



ATL

Ens d'Abastament
d'Aigua Ter-Llobregat

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS

***SERVEI DE DISSENY I RENOVACIÓ DEL SISTEMA
D'AUTOMATITZACIÓ I TELECOMANDAMENT DE
L'ENS D'ABASTAMENT D'AIGÜES TER LLOBREGAT***

FASE 1.

TAULA DE CONTINGUTS

1.	ANTECEDENTS	4
2.	OBJECTIUS	6
3.	SITUACIÓ ACTUAL	9
3.1	Sistema d'automatització (PLC).	9
3.2	Sistema SCADA i telecontrol.	15
3.3	Marc de treball	20
4.	CARACTERÍSTIQUES DEL NOU SISTEMA	23
5.	ABAST DE PROJECTE	28
5.1	Llista de requisits	28
5.1.1	Requisits de Definició	28
5.1.2	Requisits d'Implementació	34
5.1.3	Requisits de Qualitat	36
5.1.4	Requisits de Traspàs de Coneixement	37
5.2	Estructura de Descomposició dels Treballs (EDT)	37
5.3	Paquets de treball i documentació a lliurar.	38
6.	PLANNING EXECUCIÓ DELS TREBALLS	48
7.	RECURSOS	49
7.1	Equip de treball	49
7.1.1	Equip tècnic (SCADA/HMI)	50
7.1.2	Equip tècnic (PLC)	51
7.1.3	Equip tècnic (Treballs Elèctrics)	51
7.2	Actius propis	52
8.	METODOLOGIA DE TREBALL	53
9.	PRESSUPOST I FACTURACIÓ	55
10.	SEGURETAT I SALUT LABORAL	56
11.	GARANTIA	57
12.	ALTRES COMPROMISOS	58
	ANNEX A. Resum de planta i d'estacions remotes a migrar	60

ANNEX B. Resum dels PLC a renovar	82
ANNEX C. Pressupost	86
ANNEX D. Entorn Actual.	91
D.I Sistema de supervisió i control	91
D.II Servei de monitorització	95

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 mitjà 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.

El Sistema d'Automatització i Telecomandament (en endavant SATEL) té l'origen en l'anterior empresa pública Aigües Ter Llobregat, la qual va iniciar el seu Sistema d'Automatització i Control Centralitzat (SACC) a principis dels anys 90 del passat segle XX. Té com element principal de funcionament els equips d'autòmats programables (PLC) instal·lats en tots els centres productius de l'empresa, ja siguin estacions remotes que gestionen la distribució de l'aigua (dipòsits, estacions de bombeig, etc.), o tots els processos productius de les plantes de tractament d'aigua.

Funcionalment, els PLC són els equips encarregats de permetre el correcte funcionament de tots els processos productius de l'empresa, amb la captació de les dades de la diferent instrumentació instal·lada a cada un dels processos (nivells, cabals, pressions, analitzadors de clor, etc.), el control dels diferents equips de procés (vàlvules, bombes, compressors, cloradors, etc.) i una lògica programada que determina com actuar en cada situació en funció de les condicions de l'entorn.

Tot aquest sistema ha d'estar operat i gestionat pels diferents responsables dels processos, generalment els operadors dels centres de control i puntualment pels operaris de manteniment de

forma local. Aquesta funcionalitat s'aconsegueix tenint instal·lades, al costat dels mateixos PLC, unes pantalles de control, on els operaris localment poden verificar i operar el funcionament dels diferents elements que formen part del sistema d'automatització i disposant d'un software de supervisió, control i adquisició de dades (SCADA) situat als diferents centres de control de l'empresa.

Tenint present que l'inici de tot el SATEL de l'empresa és dels anys 90 del segle passat, tot i que en tot moment s'ha anat actualitzant a noves versions i s'han anat adaptant les noves funcionalitats que han anat sorgint durant els diferents anys, que ATL té diferents SCADA en diferents centres de control, conseqüència de no gestionar directament la implantació dels diferents sistemes i que és necessari adequar l'automatització i el telecomandament de l'empresa als nous estàndards que estan sorgint en el mercat lligats al IIoT i tota la Indústria 4.0, basant-se en normes internacionals (ISA 101), és necessari dur a terme un replantejament de tot el sistema d'Automatització i Telecomandament operatiu a l'empresa i definir el nou estàndard vàlid pels propers anys.

Aquesta actualització també es veu necessària per tal de donar noves eines de gestió als diferents responsables de mantenir operatius els sistemes de producció i distribució i que actualment per l'obsolescència dels equips i softwares instal·lats no es poden executar de la millor forma possible i és necessari fer un sobre-esforç per poder gestionar correctament els sistemes.

Durant el anys previs a la constitució de l'empresa actual, des de l'anterior empresa concessionària es va dur a terme un anàlisi de tot el sistema d'automatització i telecomandament arribant a la conclusió que era necessària la seva renovació i adequació als nous reptes tant actual, com futurs. Definint el model i el full de ruta per renovar els actuals equips i sistemes obsolets, tot impulsant la implantació de les noves tecnologies i millors pràctiques per tal de disposar d'un sistema eficient amb les màximes garanties de continuïtat i disponibilitat del servei.

Addicionalment, tota evolució tecnològica ha d'anar acompanyada de la corresponent revisió del model organitzatiu i de processos per tal d'assegurar un màxim rendiment en la gestió de la infraestructura tecnològica.

El present document és el plec de condicions tècniques del projecte "*Servei de disseny i renovació del sistema d'automatització i telecomandament de l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter Llobregat - Fase 1.*" que ha de permetre abordar la migració total del SATEL de l'empresa amb perfectes garanties d'èxit i acotat en el temps.

2. OBJECTIUS

L'objecte del present plec és establir les bases tècniques particulars que han de regir la licitació del servei de disseny i renovació del sistema d'automatització i telecomandament de l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter-Llobregat, així com la seva primera fase d'implantació i migració de l'actual sistema implantant.

En aquest document s'estableixen i es defineixen les característiques i especificacions tècniques necessàries per coneixent el requeriments i tasques per portar a terme el servei sol·licitat en aquesta licitació.

Els objectius principals del projecte són:

- Recollida de requisits i definició el nou model funcional, l'arquitectura i les especificacions tècniques del sistema d'automatització i telecomandament d'ATL per operar el sistema amb la major garantia de fiabilitat i operativitat, tant pel dia a dia com tenint present la vida útil dels sistema al llarg dels propers 15 anys.
- Recollida de requisits, redissenyar i actualitzar el software SCADA actual "*Aspen InfoPlus.21®*" a la darrera versió, en tots els seus nivells: arquitectura, redundància, entorn gràfic, visualització, configuració usuaris, alarmes, comunicacions, històrics, etc.

Aquesta definició ha d'incloure tot el disseny que permeti una qualitat del producte durant tot el seu servei a través d'estandardització dels continguts i processos involucrats en el manteniment del producte i el marc de treball diari de l'equip tècnic d'ATL.

- Implementar el nou disseny en la planta de l'ETAP Cardener i redefinir i migrar totes les pantalles que es fan servir en l'actual SCADA d'aquesta planta cap al nou sistema definit.
- Implementar i migrar el nou disseny en un 10% dels actius productius, així com el desenvolupament d'algunes visualitzacions addicionals específiques que actualment no es troben implantades (representació gràfica dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució), permetent així determinar uns criteris base per la implantació de tot el sistema a la resta d'actius automatitzats de l'empresa.

Aquesta fase d'implantació ha de permetre realitzar unes proves de camp de tots els principals components del sistema, dissenyats d'acord amb les especificacions prèvies, per tal de desenvolupar, provar, afinar i validar-les.

- Definir i implantar un marc de treball basat de l'equip d'automatització i telecontrol que inclogui la estandardització, documentació, procediments i eines que permetin mantenir tot el nou model amb la seva màxima qualitat possible per l'equip intern d'ATL durant la vida útil del sistema.

L'abast de la definició del nou model general del sistema d'automatització i telecomandament d'ATL per el present projecte es pot resumir en:

- Definició Funcional:
 - ✓ Nivells de servei necessaris per les instal·lacions
 - ✓ Disseny de les instal·lacions
 - ✓ Racionalització de les dades de camp
 - ✓ Tractament de les alarmes
 - ✓ Directrius de seguretat
 - ✓ Estandardització de la representació dels actius productius
- Definició Tecnològica i/o Funcional:
 - ✓ PLC
 - ✓ HMI
 - ✓ Arquitectura de comunicacions (infraestructura, aplicacions i protocols)
 - ✓ SCADA
- Definició de qualitat i marc de treball:
 - ✓ Integració continua
 - ✓ Estandardització i flux de treball
 - ✓ Monitorització

L'abast de les implementacions es pot resumir:

- Descripció dels criteris d'automatització de noves instal·lacions (estacions remotes i plantes) i definició del procés de migració de les instal·lacions existents (estacions remotes i plantes) al nou estàndard definit en aquest projecte.
- Definir els nous estàndards d'automatització del nou SATEL a nivell de hardware en tots els elements que en formen part (PLC, HMI, SCADA, etc.), protocols de comunicació,

arquitectura de SCADA (virtualització, redundància, preproducció, SCADA local i remot, recuperació forats de dades, etc.).

- Desenvolupament basat en “llibries d’objectes” i estàndards de programació en tots els elements que formen part del SATEL de l’empresa (PLC, HMI, SCADA, etc.).
- Transformació i execució cap al nou estàndard en un 10% de les estacions remotes, a definir en fase de desenvolupament, garantir que es disposa del funcionament del sistema de telecomandament d’emergència actiu en els punts on es vol fer la renovació (veure Resum de planta i d’estacions remotes a migrar).
- Transformació i execució cap el nou estàndard en una planta productiva, l’ETAP del Cardener, garantint que es disposa d’un sistema de telecomandament d’emergència actiu en el centre productiu abans d’iniciar la migració (veure Resum de planta i d’estacions remotes a migrar).
- Determinar els criteris de seguretat cibernètica en la part de OT de l’empresa.
- Transformació i implantació d’un marc de treball a portar a terme per l’equip tècnic d’ATL pel nou model del SATEL per tal de garantir el màxim de qualitat, durant el temps de vida del producte, en el manteniment i evolució del sistema per part d’ATL.
- Definir i implantar un entorn de monitorització, i les seves corresponents sondes de control, pel nou model del SATEL que proveeixi d’informació d’estat com de qualitat del servei.

