pertinents de comportament mediambiental, incloses eines de mesura.
- La comercialització (per exemple, l'aplicació d'un sistema d'ecoetiquetes, la realització d'una reclamació mediambiental o l'elaboració d'una declaració mediambiental del producte) dels productes.

Un estudi de LCA consta de quatre fases:

1. La fase de definició de l'objectiu i l'abast

L'abast, incloent el límit del sistema i el nivell de detall, d'un LCA depèn del tema i l'ús previst de l'estudi. La profunditat i l'amplitud pot diferir considerablement en funció de l'objectiu concret.

2. La fase d'anàlisi de l'inventari

Es tracta d'un inventari de dades d'entrada-sortida en relació amb el sistema estudiat. Implica la recopilació de les dades necessàries per complir l'objectiu (primer punt).

3. La fase d'avaluació de l'impacte

Es tracta de proporcionar informació addicional per ajudar a avaluar les resultats del LCA del sistema d'un producte, amb el fi de comprendre millor la seva importància mediambiental.

4. La fase d'interpretació

Al final del procediment del LCA en la que els resultats es resumeixen i discuteixen com a base per les conclusions, recomanacions i la presa de decisions d'acord amb la definició d'objectiu i abast primer punt).

2.3.4. *Social Life Cycle Assessment*

L'Anàlisi del Cicle de Vida Social o *Social Life Cycle Assessment* (S-LCA) és un mètode que pot ser utilitzat per analitzar els aspectes socials i sociològics dels productes, els impactes reals i potencials, tan positius com negatius al llarg del cicle de vida.

Es tracta de l'extracció i el processat de les matèries primeres, la fabricació, la distribució, l'ús, la reutilització, el manteniment, el reciclatge i l'eliminació final. El S-LCA utilitza dades genèriques i específiques del lloc, pot ser quantitatiu, semi-quantitatiu o qualitatiu, i complementa LCA mediambiental (tractat anteriorment). Es pot aplicar com a únic anàlisi o en combinació amb altres tècniques.

El S-LCA **no proporciona informació sobre si un producte ha de ser produït o no**, tot i que la informació obtinguda de l'anàlisi pot oferir elements de reflexió i pot ser útil per prendre una decisió.

Tot i que el S-LCA segueix el marc de la norma ISO 14040, difereix en alguns aspectes, són més comuns o s'amplifiquen a cada fase de l'estudi.

Les directius de l'UNEP (Programa de les Nacions Unides pel Medi Ambient) pel S-LCA proposen una metodologia per desenvolupar l'inventari de cicle de vida. L'inventari s'elabora per indicadors (per exemple, nombre de llocs de treball creats) lligats a les categories d'impacte (per exemple, ocupació local) que es relacionen amb cinc grups principals d'interessats (per exemple: i) treballador, ii) consumidor, iii) comunitat local, iv) societat i v) agents de la cadena de valor).

2.3.5. *Petjada de Carboni*

La **petjada de carboni** és l'indicador de les emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) associades al cicle de vida d'un producte, servei o organització. Es quantifica en emissions de CO₂ equivalent que són alliberades a l'atmosfera.

La seva determinació i càlcul es basa en estàndards, com el Protocol de Gasos amb Efecte Hivernacle, la norma ISO 14064 i la norma PAS 2050.

Es tracta d'un indicador parcial i concret sobre un sol aspecte ambiental i que sovint, no té en compte tot el cicle de vida del producte o servei.

Per aquest motiu, cal ser conscient que la seva utilitat es circumscriu exclusivament a les seves pròpies característiques i limitacions.

Com a part dels sistemes de gestió ambiental, els estàndards de mesura i quantificació d'emissions, així com els de determinació de la petjada de carboni, s'estableixen unes pautes o fulls de ruta que serveixen a les companyies per millorar la seva eficiència en la reducció d'emissions. Aquests fulls de ruta ajuden a les empreses d'aigua i sanejament a desplaçar-se pel nexa aigua-energia-carboni durant tot el cicle urbà de l'aigua, per identificar aquells casos en què les ineficiències provoquen les majors emissions de carboni.

També, en quins casos les dificultats poden transformar-se en oportunitats per la reducció de l'emissió de GEH, i determinar com es poden aplicar les mesures, al temps que es fa un seguiment de l'acompliment.

Tanmateix, els estàndards de mesura i quantificació d'emissions que inclouen la determinació de la petjada de carboni es poden incloure als sistemes de gestió ambiental. En aquest sentit, estableixen pautes que serveixen a les companyies per identificar i establir la seva línia base d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, reduir riscos i establir estratègies per a la reducció d'emissions i, amb això, descobrir avantatges competitius.

2.3.6. *Petjada d'Aigua*

L'aigua és un recurs natural vital per a la vida i per als processos industrials. Els últims anys s'ha pogut constatar que l'aigua dolça s'ha tornat escassa en algunes regions. L'escassetat de l'aigua és un punt primordial dins el debat del desenvolupament sostenible i es recomana que sigui objecte d'estudi per totes les organitzacions, amb la finalitat de contribuir a equilibrar el consum sense que el cicle hidrològic, el desenvolupament tecnològic i l'economia es vegin afectats de forma negativa.

Els escenaris climàtics estan incidint en un augment de temperatures que afectaran sens dubte els recursos hídrics. Degut a tot això, s'han intensificat noves estratègies per trobar fonts d'abastament que permetin mantenir el desenvolupament humà i industrial a llarg termini.

De fet, els últims mesos del 2019 han sorgit estudis recents, alguns encara no publicats (Marten Scheffer, com. pers), que presenten **escenaris d'augment de temperatura molt importants per a diverses àrees del planeta, per als propers 20 anys.**

Per tant, totes les accions lligades a la conservació i bona gestió dels recursos hídrics, es converteixen en accions prioritàries per als propers anys.

El concepte de petjada hídrica no és nou (Hoekstra, 2002) i ha estat desenvolupat durant els últims anys per la *Water Footprint Network*. No obstant això, poques organitzacions l'han implementat en la pràctica. La petjada d'aigua és pròxima conceptualment a la petjada ecològica (i a la de carboni), això fa que sigui més fàcilment introduïble i assimilable. Aquest indicador estima el volum d'aigua consumit o contaminat per generar un producte, mantenir un territori, *una organització o servei* (Hoekstra et al., 2011).

Davant la creixent demanda per una norma que unifiqués les múltiples definicions i metodologies, el 2009 la ISO va aprovar la creació d'un Grup de Treball basant-se en l'èxit d'altres normes de la família ISO 14000 - especialment (I) ISO 14001, (II) les normes d'Anàlisi de Cicle de Vida (*Life Cycle Analysis - LCA*) i (III) les normes de gestió de la petjada de carboni ISO 14067 (ISO, 2013). Com a resultat, a finals de maig del 2014, la ISO va aprovar la publicació de la nova norma internacional, la ISO 14046.

Aquest fet no suposa un rebuig cap a altres normes i mètodes d'anàlisi realitzades fins ara, sinó que s'ha de veure com una convergència de tots ells, en la qual uns són complementaris dels altres (Boulay et al., 2013).

El nom d'aquesta norma, seria: ISO 14046: 2014 - **Gestió ambiental - Petjada d'Aigua - Principis, requisits i directrius**. La nova norma internacional ISO 14046: 2014, presenta doncs els principis, requisits i directrius per a la gestió de la petjada d'aigua, i és una oportunitat per ampliar l'ús del concepte en les organitzacions públiques i privades.

Segons aquesta norma, l'avaluació de petjada hídrica o petjada d'aigua es defineix com: **“La recopilació i avaluació de les entrades, sortides i els impactes ambientals potencials relacionats amb l'aigua utilitzada o afectada per un producte, procés o organització”** (ISO, 2014).

En definitiva, integra l'ús de l'aigua de consum que es relaciona amb l'eliminació d'aigua d'un cos d'aigua, amb l'ús degradatiu de l'aigua, que es relaciona amb les emissions que afecten la qualitat de l'aigua.

Sens dubte, la ISO 14046 tindrà un impacte pràctic important en els pròxims anys, i es convertirà en el principal referent internacional per a avaluacions i comunicacions de petjades hídriques, igual que quan ISO va publicar normes sobre altres temes com la petjada de carboni.

Realitzar un estudi sobre la petjada d'aigua d'un producte, projecte o empresa és un primer pas, per identificar els processos on es podria gestionar de millor manera l'ús d'aquest recurs escàs. A partir de les dades obtingudes, és possible avaluar els impactes ambientals, socials i econòmics que implica el consum d'aquesta aigua.

No obstant, el mètode de la petjada hídrica té limitacions, entre d'altres, que no té en compte les inundacions o la manca d'infraestructures hídriques (Hoekstra et al., 2011). Tot i això es considera que és una bona eina, però parcial, que necessita d'altres indicadors per a una correcta presa de decisions (Vanham i Bidoglio, 2013).

El marc de referència en què es desenvolupa aquesta norma té els següents punts bàsics (ISO, 2014):

- **S'aplica a productes, serveis, processos i organitzacions**, el que es correspon amb la major part de mètodes d'anàlisi desenvolupats fins ara.
- **Està basada en l'Anàlisi de Cicle de Vida (LCA)**, específicament en la norma ISO 14044. Aquest punt és important, ja que si no es coneix aquesta última norma ISO, hi hauran punts de la nova norma ISO 14046 que no s'entenen.
- **És modular**, d'acord a les etapes del cicle de vida. Això significa que els valors de petjada hídrica que s'estimen, en una etapa del cicle de vida, es poden sumar als corresponents a una altra etapa.
- **Identifica només els impactes ambientals potencials relacionats amb l'aigua**, de manera que s'exclou qualsevol referència a impactes socials o econòmics.
- **Inclou les dimensions temporal i geogràfica**, és a dir, s'ha d'especificar clarament en l'estudi quin és el marc temporal per al qual es realitza l'anàlisi i la situació geogràfica on es localitza l'àrea d'estudi, ja que repercutirà en les disponibilitats d'aigua.
- **Identifica quantitats d'ús d'aigua i canvis en la seva qualitat**, per la qual cosa es tenen en compte tant les disponibilitats d'aigua com la seva degradació, els dos aspectes bàsics estudiats per la major part de mètodes d'anàlisi.

Com a principals factors limitants, és important tenir en compte que la ISO 14046:

- NO és suficient per descriure els potencials impactes ambientals globals (és a dir, més enllà de l'aigua) de productes, processos o organitzacions, sinó que s'ha d'incorporar a l'aplicació de la ISO 14044 per a una anàlisi integral, i
- NO permet de forma fàcil la comparació de petjades de l'aigua.

Definició d'alguns conceptes relatius a la petjada d'aigua:

- Aigua Blava: aigua dolça i subsuperficial (llacs, rius i aqüífers).
- Aigua Verda: precipitació que s'emmagatzema al terra o la superfície de les plantes, i per tan, no produeix escolament o recàrrega d'aqüífers.
- Aigua Virtual: volum d'aigua necessari per generar un producte determinat (aigua continguda, semblant a l'energia continguda)
- Flux Elemental d'Aigua: aigua que entra o surt d'un determinat sistema, sent extreta del medi ambient o alliberada al mateix.
- Petjada Hídrica: mesura volumètrica de consum i pol·lució d'aigües, que depèn de la vulnerabilitat del sistema local i del nombre de consumidors que l'utilitzen. Indicador espai-temporal que li dona informació explícita sobre l'apropiació d'aigua per ús humà.
- Petjada Hídrica Blava: indicador de l'ús consumptiu d'aigua dolça superficial i subsuperficial.
- Petjada Hídrica Gris: indicador de la contaminació d'aigua dolça superficial i sub-superficial.
- Petjada Hídrica Verda: volum d'aigua verda (precipitació) consumida durant el procés de producció.

2.4. Eines de Monitoratge per l'Anàlisi de l'Economia Circular

2.4.1. Objectius de Desenvolupament Sostenible a l'Economia Circular

En relació a l'Economia Circular en destaca especialment l'Objectiu 12: "Garantir modalitats de Consum i Producció Sostenibles", ja que el compliment d'aquest suposa un avenç en els objectius i principis de les polítiques de l'Economia Circular. La desvinculació del creixement econòmic del consum de recursos i del deteriorament ambiental causat pel cicle productiu actual.

Tot això, Parant sempre atenció a l'Objectiu 6, aigua neta i sanejament, incorporant les estratègies de circularitat i sostenibilitat en la gestió de l'aigua.



Figura 3. Logos dels ODS esmentats.

D'altra banda però, **la circularitat s'ha d'emmarcar en un context més ampli de sostenibilitat.** En el Pla d'Acció per la Implementació de l'Agenda 2030 cap a una Estratègia Espanyola de Desenvolupament Sostenible, s'inclou l'Economia Circular com a *política palanca* per l'acceleració de la implementació dels ODS. Igualment, i de forma inversa, la consecució dels diferents objectius de sostenibilitat redundarà en benefici dels processos de circularitat en la producció, el consum i la distribució.

2.4.2. *Material Circularity Indicator*

Una forma de determinar l'èxit d'una estratègia d'Economia Circular a nivell de producte és utilitzar l'Indicador de Circularitat de Materials (MCI). L'Indicador MCI és una eina que forma part del "Projecte d'Indicadors Circulars" més ampli desenvolupat per la Fundació Ellen McArthur i Granta Design, permet a les empreses identificar el valor circular addicional dels seus productes i materials, i mitiga els riscos de volatilitat dels preus dels materials i del subministrament dels mateixos. L'MCI permet analitzar i avaluar una sèrie de riscos mediambientals, normatius i de la cadena de subministrament pel als dissenys i productes.

Aquest indicador mesura el grau de restauració dels fluxos de materials d'un producte que es pot afegir a la cartera de productes, i fins i tot fins al nivell de l'empresa. Els indicadors poden ser utilitzats pels dissenyadors de productes, així com set utilitzats per l'elaboració d'informes interns, les decisions de compra i l'avaluació o qualificació de les empreses.

La introducció de les dades dels materials en la fórmula de l'ICM permet a qui hagi d'utilitzar l'indicador la revisió dels productes per a mesurar rigorosament la circularitat dels fluxos de materials pels productes seleccionats, amb l'opció d'afegir-los a la cartera del producte, i fins al nivell de l'empresa.

En última instància, l'aplicació de la metodologia permet a l'empresa donar suport a la presa de decisions sobre compensacions entre la circularitat i els objectius econòmics, mediambientals i socials en el disseny de productes i l'adquisició de materials.

L'MCI ajuda a mesurar quin flux lineal s'ha minimitzat i quin flux restaurador s'ha maximitzat pels materials que el componen, així com el temps i la intensitat d'ús d'un producte en comparació amb un producte similar a la mitjana del sector. (Ellen McArthur)

Per a determinar la circularitat s'analitza una combinació de característiques del producte

- Ús de materials verges: la fracció de materials verges utilitzats en el producte.
- Ús de materials reutilitzats i contingut de reciclat al producte.
- L'eficàcia del reciclatge.
- La massa de residus no recuperables que van a l'abocador o a incineració.
- Un factor d'utilitat que té en compte la duració i la intensitat d'ús del producte.

A partir d'aquesta informació, l'MCI genera una puntuació entre el 0 i l'1. Per exemple, un producte que fa servir 100% matèries primeres verges rep un MCI proper al zero, és un producte lineal. En canvi, un producte que utilitza gran part de material reciclat, té una vida útil llarga i alta eficiència en el reciclat, tindrà una puntuació propera a l'1.

2.4.3. *Life Cycle Assessment a l'Economia Circular*

Tenint en compte que l'estratègia cap a l'Economia Circular vol crear valor econòmic social i empresarial mentre minimitza l'ús de recursos i els impactes mediambientals a través de la reducció, reutilització i reciclatge. I també que l'Anàlisi del Cicle de Vida (LCA) és una eina robusta amb base científica per mesurar els impactes mediambientals dels productes, serveis i models de negoci. La combinació del LCA i els principis de l'Economia Circular proporciona un enfocament holístic per la innovació i la capacitat d'analitzar totes les etapes de la vida d'un producte i els seus impactes és bàsica per una aplicació de l'estratègia cap a l'Economia Circular.

El LCA proporciona un suport tècnic als plantejaments circulars, per avaluar els efectes dels impactes, amb una varietat d'indicadors d'impacte ambiental, com el consum d'aigua, d'energia, relatius al canvi climàtic i a les matèries primeres.

Per això, l'ús combinat del LCA i l'Economia Circular permet als desenvolupadors de productes mesurar realment el rendiment mediambiental, comparar estratègies circulars i garantir un balanç mediambiental positiu des del disseny de nous productes circulars. Quan en un procés es dubta sobre com escollir la millor estratègia entre el reciclatge, la reutilització i altres opcions de recuperació al final de la vida útil, l'anàlisi de cicle de vida és una eina perfecta per avaluar aquestes opcions coherentment i eficaç.

Per una millor aplicació del LCA per recolzar les estratègies de l'Economia Circular, és necessari resoldre una sèrie de deficiències del LCA:

- Comptabilització coherent dels canvis en les existències de recursos respectant els principis del balanç de massa.
- Modelització coherent dels cicles de reciclatge oberts.
- La inclusió de tots els recursos i impactes rellevants, és a dir, una perspectiva completa de l'LCA per tota l'economia.
- La transparència de les assumpcions, la fiabilitat de les dades i la interpretació crítica dels resultats i les compensacions entre un nombre de categories d'impacte acordat a nivell mundial.

La *Life Cycle Initiative* (associació per al LCA) promou l'ús del LCA com a metodologia per construir estratègies d'EC més sòlides i que tinguin en compte tots els possibles impactes, anteriors i posteriors, tots els recursos i categories d'impacte rellevants. Pretén contribuir a:

- Crear un consens dins la comunitat del LCA sobre elements i terminologia referents a l'EC.
- Resoldre reptes tècnics i científics per avançar en l'aplicació del LCA en l'avaluació d'estratègies circulars.
- Adaptar-se a l'enfocament circular metodologia del LCA sovint modela l'ús de matèries primeres i consum de recursos prenent l'economia lineal com a marc de referència.
- L'organització i establiment de fòrums globals i regionals d'economia circular, particularment dins de grups tècnics de treball de les normes ISO.
- Promoure l'aplicació del LCA en l'avaluació i planificació d'estratègies circulars, és a dir, la participació de la comunitat del LCA en el disseny, el seguiment i l'avaluació de les estratègies de l'EC.

A més, moltes de les dades requerides pel LCA coincideixen amb les de l'MCI, pel que aquestes eines són complementaries amb relativament poc esforç. Per contrastar-les és important assenyalar que l'ICM es centra en el flux de materials al llarg de la fabricació i ús del producte, fomentant explícitament l'ús de materials reciclats o reutilitzats i l'extensió de la vida útil del producte. En canvi l'LCA es centra en derivar els impactes ambientals a nivell del cicle de vida, on no sempre és prioritari posar l'accent en la circularitat.

2.5. Eines de Monitoratge dels Serveis Ecosistèmics

2.5.1. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*

La natura és un factor sovint obviat en les decisions econòmiques. Hem anat reduint de forma constant el nostre capital natural, sense entendre ni quins costos tindria la substitució dels serveis proporcionats (gratuitament) per la natura ni que les solucions alternatives fabricades per la humanitat tenen un cost massa alt perquè aquests serveis siguin substituïts.

