

Llibre blanc sobre la Intel·ligència Artificial aplicada a l'Aigua

La IA per donar resposta als reptes del sector Aigua a Catalunya



1. Introducció

8

2. El sector de l'aigua, abast, pes, reptes i tendències

11

3. La IA com a factor de transformació de l'Aigua

21

4. Anàlisi de la IA en el sector de l'Aigua a Catalunya

29

ANNEX I. Presentació de casos d'ús il·lustratius

40

Drets reservats. Aquest treball està disponible sota la llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Segons els termes d'aquesta llicència, podeu copiar, redistribuir i adaptar l'obra amb fins no comercials, sempre que l'obra sigui citada adequadament, tal com s'indica a continuació.

En qualsevol ús d'aquest treball, no s'ha de suggerir que el CIDAI doni suport a cap organització, producte o servei específic. No es permet l'ús del logotip CIDAI.

Si adapteu l'obra, heu de llicenciar-la amb la mateixa llicència Creative Commons o equivalent.

Si creeu una traducció d'aquest treball, heu d'afegir la següent exempció de responsabilitat juntament amb la cita suggerida: "Aquesta traducció no la va crear el Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence (CIDAI). CIDAI no es fa responsable del contingut ni de l'exactitud d'aquesta traducció. L'edició original en català serà l'edició autèntica i vinculant".

Qualsevol mediació relacionada amb disputes derivades de la llicència es durà a terme d'acord amb les normes de mediació de la World Intellectual Property Organization.

Cita suggerida. CIDAI-LlibreBlanc-2023-01 // Llibre blanc sobre la intel·ligència artificial aplicada a l'aigua CIDAI, 2023. Llicència: CC BY-NC-SA 4.0.

Autoria i agraïments

Aquest document ha estat impulsat pel CIDAI, Centre of Innovation for Data Tech and Artificial Intelligence, entitat definida a l'estratègia CATALONIA.AI i que té com a missió fomentar i accelerar l'adopció de tecnologies innovadores d'explotació de dades i Intel·ligència Artificial a Catalunya.

El CIDAI està coordinat per Eurecat, i està format pels següents socis promotors: la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, BSC, CVC, i2CAT, IDEAI-UPC i les empreses HUAWEI, Microsoft, NTT Data, SAP i SDG Group. Amés de tenir membres associats com ATM, CCMA i CETAQUA.

El Llibre Blanc sobre l'aplicació de la IA en l'àmbit de l'aigua s'ha elaborat amb la valuosa contribució i assessorament de diversos experts del sector, la qual cosa ha permès copsar i analitzar la realitat del sector a Catalunya. CIDAI agraeix la seva dedicació i suport en l'elaboració d'aquest document. La participació ha estat la següent:

Redactors

- EURECAT: Agustí Serra, Circe Serra, Lluís Surroca

Contribuïdors

- EURECAT: Gabriel Anzaldi, Xavier Domingo, Xavier Martinez
- CETAQUA: Carlos Montero, Rafa Gimenez, Eloisa Vargiu
- IDEAI-UPC: Karina Gibert, Miquel Sànchez Marrè

Revisors

- CIDAI: Joan Mas, Marco Andrés Orellana
- GENERALITAT: Daniel Santanach

Assessors

- MICROSOFT: Alberto Pinedo
- NTT Data: Alvaro Romero
- SAP: Ruben Cid
- SDG: August Mabilon
- FUNDACIÓ i2CAT: Angel Martin
- CVC: Fàtima Itzel Lopez, Miguel Angel Viñas
- BSC: Iris Pallarol

Comitè d'experts (Think Tank) consultats

- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA: Mar Leon, Joan Sallent
- ADASA: Jordi Cros
- AIGÜES DE BARCELONA: Catalina Balseiro, Eduardo Martinez
- AIGÜES DE CATALUNYA: Marc Pifarré
- AIGÜES DE MANRESA: Antoni Ventura
- AIGÜES DE MATARÓ: Raquel Compta
- AMPHOS21: Esther Vilanova
- ATL: Fernando Valero
- BGEO: Xavier Torret
- CATALAN WATER PARTNERSHIP: Xavier Amores
- CETAQUA: Carlos Montero
- CONSORCI D'AIGÜES DE TARRAGONA: Andreu Fargas
- ICRA: Lluís Coromines
- LEQUIA: Hector Monclús, Joaquim Comas
- VEOLIA: Claudio Cosentino, Guillermo Más

Resum executiu

Com a sector de l'Aigua s'entén totes aquelles empreses, entitats i agents involucrats en la gestió del cicle integral de l'aigua, donant cobertura al conjunt de necessitats d'aigua de la societat per a ús domèstic, industrial, agrícola, ambiental i serveis, des de la seva captació, emmagatzematge, transport, potabilització, distribució, ús, reutilització i sanejament, fomentant el seu ús sostenible. El sector està conformat principalment pels següents segments de negoci: serveis d'operació, serveis de disseny i/o fabricació d'equips, productes i solucions i serveis intensius en coneixement (laboratoris, consultories, enginyeries, constructores).

Davant de la complexitat i el gran abast que suposa tot l'ecosistema de l'aigua, el Llibre Blanc planteja el seu estudi centrant-se especialment en els serveis d'operació de les diferents etapes de la gestió integral de tot el cicle de l'aigua: captació, potabilització, distribució i drenatge, tractament, reutilització, així com la seva gestió.

El fet de Catalunya ser un territori de clima mediterrani caracteritzat per un tradicional estrès hídric que s'agreuja degut a la gran necessitat de disponibilitat d'aigua associada a les grans concentracions geogràfiques més la forta demanda relacionada amb els principals sectors econòmics presents a Catalunya com la indústria, l'agroalimentació i el turisme, ha incentivat històricament la vertebració d'una potent ecosistema al voltant del clúster de l'Aigua (Catalan Water Partnership) i d'una xarxa de coneixement amb universitats, centres de recerca i tecnològics especialitzats, així com empreses tractoras del sector de l'aigua a nivell multinacional.

Producte d'això, Catalunya acumula una àmplia experiència en el desenvolupament de tecnologies innovadores en aquest sector amb un bon posicionament i reconeixement internacional, i per tant, compta amb totes les potencialitats i ingredients per liderar el desenvolupament i l'adopció de la IA i de les tecnologies de les dades en tota la gestió del cicle de l'aigua.

Impulsats per aquest motiu, l'objectiu d'aquest Llibre Blanc és donar arguments i recomanacions per facilitar i accelerar l'adopció de la intel·ligència artificial en els diferents processos de servei i de gestió de les organitzacions que treballen en el sector de l'aigua.

El document comença definint l'abast del sector i del llibre blanc, i el seu pes econòmic que a l'actualitat està format per 505 empreses que suposen un volum de negoci exclusivament vinculat al sector de l'aigua de 5.010M€, una xifra que representa el 2,1% del PIB català.



Què és la IA?

Conjunt de tecnologies (desenvolupament d'algoritmes des del Machine Learning al Processament de Llenguatge Natural, entre d'altres) que permeten una presa de decisions intel·ligent i la realització de tasques que normalment requeririen intel·ligència humana alhora que faciliten que les màquines resolguin problemes complexos tan bé o millor que els humans, incloses les capacitats d'aprendre, comprendre, raonar i interactuar.

Els reptes actuals que el sector ha de fer front els propers anys estan vinculats amb la sostenibilitat en el consum i gestió de l'aigua, com els efectes del canvi climàtic, l'increment i desequilibri de la demanda de l'aigua, l'escassetat d'aigua dolça de qualitat, l'envelliment del parc d'infraestructures o aspectes reguladors.

Les tendències dels agents del sector de l'aigua s'encaminen a buscar opcions alternatives i implementar solucions tecnològiques que permetin una millora de la gestió del cicle de l'aigua per fer front als reptes actuals. Al present document s'incideix en: la digitalització, la telelectura, una gestió centralitzada i automatitzada, els bessons digitals, els sensors virtuals, la diversificació i alternança de fonts d'aigua, i finalment la conscienciació i empo-derament ciutadà.

En el document es mostren les oportunitats de la IA en tot el cicle integral de gestió de l'aigua treballades amb els experts que han participat en l'estudi. En un primer apartat es tracten com un conjunt les infraestructures hídriques, i en els següents apartats es mostren les oportunitats específiques de l'aigua en alta (abstracció i emmagatzematge i agricultura), i en baixa (característiques específiques de les potabilitzadores, xarxes de distribució, el consum i sanejament). També s'incideix en les fortaleces i acceleradors de la IA en el sector de l'aigua a Catalunya, que són un consolidat sistema de coneixement, fort teixit empresarial i associatiu i seu de grans esdeveniments, entre d'altres.

Tot i ser un sector avançat en el desenvolupament de solucions innovadores, es posa en relleu el conjunt de barreres i dificultats que suposen un fre al desenvolupament de les tecnologies de dades i IA a Catalunya. Aquesta reflexió s'ha realitzat amb experts, tant del món empresarial com del sector públic i acadèmic, i es destaquen principalment les següents barreres:

- Falta de dades de qualitat que estiguin preparades i adequades per la seva aplicació en algorismes basats en IA.
- Dificultat per la compartició i reutilització de dades a l'ecosistema.
- Manca de disponibilitat de talents experts de dades i de les noves tecnologies aplicades en el domini de l'aigua.
- Manca d'una estratègia en IA a les organitzacions.
- Resistència al canvi per part dels professionals del sector.
- Rigidesa en el marc regulador i fragmentació del servei per facilitar l'impuls de projectes basats en IA.
- Cost tecnològic significatiu pel desplegament extensiu de les solucions basades en dades i IA al llarg de tota la infraestructura.
- Percepció del valor de l'aigua en la societat, i relacionat sobretot amb el cost d'accés a un servei d'aigua de qualitat.

- Dificultat per portar a terme una innovació públic-privada.
- Manca entorn tecnològic per les proves per la realització de proves de concepte, i poder validar i testejar models i algorismes de solucions basats en IA, etc.
- Ecosistema local de proveïdors d'IA poc verticalitzats en el domini de l'aigua.
- Excés de sensibilitat davant l'impacte que pot tenir la innovació en el cicle de l'aigua i el potencial risc sobre un servei crític.
- El canvi climàtic com a element de complexitat i la necessitat de tenir en compte els cicles estacionals per la validació dels models d'IA.

Finalment, gràcies a la contribució del grup d'experts, s'elaboren un conjunt de recomanacions i propostes agrupades en dos blocs segons el nivell d'impacte que poden produir i segons el grau de viabilitat en el context català.

El primer grup de mesures es considera amb un nivell d'impacte i viabilitat elevats:

1. Assegurar la fiabilitat i qualitat de les dades.
2. Fomentar la disponibilitat i compartició de dades entre els diferents actors de l'ecosistema.
3. Estimular l'increment de talent expert en el sector de l'aigua.
4. Promoure que hi hagi una estratègia d'IA a les organitzacions i reduir la resistència al canvi en el sector.

Les propostes del segon grup es consideren amb un nivell d'impacte i viabilitat a més llarg termini:

1. Incrementar el finançament públic i fomentar la col·laboració entre l'ecosistema.
2. Facilitació de la transparència dels models basats en la IA.
3. Creació d'entorns de proves per facilitar la validació de les solucions basades en IA i dades.

A l'annex del document es poden consultar 30 casos il·lustratius del sector de l'aigua de projectes de recerca, desenvolupament i innovació en tecnologies de dades i Intel·ligència Artificial que s'han realitzat a Catalunya.

Abreviacions

- AEAS: Associació Espanyola d'Abastament d'Aigua i Sanejament
- ANN: Xarxes neuronals artificials (de l'anglès Artificial Neural Network)
- B2B: Business to Business. Tipologia de negoci on una empresa fa un servei a una altra
- B2C: Business to Customer. Tipologia de negoci on una empresa fa un servei directament a client final
- CAGR: Taxa de creixement anual composta (de l'anglès Compound Annual Growth Rate)
- CIDAI: Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence
- CNAE: Classificació Nacional d'Activitats Econòmiques
- CNN: Xarxes neuronals convolucionals (de l'anglès Convolutional Neural Networks)
- CVC: Centre de Visió per Computador
- DL: Aprenentatge profund (de l'anglès Deep Learning)
- DNN: Xarxes neuronals profundes (de l'anglès Deep Neural Network)
- EDAR: Estacions depuradores d'aigua residual
- ETAP: Estacions de tractament d'aigua potable
- ERP: Enterprise Resource Planning. Software de planificació de recursos empresarials.
- IA: Intel·ligència Artificial
- IDSS: Sistemes Intel·ligents de Suport a la Presa de Decisions (de l'anglès Intelligent Decision Support System)
- IED: Inversió Estrangera Directa
- IoT: Internet de les coses (de l'anglès Internet of Things)
- KPI: Key Performance Indicators. Indicadors clau de rendiment. Valor mesurable que demostra com d'efectiva és una organització o negoci en assolir els seus objectius empresarials.
- ML: Aprenentatge automàtic (de l'anglès Machine Learning)
- MILP: Programació lineal enter mixta (de l'anglès Mixed Integer Linear Programming)
- NLG: Generació del llenguatge natural (de l'anglès Natural Language Generation)
- NLU: Comprensió del llenguatge natural (de l'anglès Natural Language Understand)
- OECD: Organització per a la cooperació i el desenvolupament econòmic
- ODS: Objectius de Desenvolupament Sostenible
- OEE: Efectivitat general de l'equip (de l'anglès Overall Equipment Effectiveness)
- PERTE: Projecte Estratègic per a la Recuperació i Transformació Econòmica
- PIB: Producte interior brut
- PIMES: Petites i mitjanes empreses
- PLN: Processament de llenguatge natural
- QMS: Sistema de gestió de qualitat (de l'anglès Quality Management System)
- R+D+i: Recerca, desenvolupament i innovació
- ROI: Retorn de la inversió (de l'anglès Return On Investment)
- SaaS: programari com a servei (de l'anglès Software as a Service)
- TIC: Tecnologies de la informació i comunicació
- VAB: Valor agregat brut
- UE: Unió Europea

The background features a dynamic splash of clear water with numerous bubbles of varying sizes. A solid blue geometric shape, consisting of a vertical bar and a diagonal bar extending from the top left, is overlaid on the left side of the page. The word "Introducció" is centered in a bold, blue, sans-serif font.

Introducció

Garantir la disponibilitat i la gestió sostenible de l'aigua i el sanejament per a totes les persones és un dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) dins del marc de l'Agenda 2030 desenvolupada per les Nacions Unides.

Ara bé, aquest any la sequera, i més concretament el seu impacte en la disponibilitat d'aigua potable al territori ha estat un tema recurrent d'actualitat a Catalunya amb la conformació d'un gran debat sobre com fer-hi front, i obligant a declarar l'estat d'excepcionalitat per sequera amb l'establiment de mesures extraordinàries per tal de protegir la disponibilitat del servei d'abastament d'aigua potable a la població a curt i mig termini.

La ciutadania s'ha adonat que l'aigua en el nostre territori és un recurs que pot arribar a ser escàs i patir limitacions significatives, i que amb l'efecte del canvi climàtic aquestes limitacions encara poden agreujar-se més amb el temps.

Però, per altra banda, moltes vegades la ciutadania no és del tot conscient de l'esforç tècnic que representa la gestió de l'aigua en tot el seu cicle per part de tots els agents involucrats, així com de la coordinació i del conjunt de processos i actuacions que es requereixen dur a terme contínuament per tal de garantir en tot moment un servei i una aigua de qualitat, donada la naturalesa crítica del servei, tant a nivell de la seva disponibilitat com del impacte en el benestar final de les persones.

Tota aquesta gestió implica una mobilització significativa de recursos tècnics i econòmics amb la necessitat de personal expert per tal de planificar, controlar i mantenir satisfactòriament i constantment el servei amb criteris de sostenibilitat i d'acord amb la normativa i regulació vigent.

És en aquest punt on el poder tenir a l'abast la possibilitat d'utilitzar tecnologies avançades i diferencials esdevé un element clau per facilitar als responsables la gestió i coordinació de manera eficient de totes les actuacions i recursos implicats.

I d'entre les tecnologies amb més potencial d'impacte sobresurt la Intel·ligència Artificial (IA) i les tecnologies basades en dades, com una de les grans aliades per desenvolupar solucions i sistemes que facin possible un ús sostenible i eficient d'aquest recurs escàs que és l'aigua, ajudant en

totes les fases del cicle integral de l'aigua, des de la captació, l'emmagatzematge i el transport, passant per la potabilització, la distribució, i el seu consum, fins al sanejament i reutilització.

També destacar que, tal i com s'assenyala en el present llibre blanc, Catalunya, degut a la seva idiosincràsia a nivell de condicions climàtiques i de disponibilitat de recursos hídrics, es pot dir que és capdavantera i reconeguda internacionalment per la seva recerca i desenvolupament de solucions innovadores en l'àmbit de la gestió del cicle de l'aigua, i que compta amb un ecosistema d'agents i proveïdors de qualitat amb capacitat també per oferir i posar a l'abast solucions basades en IA i en tecnologies de dades.

Per tant, es pot considerar que amb l'auge actual de les tecnologies de la IA i de les dades i la seva disponibilitat, i el repte que suposen els períodes de sequera i el seu agreujament per l'efecte del canvi climàtic és un molt bon moment per explorar i potenciar com aquestes tecnologies disruptives poden ajudar-nos a fer-hi front, permetent una gestió el més sostenible i eficient possible.

L'objectiu d'aquest llibre blanc és contribuir a **l'impuls i el foment de l'adopció i la incorporació de la IA** en els diferents processos de gestió i control, així com en l'operativa de servei de les organitzacions que treballen en el cicle integral de l'aigua, analitzant l'aplicabilitat de la IA per fer front als principals reptes del sector a curt i mig termini.

Objectius del document

Sensibilitzar entorn de la IA a l'aigua, especialment a les PIMEs (petites i mitjanes empreses).

Identificar i recomanar àrees i presentar casos d'ús d'exemple i amb potencial per on començar el camí en l'adopció de la IA.

Reflexionar al voltant de les barreres actuals i presentar les oportunitats que s'espera que derivin de la implementació d'IA.

Metodologia emprada

- El present document ha estat coordinat i redactat per consultors especialitzats en innovació i tecnologia del Centre Tecnològic Eurecat sota encàrrec i supervisió del CIDAI i els socis que el conformen.
- Per ampliar l'abast i perspectiva al desenvolupament d'aquest document s'han realitzat 15 entrevistes obertes a referents i experts del sector: especialistes d'IA, experts tecnològics i de domini, gerents d'organitzacions, PIMEs i empreses emergents i especialistes de grans empreses i operadors. Els entrevistats van ser seleccionats per ser considerats coneixedors del sector, tant per la seva vinculació professional com acadèmica, de manera que poguessin proporcionar informació rellevant sobre el sector. Les entrevistes han culminat amb una sessió de treball (Think Thank) per a reflexió i consens sobre reptes i actuacions. Les perspectives dels entrevistats han estat d'especial valor pels apartats reflexius del document com són la identificació de reptes i actuacions per l'adopció de la IA al sector aigua a Catalunya.

A qui va adreçat

Document enfocat a empreses, PIMEs, operadors que estiguin treballant en projectes del sector de l'aigua

Alhora, donar suport a tots els agents que estan – o volen estar - al corrent en l'evolució del sector de l'aigua a través de la implementació de tecnologies disruptives com és la IA (administracions públiques, associacions, entitats, associacions o organitzacions).

El sector de l'aigua, abast, pes, reptes i tendències



2.1. Abast del sector

El sector aigua inclou totes aquelles empreses, entitats i agents involucrats en la **gestió del cicle integral de l'aigua**, donant cobertura al conjunt de necessitats d'aigua de la societat per a ús domèstic, industrial, agrícola, ambiental i serveis, des de la seva captació, emmagatzematge, transport, potabilització, distribució, ús i reutilització i sanejament, fomentant el seu ús sostenible. En el sector hi ha diferents segments de negoci:

- Serveis d'operació
- Disseny i/o fabricació d'equips, productes i solucions
- Serveis intensius en coneixement (laboratoris, consultories, enginyeries, constructores)

En el cicle integral de l'aigua es requereix un conjunt d'infraestructures que permetin emmagatzemar, potabilitzar, distribuir, depurar i reutilitzar l'aigua, així com un model de gestió integral de les infraestructures.

En el llibre blanc ens centrem especialment en els SERVEIS D'OPERACIÓ de les etapes del cicle de l'aigua: captació, potabilització, distribució i drenatge, tractament, reutilització, així com la gestió.

La Figura 1 mostra les diferents fases del cicle de l'aigua, així com les activitats que integren. Al centre les tecnologies de les dades i la IA, que com es mostra en aquest llibre blanc poden aportar valor en totes les fases.

La primera fase del cicle integral de l'aigua correspon a la fase de **subministrament**, que integra les diferents activitats de captació, eventual emmagatzematge en embassaments, el seu transport fins als municipis i en ocasions també el tractament de potabilització. L'aigua s'obté de les fonts d'origen (embassaments, rius, aqüífers o aigua de mar) i es transporta fins als dipòsits municipals. Aquesta fase s'anomena "aigua en alta" i és regulada per les Confederacions Hidrogràfiques o Agències de l'Aigua, que són organismes públics que gestionen l'aigua a nivell de la conca o demarcació hidrogràfica, segons marca la Directiva

Marc de l'aigua. La gestió de l'aigua en alta és realitzada majoritàriament per empreses públiques que planifiquen les inversions i operen les infraestructures, com embassaments amb les seves preses i les conduccions d'aigua en alta, així com la millora o preservació del bon estat químic i ecològic de les masses d'aigua. El consum agrícola i el de grans indústries o centrals elèctriques es gestiona en aquesta fase del cicle. En aquest cicle hi ha les xarxes supramunicipals, que són xarxes d'abastament en alta que donen servei a més d'un municipi, distribuint l'aigua als municipis fins als dipòsits municipals.

Un cop transportada l'aigua hi ha la fase de "aigua en baixa" o cicle de l'aigua urbà, que comença amb la cessió de l'aigua als municipis a on es realitza el tractament o potabilització (alguns cops la potabilització es pot realitzar abans del transport), i la seva distribució entre els consumidors urbans, tant domèstics com industrials. A continuació l'aigua **s'utilitza** (es realitzen les mesures de consum, previsions de necessitat d'aigua, etc.). Finalment l'aigua s'inicia la fase de **sanejament**, que integra la recollida mitjançant la xarxa de clavegueram o drenatge urbà. Aquesta xarxa habitualment també recull les aigües pluvials ("xarxa unitària") i acaba en grans col·lectors, anomenats interceptors, que poden recollir aigües de diversos nuclis i les porten fins al seu tractament en les plantes de depuració, per poder-les retornar al medi. En algunes d'elles es realitza un tractament més avançat per permetre una reutilització directa per a usos industrials, agrícoles, ambientals, lúdics o municipals (rec de jardins, neteja de carrers, ornamentals, i d'altres no de consum). Actualment Catalunya compta amb més de 500 depuradores públiques, gestionades per l' Agència Catalana de l'Aigua (ACA), per altres administracions o per concessions a empreses. L'explotació, el manteniment i les millores d'aquestes plantes es financen a través del cànon de l'aigua.

Les infraestructures principals en la fase d'aigua en baixa són les potabilitzadores, que també es coneixen com ETAP (estació de tractament d'aigua potable), les dessalinitzadores o ITAM (instal·lació de tractament d'aigua de mar), les depuradores o EDAR (estació de depuració d'aigua residual), les ERA (estació regeneradora d'aigua) i les xarxes de distribució i clavegueram, que habitualment inclouen estacions de bombament (EBA) per donar-li pressió a la xarxa o elevar l'aigua.

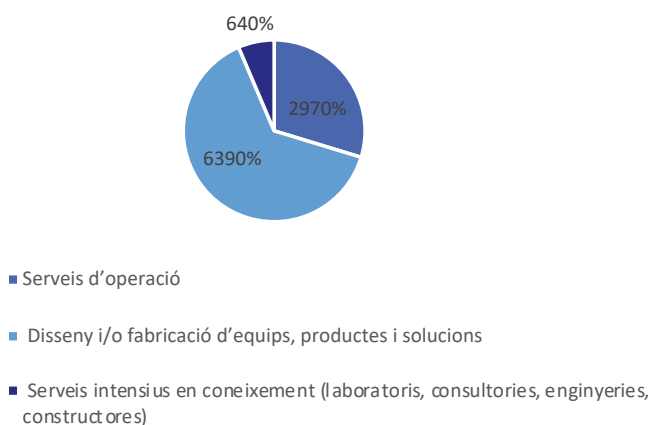
2.2. Pes del sector de l'aigua a Catalunya

D'acord amb l'estudi del sector de l'Aigua a Catalunya¹ el sector de l'aigua està format per **505 empreses** que suposen un volum de negoci exclusivament vinculat al sector de l'aigua de **5.010M€**, una xifra que representa el **2,1%** del PIB català i ocupen a 26.505 treballadors.

El 91,5% de les empreses del sector de l'aigua són pimes i el 88% són empreses constituïdes fa més de 10 anys. El sector presenta una gran concentració, perquè les grans empreses del sector (un 8,5% de les 505 empreses) concentren el 65,3% del volum de negoci total i el 60,9% dels treballadors. El 39% de les empreses del sector de l'aigua són exportadores i el 10,7% tenen filial a l'estranger.