3. SITUACIÓ ACTUAL

3.1 Sistema d'automatització (PLC).

Aigües Ter Llobregat (com empresa pública de la Generalitat de Catalunya) va iniciar el seu procés d'automatització d'estacions remotes i centres productius al voltant de l'any 1994. L'abast del procés d'automatització, en el seu inici, va consistir en la gestió de dues estacions de tractament d'aigua potable (ETAP del Ter i ETAP del Llobregat) i un centenar d'estacions remotes de la xarxa de distribució.

En aquella fase de disseny i implantació del sistema d'automatització, de les primeres accions que es van dur a terme va ser un procés d'estandardització i homologació de productes. La marca escollida en aquell procés va ser Allen Bradley (de Rockwell Automation), escollint la família SLC500 per les estacions remotes i PLC-5 per les plantes i estacions remotes de certa entitat. L'any 2000 es fa un canvi de tecnologia, mantenint-se SLC500 a les estacions remotes i començant a instal·lar a plantes i remotes importants, autòmats de la família ControlLogix, passant al voltant de l'any 2006 a substituir la instal·lació d'equips de la família SLC500 per equips de la família CompactLogix. Aquesta arquitectura s'ha implantat en el 100% de les estacions remotes, en les dues plantes inicials de l'empresa i en l'ETAP del Cardener. Tot i això hi ha un parell d'excepcions a aquest estàndard i corresponen concretament en les dues dessalinitzadores que gestiona l'empresa, ja que la seva incorporació al sistema de telecomandament de l'empresa va ser posterior a la seva construcció i la seva fase d'explotació inicial, tenint que el sistema d'automatització i telecontrol amb que es varen equipar es basa en els productes de la família PCS7 de la marca Siemens.

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 tots els equips associats al sistema i necessaris pel correcte funcionament automàtic de tots els processos productius de l'empresa.

El principal element amb capacitat de computació en una cadena d'automatització es l'autòmat programable (PLC). 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 aquesta trajectòria podem definir que les instal·lacions d'ATL estan equipades amb quatre famílies de productes d'Allen Bradley i amb una família de productes de Siemens :

Família	Unitats
PLC-5 (A&B)	9
SCL-500 (A&B)	201
ControlLogix (A&B)	59
CompactLogix (A&B)	82
PCS7 (Siemens)	6
Total autòmats ATL	357

Taula 1 Total autòmats en ús a 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, etc.

- 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, etc.
- ✓ 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, etc.

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.

L'estructura d'equips que ATL, té implantada es pot dividir en sis àmbits:

- ETAP del Ter.
- ETAP del Llobregat.
- ITAM del Llobregat.
- ITAM de la Tordera.

- ETAP del Cardener.
- Xarxa de distribució.

Tal i com s'ha descrit anteriorment la funció bàsica de l'autòmat és la de portar el control operacional de l'estació automatitzada, de manera que tota la lògica de funcionament es troba programada en aquests equips, essent autònoms si tots els elements de la estació estan en automàtics i disposa de comunicació entre elements dependents (ex. estació de bombament ↔ dipòsit).

- ETAP del Ter.

Planta renovada íntegrament a principi de l'actual segle, la majoria dels autòmats son de la família ControlLogix.

Actualment hi ha operant 24 equips de PLC a la planta.

- ETAP del Llobregat.

Pot ser la instal·lació més complexa de tota l'empresa en referència a la xarxa d'autòmats operatius, a diferència de l'ETAP del Ter, aquesta planta no s'ha actualitzat de forma global. Les actualitzacions han estat parcials, des de l'any 1994.

Està íntegrament programada amb equips de la marca Allen – Bradley, però i en funció de l'any de instal·lació es troben equips de les diferents famílies.

Dels primers equips que es van instal·lar i que estan actualment operatius són equips de la família SLC500 i PLC5.

Actualment l'ETAP del Llobregat està equipada amb 67 autòmats.

- ITAM del Llobregat.

Tota la ITAM està gestionada mitjançant PLC model PCS7 de la marca Siemens.

L'estructura definida està basada en la instal·lació de 5 autòmats amb CPU redundants.

- Xarxa de distribució.

La xarxa de distribució ha estat automatitzada de forma progressiva des de l'any 1994. Les necessitats d'automatització necessàries per les estacions remotes, implica la utilització de famílies considerades més bàsiques respecte a les de planta. Així doncs, aquestes estan formades per equips de les famílies SCL500, CompacLogix i ControlLogix.

A la xarxa de distribució tenim operatius al voltant d'uns 271 equips.

- ITAM de la Tordera.

Tota la ITAM està gestionada mitjançant PLC model PCS7 de la marca Siemens.

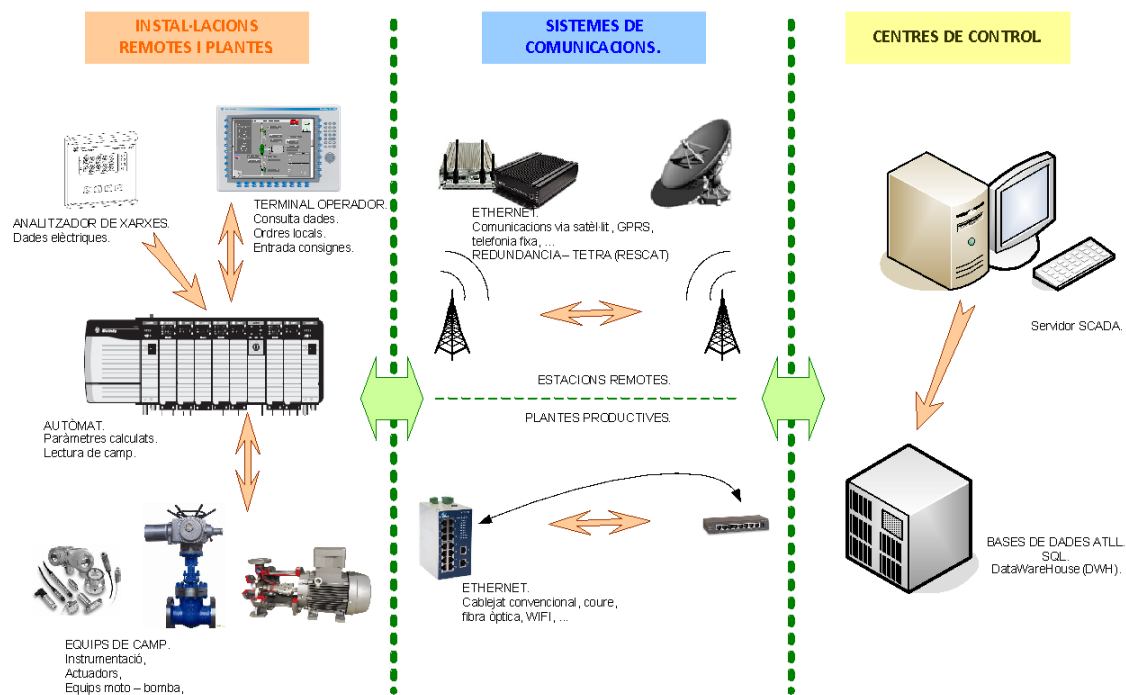
- ETAP del Cardener.

La ETAP està equipada amb dos equips de la família ControlLogix d'Allen – Bradley.

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 element de camp ja dona un valor que per si sol té validesa, ja sigui analògic (cabal, volum, nivell, pressió, consum, etc.) o un estat digital (sensor d'inundacions, estat dels interruptors, etc.).
- 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 el punt anterior, aquestes poden ser analògiques (consignes de treball, càlcul de rendiment, hores de funcionament, etc.) o digitals (intrusisme, error confirmació marxa, alarma alt consum, etc.).

Tot el procés de tractament de dades, des del seu origen fins que la dada està fiabilitzada i emmagatzemada dins del sistema, tal i com es pot veure en el diagrama de la Il·lustració 1.



Il·lustració 1 Diagrama del flux de la dada des de l'equip fins l'SCADA.

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, etc.) com per garantir la seguretat dels equips instal·lats (temperatures, vibracions, sensors d'inundació, intrusisme, etc.).
- Tota aquesta informació es troba enllaçada amb l'autòmat de l'estació, el qual tracta aquesta informació conjuntament amb altre informació necessària tant per la gestió de la infraestructura (consignes, sistema d'operació, etc.) 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 la màquina o procés associat), consignes, paràmetres de camp (nivells, cabals, pressions, etc.) 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 traspasa a una base de 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, etc.).
- ✓ Valors calculats a l'autòmat (hores de funcionament, nombre de maniobres, etc.).

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).

3.2 Sistema SCADA i telecontrol.

Aigües Ter Llobregat (com empresa pública de la Generalitat de Catalunya) va iniciar el seu procés d'automatització d'estacions remotes i centres productius al voltant de l'any 1994. L'abast del procés d'automatització, en el seu inici, va consistir en la gestió de dues estacions de tractament d'aigua potable (ETAP del Ter i ETAP del Llobregat) i un centenar d'estacions remotes de la xarxa de distribució, apostant per la tecnologia oferta per l'empresa Aspentech, la qual a hores d'ara es troba entre les empreses més especialitzades en el món de softwares industrials, altament introduïda en el món industrial de Oil&Gas.

En la fase de disseny del procés d'automatització, es va definir un model funcional dividit en tres centres de control autònoms però interrelacionats. Cada una de les plantes de forma independent i la xarxa per un altra, de manera que es varen reconvertir els centres de control existents a les plantes en centres de control informatitzats (es substitueixen plafons de comandament visuals per sistemes informàtics) i es crea un centre de control a les oficines centrals de l'empresa, amb la finalitat de gestionar la xarxa de distribució.

El sistema de control centralitzat que es va dissenyar, a part de ser autònom per cada un dels centres productius i la xarxa de distribució, es trobava completament enllaçat, de manera que en

cas de necessitat qualsevol centre de control podia agafar el telecontrol remot de qualsevol dels altres centres de control.

I aquesta filosofia de funcionament s'ha mantingut fins a hores d'ara en els tres centres de referència, ETAP del Ter, ETAP del Llobregat i xarxa de distribució.

Al llarg dels anys hi ha hagut un seguit de canvis en la dimensió de l'empresa, tant a nivell de centres productius, com en nombre d'estacions remotes a telecomandar, així com al mallat a nivell d'infraestructures físiques (canonades) de la xarxa de distribució. Aquests canvis han provocat un increment exponencial de les dades i actius a gestionar, i que hi hagi una dependència més directa entre els diferents sistemes per tal de garantir una òptima utilització dels recursos, tant des del punt de vista de producció com de la distribució de l'aigua. Essent imprescindible una homogeneïtzació de sistemes i criteris i poder oferir als gestors dels serveis unes millors eines de control, sense deixar de banda l'operativa local de cada centre productiu.