La iniciativa TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) té l'objectiu posar la natura al centre de les decisions econòmiques, empresarials i polítiques (administratives i legislatives) ja que veu que la invisibilitat de la natura és un factor clau de l'esgotament dels ecosistemes i la destrucció de la biodiversitat.

Es planteja un enfocament "de 3 passos" per l'anàlisi, estructuració de l'avaluació i, valoració de la biodiversitat i dels serveis ecosistèmics, guiats pels 3 principis:

- **Reconèixer el valor dels ecosistemes**, paisatges, espècies i altres aspectes de la biodiversitat és una característica cultural que comparteixen totes les comunitats i societats humanes. Sovint la importància cultural i religiosa (com per exemple boscos o arbredes sagrats) ha ajudat a la protecció d'àrees naturals i la biodiversitat que contenen.
- **Presentar el valor en termes econòmics** és útil per a qui pren decisions, per considerar els costos totals i beneficis de la natura i no només tenir en compte els costos i beneficis de mercat o industrials. Un exemple seria contrastar els costos i els serveis que ofereix una infraestructura natural com els aiguamolls en cas de crescudes fluvials o pluges torrencials respecte a una infraestructura construïda de defenses contra les inundacions.
- **Capturar el valor implica la introducció de mecanismes que incorporin els valors de la biodiversitat i els ecosistemes en la presa de decisions a través d'incentius i senyals de preu (manipular la oferta-demanda). Inclouent pagaments pels serveis ecosistèmics, una reforma de subsidis per a producció verda o introduint un sistema de bonificacions fiscals per la conservació del medi ambient.**

Això pot semblar *posar un preu a la natura*, i de fet, la valoració presenta el perill de la fiscalització la natura i pot tenir com a conseqüència la seva *mercantilització* (conversió en producte) i *marquetització*. Les crítiques en aquest sentit suggereixen que després de la identificació i quantificació dels valors, quan s'expressin en termes monetaris, passaran a ser un producte de lliure comerç subjecte al mercadeig i l'especulació. Això podria significar la privatització d'un ecosistema, els bens o serveis que proporciona passaran de ser públics a ser la propietat, potencialment, dels mateixos interessos privats responsables de la seva explotació i de la degradació del planeta.

Aquestes preocupacions són vàlides però es pot argumentar que els serveis ecosistèmics essencials ja són comercialitzats, i sovint amb un preu implícit zero. En la concessió de terres de explotació minera i forestal no es té en compte la pèrdua conseqüent dels serveis ecosistèmics degudes a la transformació del medi. Els béns comuns oceànics són d'accés lliure i gratuït, però en aquest cas existeix una normativa de responsabilitat que en fa menys atractiva l'extracció destructiva a l'afegir costos financers.

Sigui com sigui, donar un valor als serveis ecosistèmics naturals no s'ha de mal interpretar com *posar un preu a la natura*. La política econòmica ja fa servir diversos instruments, basats en el mercat o no, per valorar els serveis naturals. La TEEB no suggereix dipositar una fe cega en l'habilitat del mercat per millorar el benestar social al privatitzar els bens comuns ecològics i deixant que el

mercat descobreixi el seu preu. El que ofereix el TEEB és un model per comunicar el valor del capital natural i els serveis que ofereix a qui pren decisions en el seu propi llenguatge, dominat per l'economia, però també és un conjunt d'eines per avaluar les decisions i integrar-hi la bona gestió.

2.5.2. *Millennium Ecosystem Assessment*

El *Millennium Ecosystem Assessment* (MA) va ser sol·licitat el 2000 pel Secretari General de les Nacions Unides Kofi Annan. L'objectiu de l'MA és avaluar les conseqüències pel benestar de la humanitat dels canvis en els ecosistemes. També la base científica de l'acció necessària per potenciar la conservació i l'ús sostenible d'aquests sistemes i la seva contribució al benestar. S'ha completat amb treballs de més de 1.360 experts de tot el món. Les seues troballes, contingudes en cinc volums tècnics i sis informes de síntesis, proporcionen una avaluació científica d'última generació de la condició i les tendències dels ecosistemes mundials i dels serveis que ofereixen (tals com aigua neta, aliments, productes forestals, control d'inundacions i crescudes, i recursos naturals) i les opcions per restaurar, conservar o millorar la sostenibilitat dels ecosistemes.

Durant els últims 50 anys la humanitat ha canviat els ecosistemes més ràpidament i extensivament que en qualsevol altre època històrica, en gran part per satisfer el ràpid creixement de la demanda d'aliment i recursos com: aigua dolça, fusta, fibra i combustible. Això ha resultat en una gran, substancial i irreversible pèrdua de diversitat en la vida planetària.

Els canvis fets als ecosistemes han contribuït a guanys nets importants en el benestar humà i en el desenvolupament econòmic, però aquests guanys s'han assolit amb el creixent cost de la degradació de molts serveis ecosistèmics, l'increment del risc de canvis no lineals (abruptes i inesperats) i l'exacerbació de la pobresa en grups humans. Aquests problemes, si no es tracten, disminuiran substancialment els beneficis que les futures generacions treguin dels ecosistemes.

El repte de revertir la degradació dels ecosistemes, alhora cobrint l'augment en la demanda dels seus serveis, pot ser assolit parcialment sota alguns escenaris considerats per l'MA, però sempre implicant canvis significatius en polítiques, institucions i pràctiques que ara mateix no estan en marxa. Existeixen moltes opcions per conservar o potenciar serveis ecosistèmics específics, reduint les repercussions negatives, o fins i tot que proporcionin sinèrgies positives amb altres serveis.

La conclusió dels resultats de l'MA són que les accions humanes estan esgotant el capital natural de la terra, posant un estrès al medi ambient que l'habilitat dels ecosistemes del planeta de suportar futures generacions no es pot donar per descomptada.

Les conclusions de l'anàlisi també mostren que amb les accions apropiades és possible revertir la degradació de molts serveis ecosistèmics al llarg dels pròxims 50 anys, però els canvis de política i pràctica requerits són substancials i encara no estan en camí.

A nivell bàsic l'MA no aporta nova informació ja que no deixa de ser una compilació de coneixement, literatura científica i dades actualitzades. Tot i així, tres aspectes de la MA representen noves incorporacions d'importància.

Per començar, les conclusions de l'anàlisi són la visió consensuada pel cos més gran de científics socials i naturals que s'ha reunit mai per assessorar en el coneixement d'aquesta àrea. La disponibilitat d'aquesta visió d'ampli consens entre científics és una contribució important a la informació disponible per la presa de decisions.

L'anàlisi identifica on existeixen els consensos més amplis en les conclusions, però també, on la informació és insuficient per obtenir conclusions fermes.

En segon lloc, l'enfocament de l'avaluació dels serveis ecosistèmics i el seu vincle amb les necessitats de desenvolupament i benestar humà és únic. Examinant el medi ambient a través d'una xarxa de serveis ecosistèmics, esdevé molt més fàcil identificar com els canvis als ecosistemes influeixen al benestar humà. També facilita proporcionar informació en la forma que pugui tenir pes en la presa de decisions juntament amb informació social i econòmica.

En tercer lloc, l'avaluació ha identificat un nombre emergent de conclusions que només poden ser obtingudes quan grans cossos d'informació són examinats conjuntament. Quatre d'aquestes sobresurten:

- 1. El balanç de situació (*balance sheet*):** Els serveis ecosistèmics han sigut avaluats prèviament de forma individual. Però en l'MA s'han examinat conjuntament un grup de 24 serveis i s'ha constatat que el 60% estan sent degradats. Aquesta anàlisi és la primera auditoria de l'estat del capital natural del planeta.
- 2. Els canvis no-lineals:** Han estat identificats prèviament per nombrosos estudis individuals sobre ecosistemes. Però l'MA és la primera avaluació que determina que els canvis als ecosistemes estan incrementant la probabilitat de canvis no-lineals als ecosistemes i la primera a assenyalar les importants conseqüències d'aquesta conclusió per al benestar de les persones. Alguns exemples d'aquests canvis inclouen: emergències sanitàries degudes a malalties infeccioses, alteracions abruptes de la qualitat de l'aigua, la creació de "zones mortes" en aigües costeres, el col·lapse de zones d'explotació pesquera i canvis climàtics regionals.
- 3. Zones de secà:** L'avaluació es focalitza en els vincles entre els ecosistemes i el benestar de les persones, les prioritats són relativament diferents en aquesta. Mentre l'MA confirma que existeixen grans problemes amb els boscos tropicals i esculls de corall, des del punt de vista dels lligams entre els ecosistemes i les persones, els reptes més significatius concerneixen els ecosistemes de secà. Aquests ecosistemes són particularment fràgils, i alhora també són majoritaris en llocs on les poblacions humanes estan creixent més ràpidament, la productivitat biològica és la més petita i la pobresa és la més gran.
- 4. Càrrega de nutrients:** L'MA confirma l'èmfasi que els responsables de la presa de decisions li estan donant a abordar els motors dels canvis ecosistèmics, com el canvi climàtic i la pèrdua d'hàbitats. Però l'MA afirma que una càrrega de nutrients excessiva dels ecosistemes és un dels motors més importants avui, i empitjorarà significativament en les properes dècades si no es prenen mesures. El problema de la càrrega excessiva de nutrients, tot i que ben estudiada, no està rebent prou atenció política en gairebé països internacionalment.

L'MA ha identificat grans llacunes en el coneixement. Per exemple, a escala local i nacional existeix informació relativament limitada sobre l'estat de molts serveis ecosistèmics, i encara hi ha menys informació disponible sobre el valor econòmic dels serveis no comercialitzats. A més, rarament es fa un seguiment dels costos de l'esgotament d'aquests serveis ecosistèmics en comptes econòmics nacionals. Les dades sobre l'extensió i les tendències dels diferents tipus d'ecosistemes i ús del sòl són sorprenentment escasses.

Els models utilitzats per projectar condicions econòmiques i ambientals tenen limitacions en les capacitats d'incorporar retroalimentacions ecològiques, incloent canvis no-lineals en ecosistemes o retroalimentacions de comportament, com ara d'aprenentatge que pot tenir lloc mitjançant la gestió adaptativa dels ecosistemes.

Hi ha àrees on les incerteses són massa grans com per ser útils en la presa de decisions. Les avaluacions juguen un paper útil a l'hora d'aclarir on romanen incerteses científiques. Tot i que les incerteses poden ser utilitzades per justificar un enfocament d' "esperar i veure" (*wait and see*), també poden ser utilitzades per argumentar un plantejament prudent.

Entre els resultats de l'MA, la incertesa en les troballes globals és relativament baixa. Potser la incertesa més gran associada a una característica important en el canvi dels ecosistemes, a escala global, és la que envolta el coneixement del grau de degradació de la terra (10-20% de degradació).

Però on la incertesa és el problema més gran és a escala local i nacional. Per exemple, a escala local no sol haver-hi prou informació sobre tots els beneficis i costos econòmics dels usos alternatius dels ecosistemes per a fonamentar plenament les decisions.

Aquest anàlisi mostra tan el valor d'obtenir aquesta informació com la forma per la qual es pot obtenir (i les avaluacions subglobals de l'MA proporcionen el model per un mecanisme per emprendre una avaluació local o nacional més detallada).

Els objectius generals de l'MA eren contribuir en la millora de la presa de decisions relatives a la gestió dels ecosistemes i el benestar humà i crear la capacitat per realitzar avaluacions científiques d'aquest tipus. L'impacte final de l'MA dependrà de la mesura en la que els responsables de la presa de decisions utilitzin les conclusions de l'MA, tant a nivell mundial com a escala submundial.

Gràcies a la feina dedicada a l'MA ja s'ha creat una important capacitat d'avaluació internacional. S'espera també una adopció substancial del marc conceptual, els enfocaments, plantejaments i mètodes de l'MA en les iniciatives i programes en curs de les diverses institucions que han participat en el procés de l'MA.

L'MA es va dissenyar com una avaluació integrada que abastés tots els sectors, amb perspectives de ciències naturals i socials. Va ser també una avaluació multiescalar, que incloïa components d'avaluació realitzats a múltiples escales espacials: global, subglobal, regional, nacional, de conca hídrica i local. Una altra característica important de l'MA va ser l'èmfasi en la inclusió de diferents sistemes de coneixement, a més a més del coneixement científic.

Per explorar aquest tema, l'MA va organitzar una Conferència Internacional *Bridging Scales and Epistemologies* (tendint ponts entre escales i epistemologies) al març del 2005 a Alexandria, Egipte.

L'MA també comptava amb la innovadora estructura de governança en la que estaven representats no només els científics i experts, sinó també les convencions de la ONU, els grups de la societat civil i els pobles indígenes. La Junta de l'MA, el Panell d'Avaluació i els Grups de Treball estaven compresos per representats del món desenvolupat i en vies de desenvolupament.

2.5.3. *Mapping Assessment of Ecosystems and their Services*

En consonància amb el *Millennium Ecosystem Analysis*, l'objectiu de l'avaluació de la UE (MAES) és el de proporcionar un avaluació crítica de la millor informació disponible per orientar les decisions sobre qüestions públiques complexes. Degut a això s'emmarca en un ampli conjunt de qüestions polítiques clau, estructurant-se al voltant d'un marc conceptual que vincula les societats humanes i el seu benestar amb el medi ambient.

L'acció 5 del MAES vol respondre a preguntes clau com: "La salut dels ecosistemes a Europa és prou bona com per que puguin seguir proporcionant els seus serveis ecosistèmics d'una forma sostenible?"

Més concretament, el document proposa (MAES 5, 2018) una tipologia d'ecosistemes – per descriure els serveis dels ecosistemes, les regles que els descriuen i els productes i activitats econòmiques que se'n deriven. – que han de ser avaluats i mapats. S'utilitza la descripció de tipologies d'ecosistemes desenvolupada pel CICES (*Common International Classification of Ecosystemic Services*, la classificació internacional comuna dels serveis ecosistèmics), amb finalitat de comptabilitat.

L'estratègia de Biodiversitat inclou sis objectius i 20 accions associades i respon tan al mandat de la UE com a l'internacional. Ha de posar a la UE en el camí correcte per complir els seus propis objectius respecte la biodiversitat i també els compromisos mundials en el Marc del Conveni sobre la Diversitat Biològica (*CDB Convention on Biological Diversity*).

En el que respecta al que passa dins la UE, una condició necessària per aplicar l'"Estratègia de Biodiversitat" (basada en el principi de que no es pot gestionar el que no es mesura o no pot mesurar-se), és comptar amb informació completa i sòlida sobre l'estat dels ecosistemes i els serveis ecosistèmics en tota la UE, i amb la capacitat de monitoritzar aquests canvis. Si no se sap quin és el seu estat en el moment de l'estudi, ni quin havia de ser al 2020, és impossible avaluar si s'han assolit els objectius. De forma similar, al 2010 no era possible quantificar de quina manera s'haurien incomplert l'objectiu d'aturar la pèrdua de biodiversitat de la UE per aquella data.

La base d'informació i coneixement sobre la que s'ha de desenvolupar l'"Estratègia de Biodiversitat" integrarà i racionalitzarà els últims resultats de la presentació d'informes en virtut de les "Directives d'Aus i Hàbitats", les "Directives Marc de l'Aigua", la "Directiva Marc sobre l'Estratègia Marina", i altres fluxos de dades pertinents notificats en virtut de la legislació mediambiental, incloses les dades especials com la xarxa Natura 2000, les conques fluvials, les regions marines, etc...

També es tenen en compte dades fiables sobre la situació de les espècies i hàbitats, com les llistes vermelles de la UE o els informes científics independents sobre la situació de diferents grups taxonòmics, com les aus o les papallones.

En l'Acció 5 de l'"Estratègia de Biodiversitat" s'avalua, a través del mapeig i la valoració dels ecosistemes i els seus serveis, el paper de l'aplicació de la legislació i la política mediambiental per part dels estats membres de la UE en la prestació de serveis dels ecosistemes (per exemple, la contribució a la xarxa Natura 2000 a la prestació de serveis, la integració dels serveis ecosistèmics en el futur disseny dels plans de gestió de conques fluvials sota el "Marc Directiva d'Aigua" i en les estratègies marines sota la "*Marine Strategy Framework Directive*").

“Aturar la pèrdua de biodiversitat i la degradació dels serveis ecosistèmics a la UE cara al 2020, i restaurar-los en la mesura del possible, i al mateix temps incrementar la contribució de la UE per evitar la pèrdua de biodiversitat mundial” (MAES 5, 2018)

A desembre del 2011, el Consell Europeu va reconèixer que el manteniment i restauració d'ecosistemes i els seus serveis hauria de ser suportat pels resultats del MAES i, en vistes del curt termini per iniciar aquesta feina, va instar a la Comissió i als estats membres a determinar les modalitats i l'abast d'aquestes tasques basant-se en la feina realitzada pels estats membres .

2.5.4. *Toolkit for Ecosystem Service Site-Based Assessment*

Entendre els impactes al capital natural i els serveis ecosistèmics i els canvis potencials i reals en l'estat de cada lloc determinat és important per promoure millors decisions en la planificació que suportin tan la conservació de la biodiversitat com la de les prestacions dels serveis ecosistèmics.

Aquest enfocament s'ha utilitzat relativament poc perquè s'assumeix que la mesura dels serveis ecosistèmics és cara i tècnicament difícil.

El conjunt d'eines (*toolkit*) TESSA ha estat dissenyat per superar aquest obstacle proporcionant una orientació pràctica sobre com identificar quins serveis poden ser significatius en un lloc d'interès, quines dades són necessàries per mesurar-los, quins mètodes o fonts poden ser utilitzats per obtenir les dades i de quina manera comunicar els resultats.

El *toolkit* posa l'accent en la importància de comparar les estimacions de l'estat d'un ecosistema (com a “estats alternatius” per exemple, abans i després de la dedicació d'una zona a l'agricultura) per a que els responsables de la presa de decisions puguin avaluar les conseqüències netes d'aquest canvi i, per tant, la pèrdua de beneficis pel benestar humà com a conseqüència del canvi, o el benefici de la conservació.

El *toolkit* intenta trobar un equilibri entre la senzillesa i la utilitat d'elaborar informació convincent pels responsables de la presa de decisions i, per tant, exclou la consideració d'alguns dels conceptes més avançats dels serveis ecosistèmics.

L'objectiu és que es pugui ser utilitzat per persones no expertes, però que segueixi proporcionant informació científicament sòlida. Per això té, entre altres coses, orientacions sobre com sintetitzar i resumir dades dels canvis ecosistèmics, i també orientació sobre l'avaluació de beneficis.

3. OBJECTIUS

3.1. Objectiu General

Analitzar la situació actual i tendències per a l'avaluació conjunta de la sostenibilitat i la transició a l'economia circular, i aplicar-ho al cas d'Empreses Públiques Operadores d'Aigua.

