



ATL

Ens d'Abastament
d'Aigua Ter-Llobregat

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

***DISSENY I IMPLANTACIÓ D'UNA SUITE
INFORMÀTICA DE SUPORT AL MANTENIMENT I
L'OPERACIÓ (BESSÓ DIGITAL) A L'ENS
D'ABASTAMENT D'AIGÜES TER LLOBREGAT – ATL
(PERTE)***

TAULA DE CONTINGUTS

1. ANTECEDENTS	2
2. OBJECTIUS	4
3. SITUACIÓ ACTUAL.	10
4. NOVES FUNCIONALITATS.	18
5. ABAST DELS TREBALLS	26
6. CARACTERÍSTIQUES GENÈRIQUES DEL NOU SISTEMA DE SOFTWARE.	31
7. METODOLOGIA DELS TREBALLS.	36
8. PLANNING EXECUCIÓ DELS TREBALLS	40
9. RECURSOS	41
9.1. Equip de treball	41
9.2. Actius propis	43
10. PRESSUPOST I FACTURACIÓ DELS TREBALLS	45
11. SEGURETAT I SALUT LABORAL	46
12. GARANTIA	47
13. ALTRES COMPROMISOS	49
ANNEX 1. Mostra instal·lacions i funcionalitats actuals	50
Esquema general de xarxa, plantes i centres singulars (ED Font Santa i ED Trinitat)	51
Mostra estació remota – Estació de bombament de Font Santa	52
Mostra estació remota – Dipòsit de Font Santa	54
Mostra mapa temàtic – Temps de retenció mitja.	56
ANNEX 2. Pressupost	57

1. ANTECEDENTS

El Decret Llei 4/2018, de 17 de juliol, pel qual s'assumeix la gestió directa del servei d'abastament d'aigua a poblacions per mitjà de les instal·lacions de la xarxa d'abastament Ter-Llobregat de titularitat de la Generalitat de Catalunya, estableix que l'Ens d'Abastament d'Aigua Ter-Llobregat (en endavant ATL) és una entitat de dret públic de la Generalitat de Catalunya amb personalitat jurídica pròpia, autonomia administrativa i financera, i plena capacitat d'obrar per al compliment de les seves funcions.

Atès els articles 2.1 i 3 del Decret Llei 4/2018, de 17 de juliol, es crea ATL amb l'objectiu de prestar el servei públic d'interès i competència de la Generalitat pel que fa a la producció i subministrament d'aigua potable per a l'abastament de poblacions per mitja de les instal·lacions de la xarxa d'abastament Ter-Llobregat de titularitat de la Generalitat, i construir, conservar, gestionar i explotar aquesta xarxa.

ATL, abasteix d'aigua potable en alta a les comarques de l'Alta Penedès, Anoia, Baix Llobregat, Barcelonès, el Garraf, el Maresme, la Selva, Vallès Occidental i Vallès Oriental. El total de la població abastida és d'uns 5 milions de persones.

Per tal de dur aquesta tasca amb un alt grau d'eficiència i fiabilitat, l'empresa aprofita el sistema d'automatització i telecomandament heretat de l'anterior empresa pública Aigües Ter Llobregat i mantingut posteriorment per l'empresa concessionària del servei ATLL Concessionària de la Generalitat de Catalunya.

Cada vegada més és necessari poder disposar de més informació i de diferents orígens per poder fer una gestió més òptima de les tasques de producció, distribució i manteniment dels actius productius de l'empresa, trobant-se moltes vegades que el fet de no disposar d'una eina que centralitzi aquesta informació, la seva cerca es faci feixuga i complexa comportant unes importants pèrdues de temps i un retard en la resolució d'una possible incidència més o menys important.

Tant mateix el fet d'haver de consultar diferents softwares per tal de verificar s'hi ha alguna incidència en el procés o en el manteniment sense disposar d'un element centralitzador, també comporta dedicar un temps innecessari en realitzar determinada tasca que es pot optimitzar disposant d'una eina que centralitzi informació d'incidències de diferents orígens.

El fet que la xarxa de distribució es vagi ampliant i es vagin integrant nous els centres productius al sistema fa que cada cop sigui més necessari, poder disposar d'eines d'ajuda a la decisió, ja sigui en els processos productius per prendre decisions de forma immediata i que afecten al procés, com el poder fer simulacions dels processos per determinar com es preveu que actuï el sistema en determinades situacions crítiques o no (trencaments, increments de demandes o nous subministraments, ...) i poder prendre les mesures correctores abans que la situació sigui irreversible i també poder optimitzar els processos productius, ja siguin de producció com de distribució.

2. OBJECTIUS

Els objectius d'aquesta actuació han de ser la descripció, la definició, el desenvolupament i la implantació d'una suite informàtica (bessó digital), que a de passar a ser la principal eina de suport a les direccions d'operació i manteniment (en primera instància), i que permeti connectar transversalment diferents àrees de l'empresa, operació, manteniment, gestió energètica, qualitat, planificació, compres, etc, de tots els actius productius de l'empresa, que no està directament relacionades en la gestió remota (telecontrol) en temps real, tasca que ja s'està realitzant actualment amb els sistemes SCADA operatius a tots els centres de control.

Aprofitant els recursos per disposar de tota la informació necessària per l'òptima gestió de la principal funció de l'empresa (que és captar, potabilitzar i distribuir aigua), dels diferents àmbits de manteniment, operació, gestió energètica, tant a partir de dades a temps real, registres de dades històriques, dades emmagatzemades, podent treballar amb dades de temps real i tant en processos en línia com en processos simulats, com amb dades de simulacions personalitzades.

Per aconseguir una gestió avançada i una optimització de recursos (energètics, hidràulics, de cost, de qualitat, ...) en un entorn únic, integrat i descentralitzat. On cada usuari disposi d'aquells elements que siguin personalitzats per desenvolupar les seves funcions amb una eina adaptada a les seves necessitats.

Particularitzant, ha de ser la principal eina de gestió de dades a les direccions d'operació i manteniment de l'empresa, de manera que ha de:

- ✓ Ser el software de referència i suport pel tractament de totes les dades necessàries per gestionar la producció i la distribució d'aigua potable i on s'integrin tota aquella informació que no estigui directament destinada a aquesta gestió de la producció i la distribució en temps real, tasca que actualment es desenvolupa a través dels operadors del centre de control i recolzats principalment per els softwares SCADA's operatius actualment. Entre altres funcionalitats, el paquet de softwares oferts, ha de permetre, prenent com a unitat central diferents elements (centre productiu, estació remota, client, ...):
 - Fer una gestió dels consums/produccions hídrics, tenint informació de rendiments hidràulics, cabals facturats, acumulats anuals, mensuals, setmanals, diaris; càlcul de previsions tant de demanda com de producció; així com poder ser l'eina de traspàs de previsions de demanda entre distribució i operació, ...

- Disposar d'informació a temps real com de previsió de paràmetres de qualitat i quantitat de l'aigua en els diferents estats dels processos productius (plantes potabilitzadores, xarxa de distribució i dipòsits), càlculs de temps de residència tant a temps real com en escenaris simulats, resultats de laboratori (LIMS), seguiment de consignes, dades d'analitzadors (clor, conductivitat, temperatura, THM's, terbolesa, on-lines de plantes, ...).
- Així com poder lligar la producció / distribució d'aigua amb el consum/cost de l'energia i la producció d'energies renovables, disposar d'una gestió del recurs i control de pèrdues d'una forma més localitzada, poder fer simulacions de subministrament en base a escenaris concrets (ex. trencaments, increments de demanda, nous subministraments, ...), tramitació de comandes de reactius de forma automàtica, generar tramitació d'avisos (ordres de treball) a manteniment i/o operació també de forma automàtica, ...
- Disposar d'informació específica de climatologia (actual, previsions, avisos, ...); energètica (tipus de subministrament, tarifa elèctrica, períodes tarifaris, càlcul de consum energètic específic – ETAI -, ...); informació geogràfica (accessos, enllaç a maps, cotes, ...); manteniment (avisos programats, recents, actius, ...); descripcions genèriques (autonomia, fonts pròpies, pous, captacions, ...); seguretat (CRA's, alarmes intrusismes, càmeres, ...); dades de comunicacions (VSAT, GPRS, FO, ADSL, xarxes de plantes, ...); dades de contactes (ajuntaments, serveis d'emergències, serveis tècnics municipals, ...); ...
- Ser un punt d'unificació de la diferents documentació tècnica de les infraestructures productives (as-build, perfils de canonades, esquemes de xarxa, fitxes de punt de lliurament i abastament, caracterització, neteja de dipòsits, ...).
- Disposar d'informació general de producció / operació, personal (contactes, guàrdies, operadors, ...); seguiment d'alarmes (freqüents, actives, recents, ...); seguiment d'ordres de SCADA enviades; informació dels processos d'automatització (restriccions, provisionals, descripcions, ...); seguiment de consignes (programades, actuals).
- Dissenyar i implantar mòduls de càlcul i simulació de processos específics, així com integrar altres elements de IA desenvolupats i actius (softwares d'ajuda a la decisió) en plantes productives i xarxa de distribució (Drinkia, ex. dosificació de clor, temps de buidat i emplenat, càlcul de velocitat de l'aigua, determinació de mòduls EDR necessaris, dosificació permanganat, coagulant, diòxid de clor, rentat de filtres, seguiment de traçabilitat de l'aigua vs reactius de plantes, ...) tant a nivell online

(podent fins i tot actuar directament contra el procés productiu enviat ordres) com a nivell de simulació.

- ✓ Permetre als usuaris de manteniment disposar d'una eina de software que els hi permeti poder gestionar totes aquelles tasques pròpies de manteniment i que no es troben directament lligades amb el software SCADA de l'empresa, així mateix que permeti a manteniment disposar d'una eina que sigui el nexa d'unió i de gestió de tots aquells altres softwares específics i generadors de successos (alarmes, avisos, incidències, ...) sense necessitat de consultar cada software per separat. També es vol poder disposar d'una eina amb capacitat analítica que sigui capaç de determinar que una sèrie de paràmetres s'aparten d'una normalitat definida i generar els corresponents avisos. Entre altres funcionalitats, el software ofert, ha de permetre, prenent com a unitat central diferents elements (centre productiu, estació remota, equip, ...):
 - Realitzar de forma automàtica i programada tots aquells bolletins d'inspecció (BI's), en els quals les dades siguin dades automàtiques del sistema d'automatització, de forma autònoma, indicant les desviacions detectades o llançant les ordres de treball automatitzades quan es detecta una incidència o s'assoleix una fita (ex. cada determinades hores de funcionament → engreix de rodaments, ...). Qualsevol esdeveniment que estigui programat ha de ser capaç de poder generar de forma automàtica o bé un avís o una ordre de treball a la unitat de manteniment corresponent a través del propi software GMAO de manteniment.
 - Integrar la informació d'esdeveniments (alarmes, avisos, incidències, ...) de tots aquells softwares de manteniment que es trobin treballant online i analitzant diferents processos de l'empresa sense necessitat d'haver de consultar cada un dels softwares per separats sempre que no hi hagi cap fet específic i que per tant s'hagi d'analitzar amb el propi software de manteniment (software de detecció de fuites d'aigua, software d'anàlisi predictiu de vibracions, software d'anàlisi predictiu de PDMA elèctric, ...)
 - Tenir capacitat d'anàlisi de dades per ser capaç de detectar un funcionament anòmal en situacions similars, és a dir, ser capaç, analitzant diferents paràmetres d'una sèrie temporal discernir que pot succeir una situació anormal que pot implicar un mal funcionament d'un equip o d'un sistema i desencadenar una incidència que arribi a diferents usuaris per diferents mitjans. Entre els elements que ha de ser capaç d'analitzar el preveu: en l'arrencada d'equips comprovar que les corrents d'arrencada s'ajusten a uns paràmetres definits, detectar si els transitoris de pressió (cops d'ariet) també es troben d'acord a aquella estació de bombament, tenint present els diferents

escenaris possible (arrancar un equip moto-bomba amb l'estació aturada o amb una o dues màquines ja en servei, ...); monitoritzar els drenatges dels dipòsits podent discernir si el cabal mesurat s'ajusta al nivell del dipòsit, ...; control de les fuites d'aire dels circuit d'aire comprimit i aire de rentat (bufadors) en funció del cabal i la pressió d'aire generat; ...

- ✓ Gestió energètica, actualment, ATL disposa de diverses eines de seguiment (programaris i sistemes d'informació) a nivell energètic de les instal·lacions consumidores i generadores d'energia elèctrica. Una vegada analitzada la situació actual, seguidament es detalla la proposta de plataforma de gestió energètica amb les principals especificacions tècniques a contemplar:
 - Seguiment de les instal·lacions consumidores d'energia, disponibilitat de dades hidràuliques (cabal, pressions, nivell de dipòsit, etc.) dels centres productius i estacions de bombament (connexió dades SCADA, SQL, PLC, BBDD, etc.); disponibilitat de dades energètiques (tensió, corrent, potència, consum, freqüència, etc.) dels centres productius i estacions de bombament (connexió dades SCADA, SQL, PLC, BBDD, etc.)
 - Permetre gestionar i fer el seguiment de tots els punts d'autoconsum de les instal·lacions d'energies renovables (EERR).
 - Connexió amb els comptadors elèctrics de les principals instal·lacions (via IP, pagina web de companyia i/o software específic de gestió energètica / ENERCloud o altre). Permetre realitzar una simulació de la facturació elèctrica de l'empresa i realitzar de forma automàtica una validació de la factura elèctrica per punt de subministrament dins de l'ERP. Realitzar un emmagatzematge de les dades de consum i facturació.
 - Visualització i seguiment dels principals indicadors energètics i econòmics que relacionen les 3 variables rellevants energètics i econòmics de la gestió energètica (consum): consum elèctric (kWh), volum d'aigua (m3) i cost econòmic (€). Els indicadors a considerar són l'acompliment energètic o consum energètic específic (kWh/m3), el preu de l'energia (€/kWh) i el cost energètic específic (€/m3), així com d'altres més específics relacionats amb els diferents termes de la factura elèctrica. Addicionalment, establiment de valors llinar / desviacions
 - Visualització i seguiment de les línies de base de les instal·lacions (relació consum elèctric front volum d'aigua). Addicionalment, establiment de valors llinar / desviacions

- Visualització i seguiment del rendiment dels principals equips consumidors d'energia (relació potència hidràulica front elèctrica)
- Introducció de la tarificació i costos energètics associats.