Actualment, el SATEL 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 telecontrol operatius en cada procés productiu en la següent distribució:

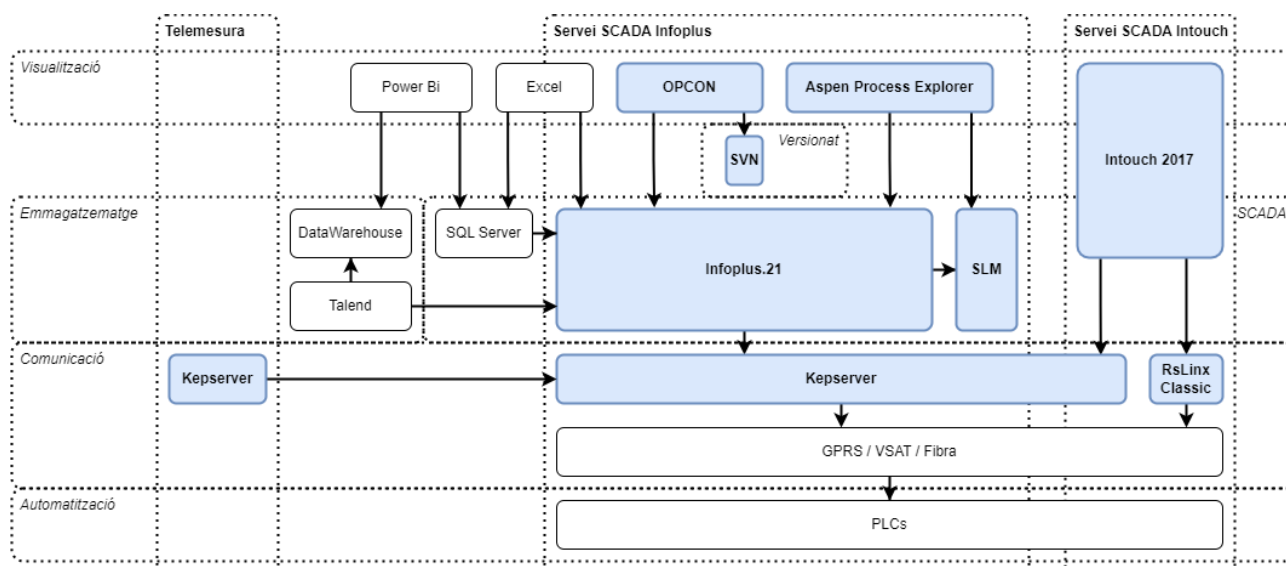
- ETAP del Ter, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (PLC) es realitza a través de dos controladors de comunicacions de Kepserver redundants.
- ETAP del Llobregat, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (PLC) es realitza a través de dos controladors de comunicacions de Kepserver redundants.
- Xarxa de distribució, amb més de 260 estacions, gestionada a través del SCADA Infoplus amb servidors virtualitzats en la pròpia planta, l'enllaç amb els equips de camp (PLC) es realitza a través de dos controladors 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.

Tenint present que podem considerar com el SCADA principal de l'empresa, el que es troba operatiu en les ETAP del Ter i del Llobregat i en la xarxa de distribució, és a dir, el software SCADA Aspen Infoplus.21®, la present licitació es centralitzarà en la renovació del mateix, definint el software de referència en el qual s'hauran d'anar integrant la resta de sistemes SCADA de la resta de plantes productives (en el moment en el que la seva integració sigui possible).

Tenint present aquesta consideració, podem definir l'estructura del sistema SCADA principal de l'empresa de la següent manera. El motor principal en que es basa el sistema SCADA és l'Aspen Infoplus.21® (actualment s'està migrant a la versió 12, però ja s'ha llançat la versió 14) com queda reflectit a la Il·lustració 2, i s'utilitzen diferents suites associades al software per desenvolupar les diferents funcionalitats del software:

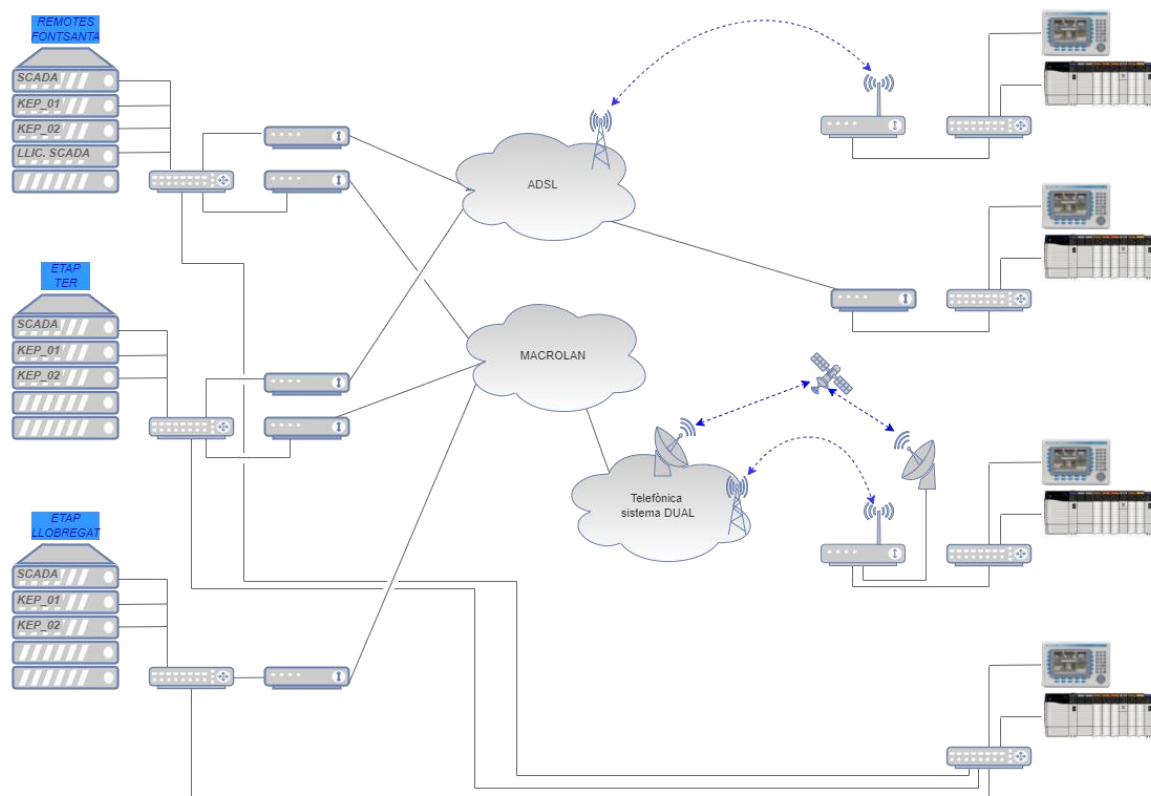
- Entorn gràfic, desenvolupat en plataforma OPCON (element descatalogat i molt desfasat).
- Eines de trending a través Aspen Process Explorer.
- Controladors ODBC d'Aspen.
- Comunicacions, OPC UA contra el software de comunicacions amb equips de camp (actualment Kepserver).



Il·lustració 2 Arquitectura dels SCADA principals d'ATL.

Les característiques del sistema (entre altres, la falta de redundància, rutines específiques desenvolupades fa molts anys, etc.) i la antiguitat, bàsicament de l'entorn gràfic (OPCON), dels mateixos fa que sigui necessari realitzar una renovació global de tot el sistema de telecontrol.

La Il·lustració 3 representa l'estructura actual de tots els paquets SCADA Infoplus.21 (entenent com a paquet la combinació de SCADA Infoplus.21, Kepservers i servidor de llicències, si escau), on cadascun d'ells està associat al seu centre productiu, de manera que cada una de les ETAP té el seu paquet SCADA en un servidor virtualitzat situat en un CPD propi de cada planta, mentre que el SCADA que controla les estacions remotes es troba físicament en les oficines centrals de Font Santa. L'estructura creada amb aquesta configuració fa que tot i que cada sistema de telecontrol estigui en un emplaçament diferent, des de qualsevol d'ells es té accés a tota la informació de qualsevol dels altres.



Il·lustració 3 Situació actual dels paquets SCADA Infoplus.21 a les seues on es fa ús.

Les comunicacions amb els equips de control (PLC) a les plantes (ETAP) és basa pràcticament en la seva totalitat en connexions fixes via cables de coure o fibra òptica, utilitzant diferents protocols de comunicacions, normalment associats al fabricant dels equips de camp (en aquest cas Ethernet IP, ControlNet, DH+, etc.), amb algun accés remot via comunicacions (GPRS / VSAT) on el canal de comunicacions sempre és Ethernet IP.

A diferència de les plantes, l'enllaç del sistema de telecontrol amb les estacions remotes és pràcticament sempre via connexió sense fils (GPRS / VSAT) i, en algunes excepcions, l'enllaç és via cable o fibra òptica (en aquest cas sí que les comunicacions són sempre via Ethernet IP).

Actualment, el sistema SCADA es monitoritza a través de la plataforma Nagios. Aquesta inclou un monitorització bàsica dels principals paràmetres que permeten veure l'estat del servidor (CPU, RAM, etc.) i alguna sonda molt específica molt vinculada a errors coneguts de les pròpies eines que conformen el sistema (error alhora de fer la còpia de seguretat, manca de comunicació amb un mínim d'estacions, etc.).