El segment de disseny i fabricació d'equips, productes i solucions pel cycle integral de l'aigua concentra la massa crítica més rellevant del sector, amb un volum de facturació del 63,9%, seguit del segment serveis d'exploració del cycle integral de l'aigua (29,7%). En darrer terme trobem de segment de serveis intensius en coneixement (6,4%).

Figura 2. Percentatge volum de facturació del sector.



Font: CWP, 2021

D'acord amb l'estudi elaborat per ESADE CREAPOLIS²

1 CWP, 2021. Es publica un estudi del sector de l'aigua a Catalunya <http://www.cwp.cat/en/se-publica-un-estudio-sobre-el-sector-del-agua-en-cataluna-el-cual-representa-5-010m-e-el-21-del-pib-catalan/>

2 CWP, 2021. Es publica un estudi del sector de l'aigua a Catalunya <http://www.cwp.cat/en/se-publica-un-estudio-sobre-el-sector-del-agua-en-cataluna-el-cual-representa-5-010m-e-el-21-del-pib-catalan/>

el sector en el període 2016-2018 ha tingut una evolució positiva en termes de facturació, on hi ha hagut una millora amb un creixement del 8,95% del CAGR (taxa de creixement anual composta), i molt especialment en el darrer any analitzat, de la mà sobretot dels sectors més industrials i relacionats amb el disseny i fabricació de productes per a tot el cycle de l'aigua.

Els principals sectors de la demanda són: agricultura, industrial i domèstic. Els sectors industrials més intensius en consum d'aigua per empresa, i contaminació a l'aigua per empresa són el sector químic, farmacèutic, cautxú i plàstic; el sector alimentació i begudes; el sector paperer i arts gràfiques; i el sector metal·lúrgic.

A nivell espanyol el consum d'aigua en alta a Espanya va assolir el 2014 32.900 milions de m³ i ha mostrat una tendència descendent en els últims anys caient un 7% entre el 2008 i el 2014. Aquesta reducció del consum es pot explicar per factors conjunturals, com va ser la crisi econòmica, i per tendències més estructurals, com la millora de l'eficiència en els sistemes de reg, o els canvis en els hàbits dels consumidors més conscienciats amb el problema de l'escassetat. El mercat urbà ("en baixa") és responsable del 14% del consum total d'aigua (l'agricultura és el principal sector consumidor d'aigua amb un 67%). Tot i això en termes de valor econòmic i de nombre de consumidors és el segment més rellevant.

Segons dades del XVI Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento³ del 2020 el consum mitjà domèstic a l'estat continua la tendència a la baixa i passa dels 132 als 128 litres per habitant i dia, entre els més baixos d'Europa. A Catalunya és encara més baixa, 117 litres persona/dia i a l'àrea metropolitana de Barcelona només 108 litres persona/dia, molt a prop del 100 litres mínims que recomana l'OMS. La distribució de l'aigua urbana ("en baixa") és la següent: 68% és d'ús domèstic, el 14% es dedica al consum industrial i comercial i el 17% restant assigna a altres usos, com ara els municipals o institucionals.

El sector s'enfronta a diferents reptes, com es veurà a continuació, i es considera fonamental el suport a la recerca i la innovació. A Catalunya es va crear el Clúster Català de l'Aigua (CWP), entitat que agrupa **empreses i centres de** recerca i desenvolupament

3 Asociación Española de Abastecimientos de Agua, 2021. XVI Estudio sobre el Suministro de agua potable y saneamiento en España <https://www.aeas.es/component/content/article/52-estudios/estudios-suministro/185-xvi-estudio-nacional-aeas-aga?Itemid=101>

centrats en el domini de la gestió de l'aigua al llarg del seu cicle de vida, per tal de millorar la competitivitat del sector i la millora continuada de l'eficiència i la sostenibilitat en l'ús **de l'aigua**. El passat 22 de març del 2022 es va aprovar el Projecte Estratègic per a la Recuperació i Transformació Econòmica (PERTE) de Digitalització del Cicle de l'Aigua, amb l'objectiu de transformar i modernitzar el sector de l'aigua, fomentant l'ús de les noves tecnologies en el cicle integral de l'aigua, per tal de millorar-ne la gestió, augmentar-ne l'eficiència, reduir les pèrdues a les xarxes de subministrament i avançar en el compliment dels objectius ambientals marcats per la planificació hidrològica i les normatives internacionals. El projecte planifica mobilitzar més de 3.000 milions d'euros, entre fons públics i privats, i s'estima que crearà al voltant de 3.500 llocs de treball, obrint nous nínxols professionals al sector. Disposa de diferents línies d'actuació, essent les millors dotades les destinades als sistemes de gestió de l'aigua, tant al cicle urbà com al regadiu i la indústria. També contempla la creació de l'Observatori de la Gestió de l'Aigua i es preveu crear un segell de qualitat per aquelles organitzacions que realitzin millors pràctiques en la gestió hídrica.



2.3. Reptes i tendències del sector de l'aigua

L'aigua és un bé essencial i escàs, tant per les persones com per l'activitat econòmica de qualsevol sector. Garantir el subministrament d'aigua, de qualitat i accessible a tothom, és un dels recursos imprescindibles per aconseguir un món desenvolupat, tal i com posa en relleu l'ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides) número 6: *Aigua neta i sanejament*. Aquest ODS demana l'accés a l'aigua potable, com també el sanejament i la gestió d'ecosistemes d'aigua dolça, essencials per a la salut humana, la sostenibilitat ambiental i la prosperitat econòmica. Promou l'accés universal, equitatiu i a un preu assequible a l'aigua potable i als serveis de sanejament i higiene adequats. D'altra banda, es tracta la millora de la qualitat de l'aigua i augmentar-ne substancialment el reciclatge i la reutilització en condicions de seguretat, així com d'utilitzar de manera eficient els recursos hídrics i protegir i restablir els ecosistemes relacionats amb l'aigua, inclosos els boscos, les muntanyes, els aiguamolls, els rius, els aqüífers i els llacs.

Tot i haver-hi prou aigua dolça al planeta per aconseguir aquest objectiu, el repartiment geogràfic d'aquesta aigua no és uniforme. D'acord amb les Nacions Unides⁴ s'espera que per a l'any 2050 almenys un 25% de la població mundial visqui en països on hi hagi escassetat crònica d'aigua dolça. De fet, la sequera és un factor que afecta diversos dels països més pobres del món i que empitjora les situacions de gana i de salut dels seus ciutadans.

D'aquesta manera el sector ha de fer front els propers anys a reptes vinculats fonamentalment en la sostenibilitat en el consum i gestió de l'aigua, causats principalment pels efectes del canvi climàtic, l'augment de població, les migracions a les ciutats, i també al grau de desenvolupament de les infraestructures que permeten emmagatzemar, potabilitzar, distribuir i depurar, així com el seu model de gestió.

4 Naciones Unidas, 2015. Agua Limpia y Saneamiento <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/agua-limpia-y-saneamiento>

2.3.1. Reptes

2.3.1.1. Efectes del canvi climàtic

Les modificacions del clima tenen un efecte directe sobre el cicle hidrològic, produint alteracions a la distribució, intensitat i durada de les precipitacions. Es preveu que hi hagi més períodes de sequera, seguit de fortes precipitacions i inundacions.

En moltes àrees s'ha suavitzat el contrast estacional, però, per contra, es registren canvis tèrmics bruscos. Això donarà lloc a notables alteracions en els fenòmens de transferència de l'aigua entre els sòls, les masses d'aigua i l'atmosfera. Tot això, al seu torn, modificarà la dinàmica atmosfèrica i oceànica, produint així una retroalimentació del sistema, generant una sèrie d'impactes entre els quals s'inclouen la reducció neta de les reserves d'aigua dolça, la pèrdua de qualitat de les masses d'aigua, l'augment de la vulnerabilitat d'aqüífers, la contaminació geogènica de l'aigua subterrània, les inundacions i les modificacions en la distribució espacial i temporal del recurs hídric.

La calor extrema té un efecte directe sobre el medi ambient, ja que augmenta les necessitats hídriques de la vegetació, provoca canvis en les captacions de l'aigua i produeix un augment de la temperatura de l'aigua.

Tant les fortes precipitacions com les sequeres tenen un impacte negatiu en la qualitat de l'aigua. Les precipitacions intenses de curta durada impliquen un major volum d'aigua que s'escola respecte la que s'infiltra, i per tant, una menor recàrrega en els aqüífers, i també que les corrents fluvials i altres masses superficials d'aigua rebin una major càrrega de sediments i altres substàncies que alteren la qualitat d'aigua, essent més tòrbida i podent produir un augment de zones vulnerables per nutrients.

Les sequeres poden provocar una pèrdua de la coberta vegetal i l'erosió dels components dels sòls, i una reducció dràstica de l'aigua dels embassaments i altres reserves. Al seu torn això pot causar la degradació del medi dels ecosistemes, per exemple l'augment de la calor accelera el procés d'estratificació de l'aigua (i es poden separar les capes d'aigua de menor a major temperatura) i pot reduir l'oxigen al medi, de manera que pot tenir un impacte directe pels peixos i altres espècies. Si aquestes espècies moren en massa podrien contaminar l'aigua en podrir-se. Un altre cas és aquell en què la calor també pot produir un augment d'algues que generin substàncies potencialment tòxiques pel medi.

D'aquesta manera les infraestructures hídriques són vulnerables a les condicions climàtiques extremes, provoquen que les infraestructures i la gestió de la demanda siguin més complexes i costoses. El seu impacte a la vegada pot ser molt diferent d'un indret a un altre.

2.3.1.2. Increment i desequilibri de la demanda de l'aigua

S'estima que l'any 2050 la demanda d'aigua augmenti un 55%⁵, degut al creixement demogràfic, al desenvolupament econòmic (demanda de la indústria i del sector agrícola principalment) i als canvis en els patrons de consum (dieta i estils de vida).

L'augment de la població provoca una necessitat major de l'aigua i altres recursos, però no es distribueix uniformement, ja que també s'estima que hi haurà un augment de la concentració de persones a les ciutats, causat per factors geopolítics i econòmics. Entre ells, l'escassetat de l'aigua ha provocat l'abandonament de cultius i la migració de les persones que vivien al camp. Actualment, el 54% de la població mundial, uns 4.400 milions d'habitants, viu a les ciutats, i és previst que augmenti fins arribar els 7.000 milions al 2050, el que suposarà de l'ordre d'un 70% de la població mundial⁶. En el cas de Catalunya, dos terços de la seva població habita ja a la regió metropolitana, uns 5 milions de persones. L'augment de la població i la seva distribució en grans urbs conduiran a un estrès hídric (la demanda d'aigua és més alta que l'aigua disponible durant un període de temps), que els gestors hídrics han d'anticipar i preveure per resoldre com poder proporcionar aigua de qualitat, tant per l'ús domèstic com industrial o agrícola.

2.3.1.3. Escassetat d'aigua dolça de qualitat

La qualitat de l'aigua està determinada per les seves característiques químiques, físiques i microbiològiques. Depèn de factors com la temperatura, el contingut mineral dissolt en ella i la quantitat de microorganismes que conté. Quan aquests tres paràmetres que acabem d'esmentar canvien per culpa de la contaminació, la qualitat de l'aigua es veu afectada.

L'impacte de l'activitat humana afecta directament la qualitat de l'aigua, alterant-la de diferents mane-

5 AQUAE, 2023. ¿Cuál será la situación del agua en 2050? <https://www.fundacionaquae.org/el-agua-en-2050/>

6 Banco Mundial. Desarrollo urbano. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>

res. L'activitat industrial pot provocar residus i deixalles que, si no es tracten correctament, poden causar efectes negatius al medi. L'ús inadequat o abusiu de químics i nutrients en l'agricultura i ramaderia (fertilitzants, pesticides, etc.) pot deteriorar la qualitat de l'aigua. Les pràctiques inadequades de fertilització, junt a una mala gestió del purins de les granges, especialment habituals a dècades passades, provoca la infiltració de nitrats als aquífers, contaminant aquest recurs estratègic. La desforestació causa l'aparició de bacteris i sediments sota el sòl i la contaminació de l'aigua subterrània.

D'aquesta manera la reducció de la qualitat de l'aigua és una preocupació mundial que afecta directament en els costos del tractament i subministrament d'aigua, redueix el volum d'aigua disponible i afecta la salut ambiental.

Caldrà, per tant, disposar de solucions sociopolítiques i tecnològiques de gestió sostenible per actuar sobre el cicle de l'aigua i reduir l'impacte de l'activitat humana, que incentivin la regeneració i reutilització de l'aigua.

2.3.1.4. Envelliment del parc d'infraestructures i dèficit d'inversió

Les infraestructures actuals de l'aigua estan envellint, amb el risc de no complir els nivells de qualitat requerits per la legislació europea, cada cop més estrictes, dels serveis d'abastament i sanejament. La situació reguladora actual provoca que les tarifes de l'aigua no permeten cobrir la totalitat dels costos operatius del sistema, i, per tant, hi ha un dèficit d'inversió i un envelliment del parc d'infraestructures, especialment en el sanejament, més concretament en la manca d'instal·lacions per a la depuració d'aigües residuals, fonamentalment en municipis de mida petita i mitjana.

Directament relacionat amb l'envelliment de les infraestructures hi ha la pèrdua d'aigua per fuites. Convé explicar que el concepte d'aigua no registrada (ANR) inclou fuites d'aigua reals i altres aparents. Les segones són subcontatges, consums no comptabilitzats (alguns serveis municipals, bombers, etc), i el frau. Les pèrdues aparents suposen pèrdues econòmiques, però no de recurs. Les fuites reals suposen de mitjana un 14% del total de l'aigua subministrada, i les aparents un 10% més. Segons l'AEAS (*Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento*), la tendència general és que les xarxes de les grans ciutats estan més optimit-

zades que les de municipis més petits, sense tants recursos, tot i que les situacions són variades. Les pèrdues els costen als gestors d'aigua grans sumes de diners, no sols pel que deixen d'ingressar, sinó també pel cost de tractament i de bombament de l'aigua que es filtra al sòl. Però no es tracta només del cost econòmic directe. En una situació de sequera, que requereix l'esforç de consumidors, sectors industrials i sector primari, implica que sigui indispensable evitar el malbaratament d'aquest recurs cada cop més escàs.

Fora del perímetre urbà, l'agricultura, que es el gran consumidor d'aigua a nivell general, presenta unes pèrdues molt rellevants, de l'ordre del 50%, segons el tipus de sistema de transport (canal a cel obert) i de reg a finca (a manta). La inversió en modernització dels regadius és per tant una peça clau per l'ús eficient del recurs.

La inversió prevista –tant en pressupostos generals, com en el pla de recuperació europeu o els plans locals d'inversió– continua sent insuficient per la renovació i la construcció d'infraestructures d'aigua, si volem aconseguir els objectius mediambientals, mantenir la qualitat, la sostenibilitat dels serveis i afrontar els reptes futurs com el compliment dels ODS, la lluita contra el canvi climàtic i la protecció de les següents generacions.

2.3.1.5. Aspectes reguladors

En el cas de l'aigua hi ha tants reguladors com ajuntaments, de manera que a l'actualitat es comptabilitzen més de 8.000 interlocutors a nivell estatal. La tarifa de l'aigua és complexa i també molt variable a nivell espanyol, actualment a l'estat hi ha més de 30 cànons diferents per l'aigua. Les tarifes domèstiques troben una diferència de fins a 300% entre la més econòmica i la més cara, fins i tot dins de la mateixa comunitat autònoma. També s'ha de sumar els abastaments propis que tenen una altra regulació.

A nivell de normatives n'hi ha que afecten el sector tant de nivell comunitari, com per exemple l'acord de París demanda reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 40% com a mínim l'any 2030 respecte les del 1990, com els decrets lleis nacionals que afecten els sectors, com el de la qualitat de l'aigua, el de subcontractació, i el de residus, encara per resoldre's. Aquesta complexitat normativa genera incertesa i és una barrera d'entrada al mercat. S'espera que els reals decrets impliquin l'adopció de noves tecnologies per poder gestionar i mesurar els límits establerts en matèria d'aigua

i residus. Tot i això s'espera que els reials decrets impliquin l'adopció de noves tecnologies per poder gestionar i mesurar els llindars establerts en matèria d'aigua i residus.

2.3.2. Tendències

Com s'ha comentat, es preveu que al 2050⁷ hi hagi un augment de persones vivint en nuclis urbans on hi ha nivells més alt d'escassetat d'aigua, això comportarà un creixement de la demanda hídrica, i també un increment dels riscos d'inundacions.

Les tendències dels agents del sector de l'aigua s'encaaminen a buscar opcions alternatives i implementar solucions que permetin una millora de la gestió del cicle de l'aigua per fer front als reptes actuals. El principal pilar d'aquesta estratègia de millora es troba en la creixent digitalització transversal de totes les operacions del cicle de l'aigua. Els avenços tecnològics en sensòrica, comunicacions i processament de dades són claus en l'ús de l'aigua més eficient. Les tecnologies basades en les dades i la IA, la Internet de les coses i la computació al núvol faciliten analitzar, automatitzar, adaptar i millorar en el temps real processos del cicle de l'aigua, anticipar i mitigar riscos i fuites a les xarxes de distribució i detectar de manera primerenca altres anomalies de la gestió del cicle de l'aigua. En definitiva la Intel·ligència Artificial pot acompanyar la planificació i gestió dels processos del cicle de l'aigua en totes les seves fases

2.3.2.1. Digitalització

Digitalitzar la informació del cicle de l'aigua és la base per poder disposar de dades i aplicar solucions tecnològiques que millorin la seva eficiència. En totes les fases del cicle de l'aigua es poden generar dades: a la conca, a la captació, potabilització, distribució, recollida i tornada al medi i reutilització. Cada cop se'n generen més, i de més qualitat, i una de les tendències del sector es centra en les oportunitats de millorar que suposa l'explotació analítica d'aquests grans volums de dades.

Aquesta tendència fa anys que s'havia iniciat però es preveu que s'estimuli amb el PERTE de Digitalització

⁷ Idrica, 2023. Water Technology Trends 2023. <https://www.idrica.com/wp-content/uploads/2023/02/Idrica-Water-Technology-Trends-2023-ES.pdf>

lització del cicle de l'aigua, que, com ja s'ha esmentat, va ser anunciat el març del 2022 i pretén impulsar l'ús de les noves tecnologies de la informació i comunicació en el cicle integral de l'aigua. El PERTE finançarà programes d'ajuts per impulsar la digitalització dels diferents usuaris de l'aigua. L'objectiu principal d'aquestes subvencions és avançar en la protecció del medi ambient, la millora de la gestió dels recursos hídrics i la lluita contra el canvi climàtic i el repte demogràfic.

El desplegament de xarxes de sensors connectats (per exemple, mitjançant tecnologies sense fil com 5G) en instal·lacions hídriques (depuradores, plantes de tractament i potabilització, dipòsits, preses, etc.) així com en xarxes de distribució (canonades i bombaments) i fins i tot en entorns naturals relacionats amb l'aigua (rius, pantans, llacs, aqüífers, zones costaneres, etc.), permetrà una monitorització gairebé en temps real de l'estat de les infraestructures, la pertinença dels tractaments i actuacions i en definitiva, la qualitat de l'aigua. A més, aquestes xarxes de sensors estan produint ja una quantitat massiva de dades, imprescindible pel desenvolupament d'aplicacions basades en dades i IA que integrin models molt més precisos i que tinguin en compte una varietat de factors molt més gran que en les aproximacions actuals.

2.3.2.2. Telelectura

La telelectura és un sistema de mesura del consum d'aigua en temps real que ha de permetre amplificar enormement la visibilitat sobre el funcionament de la distribució d'aigua potable i reduir el volum d'aigua no registrada. Els comptadors de telelectura s'utilitzen tant per l'ús domèstic, com per l'industrial o per l'agrícola.

A Espanya hi ha 21,6 milions de comptadors d'aigua dels quals el 72% té una antiguitat inferior als 10 anys. Pel que fa a la telelectura, s'aprecia un augment significatiu d'aquesta tecnologia situant-se com a mitjana al 16,4%. En àrees metropolitanes el percentatge de telelectura se situa al 19,2%.

En el cas agrícola el desplegament de la telelectura pot permetre mesurar de manera remota i en temps real el cabal de l'aigua consumit a cada parcel·la, sense la necessitat de contractació d'un sistema de peritatge manual on el temps requerit, les despeses econòmiques i la probabilitat d'imprecisió en les dades o errors humans és més gran. La implantació de la telelectura continua sent un tema pendent per a la majoria de les comunitats de regants. Tot i que

aquesta tecnologia és una de les claus per impulsar l'eficiència en el reg, és freqüent que la inversió inicial que implica sigui assumible només a través de subvencions públiques. Com passa a l'àrea d'aigua potable, aquest avenç millorarà la gestió del cycle de facturació: la lectura, la facturació i el cobrament. Addicionalment, la disponibilitat de dades de consum en temps real pot recolzar, mitjançant l'aplicació algorítmica avançada, el control de l'aigua no registrada i la previsió de demanda.

2.3.2.3. Gestió centralitzada i automatització

La gestió centralitzada i automatitzada dels recursos hídrics és una de les oportunitats amb major potencial per millorar l'actual situació hídrica, especialment per poder fer front als esdeveniments extrems (precipitacions, inundacions, sequeres...). És necessari, però, integrar la informació dels diferents processos, independentment del proveïdor i gestor, per tal de realitzar un control més eficient, intel·ligent, preventiu i automàtic.

Les gestores estan apostant per implantar solucions tecnològiques intel·ligents que permeten reduir danys i costos dels fenòmens extrems. A través de la implantació de sensòrica, i la integració de fonts i sistemes addicionals com la telemesura, els SIG (sistemes d'informació geogràfica) i els SCADAs (sistema de supervisió, control i adquisició de dades que ajuda a millorar la presa de decisions en remot), els operadors tenen un volum d'informació disponible cada vegada major per millorar la presa de decisions. Mitjançant l'anàlisi de dades històriques fent servir models de predicció meteorològica i hidrològica, les solucions emprades identifiquen possibles esdeveniments no desitjats i poden realitzar alertes primerenques i automatitzar certs processos.

L'automatització facilita la gestió, millora les operacions, redueix costos del cycle de l'aigua, especialment a les infraestructures hídriques (plantes potabilitzadores i depuradores), maximitza l'eficiència, amb importants beneficis econòmics i mediambientals, gràcies a la reducció de costos i del consum energètic.

2.3.2.4. Bessó digital

Un bessó digital (de l'anglès Digital Twin) és la representació virtual d'un objecte, procés o servei físic. L'anàlisi dels grans volums de dades històriques

d'operacions permet construir models d'alta precisió que representen amb molta exactitud el procés real. En el context del cycle de l'aigua el bessó digital és una còpia virtual de les infraestructures hídriques que en simula el comportament, i ajuda a prendre millors decisions gràcies a la visió holística que proporciona del sistema, i la capacitat de simulació d'escenaris reals i ficticis.

D'aquesta manera, les operadores de l'aigua poden analitzar per endavant la resposta de la xarxa davant els esdeveniments clau per l'operació i valorar diferents escenaris d'actuació.

2.3.2.5. Sensors virtuals

Els sensors virtuals o *soft sensors* són models de dades que utilitzen les mesures de sensors físics i processa les entrades per calcular un paràmetre d'interès del que no es disposa d'una mesura directe. Els sensors virtuals utilitzen tecnologies d'IA com l'aprenentatge profund per descobrir les relacions entre diferents variables per a inferir els valors de la variable desitjada. Generalment aquest tipus de sensors proporcionen alternatives viables i econòmiques a instruments de mesura costosos i poc àgils, o fins i tot, possibiliten la mesura indirecta de propietats físicament no mesurables. Aquests sensors poden mesurar diferents variables, per exemple la quantitat de nitrogen base mesurant la conductivitat aparent, o la presència de microorganismes com l'*Escherichia.coli* a partir d'altres sensors físics.

2.3.2.6. Diversificació i alternança de fonts d'aigua

La protecció i el consum sostenible de l'aigua és un dels pilars dels ODS de l'aigua. La sostenibilitat entesa en poder fer ús dels recursos naturals sense comprometre a les generacions futures, obliga a impulsar la reutilització de l'aigua.

La regeneració i posterior reutilització d'aigua consisteix en implementar un tractament terciari a l'aigua depurada per a usos diferents dels relacionats amb l'aigua de consum humà, com ara usos agrícoles, industrials (refrigeració), municipals (com neteja urbana), o el reg de camps de golf i la injecció d'aigües a aqüífers.

La regeneració d'aigües residuals tractades consisteix en una combinació de processos químics i/o físics per augmentar-ne la qualitat i, sobretot, destruir o inactivar els patògens presents.

L'escassetat hídrica i l'alternança de períodes d'inundacions obliga a la cerca de noves fonts d'aigua i a la seva diversificació en funció de la situació climàtica.

Les noves tecnologies desenvolupades tant per l'extracció com per la purificació de l'aigua permeten utilitzar noves fonts d'aigua com la recollida de l'aigua de la pluja, la captada del mar, l'obtinguda de la boirina, i també de fonts com rierols i petits aqüífers subterranis. A l'actualitat la captació d'aigües pluvials, sostres verds i altres infraestructures verdes està guanyant interès en alguns entorns urbans.⁸ Això té un impacte positiu en la reducció del consum de l'aigua, del risc d'inundacions mitjançant una millora i descentralització de l'emmagatzematge, reduir el consum d'energia amb la refrigeració per evaporització i millorar l'entorn urbà.