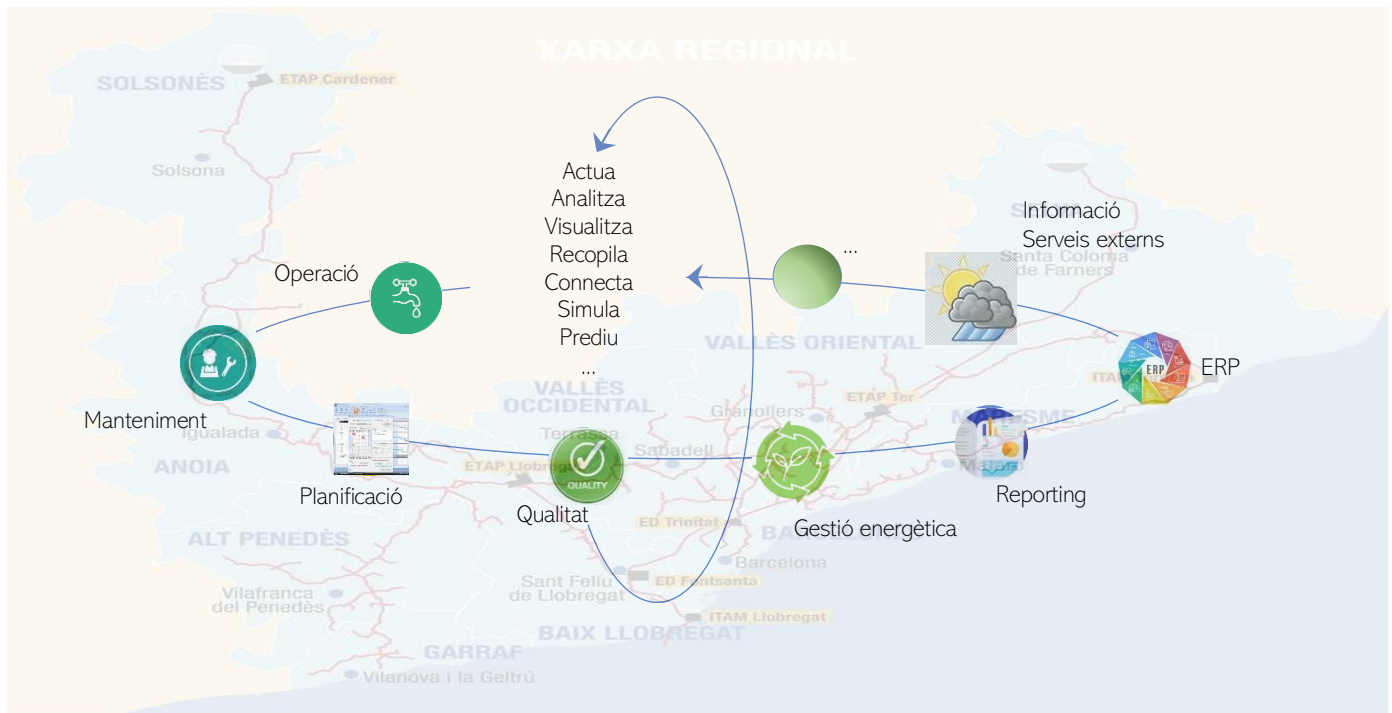
✓

S'ha de tenir present que per tal d'aconseguir aquests resultats el software de referència s'ha d'enllaçar i extreure informació de les diferents fonts origen d'aquestes informacions, ja sigui del software SCADA, LIMS, GMAO, GIS, ERP, BIM, ... de l'empresa, de diferents bases de dades (SQL, ...), emmagatzematge al cloud (WikiATL, data logger bateries tipus Sofrel, ...) o altres elements origen de la informació (fulls de càlculs, ...), softwares específics d'aplicacions tècniques especialitzades (vibracions, fuites, gestió energètica, ...), així com poder captar dades directament dels equips d'automatització de camp (plc's Rockwell Automation, Siemens, ...), processar aquestes dades i emmagatzemar-les en una base de dades del propi software, o bé recollir les dades d'algun element registrador de dades tipus datalogger via protocols IoT (MQTT, OPCUA, ...) o bases de dades (SQL,...) i tractar-les de la mateixa manera que el cas anterior.

Degut a que el software que es proposi haurà de ser un aglutinador de dades per extreure informació útil, es requereix que la solució contingui la funcionalitat de realitzar una validació i reconstrucció d'aquestes dades alhora d'inserir-les al software o a en el moment en que es genera el model de dades a analitzar.

El software proposat també ha de permetre als diferents usuaris, en funció del seu nivell de seguretat o el seu rol dins de la organització, accedir a una determinada informació o altre, així com tenir la capacitat de generar-se els seus propis quadres de comandament, els quals han de poder ser privats o públics, podent ser emprats aquests darrers per més usuaris que el propi creador.

Resumint, el software proposat ha de permetre integrar múltiples sistemes i poder-los gestionar des d'una única plataforma transversal a temps real, consolidant a nivell visual d'operació o d'anàlisi o gestió d'equips dades de diferents orígens (consum energètics, demandes d'aigua, produccions, control d'equips, serveis externs, personal, reportings, manteniment, ...) i de diferents àrees funcionals i poder realitzar d'una manera unificada diferents funcionalitats que permetin optimitzar les feines del dia a dia de l'empresa.



S'ha de tenir en compte que la present actuació està inclosa en la tramitació per part d'ATL en la segona convocatòria del "PERTE Digitalización del ciclo del agua", del "Gobierno de España, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico", concretament s'engloba dins de les actuacions tipus A8 "Modelización cartográfica y numérica de la redes y sistemas de abastecimiento y saneamiento de todo el ciclo urbano (cartografía, topografía, modelación BIM, gemelos digitales, modelación hidráulica 3D, etc.).", i per tant subjecte a unes fites i objectius que s'han de complir, així com a uns terminis temporals per complir-los. Tant les fites com els objectius es troben recollits en la documentació presentada al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico- MITECO, projecte AquaNext, "*Optimización del Sistema Ter-Llobregat: Estrategias Digitales frente a la Sequía y el Cambio Climático*", en el seu apartat "*11 Plan para el control y seguimiento de la ejecución del proyecto*", on s'especifiquen la necessitat de realització d'uns informes semestral i unes reunions mensuals, on es fa referència a l'avanç dels treballs indicant entre altres informacions la quantitat d'infraestructures renovades

Pel que fa als mecanismes pel control de les fites i els objectius, l'empresa adjudicatària haurà de col·laborar en tot allò que li sigui requerit per a la verificació, seguiment i compliment de les obligacions derivades de la normativa interna i europea fixades pel Mecanisme de Recuperació i Resiliència de la UE que s'estableixin.

3. SITUACIÓ ACTUAL.

Tal i com s'ha exposat als antecedents, la principal funció de l'empresa ATL consisteix en la captació d'aigua del medi natural, ja sigui aigua dolça directament del riu o dels embassaments, com aigua salada del mar, potabilitzar aquesta aigua crua en les diferents ETAP's i ITAM's gestionades per l'empresa i distribuir-la a través d'una xarxa de més de 1.000 km de canonades als diferents dipòsits de capçalera municipals, punt a partir del qual la distribució de l'aigua recau en els diferents gestors en baixa que determini cada ens municipal.

La gestió i la garantia del servei d'aquesta tasca, recau principalment en dues direccions de l'empresa, que tenen la seva funció directament relacionada amb aquest objectiu i que la seva tasca recau directament amb la gestió, operació i garantir el correcte funcionament dels actius productius de l'empresa, concretament:

Direcció d'Operació, és l'encarregada d'executar tots els processos fisicoquímics per garantir la tasca de captació, potabilització i distribució d'aigua.

A la seva vegada es pot dividir en producció, distribució i automatització, tenint com a principals funcions:

- ✓ Producció, encarregada d'operar els actius productius de les plantes (ETAP del Ter, ETAP del Llobregat, ETAP del Cardener, ITAM del Llobregat i ITAM de la Tordera) amb l'objectiu de garantir la producció d'aigua en quantitat suficient per donar satisfacció a la demanda i amb qualitat d'acord amb els requeriments de la legislació vigent.
- ✓ Distribució, encarregada de gestionar l'abastament d'aigua potable, en alta, als municipis subministrats des de la xarxa d'ATL, amb condicions de quantitat, continuïtat i qualitat, d'acord a l'establert en la legislació vigent i als criteris empresarials d'ATL, essent l'única limitació aquella que es derivi de les disponibilitats de cabals en els punts de producció, tant propis com aliens.
- ✓ Automatització, encarregada de garantir el correcte funcionament de tot el sistema d'automatització i el control remot de els processos i equips associats als actius productius de l'empresa, els principals elements encarregats d'executar aquestes tasques són els autòmats programables (PLC's) i el sistema de telecomandament (SCADA). Així com definir els criteris i implantar tot el sistema d'automatització i telecomandament de l'empresa.

Direcció de manteniment, que és l'encarregada dins de l'empresa, d'optimitzar i assegurar la disponibilitat, la fiabilitat, el bon funcionament i el correcte estat de conservació de tots els actius productius i de les instal·lacions de les plantes productives, de la xarxa de distribució i dels edificis d'ATL.

Està estructurada en dos grans departaments, zona nord i zona sud, tots dos amb una estructura força similar i que a la seva part es divideix en diferents unitats.

- ✓ Manteniment de xarxa, que en si mateix es divideix per especialitats, elèctrica i instrumentació; mecànica, hidràulica i obra civil; cabalímetres i equips rotatius; i desinfecció i cloració.
- ✓ Manteniment de plantes.

De la mateixa manera es poden dividir el tipus de manteniment que duen a terme en:

- ✓ Manteniment correctiu
- ✓ Manteniment preventiu
- ✓ Manteniment predictiu

Essent precisament el dos darrers en els que es vol fer un esforç important de digitalització.

A nivell d'infraestructures que es gestionen des d'ATL, les poden definir en:

- ✓ Tres estacions de tractament d'aigua potable (ETAP),
 - ETAP del Ter, amb una captació superficial a l'embasament del Pastoral i una conducció d'uns 56 km de longitud i 3 metres de diàmetre amb transport de l'aigua per gravetat i amb una capacitat màxima de producció de 8,0 m³/s i un procés de tractament format per 8 decantadors, 48 filtres de carbó i 4 dipòsits d'emmagatzematge amb una capacitat de 557.664 m³.
 - ETAP del Llobregat, amb una captació superficial del riu Llobregat al mateix costat de la planta i una capacitat màxima de 3,2 m³/s i un procés de tractament format per 8 decantadors, 12 filtres de sorra, 15 filtres de carbó un sistema de dessalinització per electrodiàlisis reversible format per 9 mòduls i 576 piles de tractament i dos dipòsits d'emmagatzematge amb una capacitat de 213.000 m³.
 - ETAP del Cardener, amb una captació superficial a l'embassament de la Llosa del Cavall i una conducció d'uns 1.200 m de longitud i una capacitat màxima de producció de 0,35 m³/s i un procés de tractament format per 2 decantadors, 6 filtres de sorra i 1 dipòsit d'emmagatzematge amb una capacitat de 1.368 m³.

- ✓ Dues estacions dessaladores (ITAM),
 - ITAM del Llobregat, amb captació d'aigua de mar amb dues torres a 30 metres de profunditat i a 2,2 km de la costa i una capacitat màxima de producció de 2 m³/s i un procés de tractament format 10 flotadors, 20 filtres oberts, 20 filtres tancats, 10 bastidors de dessalinització, 32 llits de calcita per la remineralització i 2 dipòsits d'emmagatzematge amb una capacitat de 4.500 m³.
 - ITAM de la Tordera, amb captació d'aigua de mar amb una presa oberta a 30 metres de profunditat i a 800 m de la costa i una capacitat màxima de producció de 0,66 m³/s i un procés de tractament format 11 filtres de sorra i antracita, 9 filtres de sorra (2a etapa), 8 bastidors de dessalinització, 2 saturadors per la remineralització i 4 dipòsits d'emmagatzematge amb una capacitat de 23.200 m³.
- ✓ La xarxa de distribució, podem descriure les infraestructures en:
 - Dues estacions distribuïdores, ED de la Trinitat i ED de Font Santa
 - Uns 219 dipòsits municipals i reguladors
 - Unes 64 estacions de bombament
 - Uns 1.000 quilometres de canonades de diferents material i diàmetres des de DN50 a DN3000 , en una superfície d'uns 2.445 km².

Tota aquesta infraestructura per poder abastir d'aigua potable en alta a uns 117 municipis de les comarques de l'Alt Penedès, l'Anoia, el Baix Llobregat, el Barcelonès, el Garraf, el Maresme, la Selva, el Solsonès, el Vallès Oriental i el Vallès Occidental, el que representa una població al voltant dels 5 milions d'habitants.

I tota aquesta infraestructura està gestionada de forma automàtica i remota a través d'un sistema d'automatització i telecontrol.

A mode de resum el sistema d'automatització i telecontrol es pot dividir en dos grans grups:

- ✓ Elements d'automatització, on el principal element és l'autòmat de control (plc), instal·lat directament al costat dels actius productius i és on es troba el cervell i la programació de tots els modes de funcionament de l'actiu productiu.
- ✓ Elements de telecomandament, on el principal element és el sistema SCADA, qui a través de diferents protocols de comunicació amb els elements d'automatització, és l'eina que disposen els diferents operadors dels sistemes productius per operar i verificar el correcte funcionament de tots els actius productius de l'empresa.

El sistema d'automatització i telecomandament implantat a ATL permet disposar en temps real de tots els paràmetres existents a qualsevol de les estacions automatitzades, alhora que permet maniobrar de forma autònoma (sense necessitat del factor humà) la gran majoria dels equips associats al sistema i necessaris pel correcte funcionament dels processos productius de l'empresa.

Sistema d'automatització.

El principal element amb capacitat de computació en una cadena d'automatització és l'autòmat programable (PLC's). Aquest és un equip informàtic adaptat a l'entorn industrial, el qual executa un codi de programa on s'especifica que s'ha de fer i com en cada situació (lectures de sensors i manipulació d'elements electro-mecànics) segons una lògica definida.

Tenint en compte els diferents equips i les diferents famílies i marques podem trobar uns 360 equips plc's operatius en les instal·lacions productives d'ATL.

Altres elements vinculats directament amb el sistema d'automatització són:

- ✓ Equip HMI (Interfície Home Màquina), consistent en la pantalla d'operador existent a l'estació, i és l'element que permet al personal de l'empresa operar la instal·lació de forma local i sense necessitat de tenir connexió remota amb el centre de control.
- ✓ Instrumentació, conjunt d'equips de mesura instal·lats a l'estació, que permeten conèixer als responsables de l'operació/manteniment i a l'autòmat de l'estació, l'estat de tots els paràmetres hidràulics, elèctrics i de qualitat necessaris per operar amb garanties de quantitat i qualitat la xarxa de distribució.

Entre els equips més importants es poden definir:

- Transmissors de cabal, element de mesura que comptabilitza la quantitat d'aigua que passa a través de determinada instal·lació. Actualment, la xarxa d'ATL està formada en la seva majoria per dos tipus d'equips: els més antics i que el traspàs de dades de l'equip amb l'autòmat de la instal·lació i d'aquí a les bases de dades corporatives es realitza a través de senyals físiques (es a dir es passa una senyal elèctrica analògica -4..20 mA- per saber el valor instantani que passa per l'equip i una senyal elèctrica de polsos per comptabilitzar dins de l'autòmat el volum d'aigua que ha passat a través de l'equip) amb les limitacions tècniques que això comporta; i els més moderns, en que tota la informació de l'equip de mesura està dins del propi equip i s'enllaça amb

l'autòmat de l'estació via un bus de comunicació, i d'aquí a les bases de dades corporatives.

- Transmissors de nivell i pressió, informen dels paràmetres físics de nivell i pressió dels elements de la xarxa per tal que l'autòmat pugui operar en funció de les especificacions definides i els operadors del sistema tinguin una visió remota de l'estat de la infraestructura.
 - Analitzador de clor residual, elements de mesura que permet a l'operador conèixer la qualitat de l'aigua en els diferents punts de la xarxa i en cas necessari actuar de determinada manera a l'autòmat de l'estació.
 - Analitzador de xarxa elèctrica, equip associat a un consumidor d'energia elèctrica específic o al global d'una estació remota que permet disposar d'informació de forma remota de característiques elèctriques de la xarxa de subministrament d'energia i dels consums energètics específics.
 - Altres elements específics d'equips, temperatures, vibracions, paràmetres analítics químics de qualitat, ...
- ✓ Equips, finalment són els elements encarregats d'executar les ordres que dona el sistema de control per tal que s'executi aquella acció necessària per permetre el correcte funcionament dels processos productius.

Entre els equips més importants es poden definir:

- Vàlvules, equips que permeten el pas o no de l'aigua entre un objecte i una altra, ja sigui entre dos trams de canonades, entre una canonada i un dipòsit, ...
- Bombes, són els elements encarregats de permetre que un fluid pugui ser transportat d'un lloc a un altra sempre que hi hagi una diferencia de cota positiva entre l'origen i el final (el final estigui a una cota superior a l'origen).
- Altres elements específics, agitadors, comportes, cel·les d'EDR, electrovàlvules, ...

Una combinació d'aquests elements permeten disposar d'informació específica i concreta del funcionament dels diferents elements que formen part de la xarxa de distribució, permeten actuar en aquells punts que es necessari.

Sistema de telecomandament.