Els principals problemes que té el sistema actual es poden resumir en els següents punts:

1. Obsolescència del sistema entorn gràfic associat al telecontrol (SCADA).
2. Degut a l'actual estructuració de la base de dades d'Infoplus.21, és difícil evolucionar les funcionalitats del sistema per afegir-ne noves característiques demandades pels propis usuaris d'SCADA.
3. Els paquets de software de l'SCADA no disposen de cap tipus de redundància. En cas de fallada, o intervenció de manteniment, del software o dels propis servidors que conté la màquina virtual on s'executa el software del SCADA, es perd el funcionament del mateix amb la conseqüent pèrdua de control de les instal·lacions associades per part dels operadors del sistema. En el cas dels controladors de comunicació, existeix una redundància dins de cadascun dels entorns (ETAP o estacions remotes), però no es tracta d'una redundància distribuïda entre els diferents centres de treballs, es tractaria d'una redundància local.
4. No existeix un sistema de recuperació de dades entre el sistema de telecontrol (SCADA) i els equips de control de camp (PLC) en cas de fallada de les comunicacions. Això provoca que en aquells moments en que es perden les comunicacions, a part de que no es té visió en remot de la instal·lació, quan les comunicacions tornen a estar en servei, no es poden recuperar les dades, ni les alarmes del que realment ha succeït en la instal·lació remota, provocant un buit en les dades que en determinats moments pot ser crític (dades de facturació, dades de qualitat de l'aigua, etc.).
5. No existeix un control ni monitorització sobre la configuració actual de la base de dades de l'SCADA (punts que ja no comuniquen, configuracions incorrectes que estan generant molta informació històrica inservible, etc.).

6. L'SCADA no es capaç de visualitzar dades d'altres orígens de dades externs i tampoc es capaç d'integrar o emmagatzemar dades externes (diferent de la informació provinent de PLC) a la seva pròpia base de dades, ja que no existeix cap interfície de comunicació amb l'exterior diferent de la comunicació amb el propis Kepservers.

Principalment, aquests motius fa que sigui necessari una renovació de tot el sistema de telecontrol, per la qual cosa s'ha de dissenyar un sistema que corregeixi aquestes mancances i que alhora no es quedi obsolet en els propers 15 anys.

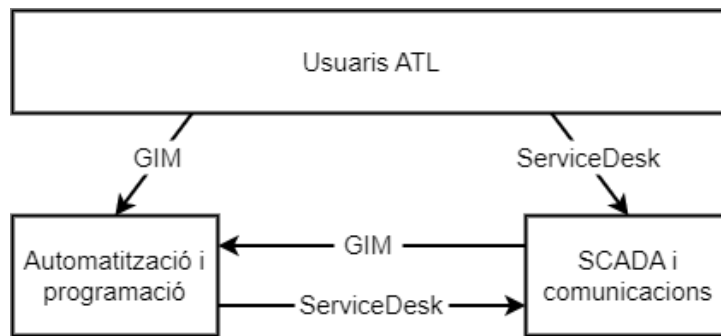
3.3 Marc de treball

L'equip de treball d'ATL responsable de les tasques d'automatització i telecontrol es troba dividit en dues unitats:

- Automatització i programació: unitat encarregada, principalment, de la incorporació i manteniment dels PLC connectats als diversos actius productius per tal de proporcionar la seva integració en el sistema d'automatització i telecontrol.
- SCADA i comunicacions: unitat encarregada, majoritàriament, de proporcionar les principals interfícies i eines al usuari operadors per poder controlar remotament el actius productius integrats al sistema d'automatització i telecontrol.

Totes dues unitats treballen com un servei pels usuaris responsables del tractament i distribució dins d'ATL, i per tant, un alt percentatge de les modificacions i incorporació de l'automatització i telecontrol ve donat per les demandes internes de l'empresa. Aquestes sol·licituds són freqüents i d'una varietat de complexitat bastant ample (des de incorporació, eliminacions o modificacions de senyals en elements ja existents al sistema, fins la introducció d'un procés completament nou, passant per peticions específiques degut a casuístiques particulars).

Habitualment, les sol·licituds segueixen el diagrama de la Il·lustració 4. Degut a que la estructuració empresarial d'ATL anteriorment no tractava aquestes dues unitats sota el mateix departament, ni sota la mateixa direcció (operacions actualment), però també degut a la naturalesa d'algunes de les tasques, l'equip de PLC es troba integrat amb l'eina GMAO (GIM) d'ATL, però l'equip SCADA fa servir l'eina ServiceDesk Plus (utilitat de Helpdesk de la direcció de sistemes).

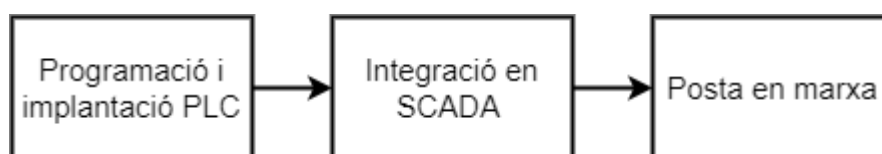


Il·lustració 4 Diagrama sol·licituds de treball.

Tot i que no és objecte d'aquest projecte canviar les actuals eines GMAO i Helpdesk de l'empresa, si que s'exposa els actuals problemes amb els que es troba les dues unitats del departament d'automatització i telecontrol alhora de rebre i gestionar les peticions:

- Es perd traçabilitat, ja que no hi ha interconnexió de l'origen de la petició quan es trasllada peticions entre unitats. Tot i que ServiceDesk si que permet converses sobre els treballs, GIM no ho permet i, per tant es difícil trobar fer seguiment sobre una d'aquestes tasques.
- Principalment amb l'eina ServiceDesk, no existeix un estàndard per peticions comuns, o si existeix no es gens àgil, ni està actualitzat. Per tant, peticions amb un objectiu de treball similar o idèntic arriben a l'equip d'SCADA i comunicacions amb peticions molt diverses.

Algunes de les tasques que efectuen les dues unitats es poden resumir, de manera molt general, amb el diagrama de la Il·lustració 5.



Il·lustració 5 Diagrama general d'integració de canvis al sistema d'autocontrol i automatització.

Una posta en marxa es tracta d'uns treballs on es requereix la implicació d'un tècnic d'SCADA i un tècnic de PLC treballant en el mateix moment (presencial o remotament). Depenent de la magnitud dels treballs, les postes en marxa poden ser de pocs minuts fins a dies de treball. A més, per canvis importants aquest procés es pot dividir en una posta en marxa en local (simulat a les oficines d'ATL) i a camp (real a la pròpia estació), allargant els treballs durant dies o setmanes degut a la dificultat de planificació. No existeix cap tipus de validacions automàtiques per les postes en marxa.

- No existeix un estàndard i versionat comú la documentació per totes dues unitat (tant a nivell de contingut, com a nivell de repositori), provocant discrepàncies entre equips i dificultat de traçabilitat de les actuals configuracions.

4. CARACTERÍSTIQUES DEL NOU SISTEMA

Per dissenyar el nou sistema s'han de tenir present les següents dades i consideracions:

Un cop el sistema estigui 100% operatiu, aquest haurà de gestionar, entre registres de lectura i registres d'escriptura, al voltant de 500.000 elements entre valors analògics i digitals, els quals hauran de poder mantenir un sistema d'historització a diferents prioritats.

S'ha de tenir present que el sistema haurà de captar tota la informació necessària de tres estacions de tractament d'aigua potable (ETAP del Ter, ETAP del Llobregat i ETAP del Cardener) i al voltant de 300 estacions remotes (dipòsits, estacions de bombament, arquetes de serveis varis, etc.) repartides a voltant del territori català, i ser visible en qualsevol dels centres de gestió dels diversos processos.

El sistema SCADA ha d'estar preparat per poder tenir operatius fins a 25 usuaris concurrents amb privilegis d'escriptura i lectura i fins a 50 usuaris concurrents només de lectura, aquesta concurrència no implica que hi pugui haver donats d'alta al sistema molts més usuaris, els quals un cop donats d'alta a l'Active Directory del sistema i en funció dels privilegis que tinguin assignats en el software SCADA han de poder interactuar de forma directa sense necessitat d'haver de tornar-se a autenticar en el software SCADA. De tal manera que un usuari de lectura i escriptura tingui privilegis per poder donar ordres i accedir a aquelles dades del sistema que estigui autoritzat, mentre que un usuari de lectura només ha de poder accedir a totes les dades del sistema. El software també ha de permetre que els usuaris amb privilegis d'escriptura es puguin configurar per diferents nivells de privilegis, de manera que hi hagi determinades accions que pugui executar un usuari i altres no.

Tot el sistema ha d'estar virtualitzat i redundat en màquines físiques situades als CPD de l'empresa (Fontsanta, ETAP del Ter, ETAP del Llobregat i ETAP del Cardener). Ha d'existir la possibilitat que tot, o part del sistema, es pugui integrar en algun servei del núvol, ja sigui l'entorn principal o el redundant.

Tota la nova arquitectura s'haurà de dissenyar conjuntament amb els especialistes d'Aspentech, per la qual cosa, dins de l'abast dels treballs contractats, s'ha de disposar d'un servei d'hores / suport lligat entre el contractista del servei i el fabricant del software inclòs en l'oferta del contractista.

Ha d'estar dissenyat de tal manera que cada centre productiu sigui autònom dels altres, tot i que des de qualsevol centre de control s'ha de poder tenir accés a les dades de tots els centres productius. No ha de ser necessari que estigui activa cap comunicació entre centres per tal que de forma local es pugui fer ús del sistema de telecontrol propi, es a dir, en cas de produir-se un

tallada de connexió entre centres, el integrants de cadascun d'ells no haurien de fer cap actuació particular per continuar treballant amb l'SCADA sobre el seu centre en concret.

Tota la programació s'ha de fer encarada a objectes, per la qual cosa s'hauran de dissenyar tant a nivell de PLC, com al propi SCADA, tots els objectes necessaris per a que la implantació dels nous actius productius sigui el més àgil possible i evitant el major nombre d'errades. Actualment l'intercanvi d'informació entre el sistema de PLC i el SCADA es realitza a través d'una taula de dades i, per tant, s'haurà de preveure que el nou SCADA també pugui treballar amb taules de dades de intercanvi sempre que no sigui possible modificar la programació dels PLC existents a objectes, o definir un sistema que, tot i que el sistema SCADA estigui programat amb objectes, hi hagi una interfície entre la programació per objectes del SCADA i les taules de dades dels PLC per tal de poder migrar l'SCADA encara que no es pugui migrar la programació dels PLC.

El sistema ha de disposar d'un sistema de preproducció que permeti desenvolupar àgilment qualsevol modificació i corregir errades del sistema desplegat a producció (ja siguin pantalles, estructura de la base de dades, codis alternatius, etc.), per tal de validar-los prèviament de posar-los en producció, apropant-se així el màxim possible a un sistema d'integració en continu on es desplegui a producció només aquelles versions del sistema que s'hagi verificat prèviament el seu funcionament.