A Catalunya, el Pla Hidrològic de Conca preveia incrementar el nombre de plantes dessalinitzadores, i més recentment, el Parlament de Catalunya ha aprovat la tramitació de la Llei de mesures extraordinàries i urgents per afrontar la situació de sequera excepcional a Catalunya, que avança en el temps la construcció de les dessalinitzadores previstes (ampliació ITAM Torredra i construcció ITAM Foix), així com altres obres que

⁸ Nacions Unides, 2016. Informe Mundial sobre el Desenvolupament dels Recursos Hídrics (WWDR) <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210047166c021/read>

permeten tenir un sistema amb més resiliència, impulsant particularment obres de regeneració.

Respecte la diversificació, es contempla dosificar durant l'any l'ús d'aigües superficials (rius i reservoris) amb les aigües subterrànies (aquífers), per tal de no sobre explotar els aquífers durant temps de sequera. Durant els períodes de precipitacions es trasllada aigua dels rius als aquífers per augmentar la seva disponibilitat en períodes de sequera.

2.3.2.7. Conscienciació i empoderament ciutadà

Les noves tecnologies digitals han facilitat l'empoderament de la ciutadania en tots els àmbits, i el de l'aigua no és una excepció. Ens trobem en un moment que les informacions sobre el canvi climàtic dels mitjans de comunicació i xarxes socials ha contribuït de manera important a la conscienciació ciutadana sobre el problema de l'aigua i es vol actuar.

Els consumidors volen tenir el control de la gestió pròpia de l'aigua, tant els d'ús domèstic com industrial o agrícola, per poder prendre les mesures adients.

També és important el concepte de transparència de les dades, coneixent exactament quines dades s'emmagatzemen i analitzen, assegurant la privadesa de les dades dels usuaris.



La IA com a factor de transformació de l'Aigua



Les tecnologies basades en les dades i la IA faciliten un vector de transformació d'alt potencial en tot el cicle de l'aigua. Gràcies a aquestes tecnologies es pot millorar la gestió de l'aigua des d'una perspectiva de desenvolupament sostenible i intel·ligent.

Es poden trobar aplicacions de les solucions basades en la IA en tot el cicle integral de l'aigua: optimització dels recursos hídrics, reducció de l'aigua no registrada, optimització dels processos de tractament de l'aigua a les plantes potabilitzadores i depuradores, reducció dels costos energètics implicats, fer front a situacions de crisi, supervisar i gestionar les xarxes d'aigua i clavegueram, i fins i tot facilitar la governança i participació dels usuaris.

Tot seguit mostrem les oportunitats de la IA en tot el cicle integral de gestió de l'aigua. En un primer apartat es tracten com un conjunt les infraestructures hídriques tant d'alta com baixa, perquè es tracte de solucions transversals, i en els següents apartats es mostren les oportunitats específiques de l'aigua en alta (abstracció i emmagatzematge) i agricultura, i en baixa (característiques específiques de les potabilitzadores, xarxes de distribució, el consum i sanejament).



3.1. Oportunitats de la IA a la gestió d'infraestructures hídriques

En aquest apartat es tracten les solucions tecnològiques que es troben als embassaments, plantes potabilitzadores, depuradores i regeneradores.

Fa anys ja que aquestes infraestructures emmagatzemen dades gràcies als sistemes SCADA en línia, proporcionant a les sales de control informació sobre els processos de tractament de les aigües. La monitorització en temps real dels diferents paràmetres permeten als gestors prendre decisions i respondre de forma semi automatitzada a les alertes.

3.1.1. Modelització d'infraestructures

Moltes de les tècniques de la IA permeten crear models que simulen de manera encertada el comportament de sistemes complexos no lineals com són els sistemes hídrics. La generació d'aquests models proporciona la base per la creació d'un bessó digital ja que es comporta com una rèplica virtual dels sistemes reals amb els que podem experimentar modificant els seus paràmetres d'operació, o bé fer simulacions d'escenaris futurs (escenaris *What if* ("què passaria si") i així poder visualitzar què passaria en diferents situacions, per exemple simulant quin seria l'impacte sobre la terbolesa a una depuradora durant un episodi d'inundacions. És una eina que permet observar les capacitats que disposen les infraestructures, establir marcs d'actuació i plans de contingència per situacions anòmales i optimitzar els recursos (consum i costos) sense afectar la qualitat de l'aigua.

El bessó digital també permet reduir costos (en termes de temps i econòmics) quan cal valorar possibles noves millores o canvis en els sistemes, ja que es poden realitzar en forma de simulació en comptes de realitzar-les físicament.

3.1.2. Suport a la presa de decisions

La recollida de dades permet tenir un històric amb el qual les tecnologies de la IA poden informar millor de com operar i fer recomanacions per millorar les operacions, el manteniment i la planificació. L'ús de diferents tècniques d'IA (com els sistemes

intel·ligents de suport a la presa de decisions, o els models de manteniment predictiu, preus dinàmics, etc.) permet crear sistemes d'ajuda a la gestió de recursos hídrics combinant models predictius obtinguts amb diferents tècniques d'aprenentatge automàtic com les xarxes neuronals artificials o els classificadors i algorismes d'optimització multicriteri, entre d'altres, per aconseguir models que tinguin en compte diferents objectius, en alguns casos fins i tot contradictoris. Aquestes solucions analitzen, prediuen, recomanen i prioritzen les accions i ajuden als gestors hídrics a aconseguir governar l'operativa del dia a dia. Entre aquests sistemes, els Sistemes Intel·ligents de Suport a la Presa de Decisions (IDSSs), operen amb dades obtingudes de sèries històriques grans i de les xarxes de sensors desplegades, més informació de context i ofereixen recomanacions mitjançant entorns de visualització d'alt poder informatiu, simplificant la presa de decisions i ajudant en la interpretació les dades en què aquestes es basen.¹

Una de les àrees on s'han desenvolupat tècniques d'anàlisi de dades i IA és pel manteniment predictiu de sistemes de tractament d'aigua, que recullen informació de sensors i poden anticipar-se a fallades, maximitzen la vida útil dels equips, optimitzen les condicions de funcionament, eviten l'aparició de problemes en les plantes de tractament que degraden la qualitat de l'aigua (com escumes, algues etc.). Els IDSS poden donar suport a decisions de diferents nivells, des de les més operatives a les estratègiques, passant per les tàctiques, i en certes ocasions han sostingut decisions estratègiques relacionades amb el disseny i desplegament de les infraestructures i no tant amb la monitorització.

3.1.3. Gestió intel·ligent d'inversió en infraestructures

L'impuls de l'IoT, l'explotació i anàlisi de dades històriques gràcies al Big Data i les tècniques basades en dades i IA en la gestió del cicle de l'aigua és un pas endavant cap el concepte de ciutats i regions intel·ligents.

L'ús de diferents tècniques basades en les dades i la IA serveixen per dissenyar sistemes que abarateixen costos de construcció i operació d'infraestructures

¹ Decisiones en los sistemas de saneamiento: un poco de ayuda. M. Poch, U. Cortés, J. Comas, I. Rodríguez-Roda, M. Sánchez-Marré. UdG Servei de Publicacions. 2012. ISBN 978-84-8458-382-0

del cicle de l'aigua. Les eines d'informació geogràfica de precisió i mapes predictius serveixen per la planificació d'actuacions de millora, reparació, sanejament i per la creació de noves instal·lacions. També es pot comptar amb solucions basades en IA per la gestió d'infraestructures que possibiliten pronosticar canvis en els patrons climàtics, de manera que es poden realitzar prediccions de sequeres i inundacions. En el cas de tempestes com el Glòria es van fer malbé moltes instal·lacions i no es va poder reaccionar amb prou rapidesa. Per exemple, per activar sistemes descentralitzats de tractament per emergències son necessaris uns dies per posar-se en marxa a ple rendiment.

La integració i interoperabilitat dels diferents components del cicle de l'aigua pot arribar a realitzar la generació de models complexos que avaluen l'impacte de les polítiques de gestió dels recursos hídrics. També és important avançar cap a la interoperabilitat dels diferents sistemes, per tal de poder disposar d'informació de la totalitat del cicle de l'aigua i permetre una gestió integrada del cicle de l'aigua, com podria ser disposar de la informació dels embassaments per les potabilitzadores, o de la xarxa de distribució. Es pot optimitzar el repartiment de l'aigua tenint en compte les seves demandes i oferta, per exemple d'aigua regenerada per agricultura o indústria.

La interoperabilitat de sistemes també podria facilitar la gestió de la ciutat de forma general, anticipant situacions que podrien posar en risc l'operativa dels serveis urbans, com podria ser indicar als serveis bombers si un dipòsit no té aigua, interaccions amb els serveis urbans durant emergències, minimitzar l'impacte de talls d'aigua, optimitzar les seves rutes assegurant l'arribada a destí en el menor temps possible considerant els possibles impediments derivats d'altres casuístiques.

3.1.4. Seguretat i Governança

El novembre del 2022 el Parlament Europeu va aprovar una nova llei sobre les infraestructures essencials de la Unió. La llei ha de garantir unes normes bàsiques per l'avaluació de riscos i estratègies nacionals aplicables als següents sectors: l'energia, el transport, la banca, les infraestructures del mercat financer, les infraestructures digitals, l'aigua potable i les aigües residuals, la producció, transformació i distribució d'aliments, la salut, l'administració pública i l'espai.

L'aigua és un bé molt important pel desenvolupament social i industrial de qualsevol comunitat i, per tant, l'aigua s'ha de protegir d'atacs, tant físics com cibernètics. Els gestors públics i privats de gestió de l'aigua han d'elaborar plans d'avaluació de vulnerabilitats i riscos, així com millorar els plans de resposta que puguin tenir en cas d'atac.

La implementació de blockchain en els sistemes de gestió hídrics pot proporcionar múltiples avantatges. Afegeix una capa de seguretat distribuint la informació i evitant que només sigui propietat d'un únic actor, garanteix la transparència, robustesa i traçabilitat de la informació, oferir noves formes de governança per les comunitats hídriques.



3.2. Oportunitats de la IA a Aigua en alta

3.2.1. Captació i emmagatzematge

El desenvolupament de tècniques de processament de sèries temporals i altres metodologies basades en dades, permet modelar la predicció de precipitacions a curt termini, així com predir l'ocurrència de sequeres, la qual cosa té una gran influència en les polítiques de governança dels aqüífers i en la qualitat de l'aigua potable. Mitjançant aquesta informació es poden trobar aplicacions en els àmbits de planificació de conques en combinació amb models hidrològics i aqüífers.

A les zones costaneres hi ha un problema que és que es poden contaminar els aqüífers amb aigua salada. Hi ha diferents models de predicció d'intrusió d'aigües salades en els aqüífers esmentats que poden ser integrats en un IDSS per obtenir millors resultats que els existents individualment, i també es poden utilitzar diverses tècniques d'IA (xarxes neuronals artificials, màquines de suport vectorial, lògica difusa...) per crear indicadors que permetin avaluar la vulnerabilitat d'aqüífers costaners davant la incursió d'aigües salades.

L'automatització i el control remot és una oportunitat pel desenvolupament d'un sistema automàtic pel control de comportes en un sistema de gestió i control d'aigües. Aquest tipus de sistemes poden ajudar en situacions d'alt risc (com per exemple d'inundació) en instal·lacions remotes on no hi ha personal per activar els mecanismes d'obertura o tancament de comportes. A més, disposar d'aquests sistemes connectats a models prescriptius que ens permeten definir quines mesures cal prendre en temps i ordre, gràcies a la seva capacitat de determinar què està passant, la seva causa arrel, i què passarà a diferents escales temporals, és un avantatge en termes de gestió, doncs ens permet avançar-nos a situacions anòmales i per tant, mitigar en gran mesura els riscos.

Igualment, la sensorització de les instal·lacions permet elaborar models predictius sobre la vida dels components del sistema a partir de dades històriques de sensors i el registre d'incidències, que es conformen en models de manteniment predictiu, molt oportuns per mantenir les instal·lacions sempre en funcionament. Aquests models són especialment rellevants quan parlem d'estacions remotes (aigües amunt), de vegades en llocs de difícil ac-

cés, i on la planificació de les reparacions escurça el temps d'incidència de forma molt significativa i l'impacte de la mateixa en tots els sentits.

Una solució tecnològica que permet reduir costos d'operacions i manteniment és la inspecció dels embassaments. Es poden emprar tant drons convencionals equipats amb càmeres, com drons aquàtics. Aquests drons aquàtics disposen de càmera de vídeo i diferents sensors de paràmetres fisicoquímics, com pH, conductivitat, clorofil·la, terbolesa, i possibiliten realitzar un perfil dels fons aquàtics. Amb els drons es millora l'eficiència en plantes de tractament d'aigües i es fa vigilància i conservació dels medis naturals com rius, llacs, embassaments, mar, etc.

En el camp de les aigües subterrànies també s'apliquen diferents mètodes d'IA per la seva predicció i modelat, per exemple, en els períodes de sequera hi haurà més demanda d'aigua perquè els embassaments estan més buits. Es pot predir el nivell d'aigua subterrània en funció de diferents escenaris produïts pel canvi climàtic, i modelar i predir la seva contaminació.

3.2.2. Aigua a l'agricultura

Les comunitats de regants estan començant a regar en funció de les necessitats específiques dels cultius i de l'estat d'humitat del sòl, que és el que s'anomena reg intel·ligent. En base a la teledetecció i a la sensòrica implementada als camps es possibilita realitzar el càlcul dels índex de humitat i, per tant, de la demanda hídrica. D'aquesta manera les solucions tecnològiques són les que indicaran quan i quant cal regar per optimitzar el consum de recursos hídrics i, amb això, afavorir la sostenibilitat mediambiental.

La teledetecció en si mateixa suposa un gran avenç ja que ens ofereix informació sobre l'estat dels cultius de manera remota. Les imatges de satèl·lits poden arribar a construir el mapa de salut de la vegetació i del terra, mitjançant la detecció de certs paràmetres com la humitat, l'índex de biomassa fotosintèticament activa o la nitrificació. El reg intel·ligent optimitza l'ús de l'aigua i també els recursos energètics per bombejar l'aigua.

També s'estan implantant actuadors que faciliten un control remot de les infraestructures, per exemple l'obertura o el tancament de canals de reg sense haver de desplaçar personal físicament a les com-

portes. Aquest tipus d'actuadors no només abarataran costos d'operació de les instal·lacions sinó que permeten un ús molt més granular i controlat dels recursos hídrics així com implica una avantatge davant de situacions d'emergència per poder activar-se de manera molt més ràpida.

L'ús de pesticides i altres agroquímics ha permès el desenvolupament intensiu de l'agricultura fins a l'actualitat. Tot i això la seva sobreutilització pot tenir conseqüències negatives mediambientals i també per als consumidors. Mitjançant tècniques d'IA es poden realitzar càlculs més precisos sobre l'impacte de l'ús de pesticides i altres agroquímics per evitar-ne la sobreutilització.



3.3. Oportunitats de la IA en Aigua en baixa o cycle urbà de l'aigua

3.3.1. Potabilització

En el tractament d'aigua potable s'està aplicant la IA per optimitzar els processos complexos per tal de trobar un compromís entre costos químics i d'energia i la producció d'aigua potable d'alta qualitat, evitant la sobredosificació de productes químics i tractaments.

Les tecnologies de la IA també s'apliquen en el cas de la predicció de la qualitat de l'aigua, i per millorar i controlar la qualitat de l'aigua, per exemple per la detecció d'algues en sistemes de monitorització de la qualitat de les aigües superficials que arriben a les plantes de tractament d'aigua potable. Les xarxes neuronals i d'altres tècniques d'aprenentatge automàtic fan possible desenvolupar una metodologia per l'avaluació de la seguretat de l'aigua potable diferenciant zones amb diferents nivells de contaminant i detectant prematurament contaminants biològics i químics.

Com s'ha esmentat en l'apartat de tendències les tecnologies basades en la IA permeten desenvolupar sensors virtuals en comptes de sensors físics de variables complexes (físics i biològics) que són molt costosos i difícil de mantenir. Aquests sensors virtuals, quan són possibles, poden estimar el valor d'una variable complexa normalment amb menys precisió que una mesura de laboratori, però alhora suficient com per poder prendre decisions en molts casos. Tot i ser una disciplina encara emergent, es considera que es pot arribar a estimar la pol·lució de metalls pesants mitjançant la detecció de variables més controlades com el pH, la temperatura, les partícules en suspensió, etc.

3.3.2. Distribució

El rendiment mitjà de la xarxa de distribució de l'aigua relaciona l'aigua registrada pels operadors de la xarxa i la no comptabilitzada, que pot ser degut a un subcomptatge dels comptadors, per frau i per pèrdues.

Actualment la detecció de problemes a la xarxa de subministrament és molt complex ja que no és viable sensoritzar-la tota, degut a que són molts qui-

lòmetres de canonades. El que es fa és sectoritzar la xarxa per poder tenir un control per zones. Es realitza un estudi previ on, per exemple, podem utilitzar tècniques d'IA per determinar la millor forma de sectoritzar-la, i així decidir on instal·lar comptadors sectorials, i es realitzen balanços hídrics per sectors, i s'instal·len transductors de pressió per a la detecció de caigudes brusques de pressió. S'analitza en temps real el cabal consumit i es realitza la comparativa amb dades històriques, i es valida amb les dades de pressió, permet acotar el sector on es troba la fuga. L'ús de tècniques d'aprenentatge automàtic facilita la detecció i localització dels trencaments i fuites de la xarxa i, d'aquesta manera, estalviar les pèrdues d'aigua, diners i temps per localitzar-les. Addicionalment també hi ha solucions que permeten predir o alertar d'un possible trencament permetent actuar abans de produir-se. També hi ha casos en el que s'analitzen dades de la qualitat de l'aigua dels sistemes de distribució d'aigua potable per optimitzar el consum energètic i assegurar la qualitat de l'aigua durant els processos de distribució. La monitorització de la xarxa ha anat evolucionant al llarg dels anys, impulsada fortament per la implementació de sistemes d'IoT que proporcionen nombroses dades en temps real. Els algoritmes actuals permeten corregir dades que a vegades es poden perdre o són incorrectes, per exemple dels cabalímetres. Gràcies a les dades històriques i al creuament d'altra informació (patrons de consum, etc.) es poden identificar els errors i disposar d'una monitorització a temps real fiable.

D'altra banda també s'està explorant la implementació de micro-robots que detecten fuites i poden operar dins de les canonades. Disposen de sensors, càmeres de vídeo, capacitat de comunicació i de desplaçament per poder-se moure dins de la xarxa de subministrament.²

Finalment, cal destacar la importància de la implementació de tècniques com la optimització multicriteri basada en metaheurístiques per la planificació del bombeig d'aigua en baixa, on a més, es pot jugar en diferents escenaris (per exemple estalvi energètic versus estalvi d'aigua bombejada). Evidentment, l'aplicació de tècniques de manteniment predictiu en aquest tipus d'equipaments són de màxima utilitat per assegurar la continuïtat del servei i un subministrament de qualitat.

² Pipebot. <https://pipebots.ac.uk/>



3.3.3. Consum aigua urbana

En l'àmbit de la distribució d'aigua potable la informació del consum dels ciutadans és molt valuosa per poder fer una previsió de la demanda en funció de diferents paràmetres, tals com els mesos de l'any i la localització (a l'agost varia considerablement la demanda d'aigua en diferents municipis), i fins i tot característiques físiques dels edificis i el seu consum energètic. La predicció del consum d'aigua en entorns urbans juga un rol fonamental per poder dissenyar sistemes hídrics eficients i determinar com redistribuir l'aigua abans que aparegui la demanda efectiva (determinar des d'on, cap a quins dipòsits, quan, i quines quantitats bombejar per garantir el subministrament és un problema d'alta complexitat que si es pot analitzar amb dades històriques permet anticipar-se i assegurar que la xarxa cobreix les demandes individuals de tots els domicilis, locals o equipaments d'un municipi

Les tecnologies basades en IA permeten segmentar els abonats en funció de tipologia: categorització de famílies, pisos buits, persones soles, etc. I

es poden realitzar patrons de consum i alertar en cas d'anomalies, possibles fuites o frauds, però també detectar possibles situacions d'alerta social, per exemple en el cas d'aturada de consum a persones grans que viuen soles. També permet elaborar polítiques públiques de plans de tarificació.

Les noves tecnologies permeten millorar el servei al client amb assistents virtuals i xatbots, especialment quan un incident o emergència pot provocar molta demanda d'atenció per part del gestor hídric, que podria col·lapsar-se. Amb aquestes formes alternatives de comunicació amb l'usuari es poden solucionar incidències de forma ràpida i àgil.

3.3.4. Sanejament

Un cop l'aigua ha estat utilitzada aquesta s'ha de tornar al medi però abans s'ha de sanejar. L'aigua residual és canalitzada a través del clavegueram fins els col·lectors, que recullen les aigües de diferents xarxes, i les porten a les depuradores. Allà s'apliquen diferents processos físics, qui-

mics i biològics per poder tornar l'aigua al medi de forma segura.

Una de les problemàtiques dels col·lectors són els episodis de pluja intensa que poden generar vessaments d'aigua residual no tractada al medi, o malmetre el procés de la depuradora que no està preparada ni dissenyada per rebre tanta aigua. Les tecnologies basades en la IA permeten, d'una banda preveure l'impacte que poden produir els fenòmens meteorològics i poder planificar els recursos i anticipar-se a les situacions d'emergència. També es facilita que es pugui monitoritzar l'estat dels col·lectors i generar alarmes i recomanacions de com actuar.

També hi ha experiències de drons autònoms que circulen pel clavegueram i col·lectors per monitoritzar l'estat i poder crear bessons digitals. Aquestes solucions són més segures que enviar personal tècnic.

Un altre benefici del desenvolupament de models d'IA en aquesta fase és l'obtenció d'informació sanitària i demogràfica extreta de l'aigua del clavegueram. Durant la pandèmia s'han desenvolupat projectes per la detecció de concentració de COVID19 en aigües residuals, i així poder-nos avançar als brots. Aquest procés es pot estendre a la detecció d'altres malalties, consum de medicament o drogues, o d'altres hàbits socials.

A nivell més de planificació, les tecnologies basades en les dades permeten fer una planificació urbana : on han d'ubicar-se els col·lectors, l'aigua regenerada, etc.

A Catalunya fa molts anys que s'ha treballat amb tècniques d'IA per millorar els processos de tractament

d'aigües residuals i reduir la quantitat de contaminants dels sistemes hídrics a les depuradores, garantir l'equilibri dels processos que tenen lloc en el reactor biològic que són molt crítics, com per exemple optimitzar les condicions de temperatura o aireació del tanc en temps real, o determinar les quantitats de fangs actius a purgar i quan cal fer-ho. Es treballa molt en millorar l'eficiència energètica de les estacions de bombeig, també permeten modelar i optimitzar els processos d'eliminació de contaminants a l'aigua i optimitzar els reactius químics que s'utilitzen durant el procés de depuració per tal d'ajustar la quantitat de reactius per obtenir nivells de qualitat òptims. També hi ha solucions de manteniment predictiu per anticipar-se als problemes i evitar parades no previstes de les màquines degudes a incidències operatives.

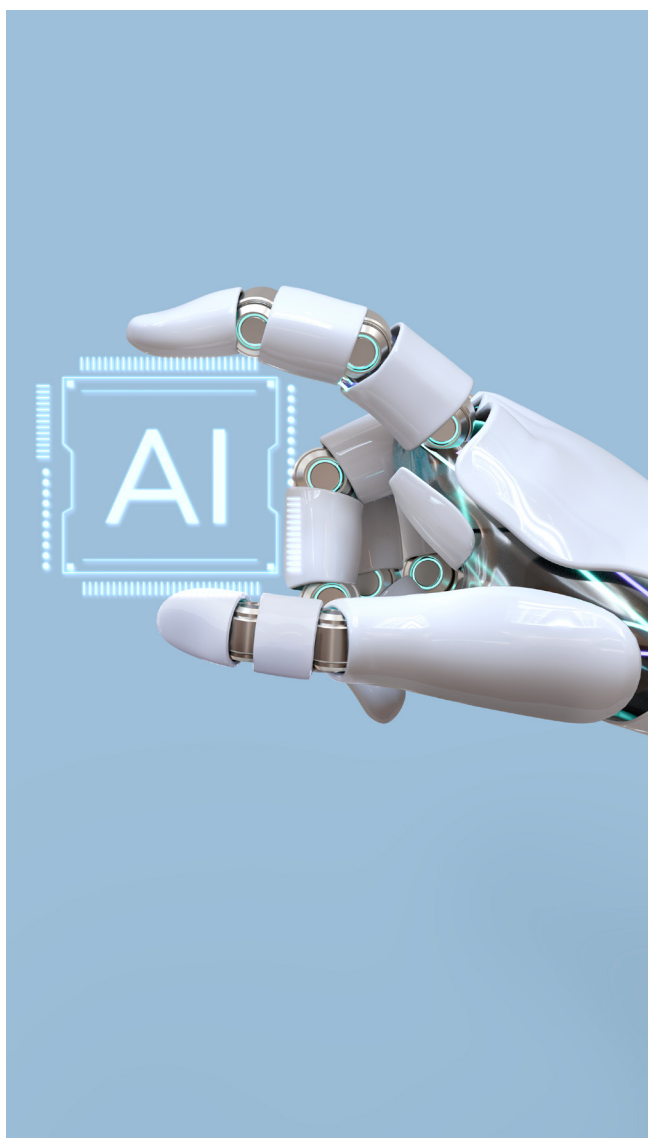
Tant en el procés de depuració com especialment en el procés d'obtenció d'aigua regenerada es requereixen unes anàlitzes molt exhaustives per assegurar-ne la qualitat. La IA permet avaluar mitjançant nous índexs la qualitat de l'aigua després de ser tractada en una instal·lació depuradora per ser reutilitzada en sistemes d'irrigació, sistemes industrials, d'oci o per usos municipals i ambientals. Algunes variables que són importants de mesurar, com per exemple la presència de contaminants, poden no estar disponibles, o bé perquè no existeixen o perquè són molt costosos i no es poden ubicar a tot arreu. Els sensors virtuals que s'han esmentat anteriorment, creats gràcies a tècniques d'IA com l'aprenentatge automàtic, poden ajudar molt per valorar la qualitat de l'aigua a partir de valors de sensors disponibles i extrapolant els paràmetres que es necessiten.