Entenen com a sistema de telecomandament a aquell conjunt de eines informàtiques i hardware de IT que permeten poder disposar d'una visió i control a voluntat dels operadors i des dels diferents centres de control de tots els actius productius de l'empresa.

Actualment, el sistema de telecomandament de l'empresa gestiona de forma directa cinc centres productius i més de 260 estacions remotes, amb una interrelació directa entre la producció i la distribució.

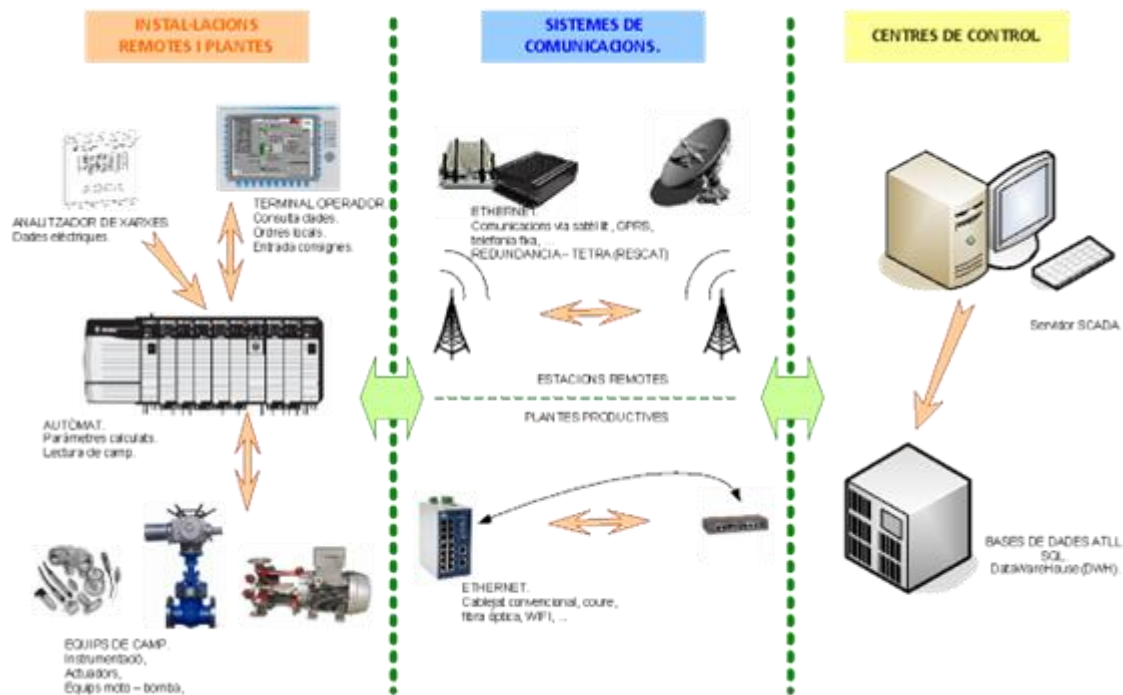
Podem dividir els paquets de telecomandament operatius en cada procés productiu amb la següent estructura:

- ✓ ETAP del Ter, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (plc's) es realitza a través de dos drivers de comunicacions de Kepserver redundants.
- ✓ ETAP del Llobregat, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (plc's) es realitza a través de dos drivers de comunicacions de Kepserver redundants.
- ✓ Xarxa de distribució, amb més de 260 estacions remotes, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (plc's) es realitza a través de dos drivers de comunicacions de Kepserver redundants.
- ✓ ITAM del Llobregat, tot el sistema de telecomandament està desenvolupat amb tecnologia Siemens PCS7, disposa de 4 servidors redundants dos a dos i un funcionament en illa, no té connexió amb la xarxa corporativa de la planta.
- ✓ ITAM de la Tordera, tot el sistema de telecomandament està desenvolupat amb tecnologia Siemens PCS7, disposa de 2 servidors redundants i un funcionament en illa, no té connexió amb la xarxa corporativa de la planta.
- ✓ ETAP del Cardener, gestionada a través d'un SCADA Intouch de Wonderware enllaçat directament amb els autòmats de la planta, i es disposa d'accés remot via escriptori remot.

Les senyals que es troben enllaçades entre camp (plc) i el sistema de supervisió (SCADA) es poden dividir en dues categories:

- ✓ Senyals de lectura directa d'instrumentació, és a dir el propi elements de camp ja dona un valor que per si sol té validesa, ja sigui analògic (cabal, volum, nivell, pressió, consum, ...) o un estat digital (sensor d'inundacions, estat dels interruptors,...).
- ✓ Senyals elaborades pel propi sistema d'automatització, és a dir, aquelles senyals necessàries per operar correctament i de forma autònoma o bé aquelles dades que a partir de senyals de camp i a través de càlculs interns dels autòmats donen una nova dada elaborada, igual que les anteriors poden ser analògiques (consignes de treball, càlcul de rendiment, hores de funcionament, ...) o digitals (intrusisme, fallo confirmació marxa, alarma alt consum, ...).

Tot el procés de tractament de dades, des del seu origen fins que la dada està fiabilitzada i emmagatzemada dins del sistema es pot veure en el següent diagrama.



El sistema actual tracta les dades seguint la següent seqüència:

- ✓ S'instal·la a camp aquella instrumentació necessària, tant per la gestió de la infraestructura (transmissors de cabal, pressions, nivell, ...) com per garantir la seguretat dels equips instal·lats (temperatures, vibracions, sensors d'inundació, intrusisme, ...).
- ✓ Tota aquesta informació es troba enllaçada amb l'autòmat de l'estació, el qual tracta aquesta informació juntament amb altre informació necessària tant per la gestió de la infraestructura (consignes, sistema d'operació, ...) procedent del SCADA o del panel d'operador (HMI - PanelView) com per garantir el correcte funcionament dels elements de l'estació.
 Essent l'autòmat l'únic responsable de la gestió automàtica de l'estació, es a dir, un cop programat i amb tots els equips en automàtic no necessita de la intervenció de ningú (operadors del centre de control) per fer funcionar de manera segura la infraestructura que té associada.
- ✓ Tota la informació que té l'autòmat per poder operar correctament, avisos (informació de defectes), alarmes (defectes que aturen màquina o procés associat), consignes, paràmetres de camp (nivells, cabals, pressions, ...) i estats, està enllaçada via comunicacions (des de les

estacions remotes amb el centre de control, a través de GPRS, satèl·lit o via cable) amb el servidor de SCADA.

- ✓ El sistema SCADA emmagatzema temporalment la informació al propi entorn. Part d'aquesta informació es capturada mitjançant ETL (Extract, Transform & Load) i es traspassa a una base da dades on es disposa de tota la informació històrica. Tota la informació rellevant per la presa de decisions s'incorpora al DWH mitjançant processos ETL. S'incorpora informació del tipus:
 - Totalitzats diaris de cabals.
 - Totalitzats d'energia.
 - Valors màxims, mínims i mitjanes 10 minuts, horaris, diaris, mensuals dels valors analògics de camp (pressió, cabal, temperatura, vibracions, ...).
 - Valors calculats a l'autòmat (hores de funcionament, nombre de maniobres, ...).
- ✓ Un cop es disposa de la informació al DWH es possible realitzar la validació i modificació de les dades. També es disposa de nombrosos informes i quadres de comandament on també poden aflorar dades d'altres orígens (GMAO, ERP, LIMS)

4. NOVES FUNCIONALITATS.

Alhora d'afrontar el repte de donar un pas més en aspectes de digitalització de l'operació i el manteniment, fa necessari dur a terme un anàlisi molt concret de com s'estan duent a terme les diferents tasques i funcions de cada lloc de treball, definint de tot allò que s'està duent a terme o que es desitjaria dur a terme, i com, els diferents elements associats a la digitalització, pot ajudar a executar-los d'una forma més eficient i més dinàmica, permetent alhora fugir de personalismes i generar eines més col·laboratives.

D'un primer anàlisi, s'han separat les diferents característiques en:

- ✓ Anàlisi de dades i proposta de paràmetres de sortida i detecció de desviacions
- ✓ Manteniment preventiu
- ✓ Aglutinador d'informació
- ✓ Simulador de processos, en temps real i prediccions
- ✓ Anàlisi d'indicadors claus (KPI's) de costos, energètics, rendiment, funcionament, ...

De manera que cada una de les noves funcionalitats que es vol poder disposar gràcies a aquest projecte digitalització puguin formar part d'una o més d'una de les característiques anterior.

1. Fer una gestió dels consums/produccions hídrics, tenint informació rendiment, facturat, acumulat anual, mensual, setmanal, diari, càlcul de previsions tant de demanda com de producció, així com poder ser l'eina de traspàs de previsions de demanda entre distribució i producció, ...
 - ✓ Determinar de forma automàtica i base als històrics de demanda en situacions similars (dia de la setmana, mes de l'any, consum any anterior, vacances, onades de calor, ...) la demanda dels diferents punts d'abastament, per tal de poder crear la demanda del sistema.
 - ✓ En funció de la demanda dels diferents punts d'abastament i tenint present l'estat de les plantes productives o altres aspectes aliens (previsió de tempestes, planificació de manteniments, estat hidrològic del país, producció plantes no ATL, ...) determinar quina és la producció òptima de cada centre productiu, tant a dia, setmana i mes a la vista. Ha de poder-se fer una simulació de qualsevol escenari possible (planta productiva fora de servei, canonada d'enllaç entre xarxes no operativa, ...), valorant la necessitat de disposar d'un model hidràulic de mercat per poder realitzar tots els treballs de simulació.
 - ✓ En funció de les previsions (en situació automàtic) o d'allò que determini el responsable d'operació (en situació manual), ha de ser l'eina de notificació i comunicació entre operació

de xarxa i els centres productius (plantes) de la previsió de producció de les plantes per a les properes hores i els propers dies.

2. Disposar d'informació a temps real com de previsió de paràmetres de qualitat/quantitat de l'aigua en els diferents estats dels processos productius (plantes potabilitzadores, xarxa de distribució i dipòsits), càlculs de temps de residència tant actuals com en escenaris simulats, resultats de laboratori (LIMS), seguiment de consignes, dades d'analitzadors (clor, conductivitat, temperatura, THM's, terbolesa, on-lines de plantes, ...).
 - ✓ Ha de permetre via mapa de processos ja sigui de planta o de xarxa tenir una visió de l'estat de diferents paràmetres de la qualitat de l'aigua (analitzadors de clor, THM's, conductivitat, ...) indicant amb mapa de colors i calculant en funció del temps de residència.
3. Així com poder lligar la producció/distribució d'aigua amb el consum/cost de l'energia i la producció d'energies renovables (autoconsums), disposar d'una gestió del recurs i control de pèrdues d'una forma més localitzada, poder fer simulacions de subministrament en base a escenaris concrets (ex. trencaments, increments de demanda, nous subministraments, ...), tramitació de comandes de reactius de forma automàtica, generar tramitació d'avisos (ordres de treball) a manteniment i/o operació també de forma automàtica, ...
 - ✓ Poder crear els corresponents "dashboards" (quadres de comandament), ja sigui pre-definits o bé personalitzats per cada usuari amb privilegis suficients, on es pugui vincular dades de diferents orígens, pròpies del SCADA a temps real, de les bases de dades corporatives, altres programes de l'empresa, ... de manera que amb un únic cop d'ull es pugui tenir una visió global i general dels diferents paràmetres necessaris per a l'operació, el manteniment o aquell departament de l'empresa que ho hagi de menester.
 - ✓ Equipar el sistema amb un software de model hidràulic de la xarxa de distribució que permeti als usuaris del sistema poder fer anàlisis amb dades a temps real o amb dades simulades de diferents situacions que passen o poden passar a la xarxa de distribució, com poden ser trencaments de canonades (on és necessari poder aïllar el tram afectat i poder determinar els temps de buidat i tornat a omplir de la canonada afectada per tal que juntament amb la previsió del temps de reparació tenir una idea de l'autonomia del punts de subministraments afectats i poder fer les previsions necessàries), distribució de cabals i veure comportament global de la xarxa amb nous punts de lliurament, optimització del funcionament de les estacions de bombament tant a nivell energètic com a nivell de distribució de demanda (determinant quin és el millor moment per fer servir les estacions de bombament tenint present el binomi cost

energètic vs. risc de desabastiment d'aigua per demanda, tant en connexió elèctrica amb la companyia subministradora d'energia com amb autoconsum fotovoltaic), càlculs de temps de residència i determinació de paràmetres físic-químics de l'aigua (percentatge d'aigua de diferents orígens, residuals de clor, generació de trihalometans, conductivitats, ...).

- ✓ Disposar d'un sistema que de forma automàtica i en funció de la demanda sigui capaç de determinar quan està previst quedar-se sense algun dels reactius de planta o de la xarxa de distribució i poder avisar a l'operador o un cop el sistema estigui prou madur poder llançar automàticament la comanda a través del ERP de l'empresa al corresponent proveïdor.
 - ✓ Ser capaç de un cop analitzada una situació determinada (ja sigui per desviacions en l'analítica de dades, per incidències definides o per algun altre mètode d'anàlisi) poder llançar un avis/ordre de treball a través del software de manteniment (GMAO) de l'empresa al corresponent departament/direcció encarregat de resoldre la incidència detectada, a part de poder tramitar directament conta el GMAO de l'empresa el software ha de permetre enviar una situació crítica per altres mitjans, ja sigui missatgeria de text, correu electrònic, xarxes socials, ...
 - ✓ Altres funcionalitats de característiques similars a les enumerades que puguin sorgir durant la implantació de la digitalització de l'operació i el manteniment.
4. Disposar d'informació específica de climatologia (actual, previsions, avisos, ...); energètica (tipus de subministrament, tarifa elèctrica, períodes tarifaris, càlcul de consum energètic específic – ETAI -, ...); informació geogràfica (accessos, enllaç a maps, cotes, ...); manteniment (avisos programats, recents, actius, ...); descripcions genèriques (autonomia, fonts pròpies, pous, captacions, ...); seguretat (CRA's, alarmes intrusismes, càmeres, ...); dades de comunicacions (VSAT, GPRS, FO, ADSL, xarxes de plantes, ...); dades de contactes (ajuntaments, serveis d'emergències, serveis tècnics municipals, ...); ...
- ✓ De manera similar al darrer punt, el software que es proposi com a element digitalitzador del manteniment i l'operació ha de tenir capacitat de integració de informació de molts orígens diferents, ja siguin interns de l'empresa com externs, accedint a la informació facilitada per tercers i poder disposar de la mateixa en els diferents dashboards generats, així com amb el suport d'aquesta informació de tercers poder de forma automàtica generar previsions i fer pronòstics per avançar-se a situacions compromeses (ex. previsió de pluges en la zona Llobregat implica possible aturada de l'ETAP del Llobregat i demandar increment de producció a l'ETAP del Ter, ...)