3.2. Objectius Específics

1. Analitzar les principals tendències actuals a nivell d'Europa i Mundial per avaluar i mesurar la sostenibilitat i l'economia circular.
2. Revisar les principals eines de mesura i avaluació de la sostenibilitat i l'economia circular en empreses públiques.
3. Aplicar les eines de mesura de la sostenibilitat i economia circular a dues empreses públiques operadores d'aigua.
4. Comparar la circularització i sostenibilitat a escala micro, sistemes de descalcificació.
5. Proposar un full de ruta per la circularització en Empreses Públiques a través d'un sistema integrat d'indicadors per la mesura, avaluació i seguiment de la sostenibilitat i l'economia circular

4. METODOLOGIA

4.1. Mètodes per a l'Avaluació de la Sostenibilitat en Empreses Públiques

4.1.1. *Mètodes per l'Avaluació i Seguiment dels ODS en Empreses Públiques Operadores d'Aigua*

L'any 2018 la Xarxa Espanyola de Desenvolupament Sostenible va avaluar el compliment dels ODS en 100 ciutats espanyoles (i les àrees metropolitanes i d'influència), 13 catalanes, entre elles les ciutats on operen les empreses estudiades. L'anàlisi de l'informe REDS està basada en la metodologia desenvolupada per l'SDSN (*Sustainable Development Solutions Network de les Nacions Unides*) per analitzar ciutats estatunidenques (*UNSDN, SDG index of US cities*) i en l'SDSN de la fundació Bretelsman Stiftung i SDSN per l'índex global dels ODS (sdgindex.org)*. Per l'avaluació del nivell de compliment dels 17 ODS, l'informe utilitza 85 indicadors, analitzats i revisats, i bases de dades internacionals, ja que proporcionen millor possibilitat de replicabilitat, amb dades a escala municipal.

4.1.2. *Mètodes per a l'avaluació de la Responsabilitat Social Corporativa*

La sostenibilitat en el desenvolupament d'un negoci significa tenir en compte els impactes mediambientals i socials que generen cada acció que es realitza. Aquí rau la importància de ser conscient de la manera en què es desenvolupen els productes i serveis en el seu cicle de vida, i alhora, la manera en què les comunitats ho perceben.

podem caracteritzar la sostenibilitat corporativa com les accions que l'empresa porta a terme per evitar o mitigar els seus impactes a l'interior i exterior de l'empresa i en el seu entorn, assegurant la seva viabilitat, a llarg termini, i alhora contribuint a la viabilitat de l'entorn.

Una mesura de RSC que poden oferir, i de fet ofereixen les empreses públiques operadores d'aigua és la tarifa social, que és una tarifa especial que s'ofereix a les persones i famílies més necessitades com a ajuda social a qui l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) reconeix el dret a beneficiar-se del Cànon Social.

Llavors la tarifa social per part de l'empresa A és una reducció addicional a l'aplicada per l'ACA al preu de l'aigua. Amb aquesta tarifa el preu del m³ en el primer tram (fins a 9 m³ mensuals) que té un preu de 36 cèntims (amb tarifa domèstica al 2018) es reduiria fins a 10 cèntims d'euro amb la tarifa social.

"Això pot arribar a suposar un descompte de 10,50 € (27%) respecte a la tarifa domèstica normal."

A l'empresa B funciona d'igual manera, quan a una llar abonada se li concedeix el Cànon Social també se li concedeix automàticament la tarifa social. També concedeix ajudes addicionals pels abonats amb vulnerabilitat econòmica i que no es poden fer càrrec de les factures. En aquest cas, segons les indicacions dels serveis socials locals.

En canvi el funcionament de la tarifa social en l'empresa B és diferent. Hi ha un primer bloc de fins a 6 m³ mensuals el preu del qual es manté (el preu normal de la tarifa domèstica) i un segon tram de 6 a 12 m³ mensuals on el preu del m³ es redueix dels 72 cèntims en la tarifa domèstica als 36 cèntims de la tarifa social.

Un altre indicador important en termes de RSC és el nivell de satisfacció dels clients amb l'empresa . Quan el grau de confiança és alt les accions i campanyes de l'empresa són de molt més fàcil acceptació per part dels usuaris i parts interessades. Es mesura mitjançant enquestes als usuaris.

A partir dels indicadors en el marc dels ODS, amb especial interès en l'eix 2, persones i l'ODS 6, aigua neta i sanejament, (subapartat indicadors ODS taules 3.3,4 ...), es traça/descriu una estratègia de Responsabilitat Social Corporativa.

Aquests indicadors es classifiquen per actuacions concretes en els 3 eixos ja establerts, aigua, persones i ciutat, els quals donaran informació per fer una valoració global del benefici de l'aplicació de l'estratègia.

Resumint, l'estratègia de responsabilitat social corporativa traçada, es basa en 5 objectius a desenvolupar en els tres eixos, aigua, ciutat i persones, per contribuir a l'assoliment dels objectius de desenvolupament sostenible per part de les empreses d'aigua estudiades.

Els objectius són els següents:

1. Excel·lència en la prestació dels serveis

Actuacions lligades a l'ODS 6 (i 9 (A), i 1, 3 (B)). Dirigides a garantir una millor gestió sostenible i inclusiva del servei.

2. Compromís en la prestació dels serveis

Actuacions als ODS 6 (1, 8, 11 i 12). Amb la finalitat d'augmentar la cobertura d'aigua per a la inclusió social.

3. Responsabilitat econòmica, social i ambiental

Actuacions lligades als ODS 5, 7, 11 (4, 5, 7, 8, 12, 13, 15). Amb la finalitat de millorar l'acompliment social, ambiental i econòmic, preservant al mateix temps la biodiversitat i augmentant la capacitat d'adaptació al canvi climàtic (resiliència). També busquen reduir les emissions anuals de GEH (Petjada de Carboni).

4. Aplicar la innovació tecnològica

Actuacions als ODS 6, 7, 8, 9 (11, 12, 15, 17). Busquen millorar la qualitat de l'aigua eficiència en el servei, l'eficiència energètica i al mateix temps augmentar la producció i el percentatge de consum d'energies renovables.

5. Comportament ètic i coherent en les relacions

Actuacions als ODS 4, 9 (3, 8, 11, 12, 16 i 17). Enfocament al consum i producció responsables. Garantir aliances amb administracions locals i organitzacions socials i mediambientals. Enfortir els valors ètics i socials i comunicar-se eficientment amb els actors interessats.

4.1.3. Mètodes per a l'avaluació de l'Economia Circular

Un sistema d'avaluació de l'Economia Circular ha de partir d'un conjunt d'indicadors degudament contextualitzats i enquadrats en un marc adequat de referència.

Pel cas A, es fa una proposta d'una bateria basada en els 5 objectius fonamentals de l'Economia Circular, a partir de la metodologia desenvolupada per l'informe COTEC (ref) i de les propostes de la Fundació Ellen MacArthur (2015).

Aquest seguiment forma part del full de ruta per la circularització ja que és imprescindible conèixer l'estat dels processos de l'empresa per determinar les accions a dur a terme, mantenint el seu enfocament integrat.

01 Input Materies	S'han seleccionat 4 indicadors d'acord als 3 objectius d'Aigües de Reus on es reflecteix la relació amb empreses externes que subministren les matèries primeres del procés, la petjada de carboni i aigua dels materials utilitzats en la prestació del servei	04 Distribució	Es van seleccionar 3 indicadors per avaluar la qualitat i l'eficiència en la infraestructura de distribució del servei d'aigües per a l'anàlisi d'inversió, manteniment o renovació de l'equip i tecnologia de l'empresa.
02 Ecodisseny	S'han seleccionat 2 indicadors que involucren l'etapa de disseny i tecnologia crucial per a permetre la reutilització / re fabricació / reciclatge amb la finalitat d'avaluar les etapes clau del procés a millorar de manera sostenible.	05 Consum	S'han seleccionat 5 indicadors d'acord a la participació i consideració social del consumidor en la transició a l'economia circular de l'empresa. En vies de millorar la qualitat, la gestió i l'accés al servei d'aigua de la ciutat de Reus.
03 Producció	S'han seleccionat 3 indicadors per avaluar l'autosuficiència de l'empresa en qüestió de les matèries primeres i la infraestructura eficient actual. Això amb la finalitat de minimitzar l'impacte ambiental a les diferents etapes de procés productiu.	06 Reciclatge	S'han seleccionat 2 indicadors referents a la separació i recuperació de materials procedents de residus així com la seva introducció en els mercats secundaris que aportin a l'economia circular de l'empresa d'Aigües de Reus.

Figura 4. Descripció dels indicadors dins de l'estratègia d'economia circular

4.1.4. Mètodes per a la Determinació i Seguiment de la Petjada de Carboni

Per al càlcul de la Petjada de Carboni es fan servir tan la metodologia descrita als documents:

“Guia Práctica per al Càlcul d'emissions de Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH) Versió 2018” proposada per l'oficina Catalana del Canvi Climàtic,

“Guia per al Càlcul de la Petjada de Carboni i per a l'elaboració d'un pla de millora d'una Organització”

“Instruccions per a l'ús de la Calculadora de Petjada de Carboni d'una Organització – Abast 1+2, versió nº 15 del mes de Setembre de 2019”, proposats per l'oficina del Ministeri per a la Transició Ecològica del Govern Espanyol.

D'aquestes guies s'extreuen els factors d'emissió utilitzats (excepte alguns, els quals s'especifica d'on es treuen).

Abast

Les activitats que generen emissions i per tant aporten a la Petjada de Carboni es classifiquen en funció de l'abast:

l'**abast 1** són les emissions directes. GEH emesos de forma directa, per l'ús de combustibles fòssils en vehicles o maquinària, pèrdues de gasos refrigerants o com a subproductes (residual) de reaccions químiques.

l'**abast 2** són les emissions indirectes. Derivades del consum energètic, són els GEH emesos en la producció de l'electricitat consumida en el procés productiu. Depèn de la quantitat d'energia i també del Mix energètic de la xarxa que proveeix a l'organització.

Per l'Empresa B és pertinent també tenir en compte l'**abast 3**, altres emissions indirectes. Són les emissions incorporades en forma de productes (la Petjada de Carboni de la seva producció), o serveis adquirits per la organització i que formen part de l'activitat productiva.

L'abast 3 correspon a les emissions relacionades amb els reactius i matèries primeres utilitzades al procés de tractament d'aigües residuals (les EDAR i ETAP). Les dades pels càlculs d'aquest abast s'han extret de les bases de dades d'*Ecoinvent* (ecoinvent.org), que proporciona dades de processos i impactes ambientals de productes amb la finalitat de donar informació per millorar el cicle de vida dels productes.

4.1.5. *Mètodes per a la Determinació i Seguiment de la Petjada Hídrica*

Realitzar un estudi sobre la petjada d'aigua és un primer pas, per identificar els processos on es podria gestionar de millor manera l'ús d'aquest recurs escàs.

L'any base dels càlculs per a l'anàlisi és el 2017 per l'empresa A i el 2018 per l'empresa B, i s'ha elaborat seguint l'enfocament de la Norma ISO-14046: 2014.

L'objecte de les empreses estudiades és la gestió directa i eficient del subministrament d'aigua potable, de la xarxa de clavegueram de la ciutat i del servei del laboratori municipal, amb l'interès principal de garantir la qualitat de l'aigua i del servei que ofereix als ciutadans.

En aquest marc de prestació de servei, es realitza l'estudi de la petjada d'Aigua en aquestes empreses amb la finalitat de mesurar i millorar l'acompliment ambiental de l'organització.

Es vol obtenir més informació sobre la petjada d'Aigua de l'organització per a les empreses estudiades, amb el propòsit de millorar els seus processos per reduir gradualment el consum d'aigua i energia, propi del sistema de potabilització i del sistema tractament d'aigües residuals (en el cas de l'empresa B), sense que afecti a la qualitat i quantitat d'aigua que es distribueix actualment als habitants de les àrees d'influència municipal de cada empresa (A i B).

Seguint les normes i recomanacions internacionals sobre l'ús i la gestió sostenible dels recursos hídrics i recordant que l'avaluació de la petjada d'Aigua o petjada hídrica es defineix com:

“la recopilació i avaluació de les entrades, sortides i els impactes ambientals potencials relacionats amb l'aigua utilitzada o afectada per un producte, procés o organització” (ISO, 2014).

L'abast de l'estudi és la revisió dels processos de les empreses estudiades, i en el cas del càlcul de la petjada hídrica, té la finalitat de *garantir la prestació del servei d'aigua amb el màxim de garanties per a la població (consumidors) i amb el mínim d'impacte cap als serveis ecosistèmics*

Els càlculs es fan a partir de l'ingrés d'aigua tractada provinent de: riu, pantans i envasaments, de l'ETAP i recursos propis de l'empresa (pous i mines).

Anàlogament a la petjada de carboni, a part del consum de l'aigua, també es té en compte la petjada d'aigua derivada de la producció de l'electricitat consumida, tot això referit a l'activitat productiva

de l'empresa. També es considera l'aigua consumida en el manteniment i les pèrdues en l'emmagatzematge, tractament (potabilització: cloració i rechloració... I TAR) i la distribució d'aigua.

Per realitzar el càlcul de la petjada d'aigua es decideix, de comú acord amb l'empresa A, d'utilitzar les dades de l'any 2017. I de comú acord amb l'empresa B, es decideix fer servir les dades de l'any 2018.

4.2. Dades Empreses Operadores d'Aigua Potable

Les dades han estat proporcionades per cada una de les empreses a la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat. Una vegada proporcionades, han estat processades per poder realitzar l'anàlisi.

Per respectar la confidencialitat en aquest treball s'anomenaran les empreses com "empresa A" i "empresa B".

4.3. Informació Bibliogràfica

La informació de l'estat de l'art s'ha buscat directament a les publicacions d'institucions responsables de les definicions i iniciatives.

S'han buscat publicacions on es detallen anàlisis de cicle de vida i de petjada de carboni i hídrica de processos relacionats amb el tema de l'aigua pel desenvolupament de l'apartat de metodologia.

5. RESULTATS

5.1.1. *Indicadors referents als Objectius de Desenvolupament Sostenible*

De l'Informe REDS (esmentat anteriorment) són destacables els resultats dels indicadors relacionats amb l'Objectiu 6, **Aigua neta i sanejament**. Respecte aquest objectiu, REDS avalua els 3 indicadors de la taula "següent":

Taula 3. Resultats dels indicadors de l'ods 6 (REDS, 2018)

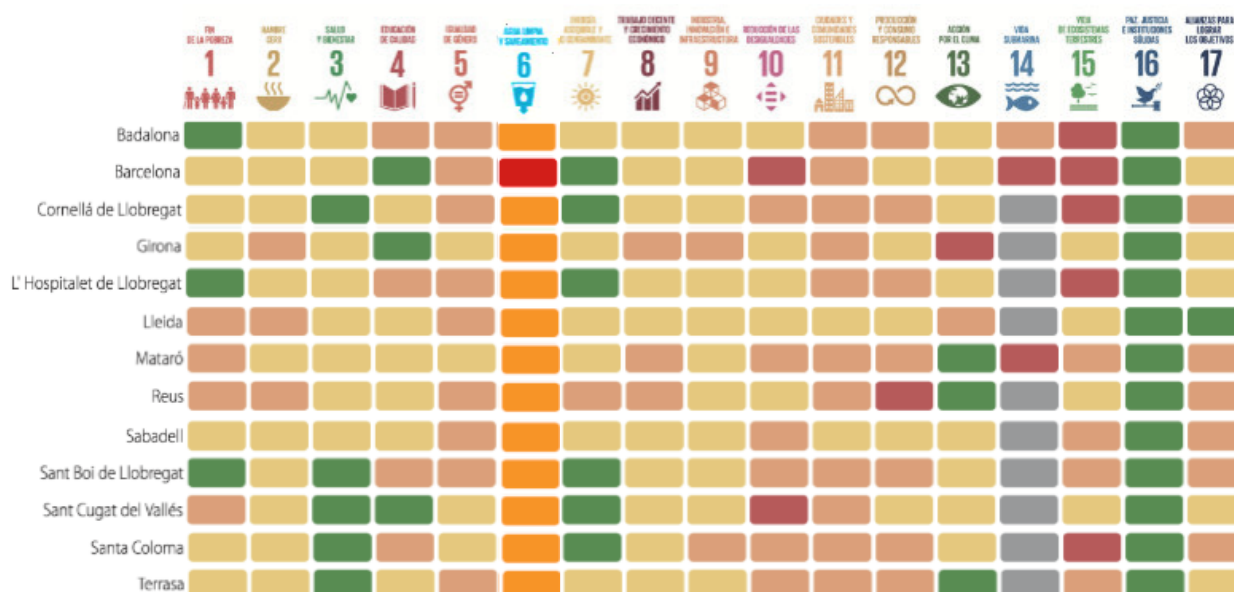
Indicador	CIUTAT A	CIUTAT B
Balanç ingressos i despeses en la gestió de l'aigua	Molt bona	Regular
Preu i proveïment domèstic d'aigua	Baix	Regular
Preu del sanejament domèstic de l'aigua	Baix	Baix

A la **figura 4** es mostren els resultats de les **13 ciutats catalanes** dins d'aquest estudi (REDS 2018), amb el resultat de l'ODS 6 destacat. Fora de Barcelona, amb un nivell molt baix (vermell: grans reptes pendents), la resta de ciutats es troben en una situació similar (carbassa: reptes significatius pendents). **Les ciutats catalanes tenen reptes significatius per complir amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible**, sobretot les més grans, i analitzades en aquest informe.

La metodologia feta servir en la confecció de l'informe només utilitza indicadors econòmics i no avalua la qualitat dels serveis de les organitzacions encarregades de la gestió de l'aigua i els recursos hídrics a cada ciutat. Llavors hi ha una sèrie d'esforços i iniciatives que, tot i quedar recollir en altres indicadors, no es tenen en compte per aquest informe. Això explica que, en les grans ciutats, on existeix una gran complexitat tecnològica i de gestió en els serveis d'abastiments i distribució d'aigua tinguin mals resultats.

Figura 5. Resultats dels ODS de les 13 ciutats Catalanes (REDS, 2018).

(verd: ODS assolit, groc: reptes pendents, carbassa: reptes significatius pendents, vermell: grans reptes pendents, gris: dades no disponibles)



Una de les conclusions de l'anàlisi és la recomanació d'implementar accions per millorar els resultats d'aquests indicadors i per millorar en general el nivell de compliment de l'**ODS 6**. També es constaten mancances que cal abordar en els Objectius: 1, 2*, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17. (*B)

Analitzant els resultats de REDS i el funcionament de les empreses estudiades, es fa una anàlisi completa comparant dues empreses públiques catalanes, operadores d'aigua, per veure quins són els principals indicadors, i quines accions es poden dur a terme per garantir-ne el compliment i contribuir a la consecució dels Objectius de Desenvolupament Sostenible.





L'Anàlisi (per la proposta d'indicadors per la mesura i seguiment dels ODS) es fa sobre 3 eixos de treball bàsics i complementaris, que no es poden afrontar per separat, que són:

Cap d'aquests eixos es poden afrontar per separat ja que estan estretament relacionats.