Anàlisi de la IA en el sector de l'Aigua a Catalunya

Per fer aquesta anàlisi es parteix d'una revisió sobre l'ecosistema global de la IA a Catalunya identificant-ne a continuació les principals fortaleses. Tot seguit es mostra un conjunt d'iniciatives i projectes basats en tecnologies de dades i IA al sector de l'aigua desenvolupats a Catalunya.

En aquest apartat també s'avaluen les principals barreres que dificulten una major adopció de la IA en el sector i finalment es proposa un conjunt de recomanacions per superar les dificultats d'adopció. Aquests darrers punts, la identificació de barreres i la proposta de recomanacions, han estat especialment treballats amb els participants del Think Tank, mitjançant les entrevistes individuals i les sessions de discussió conjuntes.



4.1. La IA a Catalunya

El mapeig realitzat pel CIDAI¹ identifica l'ecosistema de companyies, universitats, centres de recerca i innovació i institucions que conformen el sector de la IA a Catalunya (dades de 2022). Segons aquest mapeig hi ha 212 entitats, de les quals el 78% són micro o petites empreses de les quals, el 90% es dediquen al desenvolupament de solucions, serveis i tecnologies de les dades i IA. Es tracta d'un sector en expansió ja que el 67% de les entitats tenen menys de 10 anys des de la seva creació.

La següent figura presenta les dades principals extretes del mapeig del CIDAI:

Figura 1. Visió esquemàtica de l'ecosistema de la IA a Catalunya



D'acord amb La intel·ligència artificial a Catalunya² a banda de les empreses del sector, a Catalunya hi destaca l'ecosistema de coneixement, generació de talent i el desenvolupament tecnològic amb les universitats, els centres tecnològics i de recerca, i la comunitat científica. A més a més, la fortaleza del sector TIC català, amb un ecosistema digital d'emprenedoria, capacitat d'atracció d'inversions en tecnologia i generació d'un sector emergent com és el de la intel·ligència artificial, fan del país un pol d'innovació digital capdavanter a nivell d'Europa.

¹ GENCAT, 2022. Catalunya compta amb 212 entitats d'Intel·ligència Artificial https://exteriors.gencat.cat/es/ambits-dactuacio/afers_exteriors/delegacions_govern/ue/actualitat/not_221207_intelligencia_artificial_CAT

² ACCIO i Secretaria de Polítiques Digitals, 2019. La intel·ligència Artificial a Catalunya.

4.2. Fortaleses i acceleradors a Catalunya

A Catalunya el sector de l'aigua té una gran fortalesa. Específicament, el sector de l'aigua del país es troba molt ben posicionat a nivell internacional en el desenvolupament de solucions innovadores basades en dades i IA.

D'acord amb l'estudi del sector de l'aigua³ a Catalunya coincideixen diferents elements que expliquen l'existència d'un ampli nombre d'empreses i entitats proveïdores de coneixement relacionats amb l'aigua i la seva vocació de cooperació en innovació i millora de la seva competitivitat:

- Una regió amb un important estrès hídric relacionada amb el seu clima mediterrani
- Fortes necessitats d'aigua de qualitat per la concentració geogràfica a l'àrea urbana de Barcelona, una important demanda relacionada amb els sectors econòmics presents a Catalunya (indústria, turisme, agrícola) i amb limitacions a causa del factor anterior.
- Una pionera legislació i exigència en els paràmetres relacionats amb la gestió de l'aigua per part de les administracions públiques, combinats amb necessitats de tractament d'aigua avançades per la important presència industrial
- Una important presència d'universitats, investigadors i experts en la matèria relacionada amb els usos sostenibles de l'aigua.
- Empreses tractoras del sector de l'aigua a nivell multinacional, amb casos paradigmàtics en distribució d'aigua, combinat amb un ampli teixit de PIMES i grans empreses.
- Una administració que ha impulsat la política de clústers tant a nivell espanyol com català.
- Oportunitats per fomentar la digitalització del sector i impulsar les tecnologies basades en dades i IA mitjançant el PERTE de l'aigua.

Hi ha altres factors més generals que propicien l'impuls de les tecnologies basades en la IA a Catalunya com a tecnologia amb potencial com:

³ CWP, 2021. Es publica un estudi del sector de l'aigua a Catalunya <http://www.cwp.cat/en/se-publica-un-estudio-sobre-el-sector-del-agua-en-cataluna-el-cual-representa-5-010m-e-el-21-del-pib-catalan/>

Consolidat sistema de coneixement

Universitats: Les activitats de formació al voltant de la IA en són un motor crucial per al seu desenvolupament. Catalunya disposa d'un ecosistema ric en universitats de referència. Per exemple, ja des del 2005 la UPC va establir el primer i fins el moment únic Màster oficial en Intel·ligència Artificial de Catalunya, implementat des de la seva creació en coordinació amb la Universitat de Barcelona (UB) i la Universitat Rovira i Virgili (URV) de Tarragona, on més del 50% dels estudiants matriculats al màster són internacionals. La UAB per la seva part, coordina el Màster oficial en Visió per Computador, implementat en col·laboració amb la UOC, la UPC i la UPF, i on el Centre de Visió per Computador (CVC) juga un paper molt important.

Sistema de recerca de Catalunya



Ahora, la UAB (amb la participació del Centre de Visió per Computador (CVC) i l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC)) i la UPC han posat en marxa el curs 2021-22 els dos primers graus universitaris en intel·ligència artificial (IA) de Catalunya. La UPC es converteix, per tant, en la primera universitat espanyola que oferirà grau, màster i doctorat en aquesta especialitat científica. Altres universitats catalanes també estan fent una forta aposta per la incorporació de la IA en el seu currículum educatiu, com els màsters d'investigació de la UPF enfocats a tecnologies relacionades com visió per computadors, sistemes intel·ligents interactius, etc. A més a més, de la incorporació d'assignatures d'intel·ligència artificial per la ciència de les dades de màsters de *data science* i altres cursos de curta durada (La Salle-URL, etc).

Centres tecnològics i de recerca: Catalunya disposa d'un model de recerca d'excel·lència. Compta amb un centre tecnològic especialitzat en l'aigua: CETAQUA i diversos centres especialitzats en IA tals com el Centre de Visió per Computador (CVC), l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI), l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC), el Barcelona Super Computing Center (BSC), el Centre

de Tecnologies i Aplicacions del Llenguatge i la Parla (TALP) i el Centre de Recerca en Ciència de Dades Intel·ligent i Intel·ligència Artificial (IDEAI). Disposa també de centres tecnològics i de recerca enfocats a la innovació i la transferència com Eurecat i i2CAT.

Talent professional: Catalunya, i en especial Barcelona, és un bon pol d'atracció i demanda de talent (per factors com qualitat de vida, ecosistema actiu i altres aspectes). El Digital Talent Overview report 2022⁴ declara la IA com un dels sectors emergents amb més demanda i millor projecció de la ciutat de Barcelona amb una manca prevista de 16.000 professionals en TIC a Barcelona aproximadament, la majoria en el camp de la IA.

Lideratge d'iniciatives

Iniciatives de la comunitat científica: La declaració de Barcelona sobre la IA (2017), liderada per la comunitat científica catalana de la IA, també és una iniciativa pionera a Europa en debat ètic, jurídic, socioeconòmic i cultural sobre els usos futurs d'una IA segura i confiable. Els científics en IA catalans són molt actius en múltiples iniciatives sobre l'ètica en la IA, inclòs el desenvolupament de directrius ètiques de la Comissió Europea per a la IA.

Iniciatives del sector públic/govern: Les administracions públiques tenen voluntat de donar impuls a iniciatives d'IA. La Generalitat de Catalunya, assessorada per un equip d'experts, va publicar el seu pla estratègic en IA i el va posar a disposició del públic el juliol de 2019 (CATALONIA.AI).

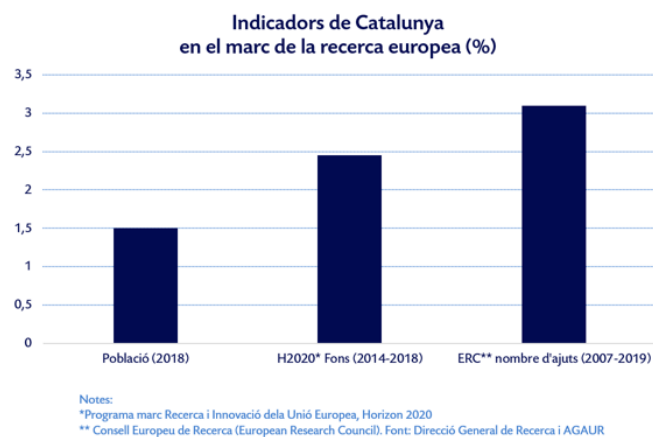
Pol d'innovació

Bons indicadors en el marc de la recerca europea: Entre el 2014 i 2020 Catalunya ha rebut 1.786 milions d'euros del programa Horizon 2020 per empreses, associacions, centres d'investigació o universitats, la xifra més alta de tots els programes marc. Catalunya lidera el total de finançament per a projectes d'innovació concedit a l'Estat espanyol (28,8%)⁵. Aquests fons estan destinats a recerca capdavantera i basats en l'excel·lència científica.

4 Digital Talent reports 2022. <https://barcelonadigitaltalent.com/en/report/digital-talent-overview-2022/>

5 Programa Horizon 2020: participació empresarial catalana. ACCIO. Maig 2023 <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-horizon-2020-catalunya>

Encara, en el marc europeu, i segons s'acredita a l'estudi Anàlisi de l'especialització en intel·ligència artificial⁶, el 8,4% dels projectes H2020 amb participació catalana versaven sobre IA (la mitjana europea és 6,6%) ocupant la 3a posició en nombre de projectes (228) i la 4a posició en finançament atorgat (130 milions d'euros).



Fort teixit empresarial

Indústria, startups i empenedoria tecnològica: A Catalunya es compta amb grans empreses líders en sectors clau de l'aigua, i pimes en tota la cadena de valor. Barcelona s'ha posicionat⁷ com segon hub de la UE preferit pels fundadors d'empreses emergents i és el 4t hub en inversió. També s'han atret acceleradors d'empreses emergents i *venture builders* i de capital de risc que ofereixen una oportunitat única per desenvolupar nous negocis al voltant de la majoria de tecnologies disruptives. El 36% de les empreses emergents tenen intel·ligència artificial i el Big Data com a principal tecnologia. Destaquen organitzacions vinculades a l'empenedoria tecnològica com el Barcelona Tech City,

Fort teixit associatiu

Catalunya destaca per la forta incidència associativa fins i tot l'àmbit d'IA. En aquest sentit, l'any 1994 es constitueix formalment l'Associació Catalana d'Intel·ligència Artificial (ACIA). Avui, l'ACIA reuneix la major part de la comunitat científica catalana d'IA, així com antics alumnes, professionals del sector i alguns associats institucionals. Tot i ser l'associació d'un petit territori, l'ACIA és, des

6 Col·lecció "Monitoratge de la Ris3CAT", número 13, 2021. Anàlisi de l'especialització en intel·ligència artificial

7 <https://startupshub.catalonia.com/list-of-startups>

de l'any 1995, un capítol de l'Associació Europea d'Intel·ligència Artificial (EurAI) i organitza una conferència anual internacional des de l'any 1998. Per altra banda, Catalunya disposa del Col·legi Oficial d'Enginyeria Informàtica de Catalunya, el COEINF, creat pel Parlament de Catalunya l'any 2001 amb la missió de vetllar per la professió d'enginyeria informàtica. Aquesta organització professional és un suport fonamental per a la intel·ligència artificial a Catalunya. Des de l'any 2016, el COEINF inclou una posició específica en el seu equip directiu dedicada a la IA: el vicedeganat de Big Data, Ciència de les Dades i Intel·ligència Artificial. Aquesta posició promou el desenvolupament fructífer del sector empresarial en aquests camps, inclosa la necessitat de reduir l'escletxa de gènere en el sector, amb una comissió dedicada a aquest tema: donesCOEINF. La bretxa de gènere també es va convertir en objecte de consideració per a l'ACIA i el 8 de març de l'any 2019 aquesta va fundar un grup de treball de dones en IA a Catalunya anomenat donesIAcat.

En el camp de l'aigua Catalunya compta amb el Catalan Water Partnership (CWP) que agrupa 130 de les 505 empreses que treballen en el sector de l'aigua al territori, amb un volum de negoci total de 3.000 M€ i un total de 14.023 treballadors (dades de 2018).

Disposició d'infraestructures adequades

Infraestructures de transport destacables i obertes a nivell global com són el port o l'aeroport de Barcelona. Hubs logístics i industrials com la zona franca i els parcs automobilístics. Infraestructures tècniques d'alt nivell com el Supercomputador d'Espanya, el MareNostrum, instal·lat a Barcelona l'any 2005, al Centre Nacional de Supercomputació (BSC-CNS), una referència internacional crucial per al processament de dades massives, o el Centre de Visió per Computador (CVC), que disposa de més de 200 unitats de processament gràfic (GPU) connectades en xarxa, el que el converteix en un dels centres amb major nombre de GPUs treballant simultàniament del món. A més, a altres infraestructures, Barcelona ha creat recentment el Labs.5G Barcelona, en connexió amb la Mobile World Capital, per donar suport a la innovació en tecnologia 5G. També es disposa del sincrotró ALBA, que és una infraestructura científica singular.

Seu de grans esdeveniments

Barcelona és seu d'alguns dels esdeveniments de més renom internacional en l'àmbit de la tecnologia i la digitalització de l'economia. Des del 2011 Barcelona és la Mobile World Capital, i ja és una ciutat de referència en la tecnologia mòbil. A més Catalunya és seu d'esdeveniments destacables a nivell internacional com: Mobile World Congress (MWC), Smart City Expo World Congress, Smart Mobility World Congress, Advanced Factories. AI & Big Data Congress o l'IoT Solutions World Congress.

També és capital de nombrosos congressos especialitzats del sector de l'aigua: Congrés de l'Aigua a Catalunya, Water Reuse Europe, Congrés Internacional en Ecotecnologies para el Tratamiento de Aguas Residuales o els prestigiosos d'especialistes de la IWA (International Water Association). Catalunya és destí recurrent de desenes de congressos internacionals d'aigua, que atreuen als millors investigadors i professionals del sector.

4.2.1. Algunes iniciatives d'IA i Aigua a Catalunya

Per tal d'il·lustrar amb exemples reals l'aplicació de solucions basades en IA en el camp de l'aigua s'identifiquen a la Taula 2 diversos projectes i casos d'ús desenvolupats a Catalunya. Consisteix en una selecció de 30 iniciatives considerades rellevants i inspiradores per a l'ecosistema de l'aigua català que han estat impulsades o compten amb una important participació d'integrants d'aquest ecosistema: petites i grans empreses, empreses emergents, administració pública, centres de recerca, tecnològics i universitats. A la vegada, adrecen els principals reptes identificats a l'inici del document.

La taula conté el llistat d'aquestes 30 iniciatives el contingut detallat de les quals es troba ampliat i detallat a l'ANNEX II, on per a projecte, s'ha definit i) el repte que es vol solucionar, ii) en què consisteix la innovació proposada, iii) el perfil tecnològic i com s'aplica la IA, iv) l'agent o agents impulsor i finalment v) quines implicacions i quin valor genera el projecte pel sector de l'aigua i quin és el potencial de creixement o estratègia pels pròxims anys dels executors del projecte.

Oportunitats	Casos il·lustratius
Gestió d'Infraestructures	Digital Twins (bessó digital de la xarxa de distribució d'aigua potable per millorar l'operació i el cicle de vida), (CETAQUA)
	Control intel·ligent en Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (FIWARE4Water), (Eurecat)
	Projecte SAGEDCAT (Solució Avançada de Gestió de Dades del CAT: plataforma de dades preparada per a poder aplicar eines d'IA), (Consorci Aigües de Tarragona)
	REPIPE (Millora del model que permet estimar la probabilitat de fallada d'un element de la xarxa de distribució i transport d'aigua de l'àrea metropolitana de Barcelona (Aigües de Barcelona, AMB, Generalitat de Catalunya (AGAUR) i BSC-CNC
	PredDem (API que es basa en l'experiència acumulada durant anys de treball amb la predicció automatitzada de la demanda d'aigua), (Aigües de Barcelona)
	Automatització de la Construcció de Sistemes Intel·ligents de Supervisió i Control de Depuradores (IDEAIUPC)
	IA aplicada a la predicció de trencament de canonades en xarxes d'abastament d'aigua potable (Aigües de Manresa i BGEO)
	DrinkIA (Sistema de suport a la decisió per la gestió optimitzada del tractament i distribució de l'aigua potable), (LEQUIA)
	Gestió intel·ligent del sistema d'aigua potable i sanejament en Aigües de Calp (Idrica)
	DEMS (Bessó digital del cicle natural de l'aigua), (Amphos21)
	Aqualearning (Software amb llibreries d'IA utilitzada per automatitzar tot el flux de treball dels projectes que l'usen), (Amphos21)
	SUGGEREIX (Sistema intel·ligent d'ajuda a la decisió (SAD) per la implementació i gestió d'estratègies eficients de regeneració i reutilització d'aigua regenerada), (Eurecat, ICRA, CETAQUA, UPC i CWP)

Alta	Càlcul de la predicció de taques d'inundació (ACA)
	Predicció de disponibilitat de recursos hídrics (CETAQUA)
	DAM360 (Vigilància en temps real i avaluació de riscos en preses) (ADASA)
	Eines per la monitorització de matèria orgànica dissolta en aigües superficials mitjançant teledetecció (SafeCREW - Eurecat)
	Projecte SafeCrew (Projecte europeu que analitza els efectes del canvi climàtic sobre l'aigua de consum)(Consorci Aigües de Tarragona)
Baixa	AguaLearn (Plataforma d'alerta primerenca de la qualitat de l'aigua subterrània), (CWP, Amphos21, HYDS Aigües del Prat)
	CV espumes (Entrenament i validació d'un model de visió per computador per la detecció de la formació d'escumes a la superfície de l'aigua), (CETAQUA)
	Predicció de DBPs en continu (Sistema que permet mesura en continu la formació de DBPs en les xarxes de distribució), (Eurecat)
	Virtual Sensing THMs (Control a temps real de paràmetres clau: THMs), (TRON, CETAQUA)
	Sewer cleaning optimisation (Insewer + Cleanops) (CETAQUA)
	Detecció de blooms algals / terbolesa (CETAQUA)
	Gestió intel·ligent del clavegueram (Eurecat)
	Detecció de fuites i estat de la canonada amb IA (Consorci d'Aigües de Tarragona)
	DOMA (Estudi de la percepció organolèptica de mostres d'aigua de consum representatives de situacions reals ocorregudes a l'àrea metropolitana de Barcelona), (Aigües de Barcelona, l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter Llobregat (ATL i CETAQUA)
	Soundwater (Aplicació mòbil que permet localitzar fuites a la xarxa d'abastament d'aigua), (Agbar)
	CAEDAR (Estimació de paràmetres de normativa de sortida de EDAR's), (ADASA)
	Hydroleaks 2.0 (Ús de la IA per calcular les fuites als operadors d'aigua), (Aigües de Vic i Aigües de Manresa, CWP, ACLIMA, BGEO, Createch360 i Neurite)
	AtmosphAir (Estudi de la generació, predicció i minimització de contaminants atmosfèrics en sistemes de sanejament), (AERIS, BGEO, SPIN, DAM, SORIGUÉ i CWP)

4.3. Barreres per l'adopció de la IA en l'aigua a Catalunya

Tal i com s'ha comentat, Catalunya està molt ben posicionada per desenvolupar solucions innovadores en l'àmbit de les tecnologies de les dades i la IA. Tot i això, es poden distingir un seguit de barreres que poden alentir-ne la seva adopció en tota la gestió i explotació del cicle de l'aigua.

Precisament, un dels aspectes que s'ha treballat amb més detall entre els participants i col·laboradors, tant en les entrevistes com en el Think Tank, o Laboratori d'Idees, ha estat la identificació de les principals barreres o limitacions que estan dificultant una àmplia adopció de la IA en els diferents actors de l'ecosistema del cicle de l'aigua a Catalunya. Com es pot observar aquestes barreres no necessàriament són tecnològiques, sinó que les raons poden ser diverses i afecten també aspectes socials, normatius i econòmics:

- Falta de dades de **qualitat**. El sector de l'aigua és un àmbit altament tecnificat i que compta amb un llarg recorregut en el desplegament de sistemes de sensorització i control. Aquests sistemes han generat un gran cabdal de dades històriques com a part de la seva operació, però aquestes dades en molts casos no són del tot adequades per a la seva aplicació en algorismes basats en IA. Pot passar que les dades no estiguin en el format convenient (poden estar en paper, en fulles de càlcul, en sistemes SCADA, etc.), o bé que es requereixi d'una activitat important de revisió, preparació i neteja prèvia per eliminar-ne errors i validar que tots els valors a utilitzar siguin correctes. Per altra banda, també pot succeir que no s'hagin recollit totes les dades necessàries ni amb la precisió mínima requerida per poder desenvolupar el model o solució d'IA que es desitja. Cal tenir en compte també, que les necessitats i preguntes a satisfer per l'organització poden haver canviat al llarg del temps i poden seguir variant en el futur, i per tant, això implica que les dades requerides també canvien. En els desenvolupaments actuals es destina molt de temps en la preparació de dades abans de poder realitzar solucions d'IA.
- El **canvi climàtic com a element de complexitat** i la necessitat de tenir en compte **els cicles estacionals** per la validació dels models d'IA. L'impacte de les dinàmiques de canvi climàtic sobre els patrons que regeixen el cicle de l'ai-

gua és ja clarament visible. Aspectes com els règims de pluja, la disponibilitat de recursos hídrics o la freqüència dels fenòmens meteorològics extrems han canviat en els darrers anys el seu comportament respecte els històrics coneguts. Com a resultat d'això, és més complex acabar disposant de models de dades precisos i cal gestionar de manera acurada els cicles de re-entrenament d'aquests models.

- Es detecta una manca de **disponibilitat de talents experts de dades** i de les noves tecnologies aplicades **en el domini de l'aigua**, i també de coneixement multidisciplinari a les organitzacions. Es fa difícil captar nou talent expert així com retenir el talent actual existent en les empreses del sector, les quals en molts casos no poden competir amb organitzacions d'altres sectors econòmics.
- Dificultat per la **compartició i reutilització de dades** a l'ecosistema per obtenir solucions i models IA de més qualitat i precisió, especialment d'aquells que tracten dades sobre les incidències que afecten a part de la cadena de valor. Pels operadors més petits la compartició de dades i poder treballar amb models basats en dades agregades representa una gran oportunitat per disposar de models i solucions IA de qualitat. Ara mateix a l'ecosistema s'aprecia una manca de cultura i protocols que facilitin la compartició de dades entre els diferents actors, degut a diversos motius, com per exemple la necessitat de garantir la confidencialitat de les dades, el compliment legal, la interoperabilitat tècnica, la potencial exposició a ciberatacs, etc.
- Manca d'una **estratègia en IA a les organitzacions**, vinculat a una falta de coneixement de les oportunitats i dels beneficis d'aplicar les solucions basades en dades i IA en els propis processos i operacions de l'organització. Els operadors i agents no tenen clar on, de quina manera i amb quin cost poder adoptar solucions basades en IA i quin seria el retorn de la inversió corresponent. No disposar d'una estratègia en IA clara dificulta en gran mesura poder **transferir posteriorment els pilots IA a un entorn de producció dins l'operativa real**.
- Molt relacionada amb la barrera anterior hi ha la **resistència al canvi per part dels professionals** del sector, per diferents motius, com per exemple la reticència a modificar processos que en principi ja funcionen correctament en base a

l'experiència dels tècnics, també per una manca de referències d'exemples pràctics en el sector que permetin veure com la IA pot ajudar realment, o també per **l'efecte caixa negra** propi dels sistemes basats en la IA, i al fet de no poder conèixer i entendre en detall el perquè dels resultats i recomanacions generades a partir dels models, la qual cosa pot portar a situacions de conflicte i de manca de confiança a les persones i tècnics responsables en les decisions que han de prendre durant la seva operativa diària.