- ✓ Poder disposar via mapes de serveis de l'estat de diferents serveis de l'empresa on s'indiquin diferents situacions amb codis de colors (ex. control de nivell de comunicacions d'estacions remotes, mapa d'avisos de seguretat corporativa, ...)
 - ✓ Així com poder generar un repositori d'informació útil pels usuaris d'operació i manteniment i permetre un enllaç amb eines corporatives destinades a aquest objecte (GIC, Gestor d'Informació de Clients)
5. Ser un punt d'unificació de les diferents documentacions tècniques de les infraestructures productives (as-build, perfils de canonades, esquemes de xarxa, fitxes de punt de lliurament i abastament, caracterització, neteja de dipòsits, ...).
- ✓ Ser un nexe d'unió de tota aquella informació descriptiva i operativa dels diferents elements que formen els actius productius de l'empresa, no es pretén que faci funcions de gestor documental, però sí que tingui accés i enllaç als diferents punts on es guardi dita informació, ja sigui una Wiki ATL, arxius al cloud, gestor documental, unitats de xarxa corporativa, ...
 - ✓ Ha de disposar d'un sistema de traspàs d'informació vinculada a l'actiu productiu, on es pugui informar o deixar notifikacions entre diferents usuaris del sistema (si aquesta informació ha d'anar dirigida a algú en concret, ja sigui persona o grup, el sistema ha de poder fer arribar un avís via correu electrònic o missatgeria).
6. Disposar d'informació general de producció / operació, personal (contactes, guàrdies, operadors, ...); seguiment d'alarmes (freqüents, actives, recents, ...); seguiment d'ordres de SCADA enviades; informació dels processos d'automatització (restriccions, provisionals, descripcions, ...); seguiment de consignes (programades, actuals).
7. Dissenyar i implantar mòduls de càlcul i simulació de processos específics, així com integrar altres elements de IA desenvolupats i actius (softwares d'ajuda a la decisió) en plantes productives i xarxa de distribució (ex. dosificació de clor, temps de buidat i emplenat, càlcul de velocitat de l'aigua, determinació de mòduls EDR necessaris, dosificació permanganat, coagulant, diòxid de clor, rentat de filtres, seguiment de traçabilitat de l'aigua vs reactius de plantes, ...) tant a nivell online (podent fins i tot actuar directament contra el procés productiu enviat ordres) com a nivell de simulació.
- ✓ Actualment ATL té desenvolupats diferents software's desenvolupats o bé per centres universitaris (Drinkia), o empreses especialitzades (Creapro), que agafant dades reals dels processos són capaços de determinar quina és la proposta de sortida més òptima en cada un dels processos, així com poder simular situacions amb dades teòriques. Aquests software's es troben programats en diferents llenguatges de programació (ex. Matlab, ...) que amb el suport de xarxes neuronals i analítica de dades es capaç d'aprendre i predir com s'han

d'ajustar les sortides del processos per tal de tenir-los el més optimitzats possibles. Actualment aquests software's es troben distribuïts per diferents entorns de programació propis de l'empresa (ordinadors de sobretaula, servidors propis, servidors externs, ...) i amb la incorporació de la digitalització es pretén poder integrar tots aquest software's en un entorn comú i unificar la interfície home-màquina.

8. Realitzar de forma automàtica i programada tots aquells bolletins d'inspecció (BI's), en els quals les dades siguin dades automàtiques del sistema d'automatització, de forma autònoma, indicant les desviacions detectades o llançant les ordres de treball automatitzades quan es detecta una incidència o s'assoleix una fita (ex. cada determinades hores de funcionament → engreix de rodaments, ...). Qualsevol esdeveniment que estigui programat ha de ser capaç de poder generar de forma automàtica o bé un avís o una ordre de treball a la unitat de manteniment corresponent a través del propi software GMAO de manteniment.
 - ✓ Més específicament dedicat al manteniment es vol que el software proposat tingui capacitat analítica per tal que un cop automatitzats tots aquells BI's en els quals les dades siguin automàtiques (es a dir estiguin en el sistema automatitzat, per ex. hores de funcionament, número d'arrancades, ...) tingui criteri analític per detectar desviacions de determinats paràmetres o llançar accions directes (neteja d'escombretes de motors sincro, engreix de rodaments, ...) directament contra el software GMAO de manteniment.
 - ✓ De la mateixa manera ha de poder llançar ordres de treball contra els responsables de manteniment o l'equip de remotes a voluntat dels operadors dels centres de control, enllaçant directament l'avís o l'ordre de treball amb l'actiu productiu que l'operador consideri necessari.
9. Integrar la informació d'esdeveniments (alarmes, avisos, incidències, ...) de tots aquells softwares de manteniment que es trobin treballant online i analitzant diferents processos de l'empresa sense necessitat d'haver de consultar cada un dels softwares per separats sempre que no hi hagi cap fet específic i que per tant s'hagi d'analitzar amb el propi software de manteniment (software de detecció de fuites d'aigua, software d'anàlisi predictiu de vibracions, software d'anàlisi predictiu de PDMA elèctric, ...)
10. Tenir capacitat d'anàlisis de dades per ser capaç de detectar un funcionament anòmal en situacions similars, és a dir, ser capaç, analitzant diferents paràmetres d'una sèrie temporal discernir que pot succeir una situació anormal que pot implicar un mal funcionament d'un equip o d'un sistema i desencadenar una incidència que arribi a diferents usuaris per diferents mitjans. Entre els elements que ha de ser capaç d'analitzar el preveu: en l'arrencada d'equips comprovar que les corrents d'arrencada s'ajusten a uns paràmetres definits, detectar si els transitoris de pressió (cops d'ariet) també es troben d'acord a aquella estació de bombament, tenint present

els diferents escenaris possible (arrancar un equip moto-bomba amb l'estació aturada o amb una o dues màquines ja en servei, ...); monitoritzar els drenatges dels dipòsits podent discernir si el cabal mesurat s'ajusta al nivell del dipòsit, ...; control de les fuites d'aire dels circuit d'aire comprimit i aire de rentat (bufadors) en funció del cabal i la pressió d'aire generat; ...

- ✓ Des de la direcció de manteniment s'està duent a terme diferents projectes específics de la digitalització del manteniment, entre aquests projectes hi ha alguns de molts específics que el que pretenen és poder disposar d'una anàlisi de dades en diferents situacions concretes dels processos productius. Algun d'aquests projectes actualment s'estan duent a terme d'una manera poc eficient amb les eines que a data d'avui es disposen. Amb la incorporació del nou software de digitalització es vol unificar aquesta metodologia per fer-la el més automàtica possible i alhora donar-li una capacitat analítica de manera que el propi software sigui capaç de detectar una situació anormal.

Per exemple, en equips rotatius molt grans (motors de més de 2 GW), manteniment ha detectat que és molt important poder analitzar la corba de corrent d'arrancada d'aquests equips, per executar aquesta tasca el temps de refresc de dades que tenim al sistema SCADA operatiu és inviable (uns 7 segons a les plantes i uns 40 segons a les estacions remotes de refresc de les dades), en aquest cas és important agafar la dada amb una freqüència inferior al segon. Per executar aquesta tasca es té programat directament als autòmats de l'estació remota una rutina que en cada arrancada i amb el temps de refresc definit per manteniment es va agafant aquesta dada i s'emmagatzema internament per posteriorment de forma manual fer-la arribar a manteniment i poder analitzar-se. Amb el projecte de digitalització es vol poder instal·lar a camp un equip registrador de dades dels paràmetres necessaris i el temps de refresc definit per cada variable de tal manera que automàticament cada arrancada el sistema guardi aquestes dades i enllaçat directament amb el software analític, via protocol IoT (pendent de definir), i uns models definits com correctes sigui capaç de determinar una anomalia en l'arrancada i disparar una alarma, allà on sigui necessària i pel camí que es determini, missatgeria, trucada, alarma visual al propi software, ...

- ✓ En una primera fase i pendent de com funcioni el sistema es vol optar per instal·lar aquesta capacitat analítica en els següents processos:
 - Arrancada d'equips rotatius de gran format, principalment s'analitza la corrent tot i que s'ha d'analitzar si hi ha algun altre paràmetre que permet donar més informació, tipus tensió d'alimentació, freqüència,
 - Cops d'ariet d'estacions de bombament, analitzant la variació de la pressió es pot determinar el correcte estat del elements de protecció de sobrepressions, és

a dir els calderins de seguretat, determinant si tenen problemes d'inflat, la membrana trencada, ... Per analitzar correctament aquest paràmetre s'ha de tenir present si l'estació de bombament arranca de zero o si ja hi ha algun equip moto-bomba en marxa, ...

- Tancament/obertura de vàlvules reguladores de pressió, un tancament o una obertura massa ràpida d'una vàlvula reguladora de pressió pot provocar una sobretensió a la canonada, tant aigües amunt, com sobretot aigües avall que provoqui un trencament de les canonades d'alimentació, si es pot analitzar aquest cop d'ariet pots avançar-te a situacions compromeses.
- Poder tenir controlats els drenatges dels dipòsits, tenint present que el cabal de fuga del propi dipòsit serà funció del propi nivell del dipòsit.
- Control de fuites d'aire ja sigui derivat dels compressors o dels sistemes d'aire de rentat.
- Control del rendiment del sistema de recuperació d'energia (ERIS) de les ITAM's de l'empresa.
- Control del rendiment / eficiència dels equips rotatius en base a les seves condicions de treball.

11. Seguiment de les instal·lacions consumidores d'energia, disponibilitat de dades hidràuliques (cabal, pressions, nivell de dipòsit, etc.) dels centres productius i estacions de bombament (connexió dades SCADA, SQL, PLC, BBDD, etc.).
 12. Disponibilitat de dades energètiques (tensió, corrent, potència, consum, freqüència, etc.) dels centres productius i estacions de bombament (connexió dades SCADA, SQL, PLC, BBDD, etc.); connexió amb els comptadors elèctrics de les principals instal·lacions, simulació, emmagatzematge i validació de facturació de consum energètic.
 13. Visualització i seguiment dels principals indicadors energètics i econòmics que relacionen les 3 variables rellevants energètics i econòmics de la gestió energètica (consum): consum elèctric (kWh), volum d'aigua (m³) i cost econòmic (€). Els indicadors a considerar són l'acompliment energètic o consum energètic específic (kWh/m³), el preu de l'energia (€/kWh) i el cost energètic específic (€/m³), autoconsum energies renovables (kWh/m³, kWh_{EERR}/kWh_{consum}, ...) així com d'altres més específics relacionats amb els diferents termes de la factura elèctrica. Addicionalment, establiment de valors llindar / desviacions
 14. Visualització i seguiment de les línies de base de les instal·lacions (relació consum elèctric front volum d'aigua). Addicionalment, establiment de valors llindar / desviacions; visualització i
-

seguiment del rendiment dels principals equips consumidors d'energia (relació potència hidràulica front elèctrica)

15. Introducció de la tarificació i costos energètics associats.

S'ha de tenir present que per tal d'aconseguir aquests resultats el software de referència s'ha d'enllaçar i extreure informació de les diferents fonts origen d'aquestes informacions, ja sigui del software SCADA, LIMS, GMAO, GIS, ERP, BIM, ... de l'empresa, bases de dades (SQL, ...), emmagatzematge al cloud (WikiATL, datalogger bateries tipus Sofrel, ...) o altres elements origen de la informació (fulls de càlculs, ...), softwares específics d'aplicacions tècniques especialitzades (vibracions, fuites, ...), serveis externs de internet (informació meteorològica, ...) així com poder captar dades directament dels equips d'automatització de camp (plc's Rockwell Automation, Siemens, ...), processar aquestes dades i emmagatzemar-les en una base de dades del propi software, o bé recollir les dades d'algun element registrador de dades tipus datalogger via protocols IoT (MQTT, OPCUA, ...) o bases de dades (SQL,...) i tractar-les de la mateixa manera que el cas anterior. S'ha de considerar la necessitat de que la solució proposada permeti la adequació de les dades prèviament a qualsevol anàlisi posterior.

El software proposat també ha de permetre als diferents usuaris, en funció del seu nivell de seguretat o el seu rol dins de la organització, accedir a una determinada informació o altre, així com tenir la capacitat de generar-se els seus propis quadres de comandament (dashboards), els quals han de poder ser privats o públics, podent ser emprats aquests darrers per més usuaris que el propi creador.

Un cop adjudicats els treballs i de les primeres tasques a definir conjuntament amb els especialistes d'ATL, essent responsabilitat de l'adjudicatari dels treballs definir l'estructura informàtica necessària per afrontar el present projecte amb unes garanties d'èxit. S'haurà de definir els requisits de hardware de les màquines virtuals necessàries, així com proposar si és necessari disposar elements al "cloud", a l'"edge" o físicament als servidors de l'empresa.

5. ABAST DELS TREBALLS

En base a les especificacions d'aquest plec i les reunions amb els diferents usuaris d'ATL com elements de presa de requeriments inicials, s'haurà de definir, que és vol aconseguir, que fa falta per aconseguir-ho i que s'ha de fer per aconseguir-ho de les diferents línies de treball, així com definir tot allò necessari per tal de disposar d'una suite operativa pels diferents usuaris de manteniment, operació i gestió energètica de l'empresa.

Per tal de dur a terme tot això els licitadors proposaran determinat programari informàtic, el qual hauran de subministrar, configurar, instal·lar, programar i mantenir. S'ha de tenir present que tots els elements de software, drivers, bases de dades es subministraran en base a productes de mercat (Siemens, Rockwell, Aveva, Aspen, ...) i que ha d'existir una xarxa d'integradors al mercat amb capacitat d'integrar noves funcionalitats que no sigui el propi desenvolupador del software. No està permès, sense autorització expressa i per escrit d'ATL el desenvolupament de cap aplicació o protocols de comunicació basats en "OpenSource" o en qualsevol llenguatge de programació.

Així mateix l'adjudicatari dels treballs també haurà de subministrar, instal·lar, configurar i programar aquells dispositius Edge (datalogger) necessaris per captar i transmetre a la suite aquella informació que camp (cops d'ariet, arrancada de equips rotatius, ...), que per a la seva anàlisi requereixi uns temps de refresc superiors als que pot subministrar els sistema d'automatització (plc+scada) que ATL té operatiu.

Alhora de definir el nivell de implantació de la nova suite de suport al manteniment i l'operació s'ha de tenir present els actius (assets) que s'hauran de integrar i quines funcionalitats se li han de donar a cada un d'ells.

Alhora de definir els actius els podem dividir en:

- ✓ Xarxa de distribució
- ✓ Plantes potabilitzadores d'aigua dolça (ETAP del Ter, ETAP del Llobregat, ETAP del Cardener)
- ✓ Plantes dessaladores d'aigua de mar (ITAM de la Tordera, ITAM del Llobregat)

Tenint present la seva aplicació en els diferents processos i equips productius:

- ✓ Estacions remotes (dipòsits, estacions de bombament, arquetes varies, ...)

- ✓ Sectors de planta (captació, decantació, filtració, estacions de bombament, dipòsits, processos d'osmosis inversa i electrodialísis, productes químics, ...)
- ✓ Equips (motobombes, bufadors / compressors, vàlvules reguladores / reductores, cabalímetres, analitzadors físic-químics, analitzadors elèctrics, instrumentació en general [nivells, transmissors de pressió, transmissors de temperatura, transmissors de corrent/tensió, transmissors de vibracions, tacòmetres,...], ...)

De tal manera que s'ha de determinar quina de les funcionalitats que s'especifiquen que ha poder desenvolupar la nova suite aplica a cada un dels actius de l'empresa.

De forma resumida i no limitativa, les funcionalitats que ha de poder executar la suite han de ser:

1. Càlcul/previsió de la demanda
2. Càlcul/previsió de producció de plantes
3. Mapes temàtics de colors d'estat/evolució paràmetres de qualitat i quantitat de l'aigua
4. Càlcul de temps de residència (online / simulat)
5. Informació de dades de laboratori (LIMS)
6. Seguiment de consignes
7. Dades d'analitzadors
8. Dades i optimitzacions dels consums i dels costos de l'energia
9. Optimització de l'ús de recursos (reactius, subministraments, ...) en els processos de captació, potabilització i distribució d'aigua, amb ajuda de models matemàtics, simuladors, IA, ..., tant a nivell de informació via informes com amb capacitat d'actuació directa en els processos productius (per ex. actuar directament sobre equips via els plc's)
10. Control de pèrdues hidràuliques, energètiques, ...
11. Simulacions de subministrament, model hidràulic (trencaments, increments de demanda, nous subministraments, càlcul d'autonomia, ...)
12. Tramitació de comandes (ERP – Navision)
13. Tramitació d'avisos (GMAO – GIM)
14. Capacitat d'analítica de dades
15. Centralitzador d'informació vària (climatologia, energètica, informació geogràfica, manteniments, dades de comunicacions, dades de contactes externs -GIC-, ...)
16. Accés a descripcions genèriques (WikiATL, as-builds, perfils, esquemes, fitxes, caracteritzacions, documentació tècnica, ...)
17. Bloc de notes per tal de deixar i traspasar informació concreta

18. Capacitat de desenvolupar i d'integrar software's d'ajuda a la decisió desenvolupats amb models matemàtics (IA, xarxes neuronals, MATLAB, Python, ...)
19. Càlcul rendiment energètic (ETAI, equips rotatius, ...)
20. ...