- Eix 1, Aigua: accions o objectius desenvolupats al voltant de l'activitat principal de l'empresa,
- Eix 2, Persones: accions o objectius al voltant dels usuaris de l'empresa,
- Eix 3, Ciutat: accions o objectius enfocats al treball al voltant del territori.

Un cop conclòs l'anàlisi es disposa d'una bateria d'indicadors per contribuir al foment dels ODS e els tres eixos de treball establerts. L'empresa A compta amb 25 indicadors i l'empresa B amb 31 (ententent que l'empresa B disposa de la secció de depuració i sanejament d'aigua de la qual no disposa l'empresa A i que al fer-se de forma consecutiva, l'anàlisi de l'empresa B pot ser més complet)"







Taula 4. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 1 de l'aigua. Empresa A.



OBJECTIUS ESTRATÈGICS – AIGUA – EMPRESA A				
 ODS Primari: 6 Aigua Neta i Sanejament				
ODS 2i	Fites ODS	Objectiu A	Indicador	Subindicador
	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentar % de l'energia renovable. - Duplicar la millora de l'eficiència energètica. 	OB1 – Mantenir al 10% el percentatge d'energia generada a partir de fonts renovables	KW generats/ KW consumits x100	KW generats energia solar
	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentar una urbanització inclusiva i sostenible. - Protegir i salvaguardar el patrimoni cultural i natural del món. - Reduir el nombre d'afectats per desastres relacionats i relacionats amb l'aigua. 	OB2. Mantenir el consum domèstic per sota de la mitjana Nacional	Consum domèstic l/ hab./dia.	
		OBJECTIU 3. Facilitar l'ús responsable dels recursos hídrics. Ús d'aigua pre-potable en lloc d'aigua potable en activitats compatibles	m3 aigua no potable usats en jardineria i neteja de carrers	
	<ul style="list-style-type: none"> - Assolir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals. - Disminuir la generació de residus mitjançant prevenció, reducció, reciclatge i reutilització. - Adoptar pràctiques sostenibles i incorporar informació sobre la sostenibilitat. 	OBJECTIU 4. Mantenir l'eficiència de la xarxa per sobre del 90%	% eficiència	
		OBJECTIU 5. Gestió eficient de fangs residuals del sistema de clavegueram	Tones	(Tones de residus de fangs residuals gestionats correctament / Total de tones de fangs gererades) * 100

Taula 5. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 1 de l'aigua. Empresa B.





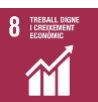
OBJECTIUS ESTRATÈGICS – AIGUA – EMPRESA B			
ODS Primari: 6 Aigua Neta i Sanejament			
ODS 2i	Fites ODS	Objectiu B	Indicador
	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentar % de l'energia renovable. - Duplicar la millora de l'eficiència energètica. 	OB1 - Augmentar el percentatge d'energia generada + consumida a partir de renovables per damunt del 37 %.	% renovables en els KW del consum del bombeig, tractament, sistemes de desinfecció i equips de telecontrol i telelectura
		OB2 - Disminuir consum d'energia per m3 d'aigua facturada en un 5%, al 2030.	KW generats/ KW consumits x100
	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolupar infraestructures fiables, sostenibles, resilents i de qualitat per donar suport al desenvolupament econòmic i al benestar humà. - Modernitzar les infraestructures sostenibilitzar la indústria. Utilitzar els recursos amb major eficiència i promoure l'adopció de tecnologies i processos industrials nets. 	OB3 - Millorar el rendiment de la xarxa al 85% el 2030.	Consum domèstic l/ hab./dia.
		OB4 - Augmentar el percentatge de comptadors amb telectura fins al 100%, el 2030.	% de desplegament de telectura
		OB5 - Reduir anualment el percentatge de xarxa amb material a renovar.	% de xarxa amb material a renovar
		OB6 - Manteniment dels episodis d'incompliment de qualitat per sota de valors estandarditzats a nivell nacional.	Episodis amb incompliment de qualitat
	<ul style="list-style-type: none"> - Assolir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals. - Disminuir la generació de residus mitjançant prevenció, reducció, reciclatge i reutilització. - Adoptar pràctiques sostenibles i incorporar informació sobre la sostenibilitat. 	OB7 - Augmentar el grau d'autosuficiència dels recursos d'aigua captats al municipi.	Percentatge d'abastament amb recursos propis
		OB8 - Integrar la petjada hídrica com a indicador de gestió de sostenibilitat i promoure accions de reducció.	Petjada hídrica de l'empresa




Taula 6. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 2, les persones. Empresa A.

OBJECTIUS ESTRATÈGICS – PERSONES – EMPRESA A			
ODS	Objectiu A	Indicador	Subindicador
	OB6 - Garantir l'accés a l'aigua a totes les famílies del municipi en situació de vulnerabilitat econòmica.	Nombre de famílies acollides a la tarifa social, fons de solidaritat o altres mesures de flexibilitat	Nombre de famílies acollides a la tarifa social, fons de solidaritat o altres mesures de flexibilitat.
	OB7 - Extendre les mesures de benestar personal al 70% de la plantilla.	Persones que gaudeixin de mesures de benestar personal	Persones que gaudeixin de mesures de benestar personal.
	OB8 - Promoure l'emprenedoria i l'intercanvi d'experiències entre els treballadors.	Nombre de jornades internes d'intercanvi d'experiències	Nombre de jornades internes d'intercanvi d'experiències
	OB9 - Assolir un valor del 35% de dones en càrrecs directius o de comandament.	Dones en càrrecs directius o de comandament	Dones en càrrecs directius o de comandament
	OB10 - Mantenir la percepció global de la satisfacció en el treball per sobre del 80 %.	% de satisfacció global	% de satisfacció global
	OB11 - Mantenir per sobre el 85% la satisfacció respecte a les accions destinades a millorar el desenvolupament professional dels treballadors.	% de satisfacció respecte a les accions formatives per part de l'alumne % de favorables en les valoracions dels responsables de la formació	% de satisfacció respecte a les accions formatives per part de l'alumne % de favorables en les valoracions dels responsables de la formació
	OB12 - Mantenir el % d'Absentisme per accidents per sota de la mitjana del sector (salut laboral).	% Absentisme	% Absentisme
	OB13 - Mantenir el % d'absentisme per malaltia per sota de la mitjana del sector (salut laboral).	% Absentisme	% Absentisme
	OB14 - Mantenir el grau de satisfacció del servei als abonats per sobre del 80 % .	% de satisfacció global	% de satisfacció global





	OB15 - Mantenir les expectatives del proveïdor, pagant abans dels terminis màxims establerts per llei (60 dies)	mitjana en dies de pagament un cop rebuda la factura	mitjana en dies de pagament un cop rebuda la factura.
	OB16 - Mantenir per sobre del 80% de despesa en proveïdors que tinguin un codi ètic propi o hagin estat informats que han de respectar el nostre.	% de despesa	
	OB17 - Promoure la certificació / excel·lència entre els proveïdors.	% despesa respecte del total en proveïdors amb certificacions ISO 9001, ISO 14001 % de despesa en proveïdors contractats per concurs	
	OB18 - Establir aliances amb les administracions locals, organitzacions socials i ambientals.	Nombre de convenis, projectes i col·laboracions vigents.	% de despesa respecte al pressupost

Taula 7. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 2, les persones. Empresa B




OBJECTIUS ESTRATÈGICS – PERSONES – EMPRESA B			
ODS	Fites ODS	Objectiu B	Indicador
	<ul style="list-style-type: none"> - Reduir com a mínim a la meitat la proporció de pobresa, la protecció social per a totes les persones i augmentar la seva resiliència. - Garantir els mateixos drets als recursos econòmics, així com accés als serveis bàsics. 	OB9 - Garantir l'accés a l'aigua a totes les famílies del municipi en situació de vulnerabilitat econòmica, sota l'auspici dels serveis socials del municipi	Nombre de famílies acollides a la tarifa social, fons de solidaritat o altres mesures de flexibilitat.
	<ul style="list-style-type: none"> - Combatre l'hepatitis, les malalties transmeses per l'aigua i altres malalties transmissibles. - Reduir 1/3 la mortalitat prematura per malalties no transmissibles, mitjançant la prevenció i el tractament, així com promoure la salut mental i el benestar (fomentar els estils de vida saludables) - Reduir substancialment el nombre de morts i malalties causades per productes químics perillosos i la pol·lució de l'aire, l'aigua i el sòl. 	OB10 - Realització periòdica d'avaluacions de risc psicosocial als treballadors	Persones que gaudeixin de mesures de benestar personal.
	<ul style="list-style-type: none"> - Combatre l'hepatitis, les malalties transmeses per l'aigua i altres malalties transmissibles. - Reduir 1/3 la mortalitat prematura per malalties no transmissibles, mitjançant la prevenció i el tractament, així com promoure la salut mental i el benestar (fomentar els estils de vida saludables) - Reduir substancialment el nombre de morts i malalties causades per productes químics perillosos i la pol·lució de l'aire, l'aigua i el sòl. 	OB11 - Promoure la millora de competències i la formació tècnica en desenvolupament sostenible	Nombre de jornades internes de formació tècnica i en desenvolupament sostenible
	<ul style="list-style-type: none"> - Posar fi a totes les formes de discriminació contra totes les dones i nenes a tot el món. - Vetllar per la participació plena i efectiva de les dones, i per la igualtat d'oportunitats de lideratge en tots els àmbits de presa de decisions en la vida política, econòmica i pública. 	OB12 - Assolir una reducció de la bretxa salarial entre homes i dones	Dones en càrrecs directius o de comandament
	<ul style="list-style-type: none"> - Millorar progressivament la producció i el consum eficients dels recursos i procurar desvincular el creixement econòmic de la degradació del medi ambient. - Protegir els drets laborals i promoure un entorn de treball segur i protegit per a totes les persones treballadores. 	OB13 - Mantenir per sobre el 85% la satisfacció respecte a les accions formatives destinades a millorar el desenvolupament professional dels treballadors	% de satisfacció respecte a les accions formatives per part de l'alumne
		OB14 - Mantenir el % d'Absentisme per accidents i per malaltia per sota de la mitjana del sector (salut laboral)	% Absentisme i Índex de Sinistralitat a l'empresa



	<p>- Desenvolupar infraestructures fiables, sostenibles, resilients i de qualitat.</p> <p>- Reconvertir les indústries perquè siguin sostenibles, usant els recursos amb major eficàcia i promovent l'adopció de tecnologies i processos industrials nets i racionals ambientalment (facilitar i promoure la digitalització de la societat, de les empreses i dels processos productius)</p> <p>- Augmentar la investigació científica i millorar la capacitat tecnològica dels sectors industrials.</p>	<p>OB15 - Mantenir el grau de satisfacció del servei als abonats per sobre del 85 %</p>	<p>Grau de satisfacció global del client</p>
	<p>- Assolir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals, disminuint de manera substancial la generació de residus mitjançant polítiques de prevenció, reducció, reciclatge i reutilització.</p> <p>- Encoratjar les empreses a adoptar pràctiques sostenibles i a incorporar informació sobre la sostenibilitat en llur cicle de presentació d'informes.</p> <p>- Promoure pràctiques de contractació pública que siguin sostenibles, de conformitat amb les polítiques i prioritats nacionals.</p>	<p>OB17 - Mantenir les expectatives del proveïdor, pagant abans dels terminis màxims establerts per llei (60 dies)</p>	<p>Nº accions per millorar la digitalització de l'empresa a nivell intern i en la comunicació amb els usuaris.</p> <p>Mitjana en dies de pagament un cop rebuda la factura.</p>
	<p>- Assolir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals, disminuint de manera substancial la generació de residus mitjançant polítiques de prevenció, reducció, reciclatge i reutilització.</p> <p>- Encoratjar les empreses a adoptar pràctiques sostenibles i a incorporar informació sobre la sostenibilitat en llur cicle de presentació d'informes.</p> <p>- Promoure pràctiques de contractació pública que siguin sostenibles, de conformitat amb les polítiques i prioritats nacionals.</p>	<p>OB18 - Promoure compres i contractacions públiques verdes</p> <p>OB19 - Promoure la certificació/excel·lència entre els proveïdors, i el compliment dels requisits que marqui l'empresa</p> <p>OB20 - Establir aliances amb les administracions locals, organitzacions socials i amb 12 i entitats</p>	<p>% de compres i contractacions públiques verdes</p> <p>% despesa respecte del total en proveïdors amb certificacions ambientals i/o de qualitat</p> <p>Nombre de convenis, projectes i col·laboracions vigents per augmentar l'intercanvi de coneixements i tecnologies</p>

Taula 8. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 3, la ciutat. Empresa A

OBJECTIUS ESTRATÈGICS – CIUTAT – EMPRESA A			
ODS	Objectiu A	Objectiu B	Subindicador
	OB 19. Integrar la petjada hídrica com a indicador de gestió de sostenibilitat i promoure accions de reducció	% de Reducció en la petjada hídrica	% de Reducció en la petjada hídrica
	OB 20. Garantir el correcte funcionament de la xarxa de distribució	1) Nombre de mostres i test anuals de control de qualitat 2) % Del pressupost anual destinat a seguiment, control i reparació davant de possibles falles de la xarxa de distribució.	1) Nombre de mostres i test anuals de control de qualitat 2) % Del pressupost anual destinat a seguiment, control i reparació davant de possibles falles de la xarxa de distribució.
	OB 21. Garantir la satisfacció d'un mínim del 80% dels usuaris del servei	% usuaris satisfets	% usuaris satisfets
	OB 22. Reduir en 2% anual l'emissió de CO2 en aspectes relatius a la mobilitat	% de reducció respecte a l'any anterior	% de reducció respecte a l'any anterior
	OB 23. Assignar recursos que garanteixin la capacitat instal·lada d'infraestructures d'emmagatzematge	% de recursos assignats	% de recursos assignats
	OB 24. Promoure accions de respecte pel medi ambient i promoció de la biodiversitat.	Nombre d'accions / convenis	Nombre d'accions / convenis
	OB 25. Promoure pràctiques que minimitzen el consum d'aigua embotellada	Nombre d'accions de promoció d'aigua de l'aixeta % d'usuaris que consumeixen aigua de l'aixeta	Nombre d'accions de promoció d'aigua de l'aixeta % d'usuaris que consumeixen aigua de l'aixeta

Taula 9. Indicadors per contribuir a articular els ODS dins de l'eix 3, la ciutat. Empresa B.

OBJECTIUS ESTRATÈGICS – CIUTAT – EMPRESA B			
ODS	Fites ODS	Objectiu B	Indicador
	<p>- Millorar la qualitat de l'aigua mitjançant la reducció de la contaminació, l'eliminació dels abocaments i la reducció al mínim de la descàrrega de materials i productes químics perillosos (millorant el funcionament de les EDAR i assegurant que les activitats econòmiques que podrien comportar afectacions a la qualitat del medi hídric prenen les responsabilitats que els pertoquen i evitant-ne les conseqüències)</p> <p>- Augmentar substancialment l'eficiència i estalvi d'utilització dels recursos hídrics a tots els sectors, i assegurar la sostenibilitat de l'extracció i del subministrament d'aigua potable i augmentar les aportacions específiques de fonts d'aigua regenerada i d'aigües pluvials per tal de fer front a l'escassetat d'aigua.</p> <p>- Dur a terme una gestió integrada dels recursos hídrics a tots els nivells, incloent la crisi climàtica, i especialment l'adaptació a les sequeres, tenint en compte les aportacions específiques de fonts d'aigua no convencionals (aigües regenerades, aigua dessalinitzada).</p>	<p>OB21 - Integrar la petjada hídrica com a indicador de gestió de sostenibilitat i promoure accions de reducció, o el que és el mateix, promoure accions per intentar reduir la dotació d'aigua de la ciutat.</p>	Petjada hídrica de la ciutat
		<p>OB22 - Augmentar les aportacions de fonts d'aigua no convencionals a la ciutat (regenerada, pluvial, etc...)</p>	% Fonts d'aigua no convencionals
	<p>- Augmentar una urbanització inclusiva i sostenible, així com la capacitat de planificar i gestionar de manera participativa, integrada i sostenible els assentaments humans.</p> <p>- Protegir i salvaguardar el patrimoni cultural i natural del món.</p> <p>- Reduir de forma significativa el nombre de morts i causades per desastres, inclosos els relacionats amb l'aigua, i de persones afectades per aquests, incrementant la resiliència urbana davant del risc de la caiguda en cascada dels serveis bàsics (transport, subministrament energètic, telecomunicacions, abastament d'aigua, sistema sanitari, etc.).</p>	<p>OB23 - Mantenir el consum domèstic per sota de la mitjana Nacional</p>	Consum diari per habitant
		<p>OB24 - Facilitar l'ús responsable dels recursos hídrics: ús d'aigua prepotable en lloc d'aigua potable en activitats compatibles i alliberar recursos d'aigua potable, mitjançant el foment de l'ús de l'aigua no potable quan sigui possible.</p>	% Usos d'aigües no potables
	<p>- Assolir la gestió sostenible i l'ús eficient dels recursos naturals.</p>	<p>OB25 - Augmentar les accions de comunicació de les accions de sostenibilitat i economia circular de l'empresa</p>	Nº Accions de comunicació de sostenibilitat i economia circular

	<p><i>Disminuir de manera substancial la generació de residus mitjançant polítiques de prevenció, reducció, reciclatge i reutilització.</i></p> <p><i>Encoratjar les empreses a adoptar pràctiques sostenibles i a incorporar informació sobre la sostenibilitat en llur cicle de presentació d'informes</i></p>	OB26 - Realitzar activitats per a la promoció del consum de l'aigua d'aixeta	Nº d'accions per promoure l'aigua de l'aixeta
	<p><i>Enfortir la resiliència i la capacitat d'adaptació als riscos relacionats amb el clima i els desastres naturals a tots els països (fomentant les mesures no estructurals i les infraestructures verdes, com a exemple de les solucions basades en la natura que posen en valor els serveis dels ecosistemes)</i></p> <p><i>Incorporar mesures relatives al canvi climàtic en les polítiques, les estratègies i els plans de l'empresa</i></p> <p><i>Millorar l'educació, la conscienciació i la capacitat humana i institucional en relació amb la mitigació del canvi climàtic, l'adaptació a aquest, la reducció dels seus efectes i l'alerta primerenca (aprofundir en les accions d'informació, sensibilització, increment de la capacitat i avisos primerencs a la població per millorar-ne l'autoprotecció).</i></p>	OB27 - Reduir un 2% anual l'emissió de CO2 en aspectes relatius a la mobilitat fins el 2030	Petjada de carboni per mobilitat
		OB28 - Reduir la petjada de carboni de l'empresa	Petjada de carboni global de l'empresa
		OB29 - Realitzar accions educatives i de conscienciació en relació a l'emergència climàtica	Accions i recursos anuals destinats a accions d'educació i conscienciació en relació a l'emergència climàtica
	<p><i>- Vetllar per la conservació, la restauració i l'ús sostenible dels ecosistemes terrestres i els ecosistemes interiors d'aigua dolça i els serveis que proporcionen, en particular els boscos i els aiguamolls, desenvolupant la infraestructura verda.</i></p> <p><i>- Emprendre accions urgents i significatives per a reduir la degradació dels hàbitats naturals, detenir la pèrdua de biodiversitat, lluitar contra la desertificació, rehabilitar les terres i els sòls degradats, incloses les terres afectades per la desertificació, la sequera i les inundacions, i procurar assolir un món neutral quant a la degradació de les terres.</i></p> <p><i>- Integrar els valors dels ecosistemes i de la biodiversitat a la planificació.</i></p>	OB30 - Promoure accions d'educació ambiental relacionades amb els ecosistemes terrestres	Accions lligades a la promoció de la biodiversitat i/o el respecte del medi ambient

5.1.2. Responsabilitat Social Corporativa

Tarifa social

Per l'empresa A, el nombre d'abonats amb tarifa social ha augmentat un 48% de l'any 2016 al 2017 (passant de 660 a 1263). A l'any 2017, l'empresa ha tingut un total de 58.827 abonats, dels quals un 2% (1.263) corresponen a la tarifa social.