- **Rigidesa en el marc regulador** per facilitar l'impuls de projectes basats en IA, ja sigui per la tipologia de contractació de serveis tecnològics, via licitacions, les quals limiten temporalment les contractacions i en contraposició amb les solucions basades en IA que requereixen d'una actualització dinàmica i constant al llarg del temps, o bé per l'esquema mateix de la regulació de preus del sector, que no afavoreix la dedicació de partides pressupostàries a la recerca i innovació en la gestió. En aquest sentit, la **fragmentació del servei** a nivell de municipi també frena, o almenys no ajuda, a una adopció de la IA real en la gestió de l'aigua en el territori.
- **Cost tecnològic significatiu** pel desplegament extensiu de les solucions basades en dades i IA al llarg de tota la infraestructura, més enllà de la realització d'una primera prova de concepte o pilot puntual. Desplegar el model per tota la xarxa pot implicar una inversió molt important en equipaments de mesura i control com a requeriment previ per obtenir models de dades precisos i de qualitat, i això sense deixar de banda tampoc les despeses de manteniment posteriors que caldrà realitzar al llarg del temps.
- Percepció del **valor de l'aigua** en la societat, i relacionat sobretot amb el cost d'accés a un servei d'aigua de qualitat. En el món occidental l'aigua es percep com un bé quasi gratuït i garantit, i actualment no hi ha visibilitat del cost real ni de la complexitat tècnica associada a la gestió i explotació del servei per poder proporcionar a la població aigua de qualitat.
- **Dificultat per portar a terme una innovació públic-privada.** Es detecta una manca important de finançament per desenvolupar projectes de recerca i innovació de dades i IA. El PERTE de l'aigua és un bon pas per incorporar digitalització i tecnologies com la IA, però no suficient, i de difícil impacte en els municipis i actors més petits. Faltaria aclarir el model de finançament

de la recerca i la transferència de tecnologia lligada a la gestió del cicle de l'aigua, i també aclarir el model de gestió de la propietat intel·lectual i industrial dels models i solucions d'IA que se'n derivin.

- **Manca entorn tecnològic per les proves** per la realització de proves de concepte, i poder validar i testear models i algorismes de solucions basats en IA, etc. S'observa que agents de l'ecosistema més petits i amb menys capacitat no disposen dels recursos per desenvolupar aquests projectes.
- **Ecosistema local de proveïdors d'IA poc verticalitzats** en el domini de l'aigua. Es troba a faltar una massa crítica de proveïdors tecnològics d'IA especialitzats en l'operativa de l'aigua, la qual cosa fa que en alguns casos s'hagi de recórrer a solucions d'empreses estrangeres. El fet de no tenir una especialització en el domini dificulta el desenvolupament de projectes i el desenvolupament de solucions de qualitat amb costos ajustats, ja que implica un temps previ per conèixer les dificultats i casuístiques del sector. Això no treu que hi hagi bons proveïdors de qualitat al territori amb experiències d'exportació de les seves solucions basades en IA a altres països, de fet s'observa també la inversió d'empreses tecnològiques catalanes per part de multinacionals estrangeres.
- Excés de **sensibilitat** davant l'impacte que pot tenir la innovació en el cicle de l'aigua i el potencial risc sobre un servei crític. S'ha de garantir la qualitat, quantitat i continuïtat del servei en tot moment, i per tant, hi ha una forta aversió al risc en tot allò que pugui afectar i tenir un impacte en el servei i el benestar dels usuaris, la qual cosa limita també la innovació i l'adopció de la IA en la seva operativa per les conseqüències negatives que es podrien ocasionar.

4.4. Recomanacions per fomentar l'adopció de la IA en l'ecosistema de l'Aigua

En aquest apartat es recull un conjunt de recomanacions i propostes resultants de les deliberacions dels experts que conformen el Think Tank. Es persegueix donar resposta concreta a les principals barreres identificades en la secció anterior, amb l'objectiu final de facilitar l'adopció de la IA en el sector de l'aigua d'una manera àmplia i amb una visió estratègica a mitjà i llarg termini.

A continuació es proposen un seguit d'actuacions per impulsar l'aplicació i adopció de la IA al sector de l'aigua. S'inclouen aspectes com la disponibilitat i la governança de les dades, la creació d'entorns de proves o la potenciació de la col·laboració pública-privada, entre altres.

Les recomanacions van dirigides a tot l'ecosistema, amb la finalitat que puguin ser impulsades per part dels diferents actors, sector públic, recerca i sector privat, d'acord amb les seves responsabilitats i rols. Concretament, s'analitza un conjunt de propostes tenint en compte dues dimensions d'anàlisi:

- El seu grau **d'impacte** a l'hora de donar resposta i fer front a les barreres identificades.
- A la potencial **factibilitat** per portar-les a terme a curt-mitjà termini des d'un àmbit estrictament de l'ecosistema català.

A continuació, es planteja una classificació amb dos grans nivells de propostes de línies de treball, d'acord amb el mix de les dues dimensions d'impacte i factibilitat. D'aquesta manera, és possible obtenir una primera avaluació sobre la conveniència i la prioritat dels esforços i recursos a dedicar en les diferents propostes, per tal d'avançar gradualment en la incorporació i l'adopció de la IA en tot l'ecosistema.

4.4.1. Propostes amb impacte i viabilitat elevats

En un primer grup, es presenten 4 propostes d'alt o molt alt impacte que, a la vegada, són potencialment factibles de ser portades a terme des d'un àmbit estrictament català.

1. Assegurar la **fiabilitat i qualitat de les dades**, que són la base pel desenvolupament de solucions d'IA. Com s'ha esmentat en el sector es disposa de moltes dades, però moltes d'elles no estan preparades per poder-hi treballar. Es proposen les següents actuacions:

- Realitzar processos de sensibilització i formació en les organitzacions per transmetre a les empreses com s'han de capturar o emmagatzemar les dades per poder realitzar una explotació posterior de les mateixes de manera òptima.
- Desenvolupar una estratègia de dades i estandaritzar les dades internes, i adequar l'organització amb els rols i procediments que permetin assegurar una qualitat de les dades al llarg del temps.
- Aplicar tècniques per automatitzar el filtrat i la neteja de dades existents així com detectar necessitats de recalibració de sensors i equips de mesura.
- Millorar el repositori de dades corporatiu de les empreses de l'aigua completant-lo amb la generació de dades sintètiques i la captura de nous paràmetres a través de la configuració de sensors virtuals.
- Discriminar de les dades els valors necessaris en funció del que es pretén cercar.
- Automatitzar l'etiquetat de dades emprant tècniques d'IA no supervisades.
- Combinar el desenvolupament de solucions basades en dades amb d'altres que incorporin el coneixement expert en l'operació i els models físics existents al cicle de l'aigua.

2. Fomentar la **disponibilitat i compartició de dades** entre els diferents actors de l'ecosistema per tal d'obtenir models i solucions d'IA de qualitat. Sobre tot per aquells operadors més petits que no disposen de recursos suficients per disposar de models de dades complets per si mateixos. Les accions que es recomanen són:

- Promoure la creació d'**entorns de proves amb repositoris** de dades anonimitzades per facilitar la validació de les solucions basades en IA i dades.

- De manera complementària amb l'anterior, promoure models de governança amb estratègies basades en la federació de dades, facilitant una distribució de l'algoritme sense violar la privacitat de les dades de cada organització i seguint el model dels Espais de dades que promou l'Estratègia de Dades de la Comissió Europea.
- Facilitar l'accés a portfoli de repositoris internacionals de dades públiques i de llibreries d'algoritmes de codi obert disponibles pel disseny i millora dels models d'IA propis.
- Definir i proposar solucions de baixa complexitat, que requereixen un consum baix de dades, o dades poc costoses d'obtenir, ja que d'altra forma poden ser una barrera pels operadors menys digitalitzats.

3. Estimular l'increment de **talent expert** en el sector de l'aigua, especialitzant al talent nou, i també recapacitant els propis professionals. Com s'ha esmentat a les barreres els agents del sector troben una dificultat per captar i retenir experts en la IA. Es proposen aquestes accions:

- Considerar programes de finançament específic del sector de l'aigua orientats a la formació, transferència i retenció del talent jove especialitzat. Es podria seguir el model d'ICREA per experts de l'aigua o de doctorats industrials. El finançament no només podria contemplar afavorir la implicació d'aquest expert en IA en activitats de recerca dins el domini de l'aigua sinó també facilitar la incorporació posterior d'aquest talent, ja format en el domini, en les organitzacions de l'ecosistema per tal d'incentivar la retenció del talent enfront a les grans empreses tecnològiques.
- Comptar amb els experts dels centres i grups de recerca per fer transferència de coneixement, per exemple amb estades a empreses del sector.
- Potenciar les formacions específiques orientades a recapacitar els propis treballadors sectorials.
- Considerar la incorporació de formació en IA en els plans d'estudis de titulacions universitàries i graus de formació professional específics del sector.
- Potenciar la imatge de l'ecosistema per fer-lo més atractiu pels nous professionals.

4. Promoure que hi hagi **una estratègia d'IA** a les organitzacions per tal de poder incentivar el desenvolupament de solucions basades en dades i IA i reduir la **resistència al canvi** en el sector.

- Elaborar un decàleg d'accions estratègiques orientat a desmitificar l'adopció de la IA en la gestió del cicle de l'aigua, especialment enfocat als actors i operadors més petits que poden tenir més dificultats a nivell de recursos per afrontar una estratègia en IA amb èxit.
- Sensibilitzar el sector amb casos d'èxit reals per tal que es pugui conèixer els beneficis d'aplicació dels models d'IA.
- Mostrar el ROI d'aplicar solucions basades en IA, per tal que compensi la despesa implicada.
- Afavorir models de col·laboració i cooperació entre gestors públics, privats, empreses grans i PIMEs per compartir el coneixement, realitzar desenvolupaments i proves conjuntes, per un desplegament més uniforme i àgil entre tots els operadors, independentment de la seva mida o de la població servida.
- Realitzar sessions formatives específiques del sector de l'aigua, que serveixi per donar informació bàsica i clarificar els potencials de la IA.
- Facilitar l'intercanvi d'informació entre els agents de l'ecosistema.
- Promoure la divulgació de casos d'èxit als congressos, fires revistes tècniques (no només científiques) i newsletters de les associacions del sector.
- Realització de sessions sectorials per tal que pugui compartir-se experiències, coneixements, best practices, etc. entre els agents de l'ecosistema.

4.4.2. Propostes amb impacte i viabilitat de grau mig

Per altra banda, en aquest grup es contemplen aquelles propostes que es considera que, o bé no tenen un impacte tan elevat en un punt inicial d'incorporació de la IA, o bé aquelles propostes que sí que tenen un impacte important, però que presenten majors complexitats per portar-les a terme a causa de la quantitat d'actors que implicaria, i a la dependència amb d'altres òrgans competents fora de l'àmbit català.

5. Incrementar el **finançament públic** i fomentar la **col·laboració entre l'ecosistema** per tal de poder implementar solucions basades en dades i IA en tota la cadena de valor, i tenint en compte la fragmentació del sector. Es proposen les següents actuacions:

- Identificar sinergies entre les diferents agents de l'ecosistema.
- Detectar oportunitats i reptes sectorials.
- Impulsar la generació de solucions estandarditzades i compartides.
- Com bé crític, avaluar i potenciar el disseny de línies de finançament específiques per afavorir la recerca i la innovació en la gestió del cicle de l'aigua, potenciant els projectes col·laboratius entre els diferents agents de l'ecosistema.
- Facilitar la participació a projectes europeus i promoure la internacionalització de les empreses i agents.
- Facilitar l'accés al finançament per tal de portar projectes pilot i proves de concepte a producció.
- Atreure el finançament privat de venture capitals nacionals i estrangers i family office cap a la inversió al sector.

6. Facilitació de la **transparència dels models** basats en la IA. Aquesta recomanació estaria vinculada a la de promoure la gestió del canvi entre treballadors de gestió hídrica. Es plantegen les següents recomanacions d'actuació:


- Fomentar l'ús d'una IA explicable (XAI) en el desenvolupament dels models amb l'establiment de processos i mètodes que permetin als usuaris persona comprendre i confiar en els resultats generats pels models i amb l'objectiu fi-

nal de descriure el model, l'impacte esperat i el possible biaix existent.

- Escoltar i entendre les necessitats dels agents operadors del sistema, així com la realitat de les dades de que disposen, per proposar solucions realistes focalitzades a resoldre les seves necessitats, d'una manera simple i intuïtiva.
- Involucrar els gestors hídrics en la participació dels projectes de desenvolupament de solucions d'IA.
- Crear equips mixtos d'experts del sector amb experts tecnològics per validar les solucions i models.
- Generar guies de tècniques d'IA, casos d'ús que es volen abordar i exemples exitosos com a referències per empreses.
- Afavorir la compartició de models que puguin ser aplicats de manera generalitzada per facilitar la generalització i el reaprofitament de les solucions d'èxit.
- Promoure el coneixement i l'adopció de mètriques de qualitat de les dades durant tot el seu cicle de vida per tal de facilitar la seva robustesa.

7. Creació **d'entorns de proves** per facilitar la validació de les solucions basades en IA i dades. Es proposa un entorn de proves semblants al sandbox de l'entorn financer, però adaptats amb una regulació específica que faciliti el desenvolupament de projectes mixtos entre les organitzacions del sector de l'aigua. Aquest marc permetria el treball conjunt entre coneixedors del sector i tecnòlegs. Les actuacions que caldria desenvolupar serien:

- Definir un model de governança de dades de l'entorn de proves.
- Establir els protocols i mecanismes per la validació de les solucions.
- Estandarditzar i elaborar mètriques i guies per a l'avaluació dels nous models d'IA.
- Crear un marc específic d'acompanyament en el desplegament i l'operació de models que faciliti la incorporació de les solucions desenvolupades a entorns de producció i operativa real.
- Sensibilitzar i difondre els resultats i casos d'èxit.



ANNEX I. **Presentació** **de casos d'ús** **il·lustratius**

En el present estudi s'han identificat un conjunt de 30 casos d'il·lustratius de projectes destacables promoguts per agents catalans en l'aplicació d'IA en l'aigua. Per a cadascun dels casos d'aplicació s'identifiquen els següents aspectes (amb lleugeres modificacions al tractar-se de casos impulsats per empreses o bé de projectes de recerca):

- BREU DESCRIPCIÓ: Resum del cas.
- REPTE: Quin és el repte que vol solucionar?
- SOLUCIÓ: En què consisteix la innovació (projecte/ solució)? Quin és l'objectiu del projecte?
- PERFIL TECNOLÒGIC: Com s'aplica la intel·ligència artificial en el cas? Com funciona la solució proposada?
- PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR: Quina empresa/consorci impulsor està al darrera de la innovació? (país origen, àmbit d'especialització, etc)
- BENEFICIS DERIVATS: Quines implicacions té pel sector? Quins aprenentatges es poden concloure del cas d'ús presentat?
- LÍNIES DE FUTUR: Quin és el potencial de creixement i escalat del cas il·lustratiu? Quines són les futures línies estratègiques dels impulsors?
- CONTACTE: Identificació del web

Cadascun dels casos presentats s'ha classificat en relació a les oportunitats presentades en el capítol 3.

A I.1. Gestió d'infraestructures hídriques

CAS IL·LUSTRATIU	DIGITAL TWINS
BREU DESCRIPCIÓ	L'objectiu principal és crear un bessó digital de la xarxa de distribució d'aigua potable per millorar l'operació i el cicle de vida dels seus actius. El bessó es desenvolupa sobre actius crítics, amb l'objectiu de facilitar i agilitzar la detecció d'incidències i anomalies per part dels operadors gràcies al desenvolupament d'una solució digital basada en intel·ligència artificial.
REPTE	Minimitzar parades a plantes a causa d'incidències que es poden detectar de manera preventiva a partir de les dades, millorar l'eficiència dels actius en planta i digitalitzar plantes per tenir més control sobre els processos.
SOLUCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> • Una plataforma on es pot visualitzar una BIM (Building Information Modelling) de la planta on s'implanta el Digital Twin, aquesta vista facilita que l'operari pugui detectar i veure on es troben les avaries dels actius. • Mòdul de visualització de dades tipus dashboard on es poden consultar les dades de tots els actius digitalitzats. • Mòdul de gestió d'alarmes i avaries que permet als operaris a la planta gestionar totes les incidències que detecta el Digital Twin i tenir traçabilitat de les solucions o problemes que han succeït.
PERFIL TECNOLÒGIC	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalització d'actius, s'hi afegeix una capa més que permet tenir control sobre dades que prèviament no es tenien. • A partir de l'anàlisi de dades es creen noves variables o paràmetres que faciliten la detecció primerenca d'anomalies o falles.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per CETAQUA, IDP i Aigües de Barcelona
BENEFICIS DERIVATS	Reducció d'avaries, millora del control sobre les dades de la planta, millora en la traçabilitat i informació de les avaries i com es gestionen per part dels operaris. Visió 360 dels actius que componen una planta. Facilitat per als operaris de consultar dades sense haver de consumir-los sense una eina.
LÍNIES DE FUTUR	Es continuen afegint més tipologies d'actius a digitalitzar i es desenvolupen noves variables explicatives de comportaments anòmals així com entrenen models d'intel·ligència artificial per resoldre problemàtiques que puguin venir derivades de les dades dels nous actius. També s'hi volen afegir noves funcionalitats a la plataforma per millorar la gestió de les alarmes.
Web	Cas d'ús de l'exemple en https://abtwindinapsis.azurewebsites.net/

CAS IL·LUSTRATIU	CONTROL INTEL·LIGENT EN ESTACIONS DEPURADORES D'AIGÜES RESIDUALS (FIWARE4WATER)
BREU DESCRIPCIÓ	Desenvolupament de sistemes de control autònom per una gestió eficient dels processos de tractament d'aigües residuals en la principal estació d'aigua depuradora d'aigües residuals d'Amsterdam. El sistema implementat consisteix en un paquet de solucions basades en dades que integra sensors virtuals, bessons digitals, predicció de variables o agents de control autònom. Com a objectiu, es busca minimitzar l'impacte mediambiental i el consum energètic lligats a l'operació dels processos biològics implicats en el tractament, mentre es compleix amb la normativa vigent de qualitat de l'aigua.
REPTE	<p>El procés de fangs actius és una de les fases de tractament d'aigua més habituals en una EDAR. Aquí, es duu a terme un procés biològic d'oxidació d'amoni (NH₄), una substància tòxica que deteriora significativament la flora i la fauna, la qual es vol eliminar de l'aigua residual abans del seu abocament a la xarxa. Durant el procés (pas de nitrificació), es genera nitrat (NO₃), una substància nociva per l'esser humà i els animals, que ha de ser eliminat (pas de desnitrificació) genera principalment òxid nítrós (N₂O), un dels principals gasos d'efecte hivernacle. Els límits d'abocament o emissió de tots aquests elements estan regulats per legislació.</p> <p>Aquest complex procés es duu a terme en un tanc d'aeració, i es afecta per un gran nombre de paràmetres, com el pH, la temperatura de l'aigua, l'alcalinitat, la concentració d'oxigen dissolt, la càrrega orgànica o les condicions medi ambientals.</p> <p>Així, per activar una reacció biològica eficient, es necessària una concentració d'oxigen dissolta específica en l'aigua, en el tanc d'aeració, en funció de tots aquests paràmetres. Per obtenir-ho, un conjunt de bufadors proporcionen constantment un cabal d'aire (oxigen) variable en funció d'una consigna. La definició d'aquesta consigna d'oxigen és clau per assegurar un rendiment de procés adequat que tingui en compte tant la qualitat d'aigua de sortida (en base a l'amoni i el nitrat present) i el balanç adequat entre el consum energètic per la injecció d'aire i les emissions de gasos d'efecte hivernacle.</p>
SOLUCIÓ	<p>El projecte parteix d'una important fase prèvia de digitalització de la EDAR, on tot un conjunt de paràmetres relacionats amb el procés son capturats pel seu processat i posterior us.</p> <p>La clau de la solució radica en desenvolupament d'un simulador del procés biològic dut a terme en el tanc d'aeració, i el corresponent agent de control. El simulador ha de ser capaç de, donat un estat del procés proporcionat per tots els paràmetres disponibles (incloent la consigna d'oxigen), predir l'estat del mateix procés a curt termini. A partir d'aquí, es desenvoluparan agents de control que utilitzaran el simulador per aprendre a definir consignes, de forma off-line, en base a diferents situacions que es puguin trobar amb l'objectiu d'assegurar el rendiment de procés adequat abans mencionat. Per fer-ho, disposaran tant de l'estat actual del procés, com del que ha passat les últimes 24 hores.</p>
PERFIL TECNOLÒGIC	<p>El simulador és basa en un model d'aprenentatge supervisat suportat per un algoritme de xarxes neuronals profundes recursives.</p> <p>Els agents de control es basen en models d'aprenentatge per reforç profund, on s'han plantejat diferents tipus de problemes (e.g. discrets vs continus) amb diferents algoritmes. La capa d'entrada a la xarxa neuronal que representa la política està definida per una capa neuronal recurrent LSTM que proporciona les 24 hores de dades de informació de l'estat del problema.</p> <p>El sistema de processat i validació de les dades i els sensors virtuals es basen en models d'aprenentatge supervisat suportats per algoritmes de xarxes neuronals profundes recursives i autoencoders.</p>
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	FIWARE4Water va ser un projecte finançat per la Comissió Europea en el seu programa Horitzó2020. En aquest cas d'estudi van col·laborar les entitats Waternet (Holanda, operadora de serveis d'aigua), KWR (Holanda, institut de recerca en aigua), i Eurecat (Espanya, centre tecnològic). Waternet i Eurecat continuen investigant en les parts del simulador i els agents de control en un projecte privat.
BENEFICIS DERIVATS	<p>Els primer resultats obtinguts en el projecte F4W indiquen que s'aconsegueix una reducció del 50% en les emissions de gasos d'efecte hivernacle en la línia de tractament d'aigua residual operada autònomament pels agents de control. Aquest fet es tradueix en un estalvi climàtic de més de 500 tones de CO₂ (equivalent), o 35K Euros, en 5 mesos d'operativa en aquesta línia de tractament.</p> <p>Així, queda demostrat l'efectivitat i el gran impacte de les tecnologies digitals basades en dades en l'àmbit de gestió de les EDARs.</p> <p>El projecte representa un cas d'estudi d'èxit del camí d'un projecte del món de la investigació. En aquest cas, gràcies al finançament públic europeu es possible que diferents entitats, de diferents països, i amb diferents coneixements i expertesa, col·laborin per generar nou coneixement. A continuació, aquest coneixement és explotat per crear un nou producte i millorar així els processos industrials actuals.</p>
LÍNIES DE FUTUR	El projecte F4W ha finalitzat amb els resultats explicats, però les entitats Waternet i Eurecat han continuat col·laborant en un projecte privat per seguir desenvolupant i millorant el simulador i el sistema de control, elements clau per a la millora del rendiment de la solució. En el simulador, es busca millorar la seva predicció a mig i llarg termini i, en els agents de control, es treballa la funció de recompensa, ajustant-la cada cop més al problema en concret (e.g. noves variables o valors de costos més ajustats).
Web	https://www.fiware4water.eu/demo-cases/netherlands-intelligent-control-wastewater-case

CAS IL·LUSTRATIU	PROJECTE SAGEDCAT (SOLUCIÓ AVANÇADA DE GESTIÓ DE DADES DEL CAT)
BREU DESCRIPCIÓ	Projecte SAGEDCAT (Solució Avançada de Gestió de Dades del CAT)
REPTE	Per tal de poder aplicar IA s'ha licitat una plataforma de dades preparada per a poder aplicar aquestes eines, i que a la vegada faci de repositori únic del CAT, amb totes les dades agrupades. Dins del projecte s'han previst 2 casos d'ús d'aplicació de la IA a les àrees de qualitat i d'explotació.
SOLUCIÓ	<p>Plataforma cloud de dades (Data Lakehouse) amb eines d'explotació IA integrades (Jupyter), que permeten un desenvolupament intern i alhora integrar solucions externes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cas Qualitat: Model IA que permeti a partir de les dades del riu Ebre, la meteorologia i les dades de captació del CAT, definir quina serà la qualitat de l'aigua captada a un dia vista. • Cas Explotació: Model IA que permeti a partir de les dades de consum dels consorciats del CAT definir quina serà la demanda prevista qualsevol dia, per poder planificar actuacions.
PERFIL TECNOLÒGIC	La plataforma té mòduls d'integració de les dades cap a Jupyter, cosa que permet utilitzar les llibreries IA de python i integrar els resultats a la mateixa base de dades.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ConSORCI d'Aigües de Tarragona
BENEFICIS DERIVATS	Ambdós casos tindran impacte en l'activitat habitual del CAT i milloraran el seu treball diari. A més, serviran d'exemple per a impulsar nous models.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte ha d'estar finalitzat a finals de juny i és la base d'altres projectes en marxa, com el projecte Europeu SafeCrew i el PERTE de digitalització de l'aigua del CAT.
Web	www.ccaait.cat

CAS IL·LUSTRATIU	REPIPE
BREU DESCRIPCIÓ	Actualment, hi ha un model propietat d'Aigües de Barcelona, desenvolupat parcialment en col·laboració amb el BSC, que permet estimar la probabilitat de fallada d'un element de la xarxa de distribució i transport d'aigua de l'àrea metropolitana de Barcelona. Aquest innovador model estadístic, utilitza informació tècnica (material de construcció, data d'instal·lació, avaries anteriors, etc.) i geoespacial (ubicació a la ciutat, emplaçament de les actuacions sobre la xarxa, tipus de pavimentació, etc.) sobre els més de 130 mil trams de canonades que componen la xarxa i algoritmes del tipus de potenciació de gradients (en particular, XGBoost) per donar una previsió a curt termini, entre 1 i 4 anys, de la probabilitat d'avaría de cada un d'aquests trams. A més, la mateixa informació s'utilitza en algoritmes del tipus de riscos proporcionals (en particular, model de Cox) per a proporcionar una probabilitat de supervivència (és a dir, sense avaries) a llarg termini que complementa els models de curt termini per a la presa de decisions del pla de renovació global anual. La investigació i desenvolupament per millorar aquests models estadístics té un impacte important en aspectes econòmics, així com ambientals i socials, ja que si bé el pla de renovació incorpora aquestes probabilitats juntament amb moltes altres variables rellevants que descriuen l'impacte en aquestes àrees, la precisió de les prediccions té una influència fonamental en l'efectivitat global del pla.
REPTE	Aigües de Barcelona, motivada per aconseguir una gestió eficient dels actius porta anys treballant en desenvolupar polítiques de renovació de la xarxa de distribució eficaços. Un cop desenvolupades aquestes estratègies a curt termini el següent pas seria comptar amb una estratègia més a llarg termini, fixada en un horitzó dels següents 50 anys. Aquest model de renovació a llarg termini hauria de complir característiques com permetre estudiar diferents escenaris de renovació o determinar el volum anual d'inversió òptim per a la xarxa de distribució. Actualment, es compta amb una versió beta del model a llarg termini, desenvolupada per Aigües de Barcelona. A part d'utilitzar en la definició del pla quinquennal de renovació de la xarxa, aquest model beta ha servit per comprovar la factibilitat, identificar els principals reptes d'investigació i per establir un punt de partida d'aquest projecte. En una primera fase es preveu incorporar millores de prediccions de la taxa d'avaries / trencaments i d'optimització jeràrquica del model a curt perquè doni lloc a el model a llarg. En una segona fase s'incorporaran indicadors econòmics, socials i mediambientals.
SOLUCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> • Millorar de la capacitat predictiva actualment utilitzada. Per exemple, la millora de l'encert en la projecció de les avaries futures per cada tram, tant per mitjà de la incorporació de noves variables explicatives (de preprocés o de postprocés), com per la aplicació de noves tècniques predictives amb major encert. • Optimitzar/simplificar els desenvolupaments actuals per tal d'assegurar una reducció considerable en els temps de càlcul, però també per garantir la integració dins dels Models de comparació d'estratègies del mètode de recàlcul de l'evolució de la jerarquització d'importàncies per tram. • Millorar l'objectivació en l'estimació de l'evolució futura dels intangibles socials i mediambientals vinculables a les diferents alternatives de renovació dins la xarxa d'abastament. • Desenvolupar un mètode per a l'aplicació en la gestió avançada d'altres actius del servei d'abastament, del conjunt de millors tècniques resultant dels treballs anteriors, i recolzament en tasques d'implantació.