Formarà part de l'abast dels treballs definir com el contractista té prevists realitzar les diferents connexions entre softwares. Tenint present, entre altres les següents implicacions de la nova suite amb:

- ✓ SCADA (↔), (→), principal font d'origen de dades.
(←), retorn cap a procés de càlculs de models.
- ✓ PLC (↔), (→), dades concretes i no necessàries per l'operació dels centres de control
(←), ordres directes a elements de camp.
- ✓ ERP (↔), (←), tramitació de comandes (lliurament de reactius de forma automàtica en funció de la previsió de consum).
(→), estat de tramitacions.
- ✓ Datalogger de camp (→), dades d'instrumentació amb períodes de ½ segons o menys.
- ✓ GMAO (↔), (←), tramitació avisos OT's, BI's.
(→), dades tècniques equips.
(→), estat OT's.
- ✓ GIS (→), situació geogràfica equips.
(→), dades tècniques canonades.
- ✓ LIMS (→), resultats analítics
- ✓ EPANET^(*1) (↔), simulació xarxes hidràuliques.
- ✓ BIM (→), estructura 3D de les instal·lacions.
(→), característiques i atributs.

(*1), es defineix EPANET com a mostra de software de simulació de xarxes hidràuliques, si el licitador opta per un altre tipus de software o aquesta funcionalitat està implementada en la suite oferta, ho ha de fer constar específicament.

La següent taula relaciona cada un dels diferents actius amb les possibles funcionalitats a implementar-li, essent una mostra no limitativa ni exhaustiva, aquesta llista s'haurà d'acabar de completar en fase 1 de presa de requeriments dels treballs a desenvolupar.

	Número d'equips / dashboards / mapes temàtics	1. Càlcul/previsió de la demanda	2. Càlcul/previsió de producció de plantes	3. Mapa de colors d'estat/evolució paràmetres de qualitat de l'aigua	4. Càlcul de temps de residència (online / simulat)	5. Informació de dades de laboratori (LIMS)	6. Seguiment de consignes	7. Dades d'analitzadors	8. Consum/cost d'energia	9. Control de pèrdues	10. Simulacions de subministrament; model hidràulic	11. Tramitació de comandes (ERP – Navision)	12. Tramitació d'avisos (GMAO – GIM)	13. Capacitat d'anàlítica de dades	14. Centralitzador d'informació vària	15. Descripcions genèriques	16. Bloc de notes per tal de deixar i traspassar informació concreta	17. Capacitat d'integrar software's d'ajuda a la decisió, models matemàtics	18. Càlcul rendiment energètic (ETAI, equips rotatius, ...)	PDMA	FUITES CANALITZACIONS	CALDERINS	MOVIMENT DIPÒSITS	VIBRACIONS	DRENATGE DIPÒSITS	CORRENT ARRANCADA	ANALÍTICA OLIS	CONTROL AIRE	CLIMATITZACIÓ SALES ELÈCTRIQUES	RENDIMENT ENERGÈTIC EQUIPS	RENDIMENT ERI'S	COPS D'ARIET	
Xarxa de distribució	40	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X					X		X	
ETAP del Ter	30		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X		X	
ETAP del Llobregat	50		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X		X	
ETAP del Cardener	15		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X		X	
ITAM de la Tordera	25		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X		X	
ITAM del Llobregat	40		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X				X		X	
Estació de bombament	63	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X		X				X	X			X	X		X
Dipòsit	150	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X						X		X								
Equip moto-bomba	200										X		X	X	X	X	X		X	X				X		X	X				X		X
Bufants / compressors	25												X	X	X	X	X		X							X		X			X		X
Vàlvula reguladora/reductora	100										X		X		X	X	X		X														X
Cabalímetres	250									X	X		X		X	X	X		X														
Analitzadors físico-químics	250										X		X		X	X	X																
Analitzadors elèctric	250										X		X		X	X	X																
Recuperadors energia ITAMs	15												X	X	X	X	X		X					X							X	X	
Altres elements (FASE 1)	XX	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Resumint i tenint present que el següent llistat no és limitatiu, ja que en fase de presa de requeriments (Fase 1) s'haurà d'acabar de recopilar quins elements són necessari interconnectar, s'ha de tenir present que es necessitaran les connexions entre la nova suite i altres software's corporatius i equips físics, entre altres:

- ✓ SCADA
- ✓ PLC's
- ✓ LIMS
- ✓ GMAO – JIM
- ✓ ERP – NAVISION
- ✓ GIS – Intergraph GeoMedia
- ✓ BIM
- ✓ Bases de dades, DWH – SQL
- ✓ Registrador de dades de camp (corrents d'arrancada, cops d'ariet, rendiment ERIS, ...)
- ✓ Software de vibracions
- ✓ Software de fuites
- ✓ Software PDMA
- ✓

Així mateix s'ha de definir la suite de tal manera que es pugui tenir accés a la mateixa, tant des de dispositius de sobretaula com a través de dispositius mòbils (tablets, smartphone, ...), adaptant-se la resolució de la mateixa al dispositiu que es fa servir.

Un cop acabat de definir l'abast finals dels treballs (fase 1, veure apartat “7. Metodologia dels treballs”) i abans d'abonar cap pagament en concepte de llicenciament dels softwares de la suite oferta, s'haurà de verificar que totes les funcionalitats definides i especificades es poden desenvolupar de forma correcta i que són realment operatives (especialment tots els aspectes relacionats en simulacions de processos i analítica de dades, tant de la xarxa de distribució com dels tractaments de les plantes).

En cas que no es pogués demostrar la viabilitats de les funcionalitats amb els elements de software proposats per resoldre les indicacions d'aquest plec, l'adjudicatari haurà de proposar una alternativa viable (que haurà de ser aprovada per ATL), podent ser causa de rescissió del contracte (sense dret a cap compensació econòmica per l'adjudicatari) si no s'arriba a poder acomplir les especificacions acordades.

6. CARACTERÍSTIQUES GENÈRIQUES DEL NOU SISTEMA DE SOFTWARE.

Com a punt de partida, s'ha de tenir present que tots els elements de software, drivers, bases de dades es subministraran en base a productes de mercat (Siemens, Rockwell, Aveva, Aspen, ...) i ha d'existir una xarxa d'integradors al mercat amb capacitat d'integrar noves funcionalitats que no sigui el propi desenvolupador del software. No està permès, sense autorització expressa i per escrit d'ATL el desenvolupament de cap aplicació o protocols de comunicació basats en "OpenSource" o en qualsevol llenguatge de programació.

Una vegada analitzades les necessitats, a part de les especificacions i funcionalitats recollides en els diferents apartats d'aquest plec, es defineixen les característiques mínimes que ha de complir la nova suite que es presenti a la licitació (bessó digital) pel suport al manteniment i l'operació:

✓ **Connectivitat a l'Edge i intel·ligència**

- Ha de ser independent del dispositiu, la qual cosa ha de permetre que qualsevol dispositiu es connecti a través d'una varietat de mètodes.
- Ha de permetre als usuaris accedir a totes les dades dels dispositius connectats a través de firewalls.
- Ha de proporcionar un xifrat sòlid de totes les dades intercanviades entre els dispositius perifèrics connectats i el servidor.
- Ha de permetre que diversos dispositius es connectin a través d'un gateway
- Ha d'admetre IoT gateways de tercers
- Ha de permetre el monitoratge de la connectivitat del dispositiu remot.
- Ha d'admetre la connectivitat a una àmplia varietat d'actius en tots els sectors verticals de la indústria.
- S'ha de poder connectar i comunicar amb múltiples actius alhora.
- Ha de permetre optimitzar les comunicacions amb els actius.
- Ha de fer que les dades dels dispositius connectats estiguin disponibles a través d'una varietat de servidors i interfícies de publicació.
- Ha d'oferir opcions estàndard de la indústria per a la seguretat dels usuaris i les dades.
- Ha d'oferir diagnòstics complets de les activitats de .
- Ha d'oferir una API de configuració oberta per a eines de configuració de tercers.
- Ha d'estar estretament integrada amb IoT per facilitar el desenvolupament ràpid d'aplicacions IoT.

-
- Ha de ser compatible amb múltiples drivers de comunicació (OPC UA/DA, MQTT, IEC104, ...), bases de dades (SQL, ...)
 - Ha de ser multilingüe.
- ✓ **Entorn de modelatge d'aplicacions 2.0**
- Ha de proporcionar un entorn per al model de dades i el bessó digital, i la creació d'aplicacions.
 - Ha de permetre als usuaris modelar tots els actius i la lògica comercial necessaris per a les aplicacions d'Internet de les coses sense necessitat de codi.
 - Ha de permetre als usuaris navegar i buscar fàcilment a través de l'entorn de modelatge.
 - Ha de permetre als usuaris importar/exportar les dades en la seva aplicació en diversos formats.
- ✓ **Desenvolupament d'interfície d'usuari**
- Ha de permetre la creació ràpida d'aplicacions d'Internet de les coses en un entorn de desenvolupament utilitzable d'arrossegar i soltar sense necessitat de codi.
 - Ha de permetre la creació d'aplicacions que es puguin executar en un navegador web o mòbil.
 - Ha de permetre la creació de taulers personalitzats per visualitzar qualsevol dada en el sistema.
 - Ha de permetre l'ús d'idiomes, monedes, dates i altres elements localitzats personalitzables en les aplicacions.
 - Ha de permetre la marca personalitzada de l'aplicació final d'IoT (marca, disseny, color, tema, etc.) específics del client.
 - La solució ha de proporcionar aplicacions preconstruïdes per a casos d'ús comercial específics d'IoT.
 - El sistema ha de permetre la implementació fàcil d'aplicacions empresarials en múltiples entorns/lloc.
- ✓ **Informes i anàlisi descriptiva**
- Ha de permetre la creació d'informes personalitzats
 - Ha de proporcionar informes en temps real/gairebé en temps real/periòdicament
 - Ha de proporcionar la funcionalitat per exportar dades en format XML, CSV, XLS, correu electrònic.
 - Ha de permetre que les dades estiguin disponibles per als sistemes externs amb finalitats informatives.
 - Ha de proporcionar eines d'anàlisi per visualitzar les dades recopilades en els informes.
-

✓ **Analítica avançada i predictiva**

- Ha de proporcionar eines de visualització d'anàlisi de dades.
- Ha de proporcionar eines d'anàlisi avançades per a grans conjunts de dades.
- Ha de ser capaç d'assignar automàticament l'aprenentatge automàtic apropiat i les tècniques de conjunt per construir models.
- Ha d'admetre el monitoratge de dades i la detecció d'anomalies sense un model predefinit o dades històriques.
- Ha de ser capaç de transformar automàticament les dades sense processar en dades útils i significatives que s'utilitzin com a entrada per a les prediccions.
- Ha de poder fer servir anàlisis per generar alertes i esdeveniments.
- Ha de proporcionar prediccions basades en resultats i recomanacions basades en dades analitzades.
- Ha de poder realitzar simulacions de resultats.
- Ha de poder integrar amb els serveis analítics o computacionals existents per realitzar anàlisis de dades d'aplicacions externes.
- Ha de permetre opcions d'implementació flexibles.

✓ **Serveis d'integració de sistemes**

- Ha de poder integrar amb plataformes i sistemes de tercers a través d'una varietat de mètodes.
- Ha de proporcionar API per a la integració de tercers
- Ha de proporcionar connectors llestos per usar per a sistemes comuns de tercers i orquestrar el flux d'informació entre aquests sistemes i dispositius per donar suport als processos comercials.
- Ha de permetre la col·laboració entre desenvolupadors i socis de l'ecosistema tecnològic per millorar les característiques de .
- Ha de poder integrar amb plataformes de tercers per a fins d'anàlisi de dades.

✓ **Lògica empresarial i processament d'esdeveniments**

- Ha de permetre a l'usuari configurar la seva pròpia lògica empresarial en les seves aplicacions.
- Ha de permetre als usuaris crear i configurar les seves pròpies alertes.
- Ha de proporcionar capacitats de flux de treball, és a dir, la capacitat d'enviar informació sobre els dispositius quan s'activa mitjançant una acció.
- Ha de permetre que es realitzin esdeveniments i càlculs tant a com al dispositiu.

-
- Ha de proporcionar alertes per correu electrònic i altres notificacions basades en esdeveniments.
-
- ✓ **Gestió d'accés i identitat**
 - Ha de proporcionar control d'accés basat en usuaris, rols i permisos.
 - Ha d'admetre el concepte d'organitzacions i grups d'usuaris configurables per accedir a objectes específics.
 - Ha de permetre la creació d'usuaris tant de forma automàtica com manual.
 - Ha de proporcionar capacitats d'administració de contrasenyes configurables.
 - Ha de proporcionar capacitats d'inici de sessió únic
-
- ✓ **Gestió de dades IoT**
 - Ha de proporcionar opcions flexibles per a la ingesta de dades.
 - Ha de poder accedir a dades en historiadors de processos.
 - Ha de proporcionar opcions flexibles per a l'emmagatzematge de dades.
 - Ha de permetre l'emmagatzematge de múltiples tipus de dades.
 - Ha de proporcionar emmagatzematge segur per a dades confidencials.
 - Ha d'admetre tipus de dades no estructurades.
-
- ✓ **Gestió d'actius i alertes**
 - Ha de permetre el seguiment i la gestió remots de tots els dispositius al camp.
 - Ha de permetre als usuaris crear, registrar i aprovisionar dispositius.
 - Ha de proporcionar un tauler que permeti als usuaris veure i administrar les alertes associades amb els dispositius connectats.
 - Ha de permetre la resolució de problemes i el manteniment remots dels dispositius connectats a través d'una connexió segura.
 - Ha de proporcionar capacitats administratives útils per als usuaris.
-
- ✓ **Gestió i lliurament remot de programari**
 - Ha de poder enviar programari i paquets de contingut cap a i des dels actius.
 - Ha de permetre als usuaris crear paquets de programari i programar la implementació en els dispositius.
 - Ha de poder rastrejar l'estat dels paquets de programari.
 - Ha de garantir la integritat i seguretat de tots els paquets de programari.
-
- ✓ **Identitat de dispositiu, autorització, gestió d'autenticació**
 - Ha de proporcionar mètodes de seguretat per validar la identitat d'un dispositiu.
 - Ha de permetre que s'estableixin permisos per a dades a nivell de dispositiu.
-

✓ **Dispositiu i adaptadors de núvol**

- Ha de ser extensible per complir amb els estàndards de la indústria i els protocols de dispositius patentats.
- Ha d'estar recolzada per una xarxa de socis que proporcionin productes i serveis addicionals per ampliar i millorar les capacitats de .

✓ **Transferència d'arxius, missatgeria, tunelització**

- Ha de permetre la transferència d'arxius entre i els dispositius perimetrals.
- Ha de permetre que l'usuari programi les transferències d'arxius.
- Ha de xifrar totes les transferències d'arxius.
- Ha de permetre transferències d'arxius fora de línia.
- Ha d'admetre la tunelització per accedir a les dades.

7. METODOLOGIA DELS TREBALLS.

Per tal de dur a terme l'execució dels treballs objecte dels present plec, s'ha definit que el procés es divideixi en tres fases i no es podrà iniciar la Fase 2 fins que ATL hagi validat i donat la seva confirmació a la Fase 1.

Aquestes fases s'han d'ajustar i acabar de definir per part l'adjudicatari en fase d'oferta.

Fase 1, inici dels treballs i definició amb els usuaris d'ATL de l'abast definitiu dels treballs.

- ✓ Presa de requeriments inicials, basant-se en la documentació del present projecte i un seguit de reunions amb els diferents departaments usuaris finals del sistema.