S'ha de dissenyar tot el sistema per tal que aquesta fase de preproducció permeti un marc de treball que sigui el més automatitzat possible, tant en el procés de creació i configuració de noves pantalles com en el disseny de les mateixes, de manera que es pugui aprofitar tota la especificació generada en fase d'obra, així com en la validació/verificació de tots els elements programats a SCADA en relació amb les taules d'intercanvi amb dades de camp (PLC), s'ha de plantejar poder realitzar una posta en marxa prèvia a entrar en producció amb eines de simulació del procés.

De la mà del disseny de tot el marc de treball, es demana que es defineixi i s'implementi un estàndard (constituït per eines i procediments) que controlari i mantingui la qualitat del nou sistema durant les modificacions i els futurs treballs que s'hauran d'incorporar en el futur, a mesura que nous actius productius i noves demandes d'usuaris s'hagin d'incorporar tant a PLC com SCADA. Aquesta definició d'estàndards, procediments i eines ha de permetre el màxim d'autonomia alhora de mantenir i evolucionar el sistema a qualsevol dels tècnics d'automatització i telecontrol d'ATL.

Un element addicional a aquest control de qualitat és la incorporació de la monitorització del sistema en tots els àmbits que afectin al servei de telecontrol: infraestructura IT i OT (CPU, memòria, etc.), comunicacions (accés, retard, etc.), configuració del sistema (compliment o diferències amb l'estàndard definit, errors o advertències de les eines, etc.).

El nou disseny ha d'incorporar la possibilitat de visualització personalitzada i col·laborativa que, a voluntat de l'usuari/operador, pugui visualitzar qualsevol dada (analògica / digital) de qualsevol centre productiu, podent-se configurar tots els paràmetres possibles (senyals a mostrar en gràfiques, temps, límits màxim i mínim per senyals, barres de consultes de valors dins de l'espai gràfic, zoom, etc.), així com guardar consultes configurades per poder tornar-les a visualitzar en qualsevol moment sense haver de configurar de nou cada vegada que es vol visualitzar les mateixes dades. De la mateixa manera el software ha de permetre a l'usuari / operador generar aquells informes o taulells que l'ajudin en la seva gestió sense necessitar de passar pel programador del sistema.

Així mateix s'ha de poder executar playback, es a dir, recuperar episodis passats en la pròpia representació gràfica del SCADA, ja sigui de forma estàtica com dinàmica.

El sistema dissenyat ha de contenir un element estàndard, genèric i integrat al màxim amb l'SCADA Infoplus.²¹, individualment per cada centre si fos necessari, encarregat d'executar algorismes i operacions més complexes on puguin estar implicades tant les dades d'SCADA com d'elements externs. Aquest element computacional no ha d'afectar al rendiment de la tasca principal del sistema, que es l'adquisició d'informació, en cas de fallida o increment de recursos.

Cada centre productiu ha de disposar d'un sistema redundat situat en un altre centre productiu, de manera que en cas de pèrdua del sistema principal es pugui seguir gestionant tots els actius productius des del sistema redundat.

El sistema dissenyat ha de permetre que, en cas de pèrdua de comunicacions entre el sistema SCADA (principal i redundat) i l'equip de control de camp (PLC), es puguin emmagatzemar les dades de procés, històrics, alarmes, etc. a l'element remot o similar, de manera que, quan el sistema de comunicacions entre el Centre de Control i el PLC de camp torni a estar operatiu, hi hagi una sincronització de les dades no comunicades i per tant aquestes dades locals es recuperin per sistema de telecontrol (SCADA).

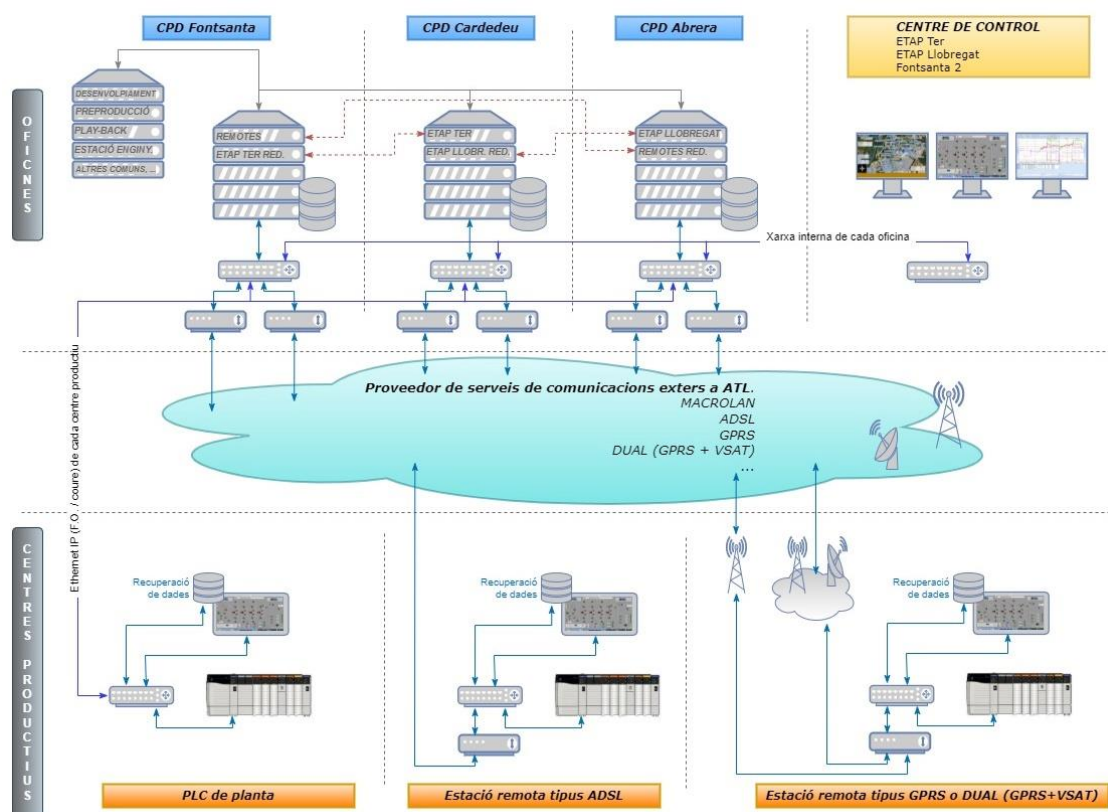
S'ha d'equipar l'entorn local amb un element HMI que, sempre que sigui possible, estigui sincronitzat amb el sistema de telecontrol (SCADA), tenint en compte les següents particularitats:

- La representació gràfica en els HMI locals sigui la mateixa que la representació gràfica del sistema de telecontrol (SCADA).
- Les modificacions de les pantalles SCADA estiguin lligades i sincronitzades a les pantalles HMI, de tal manera que al modificar alguna funcionalitat a les pantalles del SCADA aquestes quedin reflectides en els propis HMI de camp.

- Els HMI locals han de funcionar de forma autònoma al sistema de telecontrol (SCADA), això implica que en cas de pèrdua de comunicacions entre l'entorn local i el sistema de telecontrol (SCADA), els HMI locals han de ser capaços de llegir i operar directament contra els PLC locals, no necessiten llegir les dades dels servidors del SCADA per poder operar localment.

Per aconseguir aquestes darreres funcionalitats s'haurà de verificar si es poden aconseguir amb un equip PanelView de Rockwell, un panelPC amb software del propi SCADA i controladors de comunicacions, un mini PC industrial que faci de passarel·la o qualsevol altre solució tecnològica que pugui cobrir aquestes necessitats.

El sistema ha de disposar d'un control de versions i gestió dels canvis amb la possibilitat de recuperar i posar en producció versions anteriors si es determina que a partir de determinat moment el sistema es torna inconsistent, disposant de Disaster Recovery System (DRS).



Il·lustració 6 Possible esquema de configuració del nou sistema de telecontrol¹.

El sistema ha de disposar d'un ETL que permeti a SCADA comunicar-se amb ell a través d'uns protocols estandarditzats i que, aquest ETL, permeti la importació i exportació de dades de

¹ Aquesta representació només vol mostrar una possible solució i no té per que ser l'estructura definitiva, la qual s'ha de definir dins de l'abast dels treballs objecte d'aquesta licitació, entre ATL, l'empresa adjudicatària i amb les recomanacions i suport d'Aspentech.

diferents orígens, que no siguin PLC, comportant-se l'SCADA mateix com servidor OPC, si fos necessari.

L'esquema de la Il·lustració 6 vol representar aquests requeriments, tot i que només és una proposta i poden existir altres propostes que compleixin els mateixos requeriments i poden ser perfectament acceptables.

Es demana que, si fos necessari qualsevol desenvolupament personalitzat per alguna de les funcionalitats requerides, aquest ha d'anar sempre acompanyada d'una suite de test unitaris i de sistema, desenvolupada amb uns estàndards comuns, correctament versionat i documentat. Qualsevol modificació d'aquests desenvolupaments ha d'estar degudament procedimentat i considerat dins del marc de treball de l'equip tècnic d'ATL, de manera que, en acabar les tasques i passar a mantenir el sistema per part d'ATL, siguin el tècnics d'automatització i telecontrol capaços de gestionar els canvis o evolutius necessaris.

5. ABAST DE PROJECTE

5.1 Llista de requisits

S'han identificat un llistat de requisits a assolir durant el projecte per tal de garantir l'èxit i la correcta finalització del projecte *"Serveis de Disseny i Renovació del Sistema d'Automatització i Telecomandament de l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter Llobregat - Fase 1."*

Els requisits s'han agrupat en quatre llistes diferenciades:

- Requisits de definició: obtenir definicions funcionals, tècniques i procedimentals respecte el nou model del Sistema d'Automatització i Telecomandament (SATEL) d'ATL, tant a nivell de PLC com d'SCADA.
- Requisits d'implementació: definir el procés d'implantació, tant de la fase 1 (actual) com de la fase 2 (implantació total) i executar la implantació i proves de la fase 1, basats en el model prèviament definit.
- Requisits de qualitat: Conformen les solucions i metodologies que permetran assolir un grau alt de qualitat en el projecte abans i després de la seva implantació.
- Requisits de traspàs de coneixement: Conformen les solucions i metodologies que permetran assolir l'objectiu de traspasar tot el coneixement al personal de ATL per tal de poder administrar i evolucionar de manera autònoma el nou model de ATL implantat en els pilots.