PERFIL TECNOLÒGIC	Els models de millora de la planificació a curt i a llarg termini dels actius de la xarxa d'abastament estan basats en una combinació de tècniques d'IA (classificacions i regressions) aplicades sobre dades d'inventari i de tots els components ambientals, socials i econòmics que impacten en el servei d'abastament. Els models estan construïts utilitzant llibreries python d'aprenentatge automàtic, Java i R, i s'empaqueten dins d'un servei i contenidor (KNIME Server) per a facilitar la seva futura integració en les operacions de planificació del cicle de l'aigua.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Col·laboració entre Aigües de Barcelona, AMB, Generalitat de Catalunya (AGAUR) i BSC-CNC
BENEFICIS DERIVATS	Planificació a llarg termini basada en una justificació tècnica per la renovació de la xarxa d'abastament d'Aigües de Barcelona garantint uns nivells de servei establerts.
LÍNIES DE FUTUR	Aplicació dels models en les polítiques d'inversió i renovació de la xarxa d'abastament
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	PREDDEM
BREU DESCRIPCIÓ	L'API PredDem es basa en l'experiència acumulada durant anys de treball amb la predicció automatitzada de la demanda d'aigua. Aquesta experiència es diferencia sobretot per la granularitat espacial o temporal de les dades. No és el mateix predir el total d'aigua que s'utilitzarà demà a tota una ciutat, que fer-ho per als següents 18 mesos en aquesta mateixa ciutat, o que fer-ho per a un sector hidràulic concret per a les 48 hores següents de forma desagregada concretant el consum horari. Cada situació permet utilitzar tècniques diferents i fins i tot utilitzar fonts d'informació alienes a la mateixa demanda, com ara variables meteorològiques.
REPTE	Disposar de models de predicció de la demanda és una de les necessitats bàsiques per a les operadores del cicle de l'aigua. A partir d'aquests models, es desenvoluparan mètodes de predicció i gestió de la demanda que s'apliquen a múltiples aspectes de la gestió del cicle de l'aigua i que redundaran, finalment, en la millora de la qualitat del servei i, en darrera instància, en els processos de presa de decisions per invertir en infraestructures. Des del punt de vista tecnològic, abordar aquests reptes mitjançant noves tècniques basades en dades permet adaptar-se a un escenari de canvi constant on les dinàmiques de consum i els hàbits d'usuari no responen ja als patrons coneguts. Aquest context confereix un caràcter molt dinàmic a l'operació i el manteniment de les infraestructures i introdueix la necessitat de dotar-se d'eines que permetin tant la monitorització i el control en temps real com la previsió de situacions futures que permetin l'optimització de la presa de decisions.
SOLUCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> L'API PredDem és una API per a la predicció a mitjà i llarg termini, on s'hi afegixen municipalitats i prediccions amb granularitat mensual. L'aplicació directa pot ser fer estimacions pressupostàries. L'horitzó podria ser els mesos restants de l'any o, per exemple, els 18 mesos següents, corrent un model per cada municipalitat o agregació geogràfica on es presenti el servei i sobre les dades d'operacions o potser les de clients.
PERFIL TECNOLÒGIC	La metodologia es basa en provar diferents models de predicció implementats en un escenari de predicció (amb horitzó de fins a un any) en diferents configuracions amb les dades disponibles. Tècnicament són escenaris de validació creuada per a sèries temporals. Un cop realitzat el "benchmarking", es tria la tècnica que ofereix millors resultats i s'utilitza per obtenir la predicció a l'horitzó demandat per l'usuari.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Aigües de Barcelona
BENEFICIS DERIVATS	<ul style="list-style-type: none"> Elaboració de pressupostos per els següents mesos o anys. Elaboració de tarifes acords a les previsions per poder cobrir els costos del servei. Estudis d'escenaris de l'impacte de diverses tarifes. Planificació de la compra diària d'aigua (pous, dessaladores i diverses fonts). Planificació d'operacions de bombeig a curt termini per garantir el servei i minimitzar la factura energètica (horitzó 24-72 hores, granularitat 5 minuts, 15 minuts, 30 minuts o una hora). Validació i correcció de dades. Detecció d'anomalies en consum (que al final poden detectar fuites, consums anòmals, robatoris d'aigua, connexions il·legals, trencaments, fallades en equips de bombeig...) Predicció de la registrada diària amb una part de dades de tele-lectura – és a dir, sense cobriment total - i l'històric de consum.
LÍNIES DE FUTUR	Adaptació dels models a dades de tele-lectura.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	AUTOMATITZACIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ DE SISTEMES INTEL·LIGENTS DE SUPERVISIÓ I CONTROL DE DEPURADORES
BREU DESCRIPCIÓ	Un dels objectius principals dels sistemes de sanejament és la millora i l'increment de la seva eficiència tot i fent recerca i innovació en diversos aspectes com la presa de decisions mitjançant sistemes intel·ligents de suport a la presa de decisions (IDSS), en la valorització dels residus, en els sistemes de modelització de les xarxes de col·lectors, en l'increment de l'eficiència energètica dels sistemes de sanejament, en la millora de la qualitat de l'aigua depurada i/o de les tecnologies de depuració i/o regeneració de l'aigua depurada, o en la millora de la qualitat de l'entorn fluvial.
REPTE	Una de les grans problemàtiques per a dissenyar un nou sistema de control/supervisió per a un procés, com per exemple una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR), rau en la necessitat de plantejar un sistema ad-hoc per a cada instal·lació, depenent de les seves característiques particulars. Això comporta la inversió d'una gran quantitat de temps i diners.
SOLUCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> La tecnologia desenvolupada es general per a qualsevol sistema o procés en temps real, però s'ha implementat per al cas particular de l'automatització de la Construcció de Sistemes Intel·ligents de Supervisió i Control d'una EDAR mitjançant la interoperabilitat de diferents mètodes d'Intel·ligència Artificial (IA).
PERFIL TECNOLÒGIC	La interoperabilitat dels diferents mètodes d'IA, tals com mètodes de mineria de dades (data-driven IDSS), així com la utilització de mètodes basats en un model o en un expert (model-based IDSS) permet una millor fiabilitat, eficiència i qualitat de l'aigua depurada en la supervisió d'una EDAR. S'usen tant tècniques de Raonament Basat en Casos (CBR) com Raonament Basat en Regles (RBR). El sistema desenvolupat s'integra amb la resta de components habituals en un sistema sanitari com els d'una EDAR (SCADA, PLC, etc.).
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	CCB Serveis Mediambientals, S.A.U (Consorci Besòs Tordera) i Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) – doctorat industrial més un projecte col·laboratiu en R+D
BENEFICIS DERIVATS	<ul style="list-style-type: none"> Qualsevol reducció en els consums energètic i millora de la qualitat de l'aigua depurada resulta en un elevat estalvi econòmic i una reducció de l'impacte mediambiental per part de les estacions depuradores d'aigües residuals (EDARs) al medi receptor (fluvial, marítim, etc.). Així, mitjançant les noves tecnologies digitals i l'ús de tècniques d'intel·ligència artificial, es possible dissenyar un nou sistema de control/supervisió de manera més ràpida i econòmica per a una nova EDARs tot mantenint l'objectiu de reduir els consums energètics i millorar la qualitat de l'aigua.
LÍNIES DE FUTUR	Actualment, la recerca es centra en el refinament i ampliació de funcionalitats existents i disseny de noves funcionalitats complementàries, tals com l'ús de tècniques de raonament temporal i nous mètodes d'imputació o reconstrucció de dades mancants, mitjançant un sistema recomanador intel·ligent amb l'objectiu final de facilitar la creació de nous sistemes supervisor per a EDARs, tot minimitzant els costos energètics i l'impacte ambiental.
Web	https://www.ccbserveis.cat/ / https://futur.upc.edu/32020332_

CAS IL·LUSTRATIU	IA APLICADA A LA PREDICCIÓ DE TRENCAMENT DE CANONADES EN XARXES D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE
BREU DESCRIPCIÓ	L'objecte d'aquest treball va ser elaborar un programa informàtic d'aprenentatge autònom que pugui predir la probabilitat de trencament d'una canonada en una xarxa de subministrament d'aigua potable. Aquesta eina de Intel·ligència artificial pot donar a les empreses gestores d'aquestes xarxes informació que els ajudarà a prendre decisions en el manteniment dels seus actius. Podran oferir un millor servei als clients en preveure el trencament de les canonades, amb el consegüent benefici comercial, d'imatge i econòmic que comporta. També es poden estalviar els elevats costos econòmics que comporten les reparacions. Actualment hi ha empreses de gestió d'aigua que estan treballant a l'àmbit privat en la creació d'algorismes de predicció sense compartir els seus programes. El que ens proposem en aquest treball és crear i compartir un algorisme d'aprenentatge autònom mitjançant xarxes neuronals que pugui predir el trencament de les canonades d'aigua.
REPTE	El trencament de canonades de distribució és un dels problemes més comuns a la que s'han d'afrontar els explotadors de xarxes d'abastament d'aigua. Disposar d'una eina que pugui predir la fatiga i el trencament d'aquests actius amb l'objectiu de poder planificar millor la renovació dels mateixos en base a aquest tipus de paràmetres es clau per a la millora operacional dels sistemes. En un context de sequera com l'actual pren més valor aquest tipus d'iniciatives orientades a la millora operacional que repercuteixen de forma directe en la reducció de pèrdues d'aigua en el sistemes d'abastament.

SOLUCIÓ	En aquest sentit el treball ha consistit en la creació d'una xarxa neuronal artificial (ANN) que ha estat entrenada amb dos datasets. En primer lloc un dataset d'actius i el segon un dataset de trencament de canonades ocorreguts en els actius entre els anys 2012 i 2021 de totes les explotacions que actualment opera Aigües de Manresa. Per a dur el treball s'ha procedit a definir el model de dades de les diferents variables d'input, per acabar disposant el output de la mateixa que seria la probabilitat de trencament de la canonada. Després d'un llarg procés de tria, les variables finalment escollides en l'input de la xarxa neuronal ha estat la pressió nominal, el material de la canonada, la pendent del terreny, el diàmetre de la canonada, el municipi, la longitud total de la canonada, l'índex NDVI, el nombre d'escomeses, els valors mitjos i extrems de la temperatura ambient durant els tres mesos previs al trencament de la canonada i el consum d'aigua dels abonats vinculats a la pròpia canonada. Varen quedar descartats en aquesta primera fase variables de model matemàtic com pressió i cabal atès que no es disposava en el moment de la realització de la ANN d'aquesta informació per a tots els municipis de referència. El procés va ser complex en el tractament i harmonització de les dades d'entrada, fet que va obligar a la reconsideració d'alguna de les variables. Una de les conclusions més interessants del treball ha estat posar en dubte la literatura tècnica actual, atès que creuant dades que en principi no tenen cap relació en la ruptura de les canonades, apareixen resultats inesperats que proven que hi ha una relació. Derivada de la conclusió anterior, aquest treball reafirma la idea que el tractament massiu d'informació, amb què es poden creuar dades clarament deslligades entre elles, fa aflorar vincles i relacions causa-efecte desconegudes fins ara. Fet que reafirma la importància de l'ús de les xarxes neuronals artificials. En aquest treball hem fet el primer pas per crear un algorisme en obert capaç de predir la probabilitat de trencament de les canonades de subministrament d'aigua potable.
PERFIL TECNOLÒGIC	El treball ha consistit en l'ús de les següents tecnologies: Base de dades PostgreSQL-Giswater on es disposava de la informació dels actius del sistema Base de dades PostgreSQL com a datalake on es va definir el model de dades d'avaria amb el dataset de dades d'entrada. Python-Pandas com a eina de tractament, depuració i harmonització de les dades. Base de dades PostgreSQL com a datawarehouse on es va emmagatzemar el dataset d'informació una vegada depurat, tractat i harmonitzat. Tensorflow 2.0 com a framework de construcció, entrenament i validació de la xarxa neuronal artificial (ANN) usada a tal efecte. QGIS i Grafana com a visualitzadors dels resultats de sortida obtinguts.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Aquest treball ha estat realitzat a partir de la col·laboració de dues empreses del sector com son Aigües de Manresa i BGeo, on els primers han posat tota la informació disponible de la seva xarxa (actius i avaries) i el segon ha desenvolupat la infraestructura ML-OPS així com ha creat i desenvolupats els algorismes de neteja, validació i eines de AI.
BENEFICIS DERIVATS	Hi ha beneficis derivats de l'aplicació d'aquesta IA en mode comercial. El fet de poder aplicar un manteniment predictiu per aquest tipus d'actius de xarxa permet reduir les incidències d'avaries que repercuteix directament en: - Millora de la qualitat del servei cap als abonats - Reducció de despeses de manteniment correctiu - Reducció de les pèrdues d'aigua provocades per les fuites
LÍNIES DE FUTUR	Cal destacar que a amb la quantitat i la qualitat de les dades de què hem disposat en aquest treball no hem estat capaços de crear un algorisme força fiable com per poder ser usat de manera comercial. En primer lloc cal ampliar el dataset amb informació que pot ser rellevant com pressió i cabal del models hidràulics, així com pressió i cabal real provinent de l'SCADA. ja que és possible que aquestes variables juguin un paper determinant en el trencament de les canonades. En segon lloc, també es important que per millorar aquests resultats cal que més empreses com Aigües de Manresa cedeixin les seves dades. El que ha evidenciat aquest treball de recerca és la importància de disposar d'una gran quantitat de dades de qualitat per poder obtenir bons resultats. En aquest sentit s'està treballant en assolir finançament per un projecte de recerca en el que no només un operador pugui cedir les seves dades de trencaments sinó que tants operadors com s'adscriguin al projecte puguin fer el mateix de tal manera que el volum de dades tractades per la AI sigui molt superior i pugui donar millors resultats.
Web	www.aiguesmanresa.cat i www.bgeo.es

CAS IL·LUSTRATIU	DRINKIA
BREU DESCRIPCIÓ	Sistema de suport a la decisió per la gestió optimitzada del tractament i distribució de l'aigua potable.
REPTE	Reduir la incertesa i objectivar la presa de decisions a la gestió de l'aigua potable.
SOLUCIÓ	Incorporació de models basats en dades i en coneixement, alhora que algun d'ells son desenvolupats de forma híbrida.
PERFIL TECNOLÒGIC	A nivell jeràrquic, les dades son adquirides i filtrades, per posteriorment ser processades i usades per prendre decisions (canvis de consigna, diagnòs, simulació d'escenaris...) i finalment l'usuari ha de poder interaccionar per crear escenaris futuribles i poder avaluar-los.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	LEQUIA, laboratori d'enginyeria química i ambiental de la UdG.
BENEFICIS DERIVATS	Optimització dels processos, avaluació d'escenaris, trobar les recomanacions més òptimes a nivell de gestió integrada, Comercialització de la tecnologia, nous casos d'aplicació i casos d'estudi.
LÍNIES DE FUTUR	Actualment estem en la fase de comercialitzar la tecnologia i llicenciar el coneixem i la metodologia usada amb èxits amb els casos d'estudi aplicats.
Web	http://www.lequia.udg.edu/technology-transfer/drinkia-digitaltwin-uk.html

CAS IL·LUSTRATIU	GESTIÓ INTEL·LIGENT DEL SISTEMA D'AIGUA POTABLE I SANEJAMENT EN AIGÜES DE CALP
BREU DESCRIPCIÓ	<p>Implantació de la plataforma integradora Xylem Vue powered by GoAigua per a la gestió del cicle urbà de l'aigua a la ciutat de Calp (Alacant). Es tracta d'un municipi amb grans fluctuacions estacionals en la demanda d'aigua degudes a la gran diferència que hi ha en el seu nombre d'habitants entre els períodes no vacacionals (amb uns 20.000 habitants) i els períodes vacacionals (per damunt dels 100.000 habitants). Xylem Vue powered by GoAigua captura, processa, homogeneïtza i explota les dades provinents de múltiples fonts d'informació, gràcies a l'aplicació d'algoritmes avançats. D'aquesta manera, centralitza la visualització d'indicadors i el control d'actius per a impulsar la digitalització. En aquest cas, la plataforma de gestió dels sistemes d'aigua potable i sanejament consta de: i) bessó digital del sistema de abastiment d'aigua potable, ii) sistemes d'alerta enfront d'inundacions, iii) estacions de monitoratge.</p>
REPTE	<p>El repte consisteix a fer front als desafiaments de la gestió del cicle integral de l'aigua, incidint en aspectes com:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La millora de l'eficiència hídrica • La reducció de l'aigua no registrada. • La reducció de queixes i, per tant, la millora de la percepció del client. • La reducció dels costos operatius. • La predicció d'esdeveniments d'inundació urbana, així com la millora en la planificació eficient de les actuacions en la xarxa. • La generació d'escenaris de pluges "what-if" amb informació en temps real. • La visualització d'una gran quantitat d'indicadors de l'estat del sistema en un entorn amigable, intuïtiu i completament configurable. • La detecció i predicció de descàrregues del sistema de clavegueram. • La generació d'un sistema de suport a la presa de decisions. • La planificació proactiva de neteges. • La detecció d'infiltracions i obstruccions. • L'eliminació d'olors mitjançant el dosatge automàtic de químics.
SOLUCIÓ	<p>Per a fer front a aquests desafiaments i optimitzar la gestió del cicle integral de l'aigua a Calp, s'ha implantat la plataforma integradora Xylem Vue powered by GoAigua per a gestionar els sistemes d'aigua potable i sanejament. Respecte a la xarxa d'aigua potable, Aigües de Calp compta amb les següents solucions de Xylem Vue Powered by GoAigua Water:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meter Data Analytics: monitoratge avançat de consum en els punts de subministrament • Leak Detection: detecció de fuites no visibles • Real-time What-If Scenarios: bessó digital que ofereix una còpia virtual completa de la xarxa municipal. La solució Real-time What-If Scenarios constitueix el bessó digital de la xarxa de Calp, situant a aquest abastiment com un dels pocs del món que compta amb aquesta tecnologia en operació, la qual cosa el posiciona a l'avantguarda de la innovació en aquest àmbit. <p>En quant a la xarxa de sanejament, es van implantar les següents solucions de Xylem Vue powered by GoAigua Wastewater:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clog Monitoring: detecció prematura d'embossos i assistent de programació de neteges. • Sewer Protect: detecció de cabals no desitjats provinents d'infiltracions, connexions pluvials en la xarxa residual i de descàrregues no procedents. • Unified Network Management – mòdul Odour Management: control autònom i intel·ligent de generació d'olors. • Real-time What-If Scenarios: bessó digital de la xarxa de sanejament que ofereix un sistema avançat d'alerta enfront d'inundacions. Per a la implantació de Real-time What-If Scenarios, seguint un procediment similar al de la xarxa d'aigua potable, es va recopilar i virtualitzar la informació de la xarxa de clavegueram i es van col·locar i van integrar múltiples estacions de mesurament de la làmina d'aigua en canonades i estacions de bombament connectades a equips IoT per a la transmissió dels registres.

PERFIL TECNOLÒGIC	Per a dur a terme el projecte s'han implementat solucions tecnològiques basades en tècniques de Big Data i intel·ligència artificial, algorismes d'eficiència hídrica i analítica avançada de dades que ha permès detectar patrons de comportament, així com realitzar previsions. No obstant això, cal assenyalar que l'avantatge principal de la plataforma Xylem Vue powered by GoAigua, resideix en el seu Smart Water Engine, un model de dades únic que integra i estandarditza, en una única font d'informació, totes les dades amb independència del seu origen (sensors, SCADA, actius, sistemes empresarials, etc.). Sobre aquest model es construeixen les aplicacions modulars i l'analítica avançada, la qual cosa permet gestionar de manera més eficient les dades operacionals, els actius i els dispositius IoT, així com crear vistes personalitzades i algorismes que satisfan necessitats específiques. En aquest sentit, el projecte s'ha desenvolupat en dos vessants: d'una banda, aplicant solucions per al abastiment i, per un altre, solucions destinades al sanejament. L'objectiu és fer front a aquests desafiaments i optimitzar la gestió del cicle integral de l'aigua. En la xarxa d'aigua potable s'ha implantat sensorització per al monitoratge avançat del consum, així com per a la detecció de fuites no visibles. A més, s'ha implementat el bessó digital de la xarxa de Calp, un dels pocs del món que compta amb aquesta tecnologia, la qual ofereix la possibilitat de monitorar el funcionament hidràulic de tota la xarxa gràcies a la simulació hidràulica en temps real, modificar l'operació del sistema, simular els resultats, i detectar problemes de manera immediata, entre altres avantatges. En la xarxa de sanejament s'han implantat solucions que faciliten la detecció prematura d'embossos i la gestió òptima de neteges, així com detectar cabals no desitjats, com a infiltracions o altres cabals no provinents de l'aigua potable. A més, s'ha implementat un control autònom i intel·ligent del dosatge de químics per a reduir d'olors i, com en la xarxa de proveïment, s'ha implantat un bessó digital que serveix d'alerta enfront d'inundacions i alleujaments. Així mateix, s'ha digitalitzat la gestió i seguiment de les inspeccions de canonades amb càmeres de CCTV. Aquestes solucions faciliten tasques clau com la predicció d'esdeveniments d'inundació urbana i descàrregues, la simulació d'escenaris de pluges, i la planificació proactiva de neteges.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Idrica en col·laboració amb Xylem, han desenvolupat Xylem Vue powered by GoAigua. A Catalunya la plataforma Xylem Vue powered by GoAigua la comercialitza Aigües de Catalunya.
BENEFICIS DERIVATS	Gràcies a les solucions implantades, la ciutat de Calp ha aconseguit: <ul style="list-style-type: none"> • Reduir l'aigua no registrada en un 35% en els últims 5 anys. • Aconseguir un rendiment en la seua xarxa de distribució superior al 89%. • Detectar 26 alertes anticipades per risc d'inundació urbana en un any, optimitzant la gestió dels recursos humans d'Aigües de Calp en aquests episodis. • Reduir les queixes i millorar la percepció del client. Aquest projecte va contribuir al fet que Aigües de Calp es convertís a l'abril de 2019 en la primera empresa de gestió del cicle integral de l'aigua certificada a Europa sota la norma UNE 178101-1 de Gestió de les Xarxes d'Aigua a l'entorn de les Ciutats Intel·ligents (Smart Cities).
LÍNIES DE FUTUR	Continuar amb l'acceleració de la transformació digital del sector de l'aigua, i millora dels actius digitals dels seus clients, així com racionalitzar i democratitzar les operacions de manera senzilla, segura i holística.
Web	EN: www.idrica.com , CAS: www.idrica.com/es , Aigües de Catalunya: www.aigues.cat