Definició funcional de les diferents línies de treball, determinant:

- que és vol aconseguir,
- que fa falta per aconseguir-ho,
- com s'ha de fer per aconseguir-ho,

així com definir altres aspectes associats a la pròpia línia de treball, interface gràfica, dashboards, usuaris i rols personals de cada línia de treball, i quines eines de la suite oferta s'han de fer servir i com per assolir els objectius definits, indicadors de seguiment, ...

Definir un cronograma amb terminis i dedicació de cada una de les línies de treball determinades.

- ✓ Definició de l'arquitectura del hardware, de l'entorn de captació d'informació i de la interfase d'operador necessaris per donar resolució als requeriments determinats.

Definir l'estructura de les màquines virtuals i els requeriments tècnics de les mateixes necessaris, així com la seva situació física.

Definir els canals de comunicació entre els diferents elements que han de formar part de la suite, ja sigui amb softwares interns d'ATL o softwares externs a ATL i subministradors de serveis, així com amb diferents elements de hardware, ja siguin propis d'ATL (ex. plc's, analitzadors de xarxa, analitzadors de paràmetres físico-químics de l'aigua, ...) o nous elements que s'han de definir i subministrar en la pròpia licitació (ex. dataloggers de camp per senyals 4..20 mA i comunicacions OPC UA amb capacitat de històrics, ...). Aquesta definició ha de incloure tant els canals físics fets servir (FO, GPRS, WIFI, ...), com el protocol de software necessari.

S'ha de tenir una especial cura en tots els aspectes de seguretat cibernètica.

- ✓ Un cop definides les diferents línies d'actuació, l'abast de cada línia d'actuació i com executar-les, el contractista haurà de preparar i lliurar a ATL un document on quedi tot

completament explicat. Aquest document ha de ser la base per executar els treballs de la segona i tercera fase i ha de seguir com a mínim el següent índex:

- Objecte dels treballs.
 - Situació actual.
 - Descripció dels treballs a realitzar. Identificant clarament les diferents línies de treball a desenvolupar, quins elements i equips o conjunt d'equips estan implicats en cada línia de treball, com desenvolupar les feines associades a cada conjunt línia de treball/equips, quins resultats previstos es volen aconseguir.
 - Arquitectura de hardware/software s'ha d'implementar. Definint elements de software necessaris per disposar de totes les funcionalitats de la suite operativa, determinar característiques tècniques dels diferents hardware (màquines virtuals) necessari per implementar els diferents paquets de software (programa principal, comunicacions, bases de dades, gestió d'usuaris, ...), així com dels HMI's necessaris ja siguin a oficines o ha desplaçament remot (tablet, smartphone, ...), definint arquitectura de les bases de dades associades i el seu corresponent emmagatzematge (cloud, màquina virtual CPD propietat, ...)
 - Metodologia dels treballs a realitzar.
 - Planning dels treballs a realitzar, indicant carrega dels equips de treball.
- ✓ Verificar que totes les línies de treball definides es poden executar amb les eines (versió d'avaluació / "trial version") proposades per l'adjudicatari, amb implantacions reals. Aquesta fase s'ha de poder executar en paral·lel a la fase de disseny.

En cas de no poder demostrar per part de l'adjudicatari, que ell o el software proposat pot assolir els requeriments definits en aquesta Fase 1, ATL es reserva el dret de rescindir el contracte, sense que l'adjudicatari tingui dret a rebre cap indemnització a tal afecta, més que poder facturar les partides associades al pressupost i ja executades en aquesta primera fase.

Fase 2, implantació de tots els requeriments i del sistema en els actius productius d'ATL

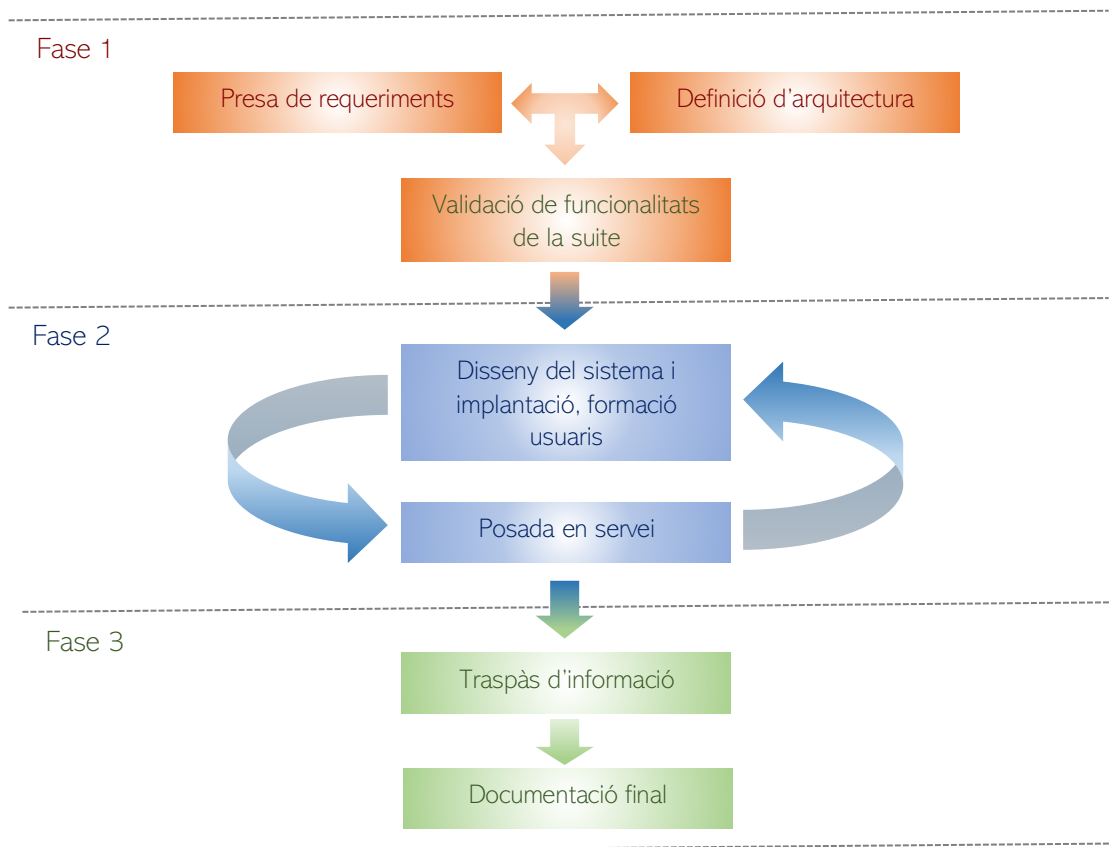
- ✓ Anàlisi profund dels requeriments, determinant, que es vol aconseguir i com aconseguir-ho, definint quines dades són necessàries, quins model matemàtic és necessari així com si es pot desenvolupar amb el mateix software o és necessari algun software complementari (també inclòs en l'abast del projecte), quins drivers de comunicacions són necessaris (també inclosos en l'abast del projecte), quins han de ser els canals de traspàs d'informació cap els diferents usuaris, així com quina informació s'ha de transmetre, tant si va destinada a usuari com si s'ha d'integrar en un procés automatitzat. Tota aquesta documentació quedarà

recollida en un document/fitxa el qual s'haurà d'anar actualitzant a mesura que avanci el projecte, quedant completament definit.

- ✓ La seva corresponent posada en servei (en un entorn de preproducció) amb una retroalimentació dels processos per tal de fer una calibració dels diferents sistemes per deixar els sistemes completament operatius. Tots els processos han de tenir un càlcul de fiabilitat del procés dissenyat i la seva implantació. Qualsevol reajust d'algun procés en qualsevol fase del projecte ha de quedar clarament reflectit en la documentació del projecte, així com aplicat a tots els elements similars, tot i que, ja estiguin operatius prèviament a la definició del nou requeriment. Paral·lelament a la posada en servei de noves funcionalitats a la suite, es realitzarà per part del contractista la corresponent formació als diferents usuaris del sistema, aquesta formació constarà d'una documentació pràctica i la seva corresponent explicació, ja sigui presencial o realitzada de forma telemàtica, així com en la creació de tutorials telemàtics pels usuaris, de totes les funcionalitats de la suite implementada.

Fase 3, tancament dels treballs i traspàs de tota la informació final del projecte als tècnics d'ATL.

- ✓ Finalment hi ha d'haver un traspàs d'informació i formació de tots els mètodes utilitzats en els diferents processos, quedant tot completament documentat incloent tota la metodologia emprada i tota la programació (completament comentada) en format obert. Cada procés implantat ha de tenir clarament identificat quines dades fa servir, quin és el seu origen així com el camí emprat per arribar a aquest origen.

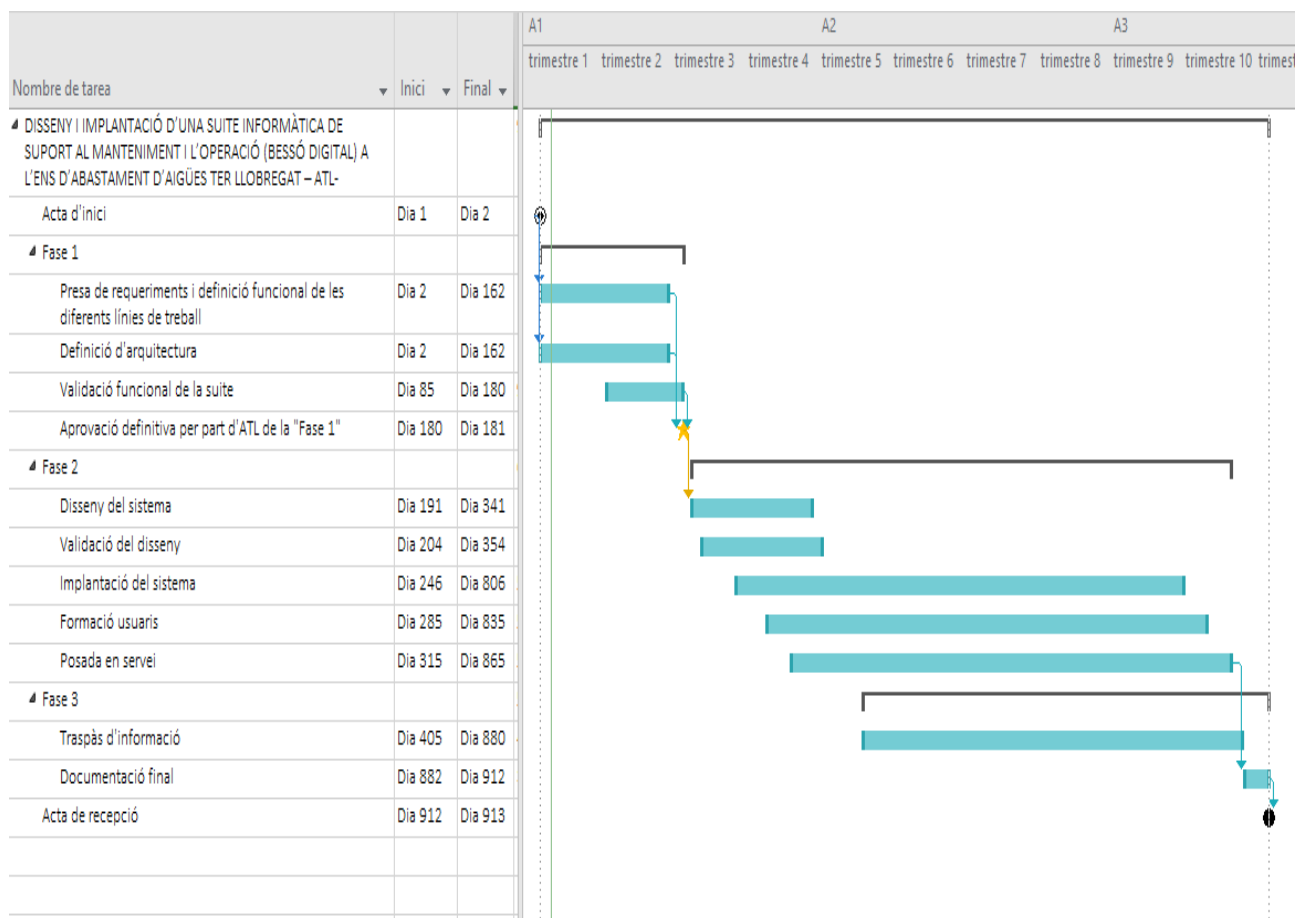


8. PLANNING EXECUCIÓ DELS TREBALLS

El termini d'execució previst és trenta (30) mesos a partir de la data de signatura de l'acta de inici dels treballs.

A continuació es mostra un cronograma orientatiu on es presenta una estimació de la duració i les dependències de les fases de treball. Els licitadors dins de la documentació tècnica a lliurar en la licitació hauran de presentar la seva proposta d'execució.

Ja en fase de presentació de les ofertes el licitador ha de presentar una proposta de cronograma que consideri més adient pel desenvolupament del projecte i ajustada a la seva previsió de durada dels treballs. Un cop començats els treballs, i amb la major brevetat possible, l'empresa adjudicatària haurà d'ajustar l'execució de les diferents fases dels treballs en base a una metodologia "agile".

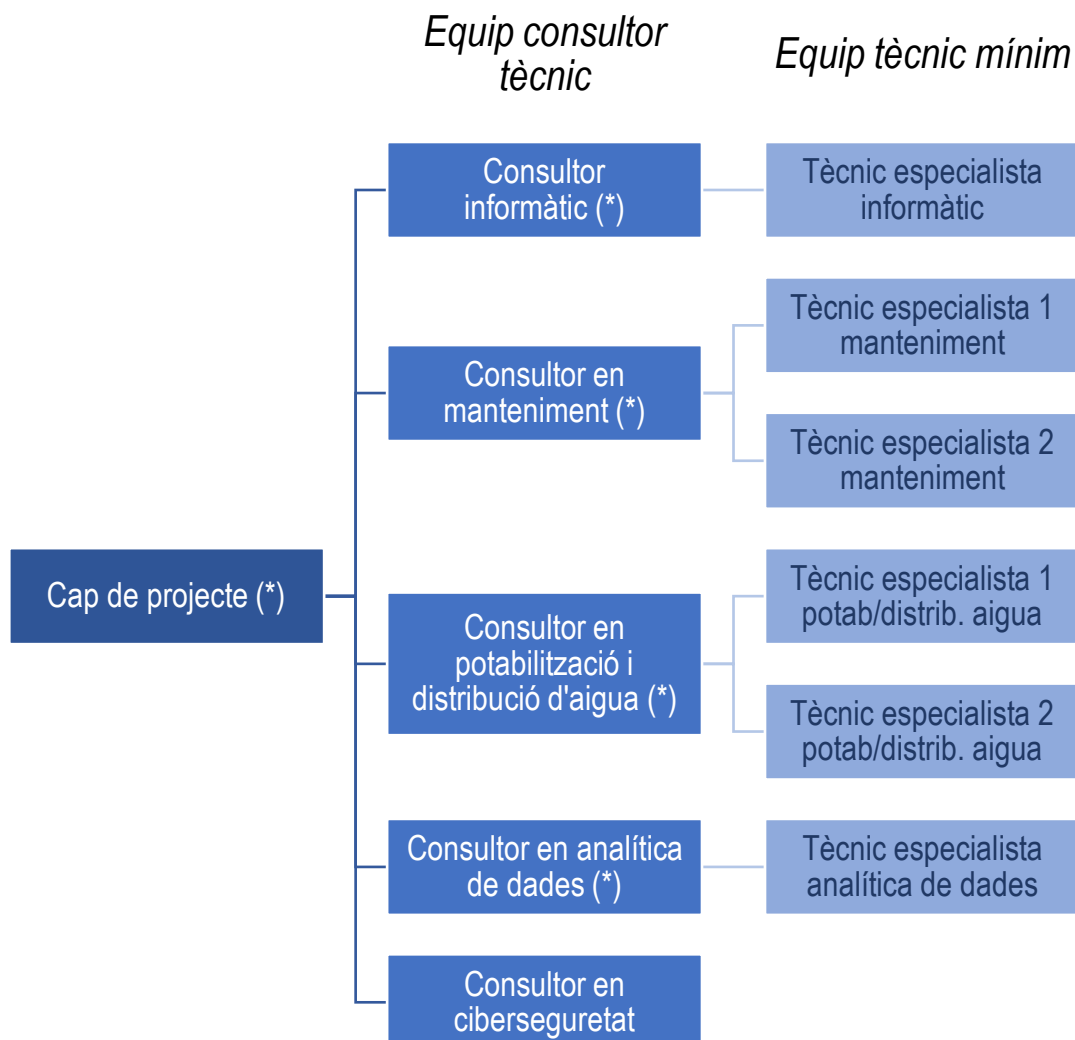


9. RECURSOS

9.1. Equip de treball

L'empresa adjudicatària haurà de disposar d'un equip multidisciplinari i amb experiència en projectes i/o tecnologies similars als treballs objectes de la present.