5.1.1 Requisits de Definició

El conjunt de requisits que s'exposaran a continuació tenen com a principal i màxim objectiu la definició d'un disseny funcional i tècnic d'automatització i telecomandament comú i transversal que aplicarà a tot l'esquema d'ATL, que renovarà i substituirà l'actual, on es veuen implicats els Centres de Control locals:

- ✓ Xarxa de distribució (remotes).
- ✓ ETAP del Ter.
- ✓ ETAP del Llobregat.
- ✓ ETAP de la Llosa del Cavall.
- ✓ ITAM del Llobregat.
- ✓ ITAM de la Tordera.

Aquest conjunt de requisits que son necessaris assolir en aquest projecte, a nivell de definició tècnica, funcional i procedimental son:

- Definició dels criteris d'adquisició i comunicació de les dades de camp (remotes i planta):
 - ✓ Definició de la necessitat de mostreig de les dades al PLC local, al HMI (pantalla tàctil local), al PLC remot (rebots entre remotes), al SCADA, al DWH (Data Warehouse) i eines de suport a la decisió.
 - ✓ Definició del flux d'informació i components d'emmagatzematge, així com la governança o responsable de les dades en cada part del flux de l'adquisició fins l'emmagatzematge.
 - ✓ Definició i garantia de la identificació i traçabilitat de la dades a totes les capes d'informació (PLC, SCADA, DWH, etc.) a través de la seva etiqueta de qualitat.
 - ✓ Definició i estandardització de l'ús dels diversos protocols i polítiques de comunicació i seguretat a totes les capes del flux d'informació (busos de camp i connexió amb instrumentació inclòs) en tres àmbits diferents, i vinculació de cada tipologia d'instal·lació a un (o varis) d'aquests àmbits, en funció de les seves necessitats.
 - Per entorns de planta (i remotes) basat en el protocol propi del fabricant de PLC.
 - Per entorn de telecontrol clàssic (tenint en compte comunicacions no constants, baix ample de banda, *report by exception*, *timestamp*, *store and forward*, etc.). Per exemple, amb protocol DNP3 o IEC60870-5-104 (IEC104), etc.
 - Per entorns IIoT (Industrial Internet of Things). Per exemple, amb protocol MQTT, OPC UA, etc.
 - ✓ Garantir la recuperació d'històrics de les estacions remotes en cas de fallada de comunicacions. S'ha de dissenyar el sistema de tal manera que en cas de fallada de comunicacions entre els servidors del sistema de telecontrol i els equips de camp, aquests darrers tinguin capacitat d'emmagatzematge de les dades de procés i que aquestes dades es sincronitzin amb el sistema de telecontrol un cop es recuperin les comunicacions.

- Definició d'una guia d'estils per la generació, flux d'estats i tractament de les alarmes basat en l'estàndard de gestió d'alarmes ISA-18.2.
- Identificació de requisits de seguretat (física i lògica) en els elements d'automatització i telecontrol, acompanyat d'una definició de les mesures a implementar (tecnològiques i de processos).
- Guia d'estils de programació i configuració d'autòmats i HMI. La definició d'aquesta guia tindrà dos nivells d'especificacions:
 - ✓ Especificacions funcionals i conceptuals, que seran multiplataforma i aplicable a qualsevol implementació (independentment de la tecnologia del PLC).
 - ✓ Especificacions tecnològiques que concretaran com implementar les funcionalitats amb tecnologia del fabricant Allen-Bradley (Rockwell).

Partint d'aquesta base, la definició ha de contenir:

- ✓ La especificació dels models de PLC a definir i instal·lar segons tres nivells de prestacions, depenent de la criticitat (tipologia de nivells de servei) i complexitat de les instal·lacions:
 - CompactLogix (CPU gama baixa) o equivalent
 - CompactLogix (CPU gama alta) o equivalent
 - ControlLogix o equivalent
- ✓ Definició del llenguatge de programació, la seva documentació i la lògica de control.
- ✓ Definició de la solució HMI (pantalla tàctil local). Es definiran dues solucions, una basada en la tecnologia del fabricant del PLC i una alternativa basada en la tecnologia del fabricant del SCADA.
- ✓ Definició de les polítiques de ciberseguretat, així com les polítiques de còpies de seguretat i restauració.
- ✓ Definició dels entorns de desenvolupament, preproducció i producció, així com la seva deguda sincronització per evitar l'ús constant de producció únicament alhora de realitzar modificacions i que els altres dos entorns derivin en obsolescència.

- Estandardització i disseny funcional i tècnic integral de les llibreries d'objectes comuna pels diferents àmbits del procés d'automatització i telecontrols (PLC, HMI i SCADA). El disseny d'aquesta programació per objectes s'ha de reflectir en una dependència jeràrquica a nivell de visualització, de manera que si un element visual de l'SCADA es part o derivat d'un objecte superior, en modificar aquest, tots aquells objecte que depenen del primer hauran de veure reflectida aquesta modificació.
- Guia d'estils de disseny d'interfície gràfica d'usuari per SCADA i HMI basat en ISA 101 i guia d'estils de programació per qualsevol dels codis implicats en l'SCADA. En el cas de les interfícies gràfiques, es requereix un disseny on les modificacions de les pantalles de processos sempre estigui sincronitzat en totes dues interfícies.
- Disseny funcional i tècnic de l'SCADA, però que aplicarà a tot l'esquema d'ATL:
 - ✓ Definició de funcionalitats disponibles i estructura de totes les bases de dades al nou model d'SCADA implantat.
 - ✓ Integració dels diversos elements en consonància amb la definició estructural, jeràrquica i identificava dels actius de la empresa, així com la integració de les diferents propietats dels elements (per exemple, zona, estació, PLC, bomba, etc.).
 - ✓ Definició de tipus d'usuaris i rols, així com la integració amb l'Active Directory de l'empresa, i la seva política de seguretat dins de l'aplicació SCADA.
 - ✓ Definició de la visualització i navegació pels processos, gràfiques, informes i taulells en els possibles dispositius clients (PC i dispositius mòbils), tenint en comptes nivells de seguretat i rols.
 - ✓ Definició d'una política de gestió d'ordres de comandament, consignes, alarmes, esdeveniment, històrics.
 - ✓ Definició i estandardització de la configuració o desenvolupament de càlculs simples amb valors instantanis, càlcul d'estadístics (per exemple, màxims, mínims i mitjana cada 10 minuts, horaris, diaris) o càlculs complexos, on hi ha possibilitat d'incorporar dades de sistemes externs, visualització i integració de la informació generada en el sistema SCADA.

- ✓ Dissenyar un mecanisme d'integració amb altres sistemes escalable i flexible, com poden ser: mòdul de càlcul extern, GIM, GIS, BIM, DWH, càmeres vídeo, eines de suport a la decisió, sistema de control d'accessos corporatiu, directori actiu corporatiu d'usuaris, recuperació online dels preus de les tarifes elèctriques, connexió a serveis i dades de proveïdors externs a ATL via web servers, etc.
- Definició de l'arquitectura de la infraestructura SCADA.
 - ✓ Definir requeriments dels controladors i altres components de comunicació, integrant una política d'*Store and Forward*.
 - ✓ Definir requeriments dels servidors i clients (PC, dispositiu mòbil) i els seus requeriments de hardware i de SO.
 - ✓ Definir l'arquitectura de les diferents bases de dades *Historian* que emmagatzemaran les dades i la seva interoperabilitat.
 - ✓ Incloure una política de redundància i alta disponibilitat en cas de fallida de comunicació, caiguda dels serveis, desastre natural, etc.
 - ✓ Dissenyar els entorn de desenvolupament, preproducció i producció, de manera que no interfereixin un amb els altres i permetin una política de gestió de canvi des de desenvolupament fins a producció. Definir la seva deguda sincronització per evitar l'ús constant de producció únicament alhora de realitzar modificacions i que els altres dos entorns derivin en obsolescència
 - ✓ Integració amb la eina de monitorització (o definició d'una nova) per tenir visibilitat de l'estat de la infraestructura IT.
 - ✓ Integració d'una arquitectura i política de còpies de seguretat i restauració.
- Definició del control de qualitat i marc de treball amb el nou sistema d'automatització i telecontrol.
 - ✓ Identificació de tasques freqüents a implementar al sistema (com per exemple, afegir, modificar i eliminar un nou equip, senyal o element a SCADA) i definir el procediments que l'equip d'ATL portarà a terme quan s'hagin de fer aquestes tasques, de la manera

més automàtica possible, des de PLC fins a SCADA. Estandarditzant així un model de treball comú per tots els implicats dins d'un procés d'automatització i telecontrol.

- ✓ Definir una política de gestió tècnica del canvis i la seva correcta integració amb el control de versions, comú pels equips tècnics de PLC i SCADA. I garantir la traçabilitat i recuperació de qualsevol canvi.
- ✓ Disseny del d'un marc de proves per validar els nous desenvolupaments o modificacions abans de posar-los en producció. Aquest marc de proves hauria de contenir validacions unitàries i proves de sistema (càrrega, rendiment, robustesa, recuperació de còpies de seguretat, etc.). Tot això sempre amb un objectiu de màxima automatització possible del procés (per exemple, a través de Jenkins).
- ✓ Definir, si fos necessari, una eina de manteniment gestió de tasques per automatització i telecontrol, totalment integrada amb del control de qualitat i marc de treball definit i amb les eines principals GMAO i ticketing (GIM per PLC i ServiceDesk per SCADA) emprades a ATL.
- ✓ Definir eines, procediments i estils per assegurar la correcta qualitat de qualsevol codi que existeixi en el sistema, incloent i assegurant que existeixi un test associat a aquest.
- Definició de la monitorització i prevenció.
 - ✓ Definir un sistema de monitorització de l'entorn d'automatització i telecontrol en tots els seus àmbits (PLC i SCADA), de manera que es pugui tenir en tot moment una fotografia de l'estat del sistema.
 - ✓ Definir els punts a monitoritzar intentant abordar al màxim de terrenys en el que es troba implicat automatització i telecontrol, es a dir, comunicacions amb el equips remots (PLC), estat de la infraestructura IT, estat dels continguts de l'SCADA (per exemple, pantalles i bases de dades), etc.
 - ✓ Incloure un pla de manteniment preventiu per garantir la disponibilitat dels sistemes redundants, còpies de seguretat, etc.

Totes les definicions i requisits derivats dels punts previs hauran de se identificables, de manera que es pugui validar la seva correcta implantació en l'apartat de Requisits d'Implementació.

5.1.2 Requisits d'Implementació

Qualsevol d'implantació que es porti a terme en el present projecte, lògicament, ha d'implementar-se segons els criteris i definicions especificats en les fases de disseny del nou sistema d'automatització i telecontrol.