Per l'empresa B, el nombre d'abonats amb tarifa social ha augmentat un 62,3% de l'any 2017 al 2018. A l'any 2018, l'empresa ha tingut un total de 49.782 abonats, dels quals un 0,87% (435) corresponen a la tarifa social.

Es considera que és molt bon indicador per a les empreses i es recomana continuar amb aquest esforç per garantir l'objectiu d'accés al recurs hídric per tots els seus habitants. Es recomana a l'empresa continuar ajudar als seus usuaris proporcionant tota la informació possible d'ajudes per prestació econòmica social a través de l'ACA i de la Generalitat de Catalunya.

Nivell de satisfacció

La **figura 9** compara la satisfacció dels usuaris de les dues empreses. El grau de satisfacció general de l'empresa B està per sobre del de l'empresa A, que ja presenta un molt bon resultat.

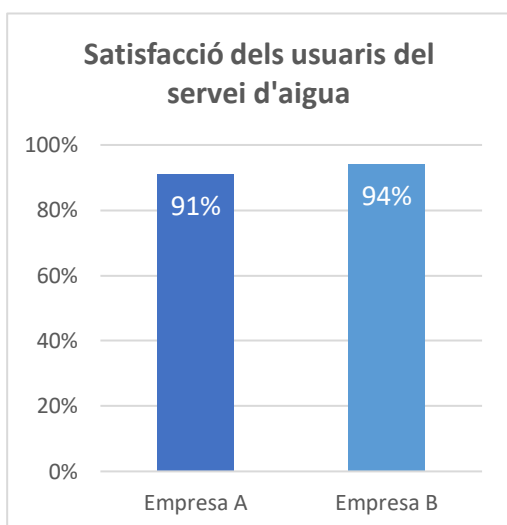


Figura 7. Comparativa del grau de satisfacció entre l'empresa A i l'empresa B

La **figura 9** mostra que el grau de satisfacció dels abonats de l'empresa A és molt positiu, un 91% s'han mostrat molt satisfets o satisfets i, en canvi, només un 7% es manifesten insatisfets o molt insatisfets.

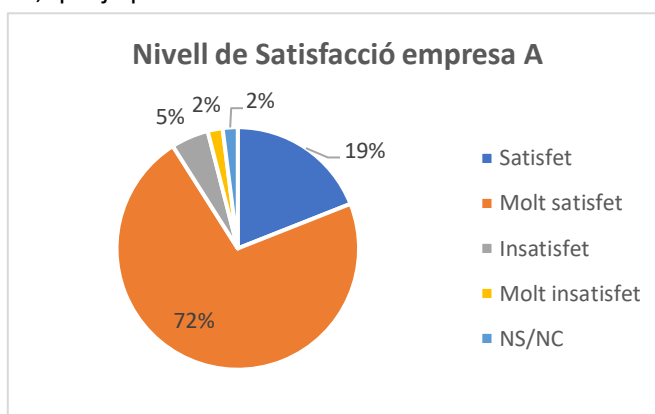


Figura 6. Satisfacció global en percentatges dels abonats de l'empresa A

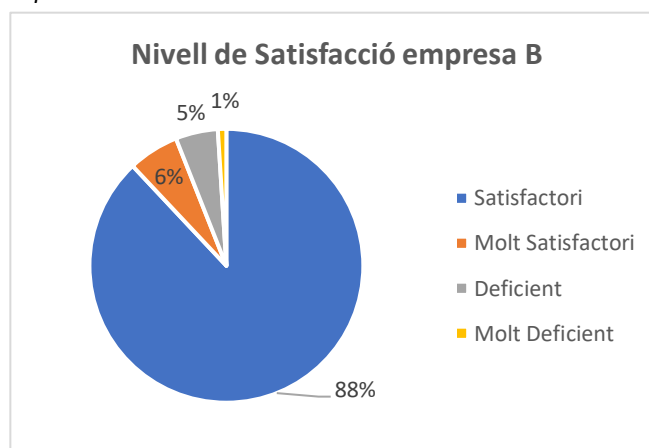


Figura 8. Satisfacció global en percentatges dels abonats de l'empresa B

De forma semblant la satisfacció global dels abonats per l'empresa B (figura 8.3), és molt positiva, amb un 94% de satisfacció front a només un 1% de "molt deficient". Però els percentatges del nivell de satisfacció mostren una diferència més important, essent molt major el nivell "satisfactori" front el nivell "molt satisfactori" (88% - 6%), a diferència de l'empresa A on és superior el nivell "molt satisfactori" (19% - 79%).

S'encoratja a l'empresa A a seguir amb aquest nivell d'excel·lència en el servei i atenció i a l'empresa B a seguir en aquest bon camí.

Tot i que és important seguir realitzant enquestes per tenir controlat l'indicador del grau de satisfacció, és molt recomanable explorar altres maneres de mantenir una interacció directa client-empresa, i a ser possible a temps real. Una possible solució seria la incorporació d'aplicacions que permetin interaccionar de forma continua amb els clients i que permetin valorar el grau de satisfacció després que els clients sigui atesos (de forma presencial o telefònica).

5.1.3. *Economia Circular*

L'empresa B ja ha implementat la **reutilització de sub-productes obtinguts de la depuració d'aigües residuals**:

- **L'aigua depurada** és utilitzada per a la neteja de la Ciutat i reg agrícola i camp de golf,
- **Els fangs residuals** són utilitzats com a fertilitzants, a causa del contingut de nutrients, especialment per jardineria i,
- **El biogàs**, producte de la digestió anaeròbia s'usa com a combustible per processos d'escalfament i per cogeneració d'energia elèctrica.

En l'apartat de reciclatge és pertinent fixar-se en el reciclatge d'envasos relacionats amb el consum d'aigua, principalment l'aigua embotellada. En aquest cas també és prioritària la disminució de residus, sobretot envasos de plàstic, davant el seu reciclatge. Llavors, l'objectiu, en aquest tema, és el de fer créixer el consum d'aigua embotellada, tot promocionant el consum de l'aigua de xarxa com a aigua de boca.

A la llarga, a part de campanyes de promoció i sensibilització a favor de l'aigua subministrada de xarxa, també es pot estudiar l'efecte dels aparells descalcificadors i d'osmosi particulars en zones on l'aigua és més dura o de menys qualitat. En aquest tema seria interessant regular el mercat de forma que sigui més transparent i eficient o fins i tot que hi hagi una gestió pública per part d'empreses d'aigües.

Es proposen un total de 18 indicadors que permeten tancar el cercle de l'empresa des de la seva primera fase de matèries primeres, passant pel disseny, producció, distribució, consum i finalment la fase del reciclatge.

La proposta es va fer separatament per cada empresa i en la **taula 11** es presenta una proposta general (elements comuns) i s'apunten les particularitats.

La bateria d'indicadors inclou objectius per a cada una de les fases de l'economia circular, i relacionades amb els 3 eixos de treball dels ODS (aigua, persones i ciutat).

Taula 10. Infografia resumint les variables per aplicar un esquema de treball d'Economia Circular a les empreses d'aigua

Etapa EC	Objectius Aigües De Reus	Indicador	ODS	Eix
1. Input Matèries	Reduir la Petjada de Carboni (PC)	% de reducció de PC respecte a l'any anterior	13	CIUTAT
	Reduir la Petjada d'Aigua (PA) ISO 14046:2014	% de reducció de PA respecte a l'any anterior	6	AIGUA
	Promoure accions de respecte pel medi ambient i promoció de la biodiversitat, produint un impacte net neutre sobre els Serveis Ecosistèmics,	Nombre d'acords i/o convenis <i>(despesa accions medi ambient / despesa total accions patrocini) * 100</i>	15	CIUTAT
2. Ecodisseny	Integrar la petjada hídrica com a indicador de gestió de sostenibilitat i promoure accions de reducció (OB19)	% de Reducció en la petjada hídrica	6	AIGUA
	Desenvolupar processos i tecnologies més eficients i incentivar la R+D	Nombre d'accions / convenis	9	CIUTAT
	Introduir l'avaluació integrada (RSC + PC + PA) de l'impacte de l'activitat de l'empresa com eina de gestió	% de reducció respecte a l'any anterior	TOTS	TOTS
3. Producció	EA: Mantenir en 10% el percentatge d'energia generada a partir de fonts renovables	% de despesa en proveïdors contractats per concurs	12 7	AIGUA
	EB: Augmentar el percentatge d'energia generada + consumida a partir d'energies renovables per damunt del 37 %	% renovables en els KW del consum.		
	Promoure la certificació / excel·lència entri els proveïdors. Així com el compliment dels requisits que marqui l'empresa	% despesa respecte del total en proveïdors amb certificacions ambientals i/o de qualitat (ISO 9001, ISO 14001)	12	PERSONES
		% de despesa en proveï contractats per concurs		
	Reduir en 2% anual l'emissió de CO2 en aspectes relatius a la mobilitat fins el 2030	Petjada de carboni per mobilitat % de reducció respecte l'any anterior <i>kW generats/kW consumits *100</i>	7 12	PERSONES AIGUA
4. Distribució	Augmentar anualment el percentatge de xarxa amb material reciclable	Percentatge de xarxa amb material reciclable	6	AIGUA
	Reduir l'emissió de CO2 en aspectes relatius a la mobilitat (EA en un 2%)	% de reducció respecte a l'any anterior	13	CIUTAT
	Garantir el correcte funcionament de la xarxa de distribució	Nombre de mostres i test anuals de control de qualitat <i>% del pressupost anual destinat a seguiment, control i reparació davant de possibles falles de la xarxa de distribució</i>	6	CIUTAT
	EA: Assignar recursos que garanteixin la capacitat instal·lada d'infraestructures d'emmagatzematge	% de recursos assignats	13	CIUTAT

		<i>(recursos requerits / recursos assignats) * 100</i>		
	Millorar el rendiment de la xarxa EA: mantenir l'eficiència per sobre el 90% EB: fins al 85% en el 2030	% d'eficiència en la xarxa de distribució	6	AIGUA
5. Consum	Garantir l'accés a l'aigua a totes les famílies del municipi en situació de vulnerabilitat econòmica, sota l'auspici dels serveis socials del municipi	Nombre de famílies acollides a la tarifa social, fons de solidaritat o altres mesures de flexibilitat. <i>% respecte als abonats</i>	1 (10)	PERSONES
	EB: Promoure compres i contractacions públiques verdes	% de compres i contractacions públiques verdes	12	PERSONES
	Mantenir el consum domèstic per sota de la mitjana Nacional	Consum total d'aigua domèstic l/ població i dia	11	CIUTAT
	Promoure pràctiques que minimitzen el consum d'aigua embotellada (EA) Realitzar activitats per a la promoció del consum de l'aigua d'aixeta (EB)	Nombre d'accions de promoció d'aigua de l'aixeta % d'usuaris que consumeixen aigua de l'aixeta <i>(nº usuaris que consumeixen aigua de l'aixeta / total d'usuaris) * 100</i>	12 15	CIUTAT
6. Reciclatge	EB: Incrementar el consum d'aigua regenerada	m³ aigua regenerada	6	AIGUA
	Facilitar l'ús responsable dels recursos hídrics. Ús d'aigua prepotable en lloc d'aigua potable en activitats compatibles.	m³ aigua no potable usats en jardineria i neteja de carrers	6 11	AIGUA CIUTAT
	Gestió eficient de fangs residuals del sistema de clavegueram	Tones de fangs <i>(Tones de residus de fangs residuals gestionats correctament / Total de tones de fangs generades) * 100</i>	6	AIGUA

5.1.4. *Petjada de Carboni*

El càlcul de les **emissions associades a l'activitat de l'organització** es realitza a partir dels factors d'emissió corresponents (descrits en la ISO 14064) i l'inventari de dades obtingudes de les empreses (A i B).

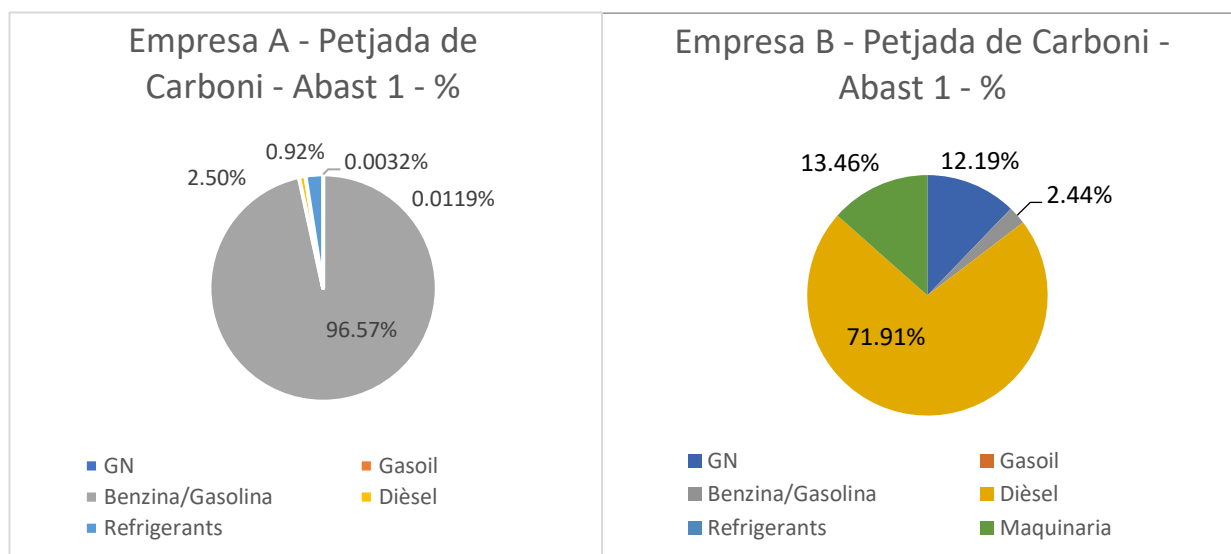
A partir de les emissions dels combustibles fòssils, del transport i de les emissions fugitives (abast 1) i de les emissions generades a partir de l'ús de l'electricitat (abast 2), es procedeix al càlcul d'emissions identificant, per cada activitat de l'empresa d'aigües, la dada de l'activitat en el període de càlcul i el factor d'emissió corresponen al període d'aquesta activitat (2017 per l'empresa A, 2018 per l'empresa B).

Abast 1: Contribució a la petjada de carboni de forma directe, combustibles, i emissions equivalents d'altres gasos (refrigerants).

Taula 11. *Petjada de Carboni per l'abast 1 segons les entrades, en valor absolut i en percentatge per les empreses A i B.*

Entrada	Subentrada A	Subentrada B	Petjada A [tCO ₂ /any]	% sobre la petjada A	Petjada B [tCO ₂ /any]	% sobre la petjada B
Gas Natural	Calderes	Gas natural	0,07588	0,0528%	10,5345	12%
Gasoil	Electrogen		0,28677	0,199%		
Benzina / Gasolina	3 furgonetes	2 turismes	1.345	2,04%	1,51	2%
	10 motos	2 motos	978	1,5%	0,5996	1%
Dièsel	16 furgonetes	10 Turismes	22,15	15,4%	23,633	27%
		9 furgonetes			20,4793	24%
		4 combis			9,9653	12%
		3 camions			6,6922	8%
		1 retro			1,3766	2%
Refrigerants	Gas fluorat R22		28,28	35,5%		
	Gas fluorat R410A		30	43,5%		
	Gas fluorat R134A		1,8	1,8%		
Maquinària diversa		equips i bombes			8,4532	10%
		Manipulador telescòpic			3,1751	4%
		Petjada total	2405,59067	100%	86,4188	100%

Figura 9.A. i 9.B. Gràfic amb els percentatges de l'abast 1 de la Petjada de Carboni, Empresa A i B.



Taula 12. Abast 1 de la Petjada de Carboni per les diferents entrades, en valor absolut (tones equivalents de carboni anuals) i en percentatge.

Entrada	Petjada A	Petjada B	Unitats	%A	%B
Gas Natural	0,076	10,5	T CO ₂ /any	0,0032%	12,19%
Gasoil	0,29		T CO ₂ /any	0,012%	
Benzina/Gasolina	2.323	2,12	T CO ₂ /any	96,57%	2,44%
Dièsel	22,15	62	T CO ₂ /any	0,92%	71,91%
Refrigerants	60,08		T CO ₂ /any	2,50%	
Maquinaria		12	T CO ₂ /any		13,46%
Abast 1	2405,59	86,42	T CO ₂ /any	100,00%	100,00%

Abast 2: Contribució a la petjada de carboni de forma indirecta, emissions associades a la producció de l'energia elèctrica consumida. El desglossament per activitat només està especificat per l'empresa B. Per l'empresa A es té la dada global de Petjada associada al consum d'electricitat total.

Consum d'electricitat anual:

- Empresa A: 1.718.652 kWh
- Empresa B: 4.419.394 kWh

Taula 13. Abast 2 de la Petjada de Carboni de l'empresa A i B. Dades desglossades per empresa B.