Tot seguit es presenta una proposta de l'organigrama de l'equip del projecte, que es considera adient per l'execució del present projecte, tot i que tret de les figures essencials (*), que es consideren imprescindibles, cada licitador pot fer la proposta que consideri més adient.



*Organigrama previst per l'equip de treball.
(*) Figures essencials.*

La proposta mostra els diferents rols identificats com necessaris per a la correcta implementació del projecte. Es considera convenient que cadascun dels diferents rols siguin exercits per una persona diferent per facilitar la realització de diferents paquets de treball simultàniament.

El **cap de projecte**, que serà el principal interlocutor amb ATL, haurà de garantir la correcta gestió del projecte i la integritat del disseny, entre altres coses, de manera que totes les disciplines tecnològiques (anàlisi de dades i proposta de paràmetres de sortida i detecció de desviacions; manteniment preventiu; aglutinador de informació; simulador de processos, en temps real i prediccions; anàlisi d'indicadors claus (KPI's) de costos, energètics, rendiment, funcionament, ...) siguin definides funcional i metodològicament de manera integral i conjunta. La persona proposada per desenvolupar aquesta figura per part del licitador haurà d'estar en possessió d'una titulació de grau mig, o superior, en branques d'enginyeria amb competències legalment reconegudes i una experiència mínima provada de 5 anys en l'execució de treballs com a figura responsable en projectes de natura similar a l'objecte de la present licitació. Aquesta figura no podrà ser en cap cas una subcontracte de l'adjudicatari dels treballs.

De la mateixa manera la figura de **consultor tècnic informàtic** haurà d'estar en possessió d'una titulació de grau mig o superior en branques d'enginyeria i una experiència mínima provada de 5 anys com consultor tècnic en disseny de sistemes informàtics on hi hagi un alt grau de interconnexió de sistemes de diferents orígens (nou paquet de software, ERP, bases de dades, GMAO, SCADA, drivers de comunicació amb plc's Rockwell/Siemens, ...).

També ha de formar part de l'equip, un **consultor tècnic de manteniment** haurà d'estar en possessió d'una titulació de grau mig o superior en branques d'enginyeria i una experiència mínima provada de 5 anys com consultor tècnic en disseny de sistemes de manteniment digitalitzats, ha de ser coneixedor de les diferents classes de manteniment existents i com integrar-los en un procés de digitalització.

Un **consultor tècnic de potabilització i distribució d'aigua**, el qual haurà d'estar en possessió d'una titulació de grau mig o superior en branques d'enginyeria i una experiència mínima provada de 5 anys com consultor tècnic en disseny de sistemes de potabilització i distribució d'aigua, ha de ser coneixedor dels diferents processos de potabilització, tant de ETAP's com de ITAM's així com tenir experiència en la simulació dels processos de potabilització i distribució d'aigua a través de xarxes de canonades.

Un **consultor tècnic d'analítica de dades**, el qual haurà d'estar en possessió d'una titulació de grau mig o superior en branques d'enginyeria i una experiència mínima provada de 5 anys com consultor tècnic en analítica de dades.

Per altra banda, la figura de **consultor tècnic de ciberseguretat** haurà d'estar en possessió d'una titulació d'enginyeria tècnica, superior o grau en branques d'enginyeria informàtica o telecomunicacions, i amb una experiència mínima de 5 anys com a consultor tècnic en ciberseguretat. La figura de consultor tècnic en ciberseguretat haurà d'acompanyar, durant tota la definició i implantació del projecte, per tal de garantir que la solució dissenyada inclou un nivells de seguretat digital adients i son correctament implementats, així com, que estan en consonància amb els criteris de ciberseguretat definits pels responsables d'aquest àmbit dins d'ATL.

Si hi ha diferents figures, que es demanen com equip del projecte, que poden ser desenvolupades per una mateixa persona s'ha d'especificar clarament en la proposta així com justificar mitjançant una proposta de carrega de treball que la mateixa persona pot desenvolupar les tasques definides. De la mateixa manera, la figura del "cap de projecte" ha de ser única i no pot tenir assignada cap més funció dins de l'organigrama de l'equip de treball.

També s'entén que cada branca de l'organigrama, a part del consultor tècnic assignat disposarà d'un equip de treball específic el qual s'haurà d'ajustar en cada fase del desenvolupament de les feines a la carrega concreta. Per cada equip es defineix una estructura mínima, però es deixa al licitador que amplii aquest equip si així ho creu necessari, però mai reduir-ho.

Pel que fa als tècnics especialistes d'aquest equip mínim requerit, l'adjudicatari haurà de demostrar que disposen de la formació necessària, ja sigui a través de cursos especialitzats o per disposar d'una formació reglada mínima de cicle formatiu de grau superior adient a les diferents especialitats que han de desenvolupar, de la mateixa manera hauran de disposar d'una experiència mínima de dos anys en l'execució de treballs de naturalesa similar.

9.2. Actius propis

L'empresa adjudicatària haurà de comptar amb els actius propis necessaris per poder desenvolupar totes les tasques del projecte sense haver de dependre dels actius d'ATL. A continuació s'indiquen alguns de aquest actius a mode de exemple (llistat ni exhaust ni limitatiu):

- ✓ Llicències de desenvolupament i execució per tots els components de la suite a implementar amb software, bases de dades, drivers de comunicació, ...

-
- ✓ Llicències de tots els software's lligats a la suite o no, necessaris pel correcte desenvolupament dels treballs objecte de la present licitació.
 - ✓ Qualsevol altre equip convenient per l'entorn general de desenvolupament i proves FAT.
 - ✓ Instruments de mesura.
 - ✓ Vehicle(s) per desplaçaments a les instal·lacions.

10. PRESSUPOST I FACTURACIO DELS TREBALLS

S'estableix com a pressupost de licitació la quantitat de 1.380.700,10.- €, IVA exclòs (veure ANNEX 2. Pressupost.).

Per tal d'executar el següent pressupost s'ha realitzat una estimació de les hores necessàries per l'execució de cada una de les fases de treball i aplicant un preu/hora d'acord als preus del banc de preus BEDEC 2023. El subministrament i instal·lació de material i llicències s'ha pres com referència les tarifes de subministrament pròpies dels fabricants.

Tenint en compte la tipologia dels treballs i la durada dels mateixos s'estipulen un seguit d'ordenança per tal de poder fer l'abonament dels mateixos, de manera que:

- ✓ En partides relacionades amb lliurables de subministrament de hardware o llicències es consideraran realitzades una vegada estiguin subministrades, instal·lades, provades i completament operatives.
- ✓ En partides relacionades amb lliurables d'activitats concretes, es consideren realitzades quan s'hagi acabat la seva implementació es consideraran realitzades quan els requeriments estiguin redactats i validats i quan les proves s'hagin executat amb resultat satisfactori.
- ✓ En les partides a on els lliurables siguin documents o desenvolupaments de codi que impliquin moltes hores de dedicació (més d'un mes de duració), es podrà reportar un avanç mensual proporcional a les hores dedicades vs. les hores planificades, sempre i quan l'avanç es pugui basar en mesures objectives. Per exemple, número de "dashboards" implementats en funció del número d'actius a desenvolupar i provar.
- ✓ L'empresa adjudicatària realitzarà amb freqüència mensual una proposta de treballs realitzats en base a l'avanç del projecte. Aquesta proposta, que haurà de basar-se sempre en magnituds mesurables i constatables per ATL, seran la base de la facturació mensual, i sempre necessitarà de la validació prèvia del coordinador intern del projecte d'ATL.

11. SEGURETAT I SALUT LABORAL

L'adjudicatari ha complir amb els requeriments que es deriven de la Llei 31/1995, de 8 de novembre de prevenció de riscos laborals i del Reial Decret 171/2004 de 30 de gener pel que es desenvolupa l'article 24 de la Llei 31/1995 en matèria de coordinació d'activitats empresarials.

L'adjudicatari haurà d'aportar tota la documentació sol·licitada per ATL en matèria de PRL mitjançant la plataforma SmartOSH de gestió de la prevenció.

En el desenvolupament dels seus treballs compliran inexcusablement la normativa vigent sobre prevenció de riscos laborals, així com les instruccions, normes i/o procediments que siguin d'obligat compliment a l'empresa.

12. GARANTIA

Dins de l'abast de la garantia definida al plec de preinscripcions administratives, es contempla la resolució de qualsevol incidència en el funcionament del nou sistema de control implantat. Es considera que entra en funcionament aquesta garantia des del mateix moment que una instal·lació passi a gestionar-se pel nou sistema implementat per la present licitació, fins el termini de garantia ofert pel licitador (mínim de 12 mesos, o fins el termini ofertat en la puntuació d'extensió de la garantia de criteris automàtics) a partir de la signatura de l'Acta de Recepció.

Per aquesta garantia es defineix un SLA (Service Level Agreement) segons tres temps alhora de resoldre les incidències:

- ✓ El Temps de Resposta a la Incidència (TRI) es defineix com el temps que transcorre des de que ATL intenta comunicar la incidència a l'equip tècnic del licitador fins que ATL rep resposta de rebuda de la incidència.
- ✓ El Temps d'Assistència a una Incidència (TAI) és el temps d'inici de l'actuació (remotament o presencialment si l'accés remot no està disponible) des de que la incidència és rebuda per part del licitador.
- ✓ El temps màxim de diagnòstic i resolució des de que la incidència és assignada.

Els terminis de resolució de les incidències recauen en funció de la seva naturalesa.

- ✓ Greu: L'operador d'ATL no té possibilitat (o una dificultat elevada) de gestionar els actius productius amb el nou sistema implementats i aquests tenen una actuació directa en la decisió dels processos de producció i/o distribució (ex. el sistema de forma automàtica defineix quin a de ser el cabal d'entrada a planta, ...).
- ✓ Normal L'operador d'ATL totes aquelles incidències que afectin al correcte funcionament de la suite implementada i no estan recollides en l'apartat anterior.

	Greu (24/7)	Normal (8/5)
TRI	< 30 minuts	< 1 dia laborable
TAI	< 1 hora	< 2 hores
Temps màxim de diagnòstic i resolució	< 4 hores	< 2 dies laborables

Taula - SLA Garantia.

Les incidències de naturalesa greu requereixen d'un servei de guàrdia 24/7 (festius inclosos). Entenent-se com naturalesa greu aquelles incidències que per la seva naturalesa poden afectar directament al tractament o correcte funcionament d'algun actiu productiu crític o sistema automatitzat que afecti directament a la producció i/o planificació de la producció.

Per tal de poder executar-se aquesta garantia de servei, el licitador posarà a disposició d'ATL un telèfon de guàrdia 24/7 amb els tècnics suficients per resoldre qualsevol incidència que no permeti que el sistema de control estigui operatiu.

Tant mateix s'haurà d'habilitar un accés entre el proveïdor i ATL, per tal, que telemàticament es pugui actuar remotament per la resolució d'incidents, en cas que alguna incidència no es pugui dur a terme de forma telemàtica, l'adjudicatari haurà de desplaçar un tècnic a les instal·lacions d'ATL per tal resoldre-la.

13. ALTRES COMPROMISOS

Apart dels compromisos indicats prèviament en el present plec (i en el plec de condicions generals adjunt), s'informa dels següents compromisos:

- ✓ Sempre que hi hagin treballs amb personal o en les instal·lacions d'ATL, l'adjudicatari adaptarà la seva jornada laboral a la jornada d'ATL.
- ✓ Totes les implementacions del projecte (instal·lacions a camp, modificacions dels equips actuals, afectacions a les comunicacions, automatització i telecontrol, etc.) estaran supeditades a minimitzar les afectacions en la prestació del servei de subministrament d'aigua amb els nivells de servei habituals de ATL. Això podria implicar que certes actuacions s'hagin de planificar en finestres temporals fora de l'horari normal. La empresa adjudicatària s'haurà d'adaptar a aquestes situacions sense que això suposi cap compensació.
- ✓ De la mateixa manera, si per necessitats del servei i fins just abans d'iniciar-se, una actuació planificada i programada per executar-se un determinat moment, no es pot dur a terme en la planificació prevista, aquesta actuació s'haurà de re-planificar per dur-se a terme en altre moment, sense que això suposi cap dret a reclamar compensació.
- ✓ L'empresa adjudicatària serà la responsable de l'acompliment per part del seu personal de totes les normes relacionades amb la seguretat i salut laboral aplicables a la realització dels treballs contractats.

Sant Joan Despí, a data de signatura digital

Cap d'Automatització i Telecontrol.

Director d'Operació.

Director de Manteniment.

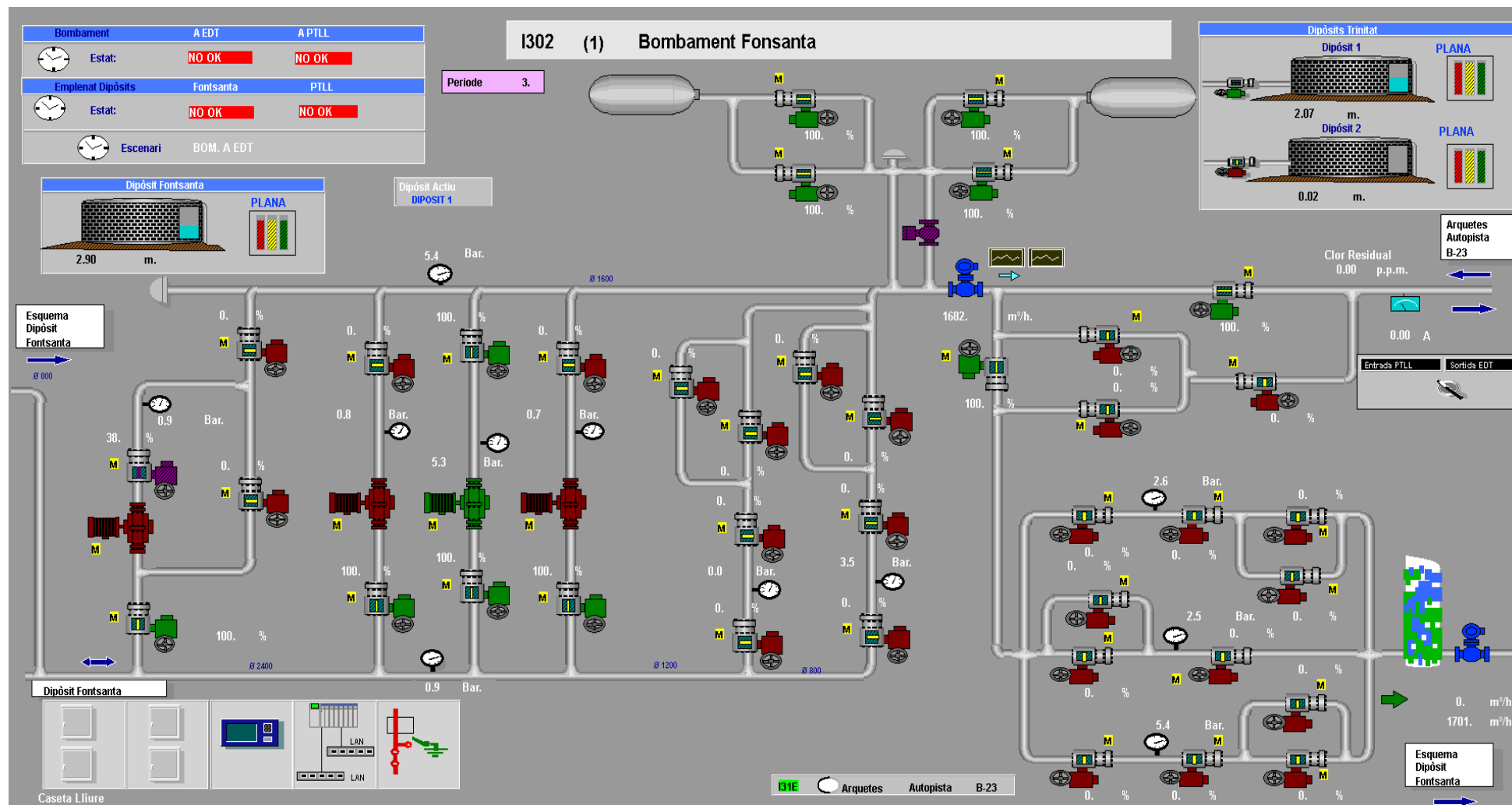
ANNEX 1. Mostra instal·lacions i funcionalitats actuals