CAS IL·LUSTRATIU	DEMS
BREU DESCRIPCIÓ	Bessó digital del cicle natural de l'aigua. Té diferents fonts de dades (REST API, SCADA, Sensors, entre d'altres) que recullen les dades a temps real de diferents variables com els cabals, la pluja o la qualitat de l'aigua i permet fer-ne una visualització històrica. A més, aquestes dades son tractades per visualitzar-ne els estadístics o indicadors clau de rendiment, així com models de Machine Learning amb capacitat predictiva per als cabals, la qualitat de l'aigua, la meteorologia, etc.
REPTE	Millora de la gestió de la informació ambiental, ajuda en la presa de decisions i anticipació en determinats reptes de gestió.
SOLUCIÓ	Plataforma web on es visualitza un mapa GIS amb els sensors a temps real, els estadístics i els models de predicció d'Intel·ligència artificial corresponents.
PERFIL TECNOLÒGIC	Gestió de la informació en temps real (IoT i Big Data). Algorismes desenvolupats amb diferents tipus de Xarxes Neuronals Artificials.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Amphos 21
BENEFICIS DERIVATS	Optimització de la gestió de la conca (configuració d'alarmes i alertes primerenques, anàlisis geoespacionals, etc.).
LÍNIES DE FUTUR	Seguir desenvolupant algorismes predictius per tal que aquesta plataforma cada vegada tingui més funcionalitats.
Web	https://dems.amphos21.com/

CAS IL·LUSTRATIU	AQUALEARNING
BREU DESCRIPCIÓ	És un software que agrupa diverses llibreries d'IA utilitzada per automatitzar tot el flux de treball dels projectes que hem desenvolupat en el context de la intel·ligència artificial aplicada a la Hidrologia. Permet donar resposta a diferents reptes en la gestió de l'aigua com per exemple: predicció de la presència de contaminants a l'aigua (sensor virtual), optimització de bombejos, predicció del nivell de pous i cabal de rius, predicció de zones inundables en temps real,... L'objectiu final és desenvolupar alertes primerenques i optimitzar la gestió ambiental i el cicle integral de l'aigua mitjançant algorismes de Machine Learning.
REPTE	Millorar la productivitat del desenvolupament de solucions d'IA aplicades al cicle de l'aigua.
SOLUCIÓ	Aqualearning integra el codi de diferents tipus de xarxes neuronals (ANN, RNN, CNN, BNN...) desenvolupades amb les llibreries Tensorflow, PyTorch i SciPy de Python, així com també solucions analítiques basades una modelització hidrològica més tradicional, i també codi per visualitzar resultats en aplicatius web interactius.
PERFIL TECNOLÒGIC	Com ja s'ha comentat, el software conté un codi per desenvolupar diferents models de Machine Learning.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Amphos 21
BENEFICIS DERIVATS	Millora de la creació, desenvolupament i validació dels models de Machine Learning aplicats al cicle de l'aigua.
LÍNIES DE FUTUR	Seguir desenvolupant models diferents que millorin el rendiment dels actuals, així com facilitar l'ús d'aquests als usuaris d'Aqualearning.
Web	<u>No disponible</u>

CAS IL·LUSTRATIU	SUGGEREIX
BREU DESCRIPCIÓ	Sistema intel·ligent d'ajuda a la decisió (SAD) per la implementació i gestió d'estratègies eficients de regeneració i reutilització d'aigua regenerada.
REPTE	Reduir la complexitat en la selecció i gestió del tren de tractament avançat més adequat per la producció d'aigua regenerada i en la gestió del risc durant la reutilització d'aquesta.
SOLUCIÓ	Sistema intel·ligent d'ajuda a la decisió d'accés lliure, gratuït i via web per ajudar en la identificació, avaluació multicriteri i seguiment dels tractaments avançats més adequats per la producció d'aigua regenerada. L'avaluació multicriteri incorpora aspectes tècnics i d'eficiència però també econòmics i d'impacte ambiental.
PERFIL TECNOLÒGIC	El SAD basa el seu raonament en una completa base de coneixement expert sobre tecnologies, indicadors i de gestió de riscos químics i microbiològics; aquesta es complementa amb una base de dades sobre normatives i de casos històrics d'èxit, que es pot anar ampliant i millorant amb el temps per part dels mateixos usuaris.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	El SAD basa el seu raonament en una completa base de coneixement expert sobre tecnologies, indicadors i de gestió de riscos químics i microbiològics; aquesta es complementa amb una base de dades sobre normatives i de casos històrics d'èxit, que es pot anar ampliant i millorant amb el temps per part dels mateixos usuaris.
BENEFICIS DERIVATS	Suport en la implementació i gestió de projectes de regeneració i reutilització, que ha esdevingut una de les mesures més importants per disposar de més aigua estructuralment i així poder ser més resilient a episodis de sequera.
LÍNIES DE FUTUR	Suport en la implementació i gestió de projectes de regeneració i reutilització, que ha esdevingut una de les mesures més importants per disposar de més aigua estructuralment i així poder ser més resilient a episodis de sequera.
Web	https://aiguaregenerada.cat/sistema-dajuda-a-la-decisio/

A I.2. Aigua en alta

CAS IL·LUSTRATIU	CÀLCUL DE LA PREDICCIÓ DE TAQUES D'INUNDACIÓ
BREU DESCRIPCIÓ	Disposar d'un mecanisme basat amb IA que permeti realitzar el càlcul de la taca d'inundació d'un episodi de pluges en temps real a partir de les dades disponibles de les xarxes de control automàtiques (xarxa d'aforaments i xarxa meteorològica).
REPTE	Actualment les eines de modelització hidrològica permeten resoldre el problema amb llargs temps de càlcul fet que fa inviable la seva utilització per la gestió dels episodis d'inundació en el moment que s'estan produint.
SOLUCIÓ	Aplicar les tecnologies d'Intel·ligència Artificial per realitzar el càlcul de la taca d'inundació a partir de les dades de cabal del riu, aquestes dades poden provenir de dades mesurades en temps real o de resultats de la predicció proporcionats per altres models.
PERFIL TECNOLÒGIC	El projecte es divideix en dos fases, una primera d'entrenament de l'algorisme on s'utilitzen els resultats de les eines de modelització hidrològica tradicional. La segona fase utilitza el resultat d'aquest entrenament per l'aplicació amb un entorn amb dades en temps real o de predicció on es genera un producte que identifica la taca d'inundació.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Agència Catalana de l'Aigua (ACA), ens públic per la gestió del cicle de l'aigua a les conques internes de Catalunya. L'ACA es l'organisme que assessora al gestor de les emergències (Protecció Civil) per prendre les mesures adequades per mitigar el perill associat a les situacions complexes d'episodis de pluja.
BENEFICIS DERIVATS	Aconseguir una eina d'aquest tipus permetrà una gestió més òptima dels episodis de pluja, en dos àmbits, de prevenció alertant de les situacions de perill que es puguin produir amb les dades de predicció i de gestió del propi episodi mentre es desenvolupa. Als dos àmbits permetrà reduir els danys materials o personals que es poden derivar d'aquestes situacions amb una millor gestió i identificació de les situacions de perill. Les eines d'IA permeten donar un enfocament diferent a problemes que la tecnologia actual encara no pot donar resposta ja sigui per la seva complexitat com per la capacitat de càlcul que es requereix. A l'àmbit hidrològic aquesta tecnologia també pot servir per la resolució d'altres problemes associats la quantitat i la qualitat de l'aigua que circula al medi hídic. Problemes amb una gran complexitat de càlcul i amb múltiples incerteses o mancances de dades per abordar-ho.
LÍNIES DE FUTUR	Actualment s'està realitzant un pilot sobre una subconca del riu Ter per validar que l'eina permet realitzar el càlcul de la taca d'inundació amb suficient qualitat per tot un conjunt d'escenaris del passat, validant el seu grau de fiabilitat. El següent pas serà aplicar el producte amb dades reals o de predicció de cabal de riu per la seva utilització amb les eines de gestió dels episodis de risc meteorològic.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	PREDICCIÓ DE DISPONIBILITAT DE RECURSOS HÍDRICS
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte ha desenvolupat una sèrie d'eines predictives per la gestió de recursos hídrics que permeten anticipar el comportament de les variables clau de les masses d'aigua per tal de millorar la presa de decisions respecte a la producció d'aigua potable. Les eines estan basades en l'entrenament i la validació d'un conjunt de models d'intel·ligència artificial que proporcionen prediccions sobre els valors de les principals variables que intervenen en la gestió de recursos hídrics. En particular, es fa ús de tècniques d'aprenentatge automàtic (Machine Learning) de sèries històriques amb un horitzó temporal de predicció de 3 mesos.
REPTE	Atesa la situació actual d'alerta per sequera, s'estan duent a terme accions en el marc dels Plans de sequera. Els Plans de sequera són els instruments de planificació que defineixen les regles d'explotació dels recursos hídic i les mesures que cal aplicar en relació amb la utilització del domini públic hidràulic. A dia d'avui, l'entrada d'aigua regenerada al sistema està supeditada a la declaració oficial d'alerta per sequera que està vinculada a un valor específic de reserves acumulades als embassaments de les conques. Per tant, els resultats del projecte dotaran de més arguments en la implementació d'estratègies adaptatives de reutilització d'aigua regenerada a escala territorial (en funció de les reserves predites a 3 mesos vista) per fer front a esdeveniments extrems de sequera i escassetat hídrica.
SOLUCIÓ	Com a solució es presenta un enfocament basat en l'aprenentatge automàtic (Machine Learning) a partir de sèries de dades hídriques (sense dependència directa de models deterministes) amb un horitzó temporal de predicció de 3 mesos. Aquest enfocament té en compte, les corresponents sèries representatives d'aportacions hídriques, detracions i volums acumulats. Així doncs, es duu a terme l'entrenament i la validació de models d'intel·ligència artificial que proporcionin prediccions com a element clau per a la presa de decisions de gestió en el context actual de sequera perllongada. El sistema de predicció ha estat demostrat en 3 casos d'estudi: predicció de volums embassats a la capçalera dels rius Ter i Llobregat (AI4Llobregat); teledetecció de cobertura de neu i glaceres al riu Maipo a l'àrea metropolitana de Santiago de Xile (AI4Glaciers); i al·locació sostenible de recursos hídic al Mediterrani a Camp de Dalí, Almeria (PRIMA GOTHAM).

PERFIL TECNOLÒGIC	<p>L'abast del projecte cobreix tot el cicle de vida de l'anàlisi de dades per assegurar el lliurament de resultats de valor operatiu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'adquisició i el preprocessament de les dades històriques necessàries per a l'entrenament dels models de predicció per a cadascun de les conques objectiu. • L'entrenament i la validació amb dades històriques dels models de diferents variables hidríques per a cadascun dels embassaments amb un horitzó de 3 mesos. • El testeig i l'avaluació del rendiment dels models a partir de la quantificació de la precisió de les noves prediccions generades i, especialment, del seu valor com a eina per a la presa de decisions en la gestió de l'abastament.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per Cetaqua amb la col·laboració de Aigües de Barcelona, Hidralia i Aguas Andinas
BENEFICIS DERIVATS	Com a beneficis derivats del projecte s'obtenen models predictius de les variables clau de diferents conques capaços de donar diferents valors segons l'escenari pluviomètric que es plantegi. Alhora, s'obté una eina de presa de decisions de gestió en el context de sequera perllongada.
LÍNIES DE FUTUR	<ul style="list-style-type: none"> • L'estudi d'alternatives de models de predicció sobre series temporals per a obtenir la millor solució segons el problema que es vulgui abordar. • La combinació dels resultats obtinguts en el projecte conjuntament amb altres models que contemplin escenaris de sequera.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	DAM360
BREU DESCRIPCIÓ	Vigilància en temps real i avaluació de riscos en preses
REPTE	Estalvi de costos en la recopilació i la conservació de dades. Reducció dels riscos de fallada de les preses. Millorar el sistema de reporting (informes, alarmes i avisos) en cas d'observacions anòmales.
SOLUCIÓ	La solució d'ADASA és una plataforma per a la gestió de seguretat de preses. Funciona com un repositori centralitzat en el qual s'assimila la informació de tots els punts remots en temps real, i totes les dades de seguretat de la presa, incloses les observacions visuals realitzades durant una inspecció i reconeixement detallat de l'obra, reportatge fotogràfic, i lectures de mesures d'inclinòmetres, camaòmetres, etc. La solució permet l'adquisició de dades in situ, amb la possibilitat de configurar rutes i calendaris d'inspecció, modes d'operació online i offline i mecanismes de validació de les dades introduïdes. El programari pot integrar-se amb múltiples sensors de tercers, solucions SCADA i sistemes de telemetria, incloses les dades d'estacions totals automàtiques o semiautomàtiques
PERFIL TECNOLÒGIC	L'anàlisi de dades històriques de les preses mitjançant IA permet; eliminar sorolls i pics innecessaris en els senyals dels sensors; trobar patrons i correlacions entre diferents sondes i paràmetres a la presa; construir models intel·ligents per predir la resposta de la presa; trobar tendències a llarg termini i l'efecte de l'envelliment a la presa; trobar anomalies i comportaments inusuals a les preses; trobar paràmetres modals de les preses al llarg del temps; localitzar qualsevol dany no visible a la presa basant-se en l'anàlisi del domini de freqüència dels acceleròmetres
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ADASA (Espanya i Austràlia).
BENEFICIS DERIVATS	Reducció d'errors en la introducció i transcripció de dades, amb reducció dels costos de les inspeccions in situ i estalvi temps en la recopilació de dades gràcies a l'aplicació mòbil. Augment de la qualitat i fiabilitat de les dades de seguretat de la presa aplicant processos automàtics d'assegurament i control de la qualitat (QA i QC). Rapidesa i eficàcia en la presa de mesures correctives el personal adscrit a l'equip d'explotació té accés en temps real a les dades de vigilància recopilades sobre el terreny de forma manual o per telemetria. Activació automàtica d'alarmes i avisos en cas d'observacions anòmales, reduint els riscos d'una possible fallada de la presa. Estalvi de temps i esforç en l'anàlisi gràcies a l'accés fàcil a tota la informació de vigilància de la presa des d'un sol sistema, per mitjà de panells i informes tant estàtics com dinàmics. Gestió de la seguretat de la presa més eficaç gràcies a la utilització de tècniques de modelització o algorismes d'aprenentatge automàtic per realitzar una anàlisi predictiva.
LÍNIES DE FUTUR	Actualment ADASA comercialitza la solució DAM360 a Austràlia i Espanya
Web	https://www.adasasystems.com/es/solucion/seguridad-en-presas-dam360.html

CAS IL·LUSTRATIU	PROJECTE SAFECREW
BREU DESCRIPCIÓ	Projecte europeu que analitza els efectes del canvi climàtic sobre l'aigua de consum, en especial pel que fa a la cloració i els seus subproductes.
REPTE	Poder donar aigua de qualitat en el futur, avançant-nos als reptes del canvi climàtic. Per a això es pretén optimitzar tant els processos de tractament com la dosificació de clor per distribuir aigua de qualitat i minimitzar els subproductes generats en el procés de desinfecció.

SOLUCIÓ	Aplicació d'eines IA per a preveure la qualitat de l'aigua a la sortida del procés, en funció de l'aigua de la captació i els subproductes de la desinfecció en qualsevol punt de la xarxa, per a poder optimitzar processos i dosificacions.
PERFIL TECNOLÒGIC	El projecte utilitzarà les dades del SAGEDCAT, i els partners del projecte europeu (EURECAT i POLIMI) desenvoluparan models, soft-sensors i eines d'ajuda a la presa de decisions.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte Horizon 2022
BENEFICIS DERIVATS	Millora del procés del CAT, tant en eficiència com en garantia de la qualitat. Extrapolable a altres operadors d'aigua.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte va començar el desembre de 2022 i dura 3 anys. El CAT és un dels sites on s'implantaràn les solucions.
Web	www.safecrew.org

CAS IL·LUSTRATIU	PROJECTE AGUAEARN
BREU DESCRIPCIÓ	En el marc del projecte AguAlearn, s'ha desenvolupat una plataforma d'alerta primerenca de la qualitat de l'aigua subterrània de la zona del delta del Llobregat basada en Machine Learning que ha permès augmentar la sostenibilitat de l'explotació de l'aqüífer. La plataforma de gestió dels pous d'abastament desenvolupada incorpora un sistema d'alerta primerenca pel risc de contaminació que permet preveure i avisar de l'entrada de contaminants orgànics, alguns dels quals emergents, gràcies a la integració dels algorismes optimitzats mitjançant Machine learning i de dades analítiques de paràmetres rutinaris de la captació d'Aigües del Prat.
REPTE	La presència de contaminants orgànics a les aigües subterrànies i la sobreexplotació de les aigües subterrànies
SOLUCIÓ	Una plataforma d'alerta primerenca de contaminants i de planificació de la explotació per la gestió en temps real de l'aigua subterrània de l'abastament basada en Machine Learning, amb una doble finalitat: identificar el cabal més idoni a cada moment que permeti minimitzar l'entrada de contaminants orgànics i predir la presència de contaminants específics a partir de resultats d'analítiques rutinàries de baix cost.
PERFIL TECNOLÒGIC	La plataforma incorpora algorismes predictius basats en models de xarxes neuronals recurrents que a partir de paràmetres rutinaris com salinitat i caudal són capaços de preveure l'entrada de contaminants orgànics
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte liderat pel clúster de l'aigua de Catalunya (Catalan Water Partnership), dos empreses de serveis (Amphos21, HYDS) i una empresa explotadora del cicle de l'aigua (Aigües del Prat)
BENEFICIS DERIVATS	Es tracta d'un projecte pioner en l'aplicació d'IA a la gestió de les aigües subterrànies i a la seva explotació per l'abastament que demostra satisfactòriament el potencial de la IA en aquest àmbit.
LÍNIES DE FUTUR	Replicar aquest tipus d'eina en la captació d'altres empreses que gestionen el cicle de l'aigua, ja siguin pous o aigües superficials. Extendre l'aplicació de la IA a altres àmbits de la gestió de l'aigua (sanejament, reutilització, etc.)
Web	http://www.cwp.cat/es/item/agualearn/

A I.3. Aigua en baixa

CAS IL·LUSTRATIU	CV ESPUMES
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte consisteix en l'entrenament i validació d'un model de Computer Vision per la detecció de la formació d'escumes a la superfície de l'aigua a diferents canals presents a les depuradores (podent ser aplicat a captació, reactor biològic, desarenador, etc). En concret es calcula el percentatge d'escumes que hi ha en aquesta superfície d'aigua i s'envia una alarma a l'operari quan sobrepassa un límit. En un futur pròxim la idea és tancar el llaç i poder dosificar automàticament antiescumant.
REPTE	Actualment són els operaris els qui realitzen la monitorització in situ de la formació d'escumes. Això té la limitació, per una banda, de que no poden estar mirant 24 hores per veure si es formen escumes; i per una altra banda, de la perillositat augmentada que implica fer aquesta monitorització in situ per la nit. A més, actualment es pot estar utilitzant antiescumant de manera no optimitzada per tal d'evitar la presència d'escumes a la sortida de planta.
SOLUCIÓ	La solució que es presenta consisteix en la utilització de tècniques de Computer Vision per tal de detectar escumes en llocs específics del procés de depuració, de manera automàtica i reduir el temps de resposta dels operaris davant d'aquests tipus d'esdeveniments. Això significa una detecció primerenca i la possibilitat d'acabar dosificant l'antiescumant de manera automàtica, optimitzant els recursos.
PERFIL TECNOLÒGIC	L'aplicació de les tecnologies de Computer Vision en aquest cas cobreixen tot el cicle de vida d'un projecte d'aquest tipus: <ul style="list-style-type: none"> • Adquisició i instal·lació de l'equipament necessari per la captació d'imatges. • Creació del conjunt de dades d'escumes. • Entrenament del model de Deep Learning. Validació del model mitjançant: <ul style="list-style-type: none"> • La creació d'un sistema d'alarmes que avisa als operaris afegint la metodologia Human-in-the-loop per tal de millorar el model i el conjunt de dades d'entrenament, reentrenant el model en cas de necessitat. • El desplegament del sistema a diferents ubicacions.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per Cetaqua amb la col·laboració de la Direcció d'estratègia d'operacions AGBAR
BENEFICIS DERIVATS	Eliminació o reducció del risc de formació d'escumes a la sortida del tractament, per detecció primerenca.
LÍNIES DE FUTUR	Tancament del llaç integrant-se amb el sistema de dosificació automàtica de l'antiescumant.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	PREDICCIÓ DE DBPS EN CONTINUU
BREU DESCRIPCIÓ	En els sistemes de tractament d'aigua, la desinfecció és un dels passos més importants ja que ha de garantir la seguretat microbiològica de l'aigua generada, no només després del tractament, sinó durant tot el procés de transport fins al punt de consum. Per assolir aquest últim objectiu, molts països fan servir reactius químics derivats del clor (hipoclorit de sodi, diòxid de clor, cloramines, etc.) ja que garanteixen el grau de desinfecció residual obligatori que marca la legislació. Aquests reactius, tot i ser molt efectius per a eliminar els microorganismes, poden generar subproductes de desinfecció (DBPs) tòxics quan reaccionen amb les substàncies precursors ja presents a l'aigua o a la xarxa de distribució i no eliminades amb els tractaments convencionals: matèria orgànica, compostos d'origen antropogènic, biofilms en canonades, etc1. No obstant això, encara no existeix tecnologia que sigui capaç de modelitzar i predir la concentració d'aquests DBPs en els diferents punts del procés de distribució. Per tant, el desenvolupament de sistemes que permetin determinar quan i en quines zones de la xarxa poden haver-hi problemes de qualitat és de gran interès per als operadors, tant per assegurar una dosi de clor mínima que en garanteixi la seguretat microbiològica com per minimitzar la formació de DBPs no desitjats que estan o poden estar regulats en un futur.
REPTE	Desenvolupament de sistemes que permeti mesura en continuu la formació de DBPs en les xarxes de distribució. Actualment, no existeix tecnologia capaç de fer-ho.
SOLUCIÓ	No existeix tecnologia que sigui capaç de modelitzar i predir la concentració dels DBPs en els diferents punts del procés de distribució. Per tant, el desenvolupament de un sensor virtual basat en tècniques de Machine learning per a la predicció de DBPs es un innovació.
PERFIL TECNOLÒGIC	A través de mesures indirectes i estratègies de soft-sensing basades en aprenentatge automàtic es preveu informació sobre la presència dels DBPs en les xarxes de distribució.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Eurecat que té experiència en el desenvolupament de sensors virtuals basats en tècniques de Machine Learning per a la predicció de paràmetres de qualitat de l'aigua.

BENEFICIS DERIVATS	L'ús de desinfectants en els sistemes de distribució d'aigua està àmpliament estès a tot el món. Milions de persones reben a casa seva aigua potable tractada amb algun o altre procés de desinfecció. Tenint en compte les particularitats intrínseques de cada sistema, els resultats del projecte han de tenir implicacions significatives a totes aquelles xarxes de distribució que utilitzen clor o algun dels seus derivats per tal d'assegurar l'estabilitat biològica de l'aigua des del seu tractament fins al punt de consum. La eina resultant del projecte facilitarà la presa de decisions per a l'operació a curt termini de les xarxes de distribució, preveient possibles de risc associat a la formació de DBPs.
LÍNIES DE FUTUR	La nova normativa europea d'aigua potable preveu la regulació de nous DBPs (clorat, clorit, HAA, etc.) i s'espera que en properes revisions encara se n'inclouin més. En aquest aspecte, les línies de futur del projecte estan alineades amb la detecció específica per tipus de DBPs, així com l'ús de tècniques de aprenentatge profund.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	VIRTUAL SENSING THMS (TRON)
BREU DESCRIPCIÓ	Garantir la seguretat de l'aigua mitjançant el control a temps real de paràmetres clau, en aquest cas mesurant el potencial de la formació de trihalometans (THMs) durant el procés de potabilització a l'ETAP de Sant Joan Despí (Barcelona) mitjançant l'ús de sensors virtuals . La detecció virtual (virtual sensing en anglès) és una tècnica que utilitza models informàtics (normalment basats en IA) i simulacions per inferir la presència i la concentració d'una determinada substància de manera indirecta a partir d'altres paràmetres més fàcils i menys costosos de mesurar.
REPTE	Els THM són subproductes de la desinfecció (SPD) que es generen durant la desinfecció de l'aigua a causa de la reacció del clor amb la matèria orgànica present a l'aigua. La quantitat i proporció de THM a l'aigua dependrà de la quantitat de clor afegit, quantitat de matèria orgànica, i concentració de bromurs de l'aigua, pH i temperatura. Mitjançant la mesura de precursors a l'aigua s'ha desenvolupat un sensor virtual per a la mesura indirecta del potencial de formació de THM (pfTHM) durant el procés de potabilització, i s'ha aplicat al cas d'estudi de Sant Joan Despí (Barcelona). Aquesta solució permet tenir un resultat continu i a temps real i poder actuar ràpidament davant de potencials esdeveniments i desviacions. Alhora, permet reduir costos de mesura a temps real, que es podrien fer mitjançant sensors de mesura de THMs directa però amb un cost més gran.
SOLUCIÓ	S'ha desenvolupat un model predictor d'aprenentatge supervisat capaç de predir amb bon rendiment els valors de pfTHM generats al laboratori d'Aigües de Barcelona. Aquest model està alimentat per valors senzills i robustos (fiabls), que ja es prenen a planta, per la qual cosa no té un cost addicional. Es tracta d'un sistema escalable i de fàcil reestructuració que permet visualitzar en temps real les dades de les prediccions així com de les variables importants a la planta.
PERFIL TECNOLÒGIC	Desenvolupament de models d'IA per a la inferència de THM utilitzant dades històriques de paràmetres de l'aigua relacionats amb la formació de THM
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per Cetaqua amb la col·laboració d'Aigües de Barcelona
BENEFICIS DERIVATS	Nou sensor virtual per a la mesura de potencial de formació de THMs: <ul style="list-style-type: none"> • Els valors d'entrada són paràmetres que ja es mesuraven de manera rutinària a l'ETAP a temps real, de manera que no ha calgut afegir ni adquirir nous sensors excepte en un cas. • Permet augmentar la freqüència de mostreig de 6h (model actual de l'ETAP) a 5 min, fet que ajuda a disminuir el temps de reacció. • Calibratge automàtica i autònoma estacional o anual. • Requereix baixa dedicació de personal. • 30% més barat que el mesurament de THMs a temps real.
LÍNIES DE FUTUR	1. Millorar l'algorisme per determinar el potencial de formació de THM, sobretot per a valors alts > 50 µg/L (alertes) ja que l'actual no ha estat entrenat amb aquests valors, per no produir-se. Per això s'estan generant artificialment mostres amb valors alts. 2. Desenvolupar un model similar per a la xarxa de distribució, capaç de predir punts on es podria trobar una alta concentració de THMs
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	SEWER CLEANING OPTIMISATION (IONSEWER + CLEANOPS)
BREU DESCRIPCIÓ	La solució busca optimitzar les operacions de neteja preventiva dels trams de la xarxa de sanejament, prioritzant els trams que s'estimen més obturants i reduint així les neteges correctives i millorant les condicions del servei.