Activitat	Petjada A [T CO ₂ /any]	Petjada B [T CO ₂ /any]	% B
Depuració		1.258,89	75%
Administració		165,80	10%
Captació		75,63	4,50%
Emmagatzematge		62,75	3,74%
Potabilització		62,17	3,70%
Distribució		52,67	3,14%
Altres		1,45	0,086%
<i>Total sense depuració</i>		<i>420,47</i>	<i>25%</i>
Total Electricitat:	673,71	1.679,37	100%

Figura 10. Comparació de l'Abast 2 de la Petjada de Carboni per l'empresa A i la B, i desglossant la Petjada de B per entrades, i separant les emissions associades als processos de depuració

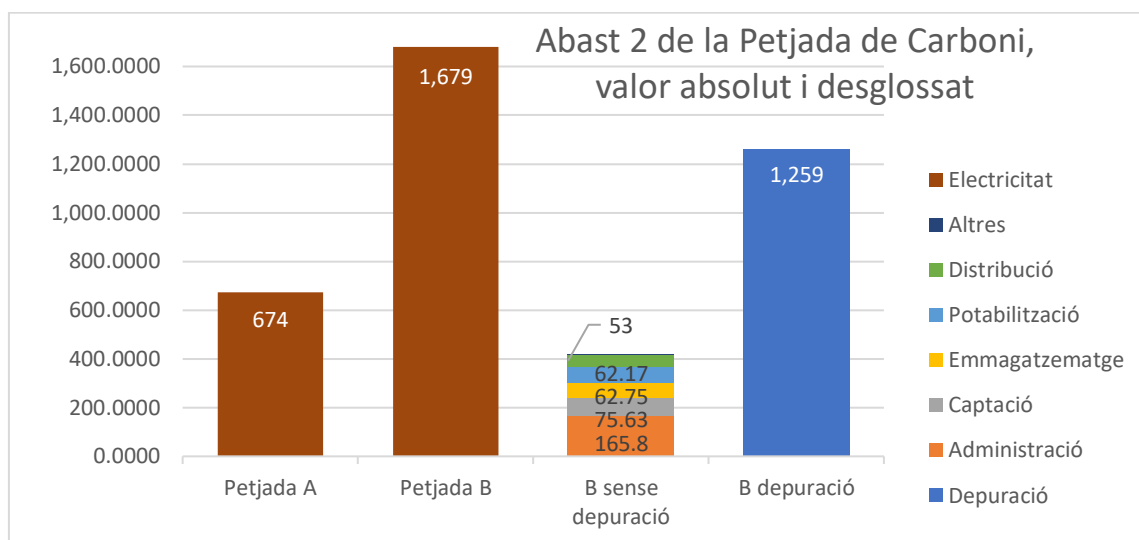
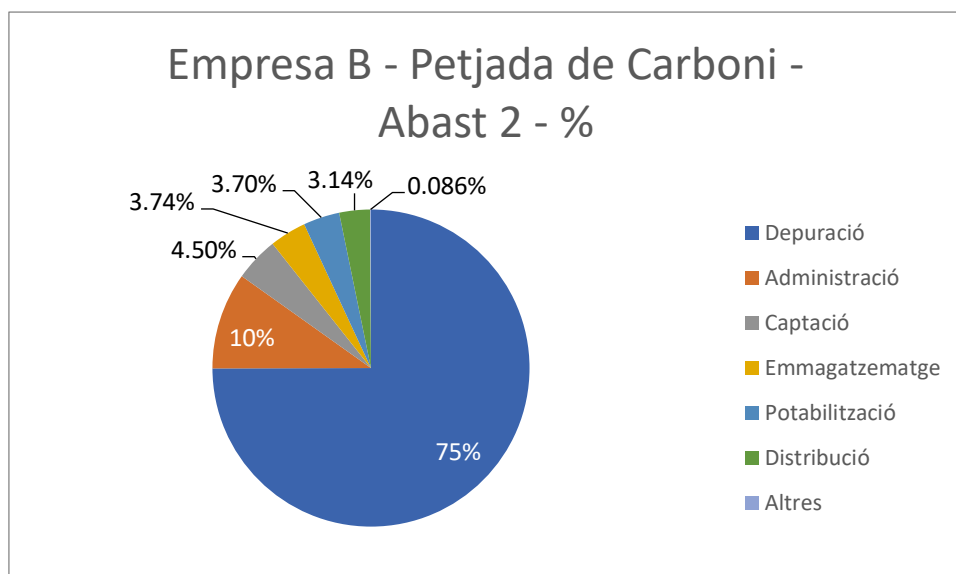


Figura 11. Gràfic de l'Abast 2 de la Petjada de Carboni de l'empresa B, desglossant per % d'activitats.

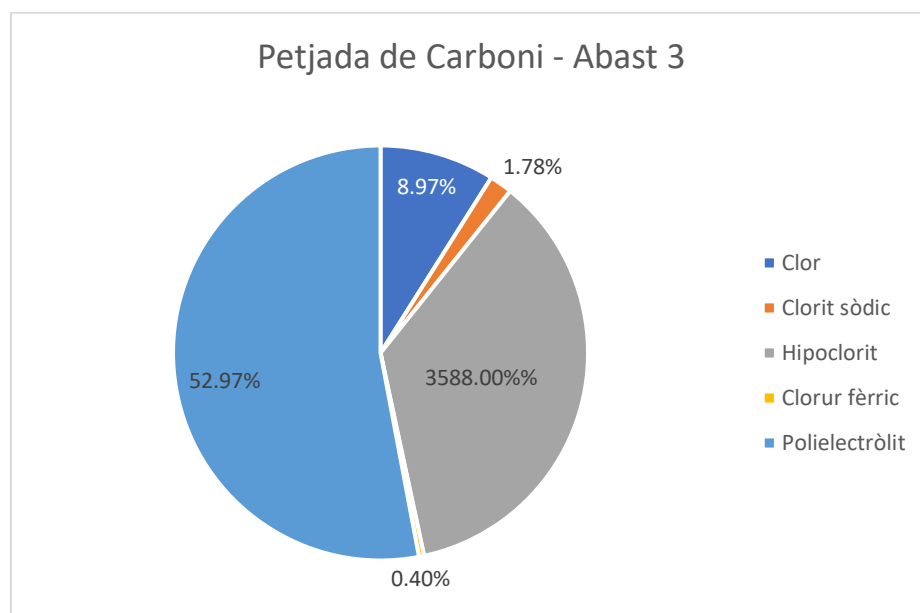


Abast 3: Contribució a la petjada de carboni dels productes consumits en l'etapa de tractament d'aigües residuals, per tant només l'empresa B té abast 3 de la petjada.

Taula 14. Abast 3 de la Petjada de Carboni, empresa B.

Producte	Petjada B [T CO ₂ /any]	Percentatge
Clor	5,30	8,97%
Clorit sòdic	1,06	1,79%
Hipoclorit	21,20	35,9%
Clorur fèrric	0,24	0,41%
Polielectròlit	31,29	53%
Total	59,09	100%

Figura 12. Abast 3 de la Petjada de Carboni de l'empresa B, percentatges de les entrades.



Taula 15. Petjades de carboni segons abast i específiques i relatives.

Petjada de Carboni	Empresa A [T CO ₂ /any] i %		Empresa B [T CO ₂ /any] i %	
Abast 1	143,82	17,59%	86,42	4,74%
Abast 2	673,71	82,41%	1679,37	92,03%
Abast 3			59,09	3,24%
Petjada Total (1+2+3)	817,53		1824,88	100%
Abast 1+2	817,53	100%	1765,79	96,76%
depuració			1.258,89	69%
2 sense sanejament			420,47	23,04%
1+2 sense sanejament	817,53	100%	506,89	28%
Petjada/treballador	9,97		22,25	
Petjada/m ³	0,1170	Kg CO ₂ /m ³	0,2529	Kg CO ₂ /m ³
aigua produïda	6.987.188	m ³ /any	7.216.844	m ³ /any

Figura 13. Comparativa Petjades empresa A i B, diferenciades per abast en valor absolut [TeqCO₂/any]

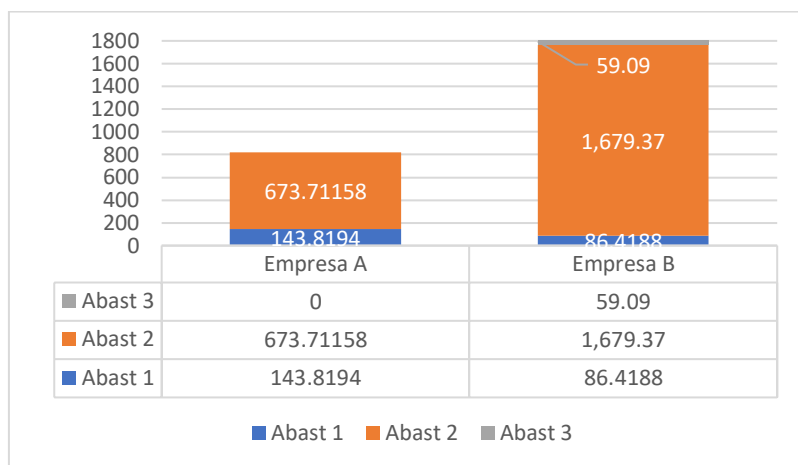
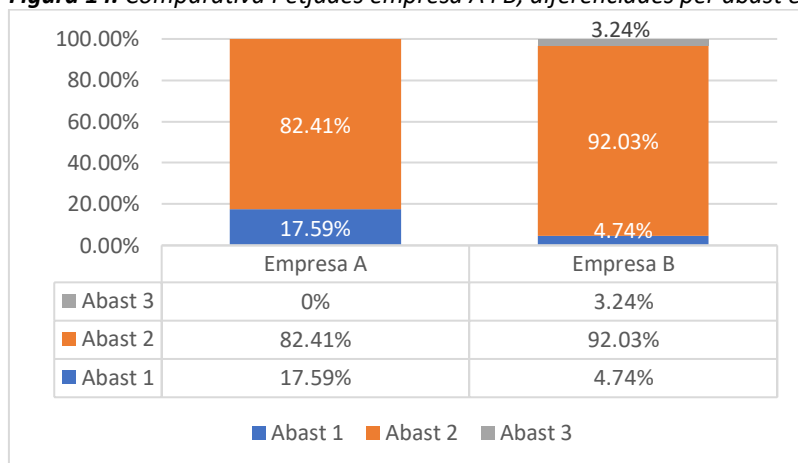


Figura 14. Comparativa Petjades empresa A i B, diferenciades per abast en percentatge.



Taula 16. Resum de la Petjada de Carboni de les empreses estudiades.

Resum	Empresa A	Empresa B
Petjada de Carboni	817,53 Tm CO ₂ /any	1.765,79 Tm/any
Petjada de Carboni (sense sanejament)	817,53 Tm CO ₂ /any	506,89 Tm CO ₂ /any (25%)
Petjada sanejament		1258,89 Tm CO ₂ /any (75%)
Petjada de Carboni Abast 1+2	817,53 Tm CO ₂ /any	1765,79 Tm CO ₂ /any
Petjada de Carboni per treballador	9,97 TCO ₂ / any*t treballador	22,25 TCO ₂ / any*t treballador
Pes de l'Abast 2 en la Petjada de Carboni (consum elèctric)	82,41%	92,03%

5.1.5. Petjada d'Aigua

Sistema del Producte i inventari del Cicle de Vida

El sistema, a partir del qual es calcula la petjada, està constituït pels fluxos d'entrada i sortida (fig 6.1, 6.2, 6.3), segons les activitats associades al subministrament d'aigua potable, clavegueram i de tractament d'aigües residuals (en el cas B). Els principals fluxos elementals d'entrada i sortida es detallen a la **Taula 18**.

La unitat funcional de referència de l'estudi serà prestar el servei de distribució d'aigua potable i clavegueram, i tractament d'aigües residuals, per als abonats de les operadores estudiades:

Taula 17. Volum de referència pel càlcul de la petjada.

	Empresa A	Empresa B	Unitats
Flux de referència	6.987.188	7.216.844	m ³ /anuals d'aigua potable
Volum habitants	126.000*	103.000*	Habitants ciutat empresa
Abonats	58.827	49.782	Abonats al servei d'aigua
	*Idescat (2017)	*Idescat (2018)	

Aplicació dels Criteris de Tall:

Pel càlcul de la petjada de l'empresa A, només es van considerar aspectes relacionats amb la demanda i ús del recurs hídic. Per aquesta raó només es van tenir en compte els fluxos elementals indicats a la **figura 6**.

Pel càlcul de la petjada de l'empresa B Només es van considerar aspectes relacionats amb el consum d'aigua potable (**figura 7**.) i el tractament d'aigua residual (**figura 8**.) S'exclou de la present anàlisi l'ús d'aigua no potable destinada a usos diferents al consum humà, incorporant en l'anàlisi el fluxos elementals del consum d'energia elèctrica i gas natural. Annexats en taules.

Pels càlculs s'utilitzen uns factors d'equivalència que serveixen per expressar en m³ els fluxos d'entrada i sortida del sistema. Així obtenim la **petjada d'aigua associada** a aquests factors.

Els factors d'equivalència (factors de conversió de les dades de les entrades a consum equivalent d'aigua) s'obtenen d'ECOINVENT (ECOINVENT 3 amb ReCiPe Midpoints), la base de dades que és la líder mundial en Inventari de Cicle de Vida.

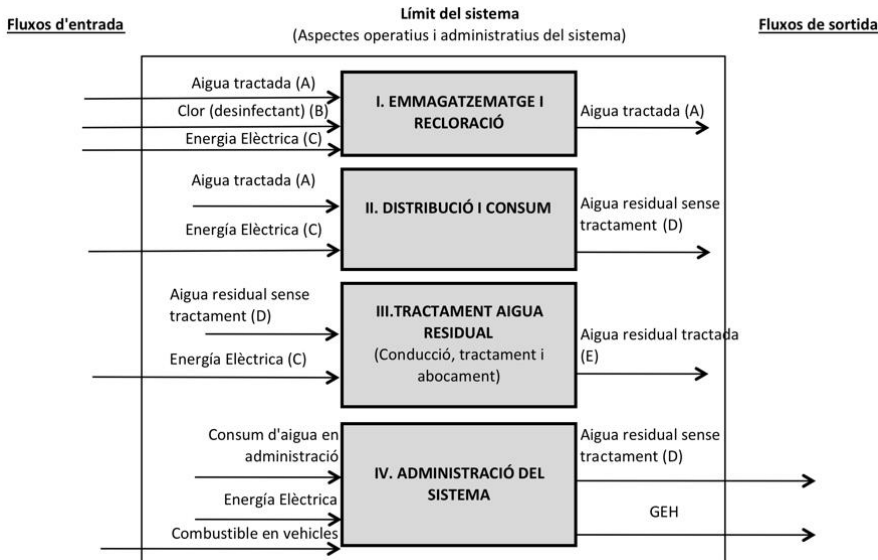


Figura 15. Fluxos d'entrada i sortida del sistema de subministrament d'aigua potable. Empresa A (2017).



Figura 16. Fluxos d'entrada i sortida del procés de tractament d'aigües residuals. Empresa B (2018)

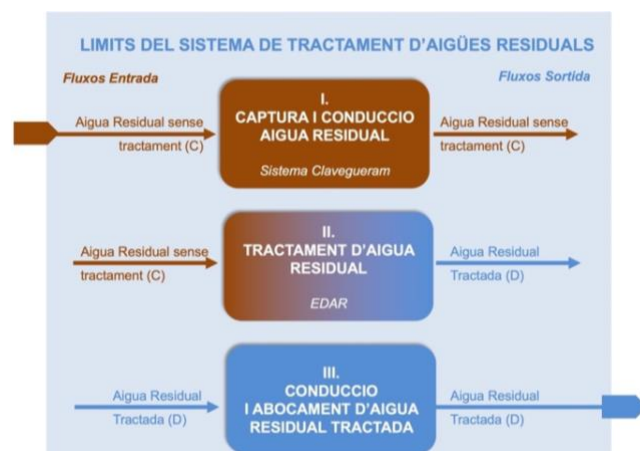


Figura 17. Fluxos d'entrada i sortida del procés de potabilització. Empresa B (2017)

Taula 18. Petjada d'Aigua d'empreses A i B, desglossades per entrada, valor absolut i percentatge.

Entrada	Petjada Empresa A m3/any	%	Petjada Empresa B m3/any	%
Electricitat	4.812	97,76%	76.897	99,10%
Aigua	110	2,2%	0,669	0,86%
GN	0,0225	0,00046%	20,720	0,027%
Combustible	0,02	0,00041%	10,620	0,014%
sense electricitat	110,0425	2,24%	32,009	0,04%
TOTAL	4.922	100%	76.929	100%

Figura 18. Comparació Petjades d'Aigua empresa A i empresa B.

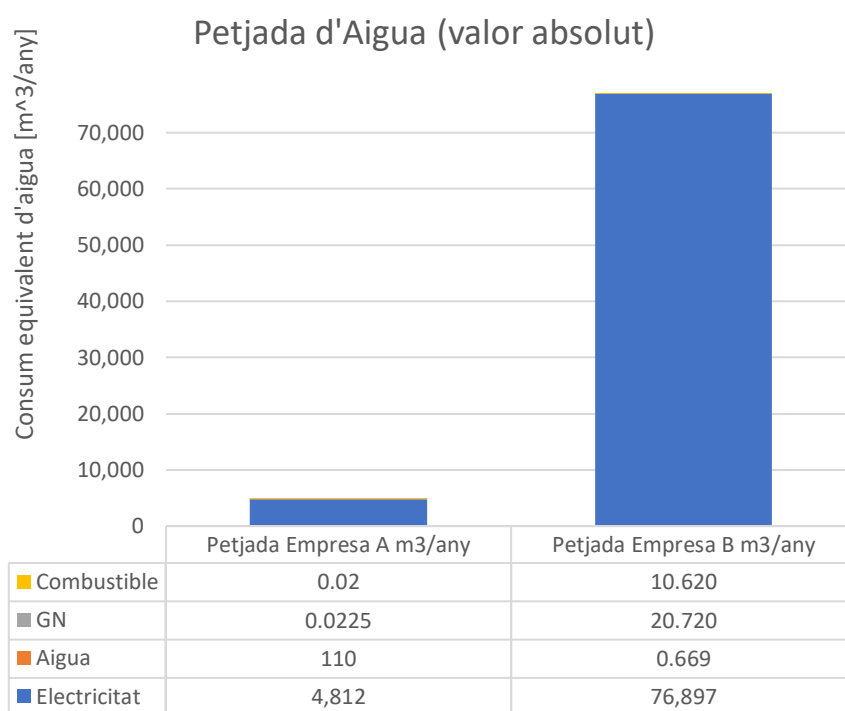
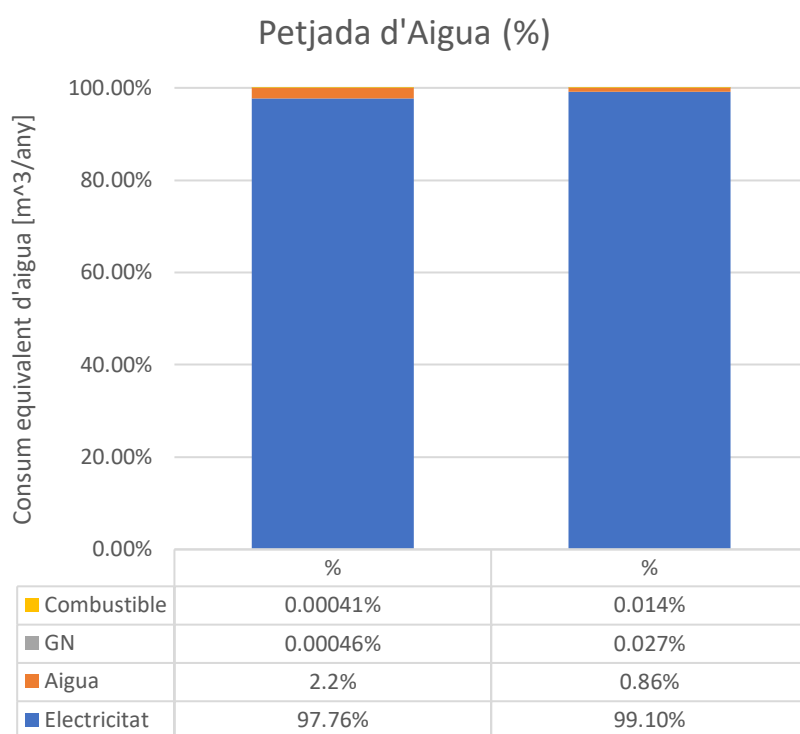


Figura 19. Petjada d'Aigua empreses A i B, en percentatges.