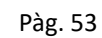
- ✓ Esquema general de xarxa, plantes i centres singulars (ED Fontsa i ED Trinitat)
- ✓ Mostra mapa temàtic – Temps de retenció mitja
- ✓ Mostra estació remota – Estació de bombament de Fontsa
- ✓ Mostra estació remota – Dipòsit de Fontsa

Esquema general de xarxa, plantes i centres singulars (ED Font Santa i ED Trinitat)

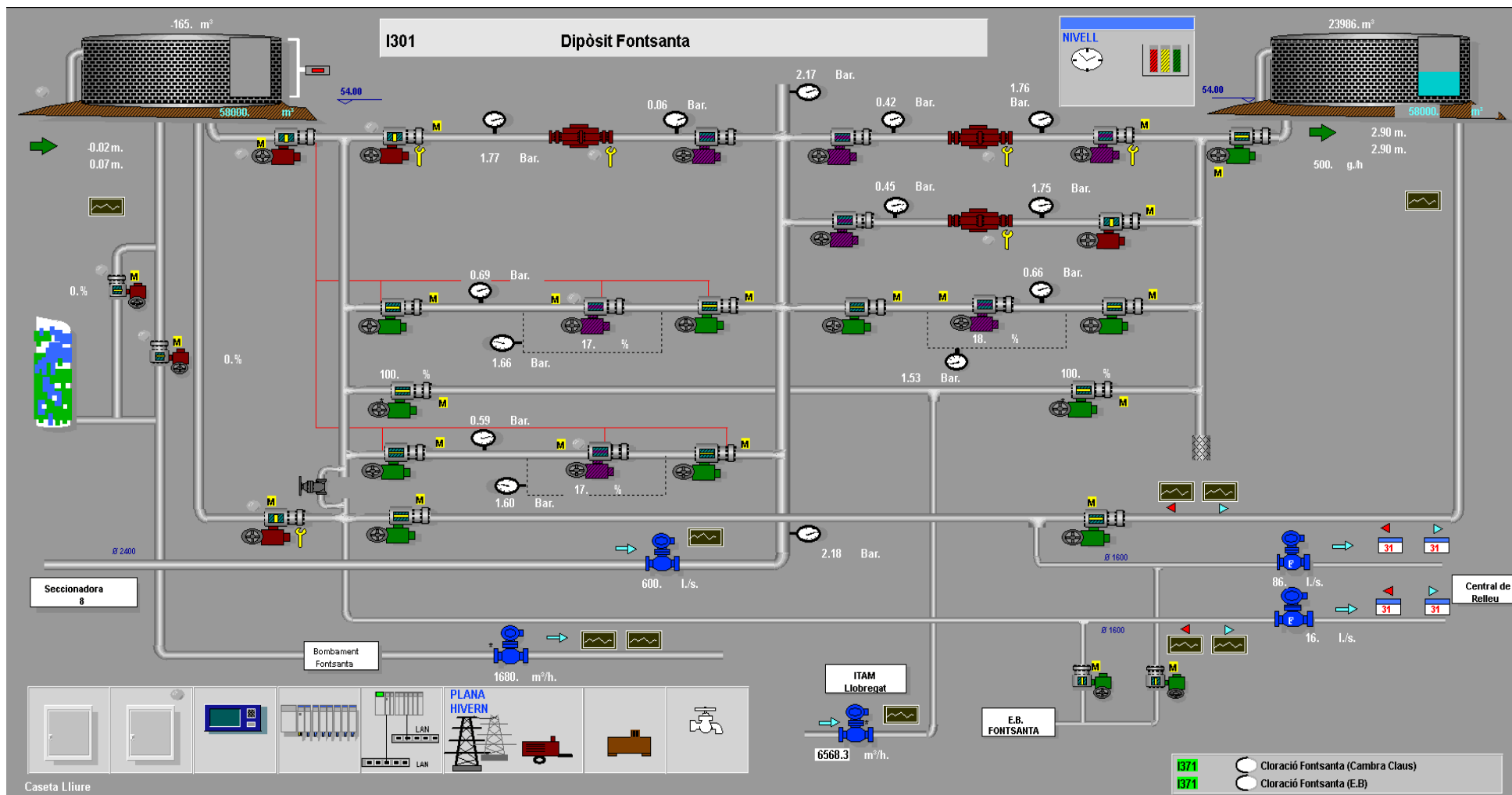


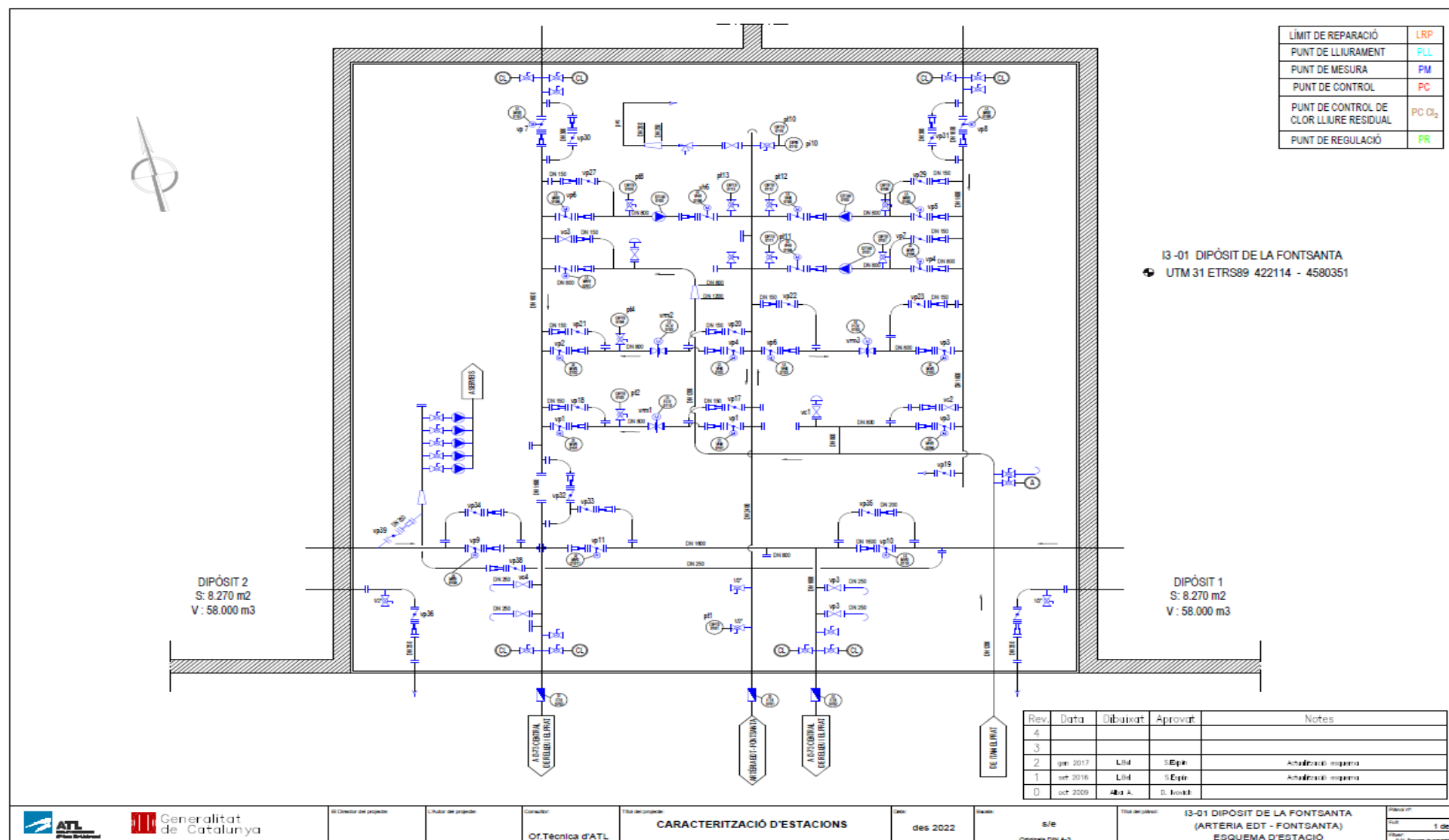
Mostra estació remota – Estació de bombament de Font Santa



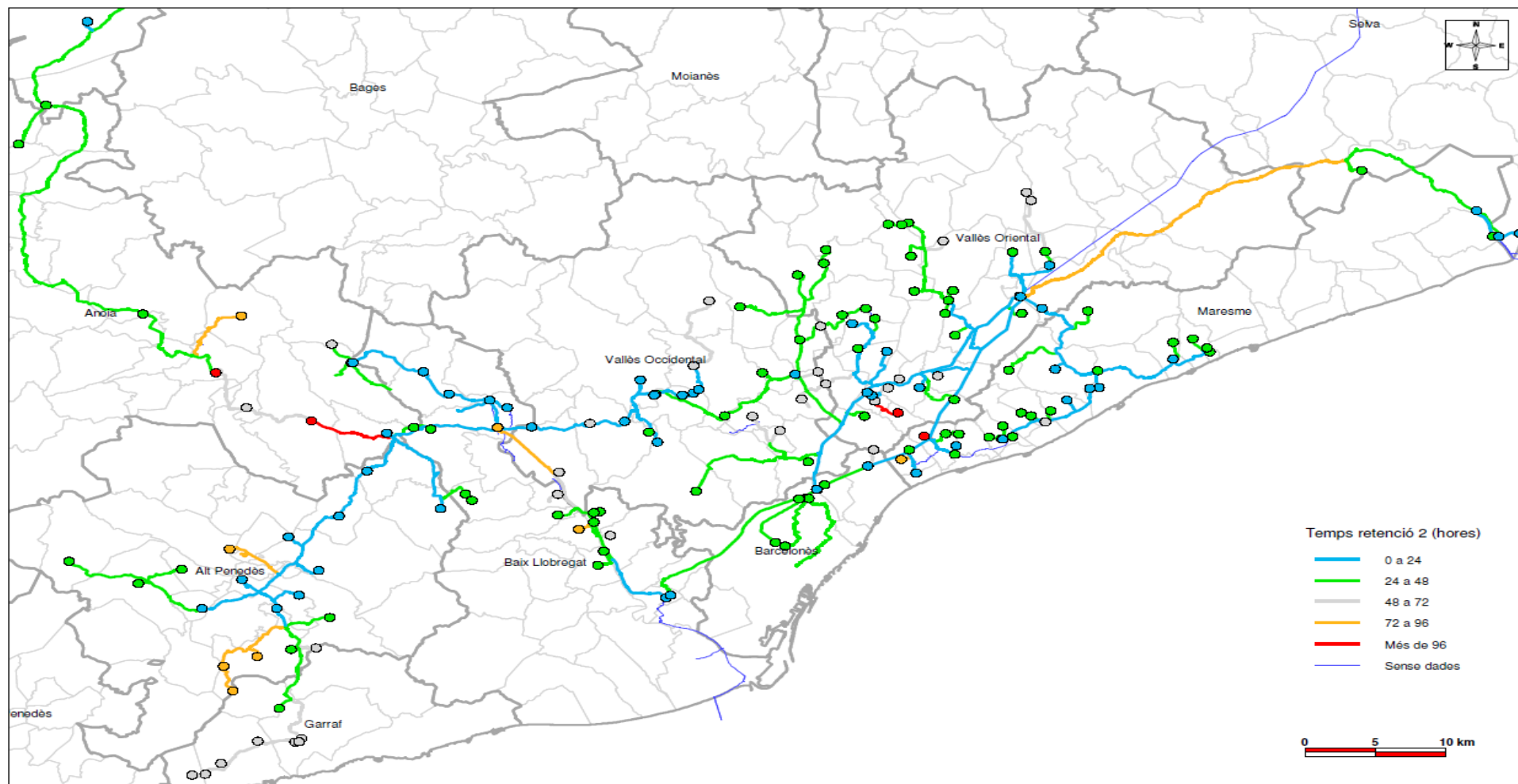


Mostra estació remota – Dipòsit de Font Santa





Mostra mapa temàtic – Temps de retenció mitja.



ANNEX 2. Pressupost

	Preu unitari	Unitat	TOTAL
Subministrament i instal·lació de la suite de suport a l'operació i el manteniment, inclou tots els paquets de software necessaris per desenvolupar tots els aplicatius objecte del projecte. Estan inclosos els treballs d'instal·lació en els servidors d'ATL, així com tots els costos de configuració, llicenciament i manteniment dels elements de software original, així com tots els costos derivats d'actualitzacions de versions per part del desenvolupador del software. També s'inclouen els costos d'emmagatzematge de dades al cloud. Tots aquest conceptes s'entenen a càrrec de l'adjudicatari mentre duri l'execució dels treballs. Un cop finalitzats els treballs ATL es farà càrrec de tots els costos de manteniment de llicències del software inclòs en la suite.	100.000,00 €	2,0 anys	200.000,00 €
Subministrament, instal·lació i cablejat, d'equips de captació de dades de camp amb les següents especificacions com a mínim, amb un temps de refresc inferior a 100 msec, 8 canals de senyals analògiques configurables, emmagatzematge intern superior a 30 dies, connexió ethernet i protocol integrat OPC UA amb gestió de bases de dades.	2.400,00 €	50 ut	120.000,00 €
Responsable cap de projecte	2.110,00 €	30 mesos	63.300,00 €
Fase 1, Presa de requeriments i definició funcional de les diferents línies de treball, definició de l'arquitectura del hardware i verificació de funcionament de les línies de treball	35.400,00 €	6 mesos	212.400,00 €
Fase 2, Equip de desenvolupament necessari especialista en manteniment, inclou el consultor tècnic especialista en manteniment i tots els tècnics que el consultor consideri necessari per desenvolupar els treballs	10.347,83 €	23 mesos	238.000,09 €
Fase 2, Equip de desenvolupament necessari especialista en serveis informàtics, inclou els consultors tècnics en informàtica, analítica de dades i ciberseguretat, així com tots els tècnics que el consultor consideri necessari per desenvolupar els treballs	11.913,04 €	23 mesos	273.999,92 €
Fase 2, Equip de desenvolupament necessari especialista en potabilització i distribució d'aigua, inclou el consultor tècnic especialista en tractament i distribució d'aigua i tots els tècnics que el consultor consideri necessari per desenvolupar els treballs	10.347,83 €	23 mesos	238.000,09 €
Fase 3, Documentació final d'obra	35.000,00 €	1 ut	35.000,00 €
Pressupost licitació (sense IVA)			1.380.700,10 €
IVA (21%)			289.947,02 €
Pressupost base licitació (IVA inclòs)			1.670.647,12 €