REPTE	L'interior de les canonades de la xarxa de sanejament s'han de netejar de forma preventiva per evitar embassaments, males olors i mal funcionament. La incertesa sobre l'estat interior dels trams implica que algunes neteges no es duiguin a terme allà on més es necessiten, ja que sovint aquesta neteja es planifica de forma rotatòria.
SOLUCIÓ	La solució utilitza les dades històriques d'inspeccions de canonades, en les quals s'estableix el nivell de neteja del tram, creuades amb variables de context de la canonada, com el diàmetre, el material o l'ús del sol dels voltants. Aquest conjunt de dades permet entrenar un algoritme que es capaç d'estimar un nivell de netedat i una velocitat d'embrutiment per cadascun del tram. D'aquesta forma es poden dedicar els recursos en la neteja dels trams que més ho necessiten, millorant les condicions del servei.
PERFIL TECNOLÒGIC	L'abast del projecte cobreix tot el cicle de vida de l'anàlítica de dades per assegurar el lliurament de resultats de valor operatiu: <ul style="list-style-type: none"> • L'adquisició i el preprocessament de les dades històriques necessàries per a l'entrenament dels models de predicció de nivell de netedat. • L'entrenament i la validació amb dades històriques utilitzant subconjunts de dades per cada tasca. • El testeig i l'avaluació del rendiment dels models a partir de la quantificació de la precisió de les noves prediccions generades a partir del conjunt de dades de validació.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per CETAQUA amb la col·laboració d'AGBAR
BENEFICIS DERIVATS	Mitjançant la solució s'aconsegueixen els següents beneficis: <ul style="list-style-type: none"> • Es redueixen els manteniments correctius, ja que és més probable que la neteja es produeixi abans de causar interrupcions o problemes en el servei. • Permet optimitzar els manteniments preventius, ja sigui reduint el nombre i mantenint la qualitat del servei, o bé mantenint el nombre però augmentant la qualitat del servei.
LÍNIES DE FUTUR	Recentment la solució s'ha desplegat en els sistemes corporatius de gestió de neteja. Amb la recollida de dades es continuarà entrenat el model per optimitzar les mètriques de manera continuada.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	DETECCIÓ DE BLOOMS ALGALS / TERBOLESA
BREU DESCRIPCIÓ	L'objectiu principal de les solucions que desenvolupa CETAQUA amb les empreses del Grup AGBAR (AQUATEC, EMUASA, AQUONA) és monitoritzar i preveure l'estat de la qualitat de les aigües superficials (embassaments, basses, rius) per gestionar els riscos en sistemes de reg, captació d'aigua potable (Reial Decret 3/2023) i zona de bany.
REPTE	Riscos en sistemes de reg (eutrofització en basses de reg, reblliment sistema de reg), captació d'aigua potable (problema de toxines produïdes per cianobacteris i pics de terbolesa o altra substància: Reial Decret 3/2023) i zona de bany (risc cianobacteri i toxines).
SOLUCIÓ	<ul style="list-style-type: none"> • Visualització de l'estat de l'aigua a temps real. • Sistema de previsió (p.ex. Bloom alga, pic de terbolesa) en els pròxims dies (3-4 dies). • Repositori d'informació per veure l'evolució de l'estat de l'aigua al llarg dels anys.
PERFIL TECNOLÒGIC	Es desenvolupen models basats en dades de qualitat aigua fisicoquímiques (p.ex. estació SAICA) i/o dades meteorològiques com nutrients, previsió pluges, temperatura, insolació, vent...
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Desenvolupat per CETAQUA amb la col·laboració d'EMUASA
BENEFICIS DERIVATS	Reducció del risc per a les nostres operacions (ETAP) i clients (Confederacions: gestió de la qualitat de l'aigua en zona de captació) i nous productes diferencials (no existeix aquest servei al mercat).
LÍNIES DE FUTUR	S'han desenvolupat diversos prototips operacionals (amb sistemes d'alerta operacional 24h/24h) i s'està fomentant la replicació de les solucions: millorar les prediccions de qualitat d'aigua, automatització dels sistemes predictius i integració a la plataforma.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	GESTIÓ INTEL·LIGENT DEL CLAVEGUERAM
BREU DESCRIPCIÓ	<p>Els sistemes de clavegueram es troben entre les infraestructures urbanes més crítiques i pateixen una gran varietat de problemes. Els embussos a les clavegueres són obstruccions causades normalment per comportaments humans, com l'abocament de greixos, olis i tovalloletes humides, i també per factors naturals. Els embussos poden provocar des de desbordaments incontrolats d'aigües sense tractar fins a molèsties a la ciutadania relacionades amb les olors. A més, la retenció d'aigües al clavegueram afecta també la degradació de les infraestructures.</p> <p>La gestió del clavegueram inclou, entre moltes altres, les rutines d'inspecció, manteniment i neteja del clavegueram. Aquestes rutines suposen un alt cost per als ajuntaments i la IA pot ajudar els gestors del clavegueram a prendre decisions més intel·ligents dirigides a reduir el nombre d'inspeccions mitjançant una eina capaç de predir els nivells d'acumulació de sediments a les diferents seccions del clavegueram.</p>
REPTE	El principal repte és reduir les inspeccions físiques al clavegueram a causa del seu alt cost i la perillositat per als operaris. Per això, es proposa una eina capaç d'explotar tant dades estàtiques com les característiques del clavegueram amb dades contínues per estimar el nivell d'acumulació de sediments i, per tant, proporcionant una eina potent per planificar les tasques de manteniment reduint les inspeccions.
SOLUCIÓ	En l'actualitat s'utilitzen eines basades en el coneixement expert per decidir quines seccions inspeccionar. La innovació rau en l'ús de models basats en aprenentatge automàtic per estimar l'estat de les seccions del clavegueram.
PERFIL TECNOLÒGIC	<p>La solució consisteix en dos models basats en dades, un per reduir la dimensionalitat de les característiques físiques de la secció de clavegueram i l'altre dirigit a estimar el percentatge d'ocupació de sediments de la secció.</p> <p>El primer model utilitza autoencoders per transformar les característiques físiques en una representació no lineal reduïda, que posteriorment s'unirà a les dades dinàmiques extretes de diferents rutines de manteniment i de la pluviometria per alimentar el segon model. El segon model classifica la informació entrant a 4 rangs de creixement del nivell de sedimentació mitjançant l'ús d'ANNs.</p>
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Eurecat és l'impulsor de la innovació a través del projecte europeu SCOREwater.
BENEFICIS DERIVATS	Els principals beneficis aportats per la solució són la gestió intel·ligent de la planificació d'inspeccions del clavegueram, prioritzant les seccions amb més risc d'acumulació de sediments. Això implica una reducció de les inspeccions amb el consegüent estalvi econòmic, un decremament en la probabilitat de generació d'olors que afectin la ciutadania i un augment de la qualitat de vida dels operaris de manteniment.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte europeu SCOREwater ha permès demostrar que l'ús de models basats en dades permet estimar l'acumulació de sediments al clavegueram proporcionant evidències per a la presa de decisions per part dels gestors del clavegueram. Les properes passes han de centrar-se a validar la tecnologia en un entorn real, així com estandarditzar els processos de mesurament de sediments que alimenten la solució amb l'objectiu d'incrementar la precisió del model.
Web	https://www.scorewater.eu

CAS IL·LUSTRATIU	DETECCIÓ DE FUITES I ESTAT DE LA CANONADA AMB IA
BREU DESCRIPCIÓ	Es pretén determinar l'estat de la canonada principal de distribució del CAT (85 km) mitjançant l'aplicació d'IA a les imatges de la gravació realitzades a través d'una càmera interior. Extrapolant les aplicacions actuals fetes en sanejament a aigua potable.
REPTE	Aquest tipus de solucions existeixen per a sanejament, però no s'han aplicat a l'aigua potable en tractar-se de canonades a pressió i amb aigua potable, que dificulta l'obtenció de les dades. No existeix, per tant, una base de dades de referència.
SOLUCIÓ	Aplicar les tècniques habituals a un nou cas d'ús. I en especial poder localitzar fuites o problemes que per altres mètodes no es detecten.
PERFIL TECNOLÒGIC	En base a una determinació de quin tipus d'informació es vol classificar a les imatges, s'automatitza el procés de revisió dels vídeos de la inspecció, el que permet automatitzar i garantir un resultat més eficient.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Consorci d'Aigües de Tarragona
BENEFICIS DERIVATS	Tenir un coneixement de precisió de l'estat de la canonada que complementi altres tècniques que s'estan utilitzant.
LÍNIES DE FUTUR	En aquest moment s'està immers en el procés d'adquisició de les imatges que permetran aplicar la IA.
Web	www.ccaait.cat

CAS IL·LUSTRATIU	DOMA
BREU DESCRIPCIÓ	<p>Dins del projecte DOMA 4.0 es proposa estudiar la percepció organolèptica de mostres d'aigua de consum representatives de situacions reals ocorregudes a l'àrea metropolitana de Barcelona, incloent-hi barreges d'aigua de diferents orígens de fins a tres orígens diferents. Per això, les mostres es caracteritzaran mitjançant paràmetres de laboratori (principalment ions), paràmetres mesurables a temps real i es determinarà la percepció organolèptica a través de tasts. Tots aquests anàlisis permetran aprofundir en el coneixement sobre els factors que determinen la percepció organolèptica, així com validar metodologies basades en la modelització de les dades, per a una determinació ràpida de la percepció organolèptica.</p> <p>Els beneficis principals del projecte inclouen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprofundir en els factors i les proporcions d'aigua de diferents orígens que determinen la percepció organolèptica de l'aigua. • Generar coneixement sobre l'efecte de diferents condicions del sistema (ETAPs i xarxes de distribució) sobre la percepció organolèptica de l'aigua. • Implementar solucions que permetin respondre de forma ràpida a canvis en la percepció organolèptica de l'aigua. • Incrementar la resiliència dels anàlisis de percepció organolèptica, incorporant estratègies complementàries al panell de tasts.
REPTE	<p>La percepció organolèptica és un factor clau en l'acceptació de l'aigua potable per part dels consumidors. Des d'Aigües de Barcelona s'han impulsat diverses iniciatives que van proporcionar un coneixement ampli sobre els factors que determinen la percepció organolèptica de diferents tipus d'aigua. No obstant, hi ha la necessitat d'actualitzar i aprofundir en diferents aspectes sobre la percepció organolèptica i, a partir d'aquest coneixement, validar metodologies que permetin la determinació ràpida de la percepció dels usuaris en diferents situacions representatives de l'operació de les ETAPs i de la xarxa de distribució.</p>
SOLUCIÓ	<p>DOMA ha desenvolupat un model d'intel·ligència artificial entrenat per classificar mostres d'aigua que combinen diverses fonts de procedència i determinar el percentatge de barreja entre les diferents fonts. La solució es basa en un enfocament que combina diverses tècniques supervisades d'intel·ligència artificial (classificació, regressió) que utilitzen les dades fisicoquímiques de les diferents aigües per determinar les correlacions entre aquestes propietats i el percentatge d'aigua de cada procedència. L'aplicació d'aquest tipus de tècniques basades en dades a aquesta casuística suposa una novetat gràcies a la integració del coneixement quimiomètric i intel·ligència artificial.</p>
PERFIL TECNOLÒGIC	<p>El model de classificació de les barreges d'aigua potable està basat en una combinació de tècniques d'IA (classificacions i regressions) aplicades sobre dades de qualitat de l'aigua. El model està construït utilitzant llibreries python d'aprenentatge automàtic i s'ha empaquetat dins d'un servei i un contenidor per facilitar-ne la integració futura en les operacions en temps real del cicle de l'aigua.</p>
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	<p>Col·laboració entre Aigües de Barcelona, l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter Llobregat (ATL) i CETAQUA.</p>
BENEFICIS DERIVATS	<ul style="list-style-type: none"> • Reducció de costos analítics i de desplaçaments de personal degut a reclamacions per olor/sabor. • Millora del nivell de percepció de la imatge de l'empresa per part dels clients/comunitat en relació a la millora en les valoracions organolèptiques de les enquestes de satisfacció. • Validació i implementació d'una nova metodologia per determinar la percepció organolèptica a través de paràmetres de laboratori i a temps real. • Incrementar la resiliència dels anàlisis organolèptics a través d'un mètode complementari al panell, quan s'hagi de reduir les sessions per motius de seguretat.
LÍNIES DE FUTUR	<p>El projecte ha demostrat a escala laboratori la capacitat de determinar l'origen de l'aigua i el percentatge de barreges binàries mitjançant paràmetres senzills que es poden mesurar a temps real. Per a la continuïtat de l'aplicació desenvolupada durant el projecte es consideraran: continuació i extensió models barreges binàries (validació del model de barreges a camp binàries i extensió del model de barreges binàries a barreges ternàries); i implementació i visualització dels models a la xarxa (acoblar el model de barreges a paràmetres hidràulics de la xarxa, desenvolupar una plataforma o sistema de visualització de dades; i implementació i desenvolupament d'una base de dades i un Machine Learning pipeline automatitzat).</p>
Web	-

CAS IL·LUISTRATIU	SOUNDWATER
BREU DESCRIPCIÓ	Soundwater és una aplicació mòbil que permet localitzar fuites a la xarxa d'abastament d'aigua, gràcies a la captura i anàlisi de sons mitjançant intel·ligència artificial per reconèixer els patrons de sons que corresponen a fuites d'aigua. El seu objectiu és ajudar a operaris inexperts a la recerca de fuites d'aigua a la xarxa, a més de servir de suport als experts en cas de dubte. L'ús de l'app al camp no requereix connectivitat a internet, i això és indispensable per a un escenari de treball com aquest. Així mateix, la informació georeferenciada s'emmagatzema al núvol una vegada l'usuari torni a tenir connectivitat, creant un mapa de la ciutat amb un historial de fuites d'aigua que millora la gestió actual de la informació.
REPTE	Les xarxes de distribució d'aigua potable no són 100% eficients. Hi ha pèrdues d'aigua a través de ruptures de canonada o fuites, que es coneix com Aigua No Registrada (ANR). Aquestes pèrdues causen ineficiències en la gestió del subministrament d'aigua i baixa qualitat en el servei, ocasionant manca de sostenibilitat i insatisfacció del client. Les empreses operadores opten per tenir bones polítiques de control de fuites, amb sistemes de detecció als Centres de Control i brigades d'operaris que localitzen les fugides directament en terreny. Les brigades usen tecnologies acústiques (geòfons, correladors) per localitzar les fuites invisibles. Per això, escolten el so capturat per l'equip en diferents punts de la xarxa fins que troben la fuita o descarten el so si aquest està relacionat amb un altre esdeveniment. Un cop determinen que hi ha fuita, marquen l'àrea i s'envia a l'equip de reparacions. Les tasques principals que fan els cercafuites són: analitzar l'àrea de fuga per determinar els punts calents (major risc de fuita) i iniciar el reconeixement acústic per ells; i diagnosticar si hi ha una fuita o no escoltant amb atenció el so capturat per l'equip acústic (buscant patrons de so de fuita i la més alta intensitat de so). Ambdues tasques requereixen anys d'experiència al camp i els operaris han de ser metòdics i intuïtius i tenir l'audició entrenada. Les operadores necessiten solucions més àgils, disponibles i reproduïbles per fer més eficient la laboriosa tasca de cerca de fuites invisibles. D'altra banda, els treballs generalment es registren en paper i aquesta manca de digitalització pot generar pèrdues d'informació i ineficiències
SOLUCIÓ	SoundWater s'ha desenvolupat per augmentar l'eficiència i la digitalització en els processos d'aigua no registrada (ANR) i els indicadors clau. La principal innovació de Soundwater és que digitalitza l'experiència dels cercafuites i permet a altres operaris fer les tasques de localització d'una manera ràpida i àgil a través d'algorismes entrenats de Machine Learning, sense necessitat d'un llarg entrenament a camp. Aquesta eina porta el coneixement dels cercafuites a altres operaris a través d'una aplicació mòbil fàcil d'usar.
PERFIL TECNOLÒGIC	El model de predicció de fuites utilitza les dades dels àudios per entrenar un classificador que atorga una etiqueta de fuita / no fuita a partir dels sons de l'àudio. El model està construït fent servir el framework Tensorflow, i es basa en xarxes neuronals profundes. S'ha entrenat amb milers d'arxius d'àudio etiquetats com a fuita / no fuita per part d'operadors experts.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Agbar
BENEFICIS DERIVATS	Soundwater té tres beneficis clau: <ul style="list-style-type: none"> • Algorismes d'aprenentatge automàtic per a la identificació i localització de fuites, que permeten reduir la formació requerida en terreny, genera mapes de punts calents amb més risc de fuites, i analitza els sons capturats per l'equip acústic. Emet un diagnòstic (si hi ha una fuita o no) i amb quina probabilitat, • una biblioteca de sons classificats, que permet als operaris escoltar sons en qualsevol moment per entrenar-se o verificar algun so capturat. • Un administrador de tasques digitals, que permet als operaris ordenar les tasques en llistes i verificar alarmes i notificacions fàcilment amb la possibilitat de tenir-los geolocalitzats en un mapa interactiu.
LÍNIES DE FUTUR	Desplegament comercial de la solució
Web	-

CAS IL·LUISTRATIU	CAEDAR
BREU DESCRIPCIÓ	Estimació de paràmetres de normativa de sortida de EDAR's
REPTE	La Directiva 91/271/CEE sobre el tractament de les aigües residuals urbanes, determina els límits de fòsfor total, nitrogen total, DQO, DBO5, i Sòlids Totals en Suspensió que pot tenir l'abocament de la planta depuradora. La mesura en temps real i on-line d'aquests paràmetres es complexa i de cost elevat.
SOLUCIÓ	Utilitzar la mesura de paràmetres fisicoquímics de baix CAPEX i OPEX que, juntament amb un sistema d'Intel·ligència Artificial entrenat amb els valors de laboratori exigits en la normativa, estimar els paràmetres requerits en normativa en temps real.
PERFIL TECNOLÒGIC	Amb les dades en temps reals obtingudes pel equip de mesura on-line d'ADASA, amb les dades històriques de les analítiques de laboratori de les EDARs i paràmetres ambientals addicionals (insolació, pluja, ...), s'obté : a) Estimació dels paràmetres de normativa en base; b) detecció d'episodis anòmals (besaments); i c) detecció de derives i mal funcionaments de sensors individuals

PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ADASA
BENEFICIS DERIVATS	Estimació en temps real del paràmetres de la normativa dels efluent de les EDAR. Optimització del control del funcionament de les EDARs
LÍNIES DE FUTUR	Actualment ADASA està preparant la comercialitza la solució com a plug-in del seu sistema d'adequació de dades ecoData
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	PROJECTE HYDROLEAKS2.0
BREU DESCRIPCIÓ	Es fonamenta en la col·laboració entre empreses de base tecnològica que ofereixen diferents solucions del camp de la digitalització, entitats gestores de xarxes de distribució d'aigua i clústers. Planteja el desenvolupament de noves eines d'intel·ligència artificial per calcular les fuites als operadors d'aigua, utilitzant models d'alta resolució temporal i espacial que tinguin en compte tant les fuites reals com les fuites aparents. Com a resultat final, el projecte planteja generar un Clon Digital o Digital Twin d'una xarxa de proveïment i emprar noves solucions que, a través de l'ús de la IA, permetin la detecció de les fuites. Els resultats es gestionen a través d'una plataforma digital, que ja suposa una important millora operativa i econòmica per a les empreses d'explotació del cicle de l'aigua, i una reducció dels esforços de gestió de les xarxes.
REPTE	Parteix de la necessitat de les entitats gestores de xarxes de distribució d'aigua de millorar el control de les instal·lacions i detectar aigua no registrada (fuites, errors de lectura o frau), per tal d'optimitzar l'ús dels seus recursos interns, millorar la sostenibilitat i disminuir el preu de l'aigua servida.
SOLUCIÓ	Combinació de diverses tecnologies digitals (models hidràulics, plataforma d'interpretació de dades, clon digital i intel·ligència artificial).
PERFIL TECNOLÒGIC	S'implementa en la darrera part del projecte, per interpretar les series temporals de dades en relació als models hidràulics ja ajustats, identificant així possibles fuites d'aigua (reals o aparents).
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Operadores: Aigües de Vic i Aigües de Manresa. Empreses tecnològiques: Neurite, Createch 360, B'GEO Open GIS. Clústers: CWP, ACLIMA
BENEFICIS DERIVATS	Optimització de l'ús de l'aigua en xarxes. Disminució de pèrdues degut a fuites. Identificació d'errors de mesura o frau. Millora de la sostenibilitat en context de sequera. Estalvi econòmic de les operadores. Llançament de noves solucions de mercat per part de les empreses tecnològiques.
LÍNIES DE FUTUR	Replicació de les solucions del projecte utilitzant grups de dades més grans (increment de robustesa) implicant més operadores. Relacionar els models i les sèries temporals de dades amb altres factors externs a la xarxa (inversions, ciberseguretat, etc.). Afinar més els models per obtenir resultats més precisos en relació al temps o l'espai.
Web	http://www.cwp.cat/item/hydroleaks2-0/

CAS IL·LUSTRATIU	PROJECTE ATMOSPHAIR
BREU DESCRIPCIÓ	Estudi de la generació, predicció i minimització de contaminants atmosfèrics en sistemes de sanejament mitjançant eines d'intel·ligència artificial. Es tracta d'un projecte d'innovació col·laboratiu de Tecnologies Digitals (Línia 3), concretament una activitat de recerca industrial (a) en la Indústria Connectada 4.0. El projecte pretén en primer lloc investigar la generació i emissions tant de gasos odorífers (GO) com de gasos d'efecte d'hivernacle (GEI) en xarxes de sanejament i plantes depuradores d'aigües residuals. Amb això, el projecte persegueix, en segon lloc, estudiar i dissenyar eines digitals basades en Intel·ligència Artificial (IA) per a poder predir la producció d'aquests gasos, problemàtics per a la salut i/o contribuents al canvi climàtic, amb la finalitat d'en fases posteriors poder optimitzar i definir estratègies de minimització o eliminació d'aquests gasos, considerats contaminants atmosfèrics.
REPTE	Conèixer quina és la generació de gasos odorífers i d'efecte hivernacle així com la predicció i minimització de contaminants atmosfèrics per tal de mitigar els efectes del canvi climàtic i millorar la salut humana.
SOLUCIÓ	Combinació de diverses tecnologies juntament amb dades històriques, per obtenir informació d'on es produeixen, en quina quantitat i per quines causes. A més, obtenir alternatives biològiques de baix cost per la mitigació d'olors a les EDAR.
PERFIL TECNOLÒGIC	A partir de dades històriques, desenvolupar algoritmes de predicció gasos d'efecte hivernacle, estudiar processos i punts crítics mitjançant un software de modelat de processos mitjançant IA i Machine Learning.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte promogut per tres PYMES amb seu a Catalunya, AERIS, BGEO i SPIN; dues grans empreses (DAM i SORIGUÉ) i el cluster de l'aigua, CWP.

BENEFICIS DERIVATS	Mitigació del canvi climàtic per la detecció i eliminació de gasos d'efecte hivernacle. Eliminació de problemes de salut humana i molèsties al veïnat per males olors a causa dels gasos odorífers com H ₂ S. Minimització de la destrucció de la capa d'ozó (gràcies a l'eliminació del N ₂ O). Aportar informació sobre la generació i mitigació d'aquests gasos en altres EDAR.
LÍNIES DE FUTUR	En fases posteriors es pretén poder optimitzar i definir estratègies de minimització o eliminació d'aquests gasos, considerats contaminants atmosfèrics. Afiar més els models per obtenir resultats més precisos.
Web	https://www.cwp.cat/es/el-proyecto-atmosphair-busca-anticiparse-a-la-generacion-de-gases-odoriferos-y-de-efecto-invernadero-en-edares-a-partir-de-inteligencia-artificial/

Promotors



Membres