- Migració d'un 10% d'estacions remotes (material segons "Annex 2. Resum del PLC a renovar"), inclòs el seu hardware si fos necessari, basant-se i complint tots el criteris de disseny de la fase prèvia de definició.
- ✓ Comunicacions segons àmbit.
- ✓ Totes les estacions han de ser migrades cap a la utilització d'objectes.
- ✓ Com a mínim, dos de les estacions hauran de ser dependents, es a dir, que comuniquen variables entre elles, es a dir, han d'incorporar rebots (per exemple, un dipòsit i un bombament remot).
- ✓ Com a mínim, una de les estacions no haurà de tenir escomesa elèctrica.
- ✓ Com a mínim, ha d'haver un PLC diferent per cada grau de prestacions o nivells de servei (per exemple, alta, estàndard i baixa).
- ✓ Totes les estacions hauran de comunicar-se i visualitzar-se als HMI i al nou SCADA i totes dues visualitzacions han d'estar sincronitzades en versió.
- ✓ Les instal·lacions es farà en estacions remotes en producció. S'haurà de fer la migració cap al nou sistema (canvi d'SCADA i possible canvi d'arquitectura de comunicacions) de manera que els nivells de servei del sistema d'automatització i telecomandament no es vegin afectats.
- ✓ S'haurà d'implementar tota la migració en els entorns de desenvolupament, preproducció i producció, executant una posta en marxa per verificar tot el correcte funcionament de la nova implantació, com a mínim a producció.
- ✓ Execució de proves FAT i SAT, així com la instal·lació i proves d'integració amb el nou SCADA.
- Migració de l'ETAP del Cardener.

- ✓ Implantació i programació dels PLC segons definició (Allen-Bradley ControlLogix).
- ✓ Totes les estacions hauran de comunicar-se i visualitzar-se als HMI i al nou SCADA i totes dues visualitzacions han d'estar sincronitzades en versió.
- ✓ Les instal·lacions es farà en estacions remotes en producció. S'haurà de fer la migració cap al nou sistema (canvi d'SCADA i possible canvi d'arquitectura de comunicacions) de manera que els nivells de servei del sistema d'automatització i telecomandament no es vegin afectats.
- ✓ S'haurà d'implementar tota la migració en els entorns de desenvolupament, preproducció i producció, executant una posta en marxa per verificar tot el correcte funcionament de la nova implantació, com a mínim a producció.

Execució de proves FAT i SAT, així com la instal·lació i proves d'integració amb el nou SCADA.

- Implementació del nou sistema de telecontrol (SCADA).
 - ✓ El sistema és dissenyarà com un previ a la migració total del sistema de telecontrol (SCADA) actual, per la qual cosa es tindrà en compte la seva implantació en una planta i en el 10% de l'entorn de remotes, així com la representació gràfica dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució.

S'ha de tenir present que pot ser necessari integrar al nou SCADA a alguna instal·lació en la qual no s'hagi pogut fer una migració de tot el sistema d'automatització local (PLC) i, per tant, s'haurà d'integrar el nou sistema amb l'estructura existent, tot i que no compleixi els criteris de programació de PLC definits en el present plec. Per tant, s'haurà de definir com es fa aquesta integració i com es poden adaptar els elements de la llibreria d'objectes del nou SCADA a aquesta particularitat (per exemple, que existeixi una taula de conversió entre la programació d'objectes del nou SCADA i les taules N88/N89 del SCADA actual).

Serà necessària la correcta justificació, i validació per part del responsable de projecte d'ATL, la impossibilitat d'aquelles migracions cap al nou sistema.

- ✓ La implantació haurà de seguir i complir tots els aspectes plantejats en els treballs de definició previs.
- Implantació del nou control de qualitat i marc de treball, de manera que, des del moment de la finalització de la migració, implantació i verificació del nou sistema d'automatització i telecontrol, qualsevol treball posterior sigui executat sota el nou procés de treball, on s'espera traçabilitat i control del canvis.
- Definir la implantació del nou sistema en el 100% de les estacions i la resta de plantes per la fase 2.

5.1.3 Requisits de Qualitat

- Els documents lliurables es consideren finalitzats quan els responsables del contracte d'ATL els hagi validat.
- Les versions finals dels documents podran ser susceptibles d'una última revisió si es considera necessari, per part d'ATL, després de les fases d'implementació corresponents a cada lliurable.
- Es faran entregues parcials dels documents lliurables en format esborrany per confirmar, amb el responsable del projecte a ATL, que les versions finals estaran alineades amb el resultat esperat.
- Els lliurables de programació i/o configuració dels equips es consideraran finalitzats quan els resultats del pla de proves siguin 100% positius. Aquest pla de proves s'ha hagut de presentar i consensuat prèviament amb el responsable del projecte d'ATL.
- Els subministraments tindran un any de garantia des del moment que s'hagin instal·lat a les instal·lacions d'ATL i s'hagi verificat, formalment, el seu correcte funcionament
- Els subministrament de llicències de software i els dispositius de programació tindran un any de suport tècnic per part del fabricant, des del moment que siguin instal·lats a les instal·lacions d'ATL i s'hagi verificat, formalment, el seu correcte funcionament.
- Qualsevol codi font ha de ser lliurat segons un estil de programació comú i correctament documentat. En cas de correccions sobre el codi lliurat degut a errors, aquesta modificació s'ha de proporcionar correctament versionada.

- Tots els lliurables s'hauran de proporcionar a ATL en una versió editable, tot i que sigui una versió definitiva, per tal de poder continuar el manteniment del codi o documentació en base al proporcionat en aquest projecte. I per tant, qualsevol imatge, diagrama o similar que aparegui en els lliurables s'haurà de proporcionar també amb possibilitat d'edició.

5.1.4 Requisits de Traspàs de Coneixement

- Tot lliurable de programació i/o configuració tindrà unes sessions de formació teòrica i pràctica als diferents tècnics d'ATL per tal d'assegurar el seu futur manteniment i evolució de manera autònoma.
- Els codis fonts lliurats estaran comentats internament en els entorns de programació per tal de poder fer un seguiment del mateixos.
- Per tot lliurable de programació i/o configuració es realitzarà un "Manual de administrador" (enfocat al tècnics d'automatització i telecontrols) i un "Manual d'usuari" (enfocat al usuaris que faran ús de la implantació, com poden ser principalment els propis operadors del Centre de Control).

5.2 Estructura de Descomposició dels Treballs (EDT)

El projecte s'ha organitzat en 3 blocs de treball:

1. **DEFINICIÓ DEL SISTEMA:** En aquest bloc es realitzaran els paquets de treball relacionats amb la definició general i el disseny del nou model SATEL de l'empresa. Aquesta definició engloba els dos principals àmbits de treball:
2. **IMPLANTACIÓ PLANTA / REMOTES:** tot allò que s'ha definit en els apartats anteriors s'haurà de portar a la pràctica en diferents instal·lacions de l'empresa, per un costat a l'ETAP del Cardener i per un altre costat a totes les estacions remotes que formen part d'una part de la xarxa de distribució d'aigua potable, concretament les estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Est i les estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Centre (definides en ANNEX A).
3. **METODOLOGIA DE TREBALL PER LA FASE 2:** en aquest apartat i d'acord a tot el treball realitzat en el present projecte, s'ha de definir com s'ha de dur a terme la migració del 100% de les estacions remotes de la xarxa de distribució i de les plantes que actualment estan operades a través del sistema SCADA Infoplus (ETAP del Ter i ETAP del

Llobregat), tal i com està definit en paquet de treball *“3.1 Definició i metodologia de la migració de la fase 2, 100% de les estacions remotes i plantes potabilitzadores”*.

Tots tres blocs de treball estan funcional i tecnològicament relacionats, per tant sempre hi haurà un component d'integració per garantir la compatibilitat dels lliurables de tots els paquets de treball del projecte. La definició de les comunicacions i la seva arquitectura tècnica (aplicacions i protocols) serà un element transversal que implicarà als tres blocs de treball.

Tots els paquets de treball de definició, que seran previs a les implementacions, seran susceptibles de ser redefinits si després de la implementació sorgeixen canvis necessaris i/o convenients respecte el disseny inicial.

L'abast de les feines s'han descompost en 18 paquets de treball. Degut a la interrelació que hi ha entre l'àmbit de PLC i SCADA en la definició dels tres blocs anterior, es demana que en cada paquet de treball es diferenciï entre aquests dos àmbits.

- **PLC:** paquets de treball relacionats amb la definició del sistema del PLC per tot l'esquema d'ATL i execució de la implementació de les definicions prèvies per tal de provar (i validar) el nou model.
- **SCADA / HMI:** paquets de treball relacionats amb la definició del sistema SCADA / HMI per tot l'esquema d'ATL i s'executarà la implementació de les definicions prèvies per tal de provar (i validar) el nou model, corregint-se aquells buits o millores que es puguin determinar en la fase d'implantació en tots els elements del projecte (ja sigui modificant instal·lacions que ja s'hagin migrat, com en les noves estacions a migrar).

5.3 Paquets de treball i documentació a lliurar.

Tots els paquets de treball definits en aquest apartat han de seguir la mateixa estructura de desenvolupament:

- En base a l'abast del paquet de treball, conjuntament amb el gestor del projecte s'escollirà l'equip de treball intern d'ATL a qui va destinat i amb qui es pot valorar el contingut del mateix.
- Es prepararà un índex de l'abast amb una descripció prèvia dels requeriments a definir en el propi paquet de treball.
- Es programaran les reunions de treballs necessàries amb el tècnics d'ATL assignats a cada paquet de treball. Tota reunió ha d'anar acompanyada d'un resum dels punts a tractar

i que s'espera aconseguir de cada punt, d'aquesta manera els participants poden assistir a la reunió amb coneixement previ de l'abast de la reunió. De la mateixa manera que tota reunió disposarà de la seva acta de reunió, on s'indiquin els punts tractats, els aspectes acordats i les tasques pendents (aquesta acta es lliurada en la mateixa reunió o com a molt tard durant el següent dia laborable a la realització de la mateixa).

- Preparar i lliurar una documentació on es recullin l'abast del paquet de treball. Aquesta documentació podrà ser total o parcial.
- Aprovació per part de tot l'equip de treball de la documentació. En cas de discrepància el gestor de projecte, juntament amb la direcció de la direcció acabarà prenent la darrera paraula.