Taula 19. Petjada d'Aigua global de les empreses.

<i>Petjada d'Aigua Global Empreses</i>	Empresa A	Empresa B
Consum d'Aigua Equivalent [m ³ /any]	4.922	76.929
Petjada d'Aigua per abonat m ³ /any*abonat	0,083669	1,545318
Petjada d'Aigua sobre subministrament total	0,07044 %	1,066 %
Aigua total subministrada [m ³ /any]	6.987.188	7.216.844
% de la Petjada d'Aigua corresponent al consum elèctric	97,76%	99,10%
<i>Període per l'empresa A: 2017</i>		
<i>Període per l'empresa B: 2018</i>		

5.1.6. Comparativa i Anàlisi dels resultats

Taula 20. Taula resum de resultats

	Empresa A	Empresa B	unitats
Aigua potable subministrada	6.987.188	7.216.844	m ³ /any
Petjada de Carboni	817,53	1.824,88	Tm eq CO ₂ /any
Petjada d'Aigua	4.922	76.929	m ³ /any
Petjada de Carboni associada al consum d'electricitat	82,41	92,03	%
Petjada d'Aigua associada al consum d'electricitat	99,10	97,7	%
Energia consumida	1.718.652	4.419.394	kWh/any
Abonats	58.827	49.782	(any 2017 i 2018)
Tarifa social	2%	0,87%	Abonats beneficiaris
Població ciutat	126.000	103.000	habitants
Petjada de Carboni per treballador	9,97	22,23	Tm eq CO ₂ /any per treballador
Satisfacció usuaris	91%	94%	
Petjada d'Aigua sobre subministrament total	0,07044	1,066	m ³ /100 m ³
Petjada de carboni sobre subministrament total	0,117	0,253	kg eq. CO ₂ / m ³
Petjada d'aigua per nombre d'abonats	0,08367	1,545	m ³ /(any*abonat)

Les empreses tenen uns volums d'abonats i d'aigua potable subministrada similars, cosa que fa que la comparació sigui adequada. Sempre tenint en compte que l'empresa B desenvolupa activitats de sanejament (tractament d'aigües residuals) que l'empresa A no desenvolupa i, per tant les petjades associades a la seva activitat productiva són més grans.

Taula 21. Exemple petjades d'altres empreses.

Empresa	Petjada de Carboni teq CO ₂ /any	Petjada d'Aigua m ³ /any	Font
Aigües de Barcelona	79.003,58	244.980.421	<i>Agbar, Informe de sostenibilitat 2019</i>
Iberdrola España	3.289.916,0		<i>Iberdrola, Huella Ambiental corporative 2019</i>
Cementos Molins Industrial	975.193		<i>Observatorio Sostenibilidad</i>
Empresa A	817,53	4.922	
Empresa B	1.824,88	76.929	

Els valors de les petjades de les empreses varia molt segons l'activitat productiva i el volum de negoci. Comparant amb l'empresa d'Aigües de Barcelona, l'impacte de les empreses estudiades és petit, però això ve donat per la diferència de volum de l'empresa, que ha de gestionar un volum d'aigua molt més gran i una infraestructura urbana complexa.

La petjada de l'empresa cimentera s'assembla a les obtingudes per les empreses d'aigües, i la petjada de carboni de l'empresa energètica és molt gran, tot i que tingui un abast estatal, a diferència de l'abast local de les altres empreses. Com e pot veure en resultats de les petjades de les empreses d'aigua, la producció d'energia té un pes molt important en les emissions de gasos d'efecte hivernacle i el consum d'aigua en particular i en l'impacte ambiental en general.

5.2. Full de Ruta per a l'Economia Circular i la Sostenibilitat

5.2.1. Pla de Reducció de l'Impacte Ambiental

Després d'examinar alternatives de millora respecte els **abastos 1 i 2** es proposa un pla de reducció de les emissions cara als propers anys.

Taula 22. Pla de Reducció d'emissions per les empreses A i B.

Acció	Alternativa General	Empresa A (període 19-21)		Empresa B (període 20-22)	
		Particular	beneficis	Particular	beneficis
Renovació de vehicles antics	Compra de vehicles elèctrics o híbrids	1,5 vehicles/any	10% Reducció emissions (4anys)	5 vehicles/any	1,5% Reducció emissions (3anys)
Reduir el consum d'electricitat convencional	Instal·lació de fonts d'energia renovables	Ampliació de la planta fotovoltaica	20-40% Reducció de les emissions	Ampliació de la planta fotovoltaica	8-10% Reducció d'emissions
			<i>47,70 KWp; 67,55 kWh/any</i> <i>Producció estimada = 1.416,1 kWh/kWp any</i>	Nou motor generador de biogàs	Nou motor generador de biogàs
			Estudi del potencial eòlic i fotovoltaic	Estudi del potencial eòlic i fotovoltaic	
	Revisar i substituir lluminàries	Compra de lluminàries LED	5% de reducció dels consum elèctric		
Substitució de l'empresa d'energia	Contractar energia amb Garantia d'Origen de l'electricitat verda i/o renovable	Energia complementaria a l'autoconsum <i>Objectiu a llarg termini (post 2021)</i>	40-50% Reducció d'emissions <i>Estalvi econòmic i de combustibles (GN, dièsel, benzina)</i>	Energia complementaria a l'autoconsum <i>Objectiu a llarg termini (post 2022)</i>	15-20% Reducció d'emissions <i>Estalvi econòmic i de combustibles (GN, dièsel, benzina)</i>
Reducció d'altres emissions fugitives	Substitució d'equips de refrigeració amb gas R22	Comprar equips amb certificació energètica	Estalvi econòmic, i reducció d'emissions directes		

Es preveu reduir les emissions de la següent manera **taula 28**:

Taula 23. Reducció d'emissions segons l'escenari del Pla de Reducció de les Emissions de cada empresa.

	Any:	2017	2018	2019	2020	2021	2022
A	Reducció Emissions	0	19,16	39,54	26,48	161,84	
	Total Emissions Any	817,53	798,37	758,83	732,35	570,52	
% Reducció emissions	Respecte a l'any anterior	-	2,34%	4,95%	3,49%	22,10%	
	Respecte el primer any	-	2,34%	7,18%	10,42%	30,21%	
B	Reducció Emissions		0	0	66,82	165,80	214,09
	Total Emissions Any		1.824,88	1.824,88	1.758,06	1.592,26	1.378,17
% Reducció emissions	Respecte a l'any anterior		-	0%	3,67%	9,44%	13,45%
	Respecte el primer any		-	0%	3,67%	12,78%	24,48%
Taxa de reducció anual:		Empresa A	10,1%	<i>Reducció global distribuïda</i>			
		Empresa B	8,2%				

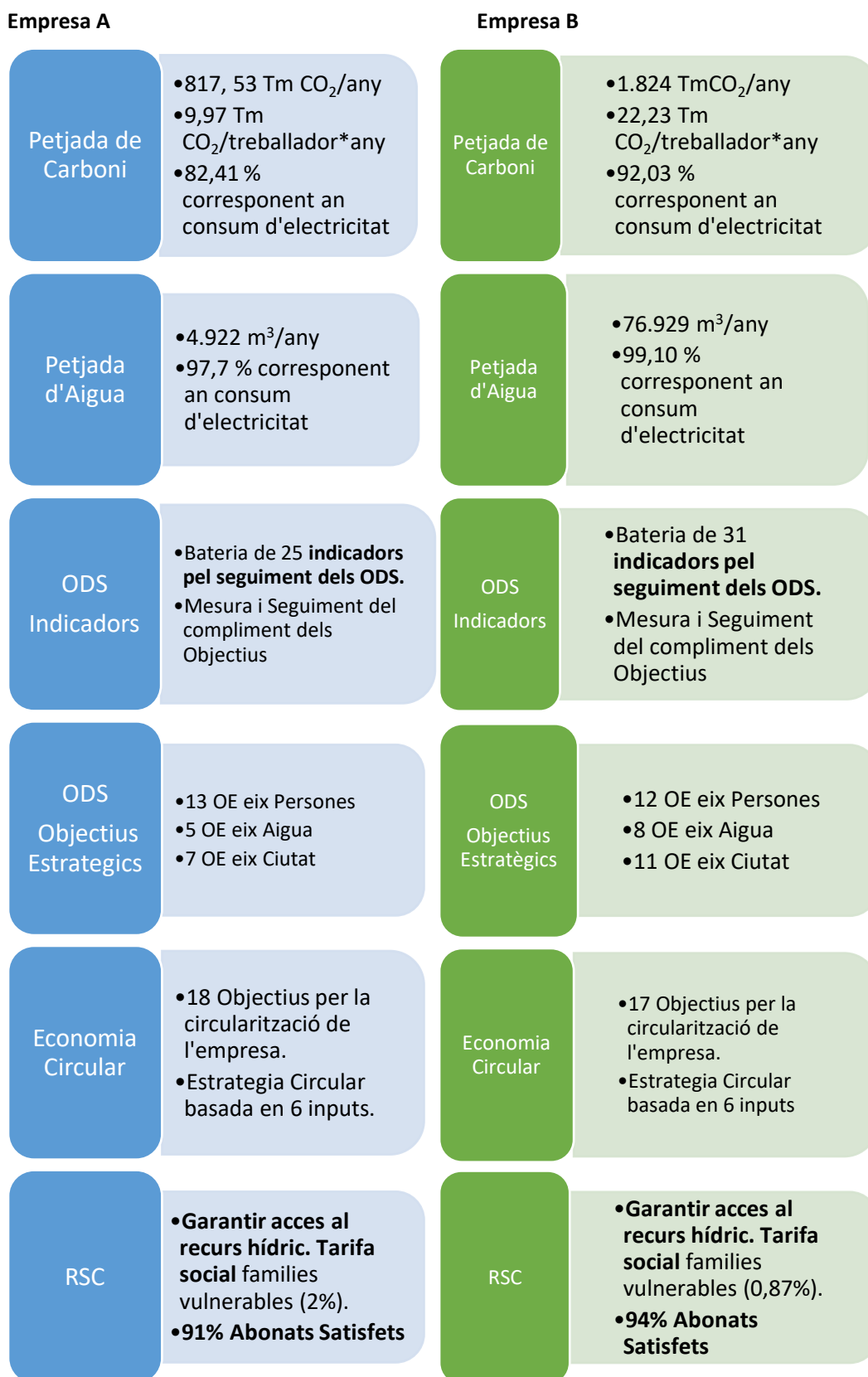
Els càlculs dels escenaris (2019-2021; 2020-2022) s'han realitzat en base als factors actualitzats a març del 2018 i es recomana realitzar anualment el càlcul de la petjada de carboni per tal de disposar de factors actualitzats i de tenir dades reals (de cada any natural). Del consum de combustible fòssil, transport per carretera, emissions fugitives i consum elèctric.

S'estima que per limitar l'increment de temperatura global als 1,5°C de l'Acord de París, les emissions no haurien de superar els 25 Gt (eqCo2) al 2030 (Emissions Gap Report, 2019). Al moment de fer aquests càlculs s'està a prop de les 56 Gt. La taxa anual de reducció global d'emissions hauria de ser del 7,6 %.

El Pla planteja una reducció del 30,21 % per empresa A respecte el 2018, una taxa de reducció anual del 10,1 % pel període 2019 - 2021. Superior a la taxa necessària a nivell global.

Per empresa B, el Pla planteja una reducció del 24,48 % respecte el 2019, una taxa de reducció anual del 8,2 % pel període 2020 - 2022. Lleugerament superior a la taxa necessària a nivell global.

Figura 20. Representació gràfica del Full de Ruta per a l'Economia Circular i la Sostenibilitat.



5.3. Mesura de la circularització a nivell micro: sistema de descalcificació.

Un factor de qualitat de l'aigua molt important és el de la duresa de l'aigua, el contingut de ions de calci i magnesi en compostos dissolts. El procés de condicionament de la duresa de l'aigua és la descalcificació. Els principals avantatges de la descalcificació de l'aigua són:

- La reducció de la solubilitat de metalls tòxics com el plom o el coure,
- La reducció en la quantitat de productes de neteja utilitzats,
- La reducció d'incrustacions de calç (carbonat de calci, CaCO_3) en electrodomèstics que escalfen aigua, que empitjoren el nivell de "confort" dels usuaris,
- Allargar la vida útil dels electrodomèstics i sistemes d'aigua,
- I, en alguns sistemes, com els de reactor de pellets i WSR, l'aigua descalcificada té capacitat per capturar carboni, en cristalls de calcita i dissolució de CO_2 en aigua descalcificada.

Hi ha diversos mètodes prominents per la descalcificació, aplicables per una descalcificació centralitzada, duta abans del subministrament d'aigua, o descentralitzada, al final del sistema de distribució (sistemes particulars a la llar o a empreses i organitzacions). L'estudi en el que es basa aquest apartat (Beeftink, Hofs, Kramer, Odegard, & van der Wal, 2021) valora, mitjançant l'anàlisi del cicle de vida, mètodes per la descalcificació centralitzada i per la descentralitzada (DS o descalcificador domèstic i osmosi inversa). Aquests són (afegint l'electròlisi salina):

- **Reactor de pellets (PR):** es cristal·litza la calcita (cristalls de carbonat de calci) en pellets com a material assentat en reactors de llit fluïditzat L-S, mitjançant l'addició d'una base forta (com l'hidròxid de sodi, NaOH),
- **WRS:** (Emmagatzematge en Embassaments d'Aigua): funciona de forma similar, en un embassament i, amb l'addició d'una base forta, el carbonat precipita en forma de calcita,
- **Resina de Bescanvi iònic (IEX):** a l'entrar en contacte amb la resina s'elimina el calci (i magnesi) de l'aigua, *intercanviant* aquests ions per ions de sodi presents en la resina. La resina s'ha de regenerar de sal rentant-la amb salmorra un cop estigui esgotada.
- **Osmosi Inversa (RO):** es circula l'aigua per filtres a pressió i s'eliminen, a part de compostos de calci i magnesi, clor (que dona gust i olors),
- **Nanofiltració (NF):** semblant a l'osmosi inversa però amb filtres amb porus més petits (eliminen les partícules de patògens),
- **DS, descalcificador domèstic** (per electròlisi salina): s'alimenta amb sal (NaCl) i s'aplica un potencial elèctric per a fer un procés de bescanvi iònic semblant a l'IEX per tal de preveure els problemes derivats de la duresa de l'aigua. També s'ha de regenerar i, per tant consumeix sal. És un mètode que actualment encara no és molt eficient energèticament.

El mètode més comú en la descalcificació centralitzada és el del reactor de pellets i el més comú en la descentralitzada és el de la osmosi inversa. Els mètodes del reactor de pellets i de WSR ofereixen beneficis addicionals com:

- Producció de calcita, precipitant del carbonat de calci (CaCO_3) en forma de cristalls com a coproducte, valoritzable per fabricar formigó, farciments (fillers) i catifes.
- Captura de Carboni
 - En la cristal·lització de calcita
 - Dissolució de CO_2 en l'aigua descalcificada

La major part de la Petjada de Carboni de la descalcificació és l'associada al consum de productes químics i al consum energètic.

Estudis en empreses operadores d'aigua neerlandeses mostren que amb la descalcificació de l'aigua es pot compensar entre un 20 i un 60 % de la Petjada de Carboni. I s'estima que la Petjada de Carboni associada a la descalcificació és de: - 0,11 MTm CO₂/any (una petjada negativa, és a dir que fa estalviar emissions).

Taula 24. Inventari del procés de descalcificar 1m³ d'aigua en 10mmol/L

	PR	WSR	RO	NF	IEX	DS
Consum d'operació per reduir 10mmol CaCO ₃ /L de 1 m ³						
Pèrdua d'aigua	0,33%	5%	9,9%	6%	1%	4,4%
Electricitat kWh/m ³	0,007	-	0,198	0,1	0,007	-
Materials, productes i reactius [g/m ³]						
Material llit (CaCO ₃)	13,0					
CO ₂	11,9					
NaOH	48	69	13,66	4,2		
H ₂ SO ₄		4,69				
Anti-incrustant			0,99	0,9		
NaCl					266,85	640,44
Resina de bescanvi iònic					0,79	1,90
Membrana [m ² /m ³]			0,001	0,001		
Coproductes i captura de carboni [g/m ³]						
Pellets de calcita	101					
Fangs de calcita		101				

Els mètodes de WSR i reactor de pellets són els que donen resultats més prometedors, de fet, els resultats del reactor de pellets, sumat als beneficis associats el col·loca en una molt bona posició respecte les alternatives.

El mètode WSR resulta més difícil de controlar que el reactor de pellets, degut al volum i a l'ambient (per exemple, el producte descalcificador s'introdueix al reservori amb un camió) això fa també que es gastin més reactius. La majoria de pèrdues d'aigua al WSR és deguda a l'evaporació. L'osmosi inversa i la nanofiltració són els que més energia i aigua consumeixen. La descalcificació DS també fa servir bescanvi iònic i consumeix més sal que l'IEX i, de fet, té més pèrdues d'aigua.

6. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

6.1. Comparativa A i B

Petjada Ambiental:

Analitzant els resultats de la **taula 20.**, el concepte que més pes té en la Petjada Ambiental (tan en la de Carboni com en la d'Aigua, en ambdues empreses) és el relacionat amb el consum energètic. Representen entre un 82 i un 99 % de les petjades globals. La forma de produir l'energia consumida té un impacte ambiental molt gran.

La Petjada de Carboni i la Petjada d'Aigua globals són superiors en l'empresa B. Això es pot justificar en el fet que l'empresa B, a part de dedicar-se al subministrament d'aigua potable, també operen el tractament d'aigües residuals.

Observant primer la **Petjada de Carboni (taula 18.)**, el seu valor és el doble de gran (1.765,79 contra 817,53 TmCO₂/any) **en el cas de l'empresa B respecte l'empresa A per un volum similar d'aigua potable subministrada** (6.987.188 m³/any per A i 7.216.844 per B).

L'aportació més gran en l'abast 2 de la Petjada de Carboni de l'empresa B és el sanejament (75%). Així que, si comparem la Petjada de Carboni de les activitats de l'empresa excloent la depuració (activitat no desenvolupada per l'empresa A), el resultat és diferent. En aquest cas, la Petjada de B és inferior (506,89 contra 817,53 Tm CO₂/any). És a dir, **en el subministrament d'aigua potable l'empresa B és més eficient respecte les emissions de GEH.**

També hi ha el cas de les emissions fugitives corresponents a l'ús de refrigerants per part de l'empresa A, que corresponen al 80,82 % de l'abast 1 (emissions directes). Aquestes emissions tenen un impacte ambiental important i caldria evitar-les, i optimitzar el màxim la recirculació dels refrigerants.

Per l'empresa B, l'abast 1 (86,41 Tm eq/any), el 74,35% correspon a emissions dels vehicles (dièsel i benzina). La resta són per gas natural i dièsel en maquinària i instal·lacions. Aquí és molt més interessant la substitució del parc motor per vehicles híbrids o elèctrics i la incorporació dels biogàs generat en les etapes de depuració com a combustible.

Del total d'emissions de **l'abast 2** (1.679,36 Tm), el sanejament representa el major percentatge de consum amb un 74,96%, l'administració un 9,87% i la captació un 4,50%. De les emissions de **l'abast 3** (59,09 Tm), el polielectròlit representa el major percentatge de consum amb un 52,97%, l'Hipoclorit seria el segon amb un 35,88%, i seguirien el clor un 8,97%, el Clorit sòdic un 1,78, i el clorur fèrric un 0,40%.

En el cas de la Petjada Hídrica, **la norma (ISO 14046), "considera possible afirmacions comparatives sempre que la petjada d'aigua formi part d'un LCA"**, ja que és un indicador limitat. Com que en aquest cas **forma part d'un estudi multi-impacte** a nivell d'organització **es considera vàlid utilitzar-la per a fer afirmacions comparatives.**

La mateixa norma també afirma que **els estudis comparatius es permeten a la ISO 14046, sota la premissa que "l'equivalència dels sistemes que es comparen s'haurà d'avaluar abans d'interpretar els resultats" (ISO 14046).**

La Petjada d'Aigua de l'empresa B és 15 cops superior a la de l'empresa A. Ja que la major aportació (més del 99%) és la Petjada associada al consum d'electricitat, cal fixar-se en les dades de consum. El consum anual d'electricitat de l'empresa B no és tant superior al de l'empresa A com la Petjada, 4.419.394 kWh (B) contra 1.718.394 kWh (A), 2,6 cops més gran. Això vol dir que l'origen de l'energia elèctrica consumida per l'empresa B té un consum molt gran d'aigua i genera un impacte ambiental associat molt gran. En canvi, el consum equivalent d'aigua de l'empresa A no presenta un impacte ambiental significatiu.

El consum directe d'aigua és petit, però en el cas de l'empresa A representa un 2,2 % de la Petjada total. És una aportació més gran que en el cas de l'empresa B (0,86%) però sense els processos de depuració. Caldria millorar l'eficiència dels sistemes d'abastiment i subministrament d'aigua per tal de reduir encara més la Petjada d'Aigua associada.

També és molt petita per l'empresa A, l'aportació relacionada amb combustible dels vehicles de les companyies (0,02 m³/any), però també cal tenir en compte alternatives per reduir-la encara més o fins i tot eliminar-la com l'ús de cotxes elèctrics o híbrids.

Plans de Reducció de l'Impacte Ambiental

Després d'examinar alternatives de millora respecte els **abastos 1 i 2** es proposa un pla de reducció de les emissions cara als propers anys.

Taula 25. Pla de Reducció d'emissions per les empreses A i B.

Acció	Alternativa General	Empresa A (període 19-21)		Empresa B (període 20-22)	
		Particular	beneficis	Particular	beneficis
Renovació de vehicles antics	Compra de vehicles elèctrics o híbrids	1,5 vehicles/any	10% Reducció emissions (4anys)	5 vehicles/any	1,5% Reducció emissions (3anys)
Reducir el consum d'electricitat convencional	Instal·lació de fonts d'energia renovables	Ampliació de la planta fotovoltaica	20-40% Reducció de les emissions	Ampliació de la planta fotovoltaica	8-10% Reducció d'emissions
			47,70 KWh; 67,55 KWh/any <i>Producció estimada = 1.416,1 kWh/kWp any</i>	Nou motor generador de biogàs	Nou motor generador de biogàs
			Estudi del potencial eòlic i fotovoltaic	Estudi del potencial eòlic i fotovoltaic	
	Revisar i substituir lluminàries	Compra de lluminàries LED	5% de reducció dels consum elèctric		
Substitució de l'empresa d'energia	Contractar energia amb Garantia d'Origen de l'electricitat verda i/o renovable	Energia complementaria a l'autoconsum <i>Objectiu a llarg termini (post 2021)</i>	40-50% Reducció d'emissions <i>Estalvi econòmic i de combustibles (GN, dièsel, benzina)</i>	Energia complementaria a l'autoconsum <i>Objectiu a llarg termini (post 2022)</i>	15-20% Reducció d'emissions <i>Estalvi econòmic i de combustibles (GN, dièsel, benzina)</i>
Reducció d'altres emissions fugitives	Substitució d'equips de refrigeració amb gas R22	Comprar equips amb certificació energètica	Estalvi econòmic, i reducció d'emissions directes		

Es preveu reduir les emissions de la següent manera (**taula 26**):

Taula 26. Reducció d'emissions segons l'escenari del Pla de Reducció de les Emissions de cada empresa.

	Any:	2017	2018	2019	2020	2021	2022
A	Reducció Emissions	0	19,16	39,54	26,48	161,84	
	Total Emissions Any	817,53	798,37	758,83	732,35	570,52	
% Reducció emissions	Respecte a l'any anterior	-	2,34%	4,95%	3,49%	22,10%	
	Respecte el primer any	-	2,34%	7,18%	10,42%	30,21%	
B	Reducció Emissions		0	0	66,82	165,80	214,09
	Total Emissions Any		1.824,88	1.824,88	1.758,06	1.592,26	1.378,17
% Reducció emissions	Respecte a l'any anterior		-	0%	3,67%	9,44%	13,45%
	Respecte el primer any		-	0%	3,67%	12,78%	24,48%
Taxa de reducció anual:		Empresa A	10,1%	<i>Reducció global distribuïda</i>			
		Empresa B	8,2%				

Els càlculs dels escenaris (2019-2021; 2020-2022) s'han realitzat en base als factors actualitzats a març del 2018 i es recomana realitzar anualment el càlcul de la petjada de carboni per tal de disposar de factors actualitzats i de tenir dades reals (de cada any natural). Del consum de combustible fòssil, transport per carretera, emissions fugitives i consum elèctric.

S'estima que per limitar l'increment de temperatura global als 1,5°C de l'Acord de París, les emissions no haurien de superar els 25 Gt (eqCo2) al 2030 (Emissions Gap Report, 2019). Al moment de fer aquests càlculs s'està a prop de les 56 Gt. La taxa anual de reducció global d'emissions hauria de ser del 7,6 %.

El Pla planteja una reducció del 30,21 % per empresa A respecte el 2018, una taxa de reducció anual del 10,1 % pel període 2019 - 2021. Superior a la taxa necessària a nivell global.

Per empresa B, el Pla planteja una reducció del 24,48 % respecte el 2019, una taxa de reducció anual del 8,2 % pel període 2020 - 2022. Lleugerament superior a la taxa necessària a nivell global

7. CONCLUSIONS GENERALS

La major part de la Petjada Ambiental de les empreses (tan la Petjada d'Aigua com de Carboni) **és el la petjada associada al consum energètic**, és a dir la generada en la producció de l'electricitat consumida en els processos de les empreses. (Amb valors d'entre el 80 i el 98%).

El càlcul de la Petjada Hídrica, seguint l'estàndard ISO14046, és una iniciativa pionera en Empreses Operadores d'Aigua i les empreses estudiades en són un exemple.

Una de les accions fonamentals a dur a terme per **disminuir l'impacte ambiental** de les empreses és **buscar fonts d'energia més netes** i respectuoses amb al medi ambient i els ecosistemes, amb un consum d'aigua i emissió de gasos d'efecte hivernacle inferiors.

Per tal de no obtenir resultats parcials, un anàlisi ha d'estudiar diversos indicadors i categories d'impacte. En aquest cas es tenen en compte les categories de **Sostenibilitat**, a partir dels ODS; **Socioeconòmics**, Economia Circular i Responsabilitat Social Corporativa; i **Ambientals**, Petjada de Carboni i Petjada Hídrica.

Gran part de les eines de monitoratge de la sostenibilitat es basen el els ODS. Demostren ser molt útils com a guia bàsica i estàndard, però com que formen part de l'*Agenda 2030* tenen una obsolescència incorporada i potser caldrà actualitzar-los.

Les empreses disposen d'un paquet d'indicadors per la mesura i el seguiment del compliment dels ODS.

Les dades relacionades amb la Responsabilitat Social Corporativa: la tarifa social i els nivells de satisfacció, són positives i s'hauria de seguir treballant en aquest sentit.

8. ANNEXOS

Annex A: Factors d'emissió utilitzats

Nom	Factor d'emissió A	Factor d'emissió B
Gas Natural	0,183 kg CO ₂ /kWh	0,183 kg CO ₂ /kWh
Gasoil	2,87 kg CO ₂ /l	
Benzina/Gasolina	2,180 kg CO ₂ /l	2,157 kg CO ₂ /l
Dièsel	2,520 kg CO ₂ /l	2, 493 kg CO ₂ /l
Gas Fluorat. R22	1,805 kg CO ₂ /l	
Gas Fluorat R410A	2,180 kg CO ₂ /l	
Gas Fluorat R134A	1,430 kg CO ₂ /l	
Electricitat*	0,392 kg CO ₂ /kWh	0,38 kg CO ₂ /kWh
Clor**		1,06 kg CO _{2e} /kg
Clorit sòdic**		0,11 CO _{2e} /kg
Hipoclorit**		0,89 CO _{2e} /kg
Clorur fèrric**		0,80 CO _{2e} /kg
Polielectrolit**		1,31 CO _{2e} /kg

Alguns factors d'emissió són diferents pel període d'activitat de l'empresa A (2017) i de l'empresa B (2018), ja que es van actualitzant.

**El factor d'emissió correspon al mix elèctric general de la xarxa (A) Registre de petjada de carboni, compensació i projectes d'absorció de diòxid de carboni. Ministerio para la transición ecológica (B)*

*** El factor d'emissió correspon a la base de dades d'Ecoinvent.*

9. REFERÈNCIES/BIBLIOGRAFIA

- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R. S., Diaz, S., ... Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(5), 1305–1312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106>
- Ignacio, J., Nro, T. Y., & Dni, D. (2019). *Informe 2019*.
- Peh, K. S. H., Balmford, A., Bradbury, R. B., Brown, C., Butchart, S. H. M., Hughes, F. M. R., ... Birch, J. C. (2013). TESSA: A toolkit for rapid assessment of ecosystem services at sites of biodiversity conservation importance. *Ecosystem Services*, 5(2013), 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.06.003>
- Maes J., Teller A., Erhard M., Grizzetti B., Barredo J.I., Paracchini M.L., Condé S., Somma F., Orgiazzi A., Jones A., Zulian G., Vallecilo S., Petersen J.E., Marquardt D., Kovacevic V., Abdul Malak D., Marin A.I., Czúcz B., Mauri A., Löffler P., Bastrup-, W. B. (2018). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for mapping and assessment of ecosystem condition in EU*. <https://doi.org/10.2779/41384>
- Haines-young, R., & Potschin, M. (2011). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update European Environment Agency.
- Jones, C. H., Shilling, E. G., Linden, K. G., & Cook, S. M. (2018). Life Cycle Environmental Impacts of Disinfection Technologies Used in Small Drinking Water Systems. *Environmental Science and Technology*, 52(5), 2998–3007. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04448>
- Ministerio de Economía y Competitividad. (2016). *Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030*. 46. Retrieved from <http://bioeconomia.agripa.org/download-doc/102163>
- Beeftink, M., Hofs, B., Kramer, O., Odegard, I., & van der Wal, A. (2021). Carbon footprint of drinking water softening as determined by life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123925. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123925>
- Reinales, D., Zambrana-Vasquez, D., & Saez-De-Guinoa, A. (2020). Social life cycle assessment of product value chains under a circular economy approach: A case study in the plastic packaging sector. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166671>
- Garcia-Suarez, T., Kulak, M., King, H., Chatterton, J., Gupta, A., & Saksena, S. (2019). Life cycle assessment of three safe drinking-water options in india: Boiledwater, bottledwater, andwater purified with a domestic reverse-osmosis device. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226233>
- Bukhary, S., Batista, J., & Ahmad, S. (2020). An analysis of energy consumption and the use of renewables for a small drinkingwater treatment plant. *Water (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/w12010028>
- Tabesh, M., Feizee Masooleh, M., Roghani, B., & Motevallian, S. S. (2019). Life-Cycle Assessment (LCA) of Wastewater Treatment Plants: A Case Study of Tehran, Iran. *International Journal of Civil Engineering*, 17(7), 1155–1169. <https://doi.org/10.1007/s40999-018-0375-z>

- Jachimowski, A., & Nitkiewicz, T. (2019). Comparative analysis of selected water disinfection technologies with the use of life cycle assessment. *Archives of Environmental Protection*, 45(3), 3–10. <https://doi.org/10.24425/aep.2019.128635>
- Sanders, K. T., & Webber, M. E. (2012). Evaluating the energy consumed for water use in the United States. *Environmental Research Letters*, 7(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034034>
- Hajibabaei, M., Nazif, S., & Tavanaei Sereshgi, F. (2018). Life cycle assessment of pipes and piping process in drinking water distribution networks to reduce environmental impact. *Sustainable Cities and Society*, 43(September), 538–549. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.014>
- JELAS - Policy and Practices. (2020).
- Hu, G., Rana, A., Mian, H. R., Saleem, S., Mohseni, M., Jasim, S., ... Sadiq, R. (2020). Human health risk-based life cycle assessment of drinking water treatment for heavy metal(oids) removal. *Journal of Cleaner Production*, 267, 121980. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121980>
- Adikari, Y. and Yoshitani, J. 2009. Global Trends in Water- Related Disasters: An Insight for Policymakers. A World Water Development Report 3 Side Publication. Paris, UNESCO. www.unwater.org/downloads/181793E.pdf
- Avellán T. and Gremillion P. (2019). Constructed wetlands for resource recovery in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 42–57.
- Ayaz S. Ç. (2008). Post-treatment and reuse of tertiary treated wastewater by constructed wetlands. *Desalination*, 226 (1–3), 249–255.
- EAWAG-SANDEC & WSSCC (2000). Summary Report of Bellagio Expert Consultation on Environmental Sanitation in the 21st Century. Swiss Federal Institute for Aquatic Science and Technology EAWAG & Water Supply and Sanitation Collaborative Council, Duebendorf & Geneva, Switzerland; https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/publikationen/SESP/HCES_and_Bellagio/Sandec_2000_Summary.pdf. (accessed 30 April 2019).
- Ellen MacArthur Foundation, 2018. Water and Circular Economy. White Paper. Arup and Antea Group.
- Gehl J. (2010). *Cities for People*. Island Press, Washington DC, USA.
- Henderson, H. 2007. *Ethical Markets: Growing the Green Economy*. White River Junction, Vt., Chelsea Green.
- IWA. 2016. *Water Utility pathways in a Circular Economy*. International Water Association (IWA)
- Liquete C., Udias A., Conte G., Grizzetti B. and Masi F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control: highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, 22, 392–401.
- Beeftink, M., Hofs, B., Kramer, O., Odegard, I., & van der Wal, A. (2021). Carbon footprint of drinking water softening as determined by life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123925. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123925>
- Ma X. (C.), Xue X., González-Mejía A., Garland J. and Cashdollar J. (2015). Sustainable water systems for the city of tomorrow – a conceptual framework. *Sustainability*, 7, 12071–12105. [doi:10.3390/su70912071](https://doi.org/10.3390/su70912071)

- Masi F. (2008). Enhanced denitrification by a hybrid HF–FWS constructed wetland in a large-scale wastewater treatment plant. In: *Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands*, J. Vymazal (ed.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 267–275.
- Masi F. and Martinuzzi N. (2007). Constructed wetlands for the Mediterranean countries: hybrid systems for water reuse and sustainable sanitation. *Desalination*, 215, 44–55.
- Masi F., Bresciani R., Rizzo A., Edathoot A., Patwardhan N., Panse D. and Langergraber G. (2016). Green walls for greywater treatment and recycling in dense urban areas: a case-study in Pune. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 6, 342–347.
- Masi F., Caffaz S. and Ghrabi A. (2013). Multi-stage constructed wetland systems for municipal wastewater treatment. *Water Science and Technology*, 67(7), 1590–1598.
- Masi F., El Hamouri B., Abdel Shafi H., Baban A., Ghrabi A. and Regelsberger M. (2010). Segregated black/grey domestic wastewater treatment by constructed wetlands in the Mediterranean basin: the Zer0-m experience. *Water Science and Technology*, 61(1), 97–105.
- Masi F., Rizzo A. and Regelsberger M. (2018). The role of constructed wetlands in a new circular economy, resource oriented, and ecosystem services paradigm. *Journal of Environmental Management*, 216, 275–284.
- Matamoros V, Rodríguez Y. and Albaigés J. (2016). A comparative assessment of intensive and extensive wastewater treatment technologies for removing emerging contaminants in small communities. *Water Research*, 88, 777–785.
- Meyer D., Molle P., Esser D., Troesch S., Masi F. and Dittmer U. (2013). Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment – comparison of German, French and Italian approaches. *Water*, 5, 1–12
- Nolde E. (2007). Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces. *Desalination*, 215, 1–11.
- Rousseau D. P. L., Lesage E., Story A., Vanrolleghem P. A. and De Pauw N. (2008). Constructed wetlands for water reclamation. *Desalination*, 218(1–3), 181–189.
- Steffen W., Rockström J., Cornell S., Fetzer I., Biggs O., Folke C. and Reyers B. (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. doi: 10.1126/science.1259855, 1259855-1
- Stern, N. 2006. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- UN. 2010c. Statement on Water Quality. World Water Day, March 22. New York, UN. www.unwater.org/downloads/unw_wwd_statement1.pdf
- UNEP. 2010c. Sick Water? The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development. Nairobi, UNEP. www.grida.no/_res/site/file/publications/sickwater/SickWater_screen.pdf

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2010. Fact Sheet: The Need for Adaptation. Bonn, UNFCCC. http://unfccc.int/files/press/application/pdf/adaptation_fact_sheet.pdf

Verlicchi P. and Zambello E. (2014). How efficient are constructed wetlands in removing pharmaceuticals from untreated and treated urban wastewaters? A review. *Science of the Total Environment*, 470–471, 1281–1306.

Wackernagel, M. and Rees, W. E., 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, Canada, New Society Publishing.

WWAP. 2009b. *World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. Paris/London, UNESCO/ Earthscan. www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/

WWAP. 2009c. *World Water Development Report 3: Water in a Changing World – Facts and Figures*. Paris, UNESCO. www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Facts_and_Figures.pdf

Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(5), 1305–1312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106>

Peh, K. S.-H., Balmford, A. P., Bradbury, R. B., Brown, C., Butchart, S. H. M., Hughes, F. M. R., MacDonald, M. A, Stattersfield, A. J., Thomas, D. H. L., Trevelyan, R. J., Walpole, M., & Merriman, J. C. (2017) *Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)*. Version 2.0 Cambridge, UK

Beeftink, M., Hofs, B., Kramer, O., Odegard, I., & van der Wal, A. (2021). Carbon footprint of drinking water softening as determined by life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123925. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123925>