1.1 Grau d'automatització en funció del nivell de servei de les instal·lacions.

Definir quina ha de ser l'estructura del sistema d'automatització en funció de les característiques pròpies de l'estació a automatitzar. Tenint en compte tots els factors propis de l'automatització (per exemple, redundància de CPU, redundància de comunicacions, família i model del PLC, etc.)

Per executar aquesta tasca, prèviament serà necessari definir un rang de "nivell de servei" de les diferents instal·lacions en base a la seva criticitat, disponibilitat, volum d'aigua que tracta, població afectada, nombre d'equips, etc. i, en base a aquest "nivell de servei", assignar una tipologia d'automatització també definida en aquest apartat.

1.2 Directrius tecnològiques i metodologia de migració.

Un cop analitzades les diferents instal·lacions i determinat el seu grau d'automatització en funció del "nivell de servei", s'haurà de determinar com es realitza la seva migració, tant a nivell de hardware com de software.

Aquest anàlisi es farà de les estacions objecte d'aquesta licitació i definides en els paquets de treball 2.1 i 2.2.

1.3 Llibreria d'objectes.

Identificar tots els elements (equips, consignes, etc.), tant de les plantes com de les estacions remotes, susceptibles a ser automatitzats, definint totes les seves possibles senyals físiques a nivell d'entrades i sortides, així com totes les senyals calculades a nivell de programació.

Definir quina informació ha de ser tramesa al sistema de telecontrol, ja sigui de forma local o remota.

Amb tota aquesta informació crear i documentar tots els "objectes" associats als elements automatitzats, els quals seran utilitzats com estàndard tant a nivell de programació de PLC, pantalles HMI i pantalles SCADA.

1.4 Racionalització i distribució de les dades.

Un cop definida tota la llibreria d'objectes, determinar com es tracten les diferents dades que es generen.

Quines dades són necessàries en els diferents sistemes corporatius de l'empresa i en quin format. Definir quin és el termini que una dada ha d'estar disponible i de quina manera.

1.5 Disseny tècnic de les comunicacions.

S'haurà de definir els següents aspectes:

- Definir el flux d'informació i components d'emmagatzematge.
- Definir els diversos protocols i polítiques de comunicació a totes les capes del flux d'informació (busos de camp, connexió d'instrumentació, etc.).
- Dissenyar una arquitectura tècnica de comunicacions en entorn de plantes, en base a protocols propietaris del subministrador dels principals elements de l'automatització, o protocols de mercat ampliamment implementats (MODBUS, Profibus, etc.).
- Dissenyar una arquitectura tècnica de comunicacions en entorn de remotes, independentment del canal de comunicacions (GPRS, VSAT, FO, ADSL, etc., que no és objecte del present projecte i assumint com base portadora de les comunicacions l'Ethernet IP), i disseny d'implantació de protocols de telecontrol clàssic (comunicacions no constants, baix ample de banda, *report by exception*, *timestamp*, *store and forward*, etc., com per exemple DNP3, IEC60870-5-104 - IEC104, etc.) i/o protocols típics IIoT, com per exemple MQTT, OPC UA, etc.
- Dissenyar un sistema on existeixi una recuperació d'històrics de les dades de camp cap al sistema de telecontrol central (SCADA) en cas de fallada del canal de comunicacions entre els elements de camp i els servidors SCADA dels centres de control.

1.6 Tractament d'alarmes.

Definir les tipologies d'alarmes, segons criticitat, àmbit d'aplicació (comunicacions, elèctrica, etc.) i àmbit de generació (externa, de PLC, de SCADA, etc.).

Definir com s'han de gestionar les dades definides com alarma (basat en un estàndard ISA-18.2). Qui té potestat per reconèixer una alarma i com queda recollit aquest reconeixement.

Definir qui té capacitat per modificar els límits de les alarmes i quin ha de ser el procediment per realitzar aquesta modificació.

Definir les vies de comunicació automatitzades d'aquestes alarmes cap als usuaris/operators.

1.7 Directrius de seguretat

Previ a un anàlisi presencial, s'haurà d'elaborar la documentació que identifiqui els requisits de seguretat en els elements d'automatització i telecontrol, així com una definició de les mesures a implementar (tecnològiques i de processos).

Tota aquestes directrius de seguretat s'hauran de lligar amb les tipologies definides prèviament en el grau d'automatització.

1.8 Configuració d'autòmats i definició de programació

Es definirà com s'ha d'estructurar físicament un autòmat (distribució d'elements propis d'un autòmat, entrades, sortides, comunicacions, etc.), així com quina ha de ser l'estructura interna del mateix.

Es definirà el llenguatge de programació, estructura de les subrutines, lògica de control, recuperació de dades de registres interns en cas de fallada major o carrega de programes de data anterior, etc.

També es definirà la gestió del canvi, postes en marxa, eines de control de versions, polítiques de còpies de seguretat i restauració.

1.9 Definició d'interfície d'usuari (HMI i SCADA)

Es generarà una guia d'Estils de Disseny d'Interfícies d'Usuari, per tal de definir tot l'entorn gràfic tant de les pantalles HMI locals com de les pantalles del sistema SCADA. Per realitzar aquest guia es basarà en l'aplicació de criteris internacionals ISA-101 tipus "*High Performance HMI Handbook*" (de l'empresa Plant Automation Services o similar).

Tenint-se en compte, entre altres:

- Jerarquia de pantalles, objectes i estil de cada nivell.
- Colors.
- Indicadors d'alarmes.
- Indicadors instantanis de variables analògiques.
- Corbes de gràfiques analògiques i digitals.
- Elements estàtics a representar i/o a evitar.
- Personalització segons el rol dels usuaris.

1.10 Disseny tècnic de l'SCADA

Definir el disseny tècnic del SCADA per tot el esquema de ATL (de manera genèrica):

- Controladors i altres components de tercers.
- Elements, mòduls i components del SCADA a nivell de software i hardware (servidors, clients, PC, dispositius mòbils, bases de dades).
- Redundància, alta disponibilitat, *store and forward*.
- Pla de contingència.
- Requeriments de hardware i de SO.

- Política de gestió tècnica del canvis, eina de control de versions i polítiques de còpies de seguretat i restauració.
- Mesures de seguretat.
- Disseny tècnic de llibreria d'objectes SCADA.
- Revisió i adaptació.

Tota la nova arquitectura s'haurà de dissenyar conjuntament amb els especialistes d'Aspentech, per la qual cosa dins de l'abast dels treballs contractats s'ha de disposar d'un servei d'hores / suport lligat entre el contractista del servei i el fabricant del software inclòs en l'oferta del contractista.

1.11 Disseny funcional de l'SCADA

Definir el disseny funcional de l'SCADA per tot el esquema de ATL, com per exemple:

- Disseny funcional respectant la "Guia d'Estils de Disseny d'interfícies d'Usuari".
- Jerarquia dels elements i de les propietats de cada nivell (per exemple: zona, estació, PLC, bomba, etc.), usuaris i rols, arbre de navegació, disseny de pantalles per cada nivell i per cada rol, visualització en PC, Visualització en dispositius mòbils, gestió d'ordres de comandament i consignes, gestió d'alarmes, gestió d'events, gestió d'històrics a la BBDD, càlculs simples amb valors instantanis, càlcul d'estadístics (màxim, mínim i mitjana cada 10 minuts, horària i diària), informes d'ús freqüent, integració amb altres sistemes (per exemple, mòdul de càlcul extern, GMAO, GIS, DWH, LIMS càmeres vídeo, eines de suport a la decisió, Infoplus, etc.).
- Disseny de pantalles generals i resum de diferents àmbits i plantes, (per exemple, gestió dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors, taulells genèrics, pantalles de resums varis, etc.).
- Disseny i preparació d'elements i equips estàndards per tal que els usuaris avançats es puguin desenvolupar taulells i informes propis.
- Pantalles en base a receptes i analítica estadística per tal de notificar des del centre de control de xarxa als centres de control de plantes de les previsions de demanda i per tant de les ordres de producció.

1.12 Qualitat i marc de treball

Definir el disseny tècnic i funcional de les eines i procediments (el més automatitzats possible) que conformaran el control de qualitat i marc de treball del tècnics encarregats del manteniment del nou disseny del sistema d'automatització i telecontrol, així com els punts a tenir en compte per mantenir una qualitat de l'evolució del propi disseny inicial. Alguns possible punts a tenir en compte, poden ser:

- Com treballar en un flux des de desenvolupament cap a producció, assegurant la correcta integració amb la darrera versió desplegada en cada pas.

- Definició de l'ús de control de versions per cadascun d'aquell components del nou disseny que ho requereixin i que sigui comú per l'equip de PLC i SCADA.
- Incloure, per aquells components del sistema on sigui possible, el concepte d'integració continua (amb eines com Jenkins o Sonarqube, per exemple).
- Definició de qualitat del codi i com garantir la continuïtat de la qualitat d'aquest en possibles canvis o noves integracions futures.
- Automatització d'aquells processos de modificació, integració i proves (test de codi, FAT, SAT, etc.) del sistema, com poden ser suites de tests per possibles codis de programació, definicions de formats d'entrada i sortida pels processos d'integració o modificacions de nous actius productius a l'SCADA.
- Plans de proves per fer test de rendiment i per garantir la disponibilitat dels sistemes redundants, contingència, còpies de seguretat, etc.
- Definir, si és necessari, una eina de treball comú pels equips d'automatització i telecontrol, sempre i quan es pugui integrar amb les eines GIM i ServiceDesk actualment en ús a ATL.

La intencionalitat d'aquest paquet de treball es definir una metodologia de treball comuna, automatitzada i de qualitat, sobre el nou disseny del sistema d'automatització i telecontrol, que permeti la màxima qualitat dels seus components durant la vida activa de la seva implantació, tot i que es produeixin futures integracions i modificacions, degut a possibles necessitats actualment no requerides o contemplades.

1.13 Monitorització

Definició de l'eina, o integració amb l'eina Nagios existent a ATL, per tal de monitoritzar tot el sistema d'automatització i telecontrol, des de diversos punts de vista:

- Perspectiva IT: CPU, memòria, etc. dels servidor SCADA i bases de dades.
- Perspectiva OT: CPU, memòria, etc. dels PLC.
- Perspectiva de comunicacions: Accés als PLC, visibilitat entre servidors, retard de les comunicacions, etc.
- Perspectiva de configuració: Configuració de bases de dades, elements redundants, errors o advertències de les pròpies eines del sistema, etc.

Amb aquestes perspectives, es demana definir un conjunt de sondes de control que s'implementaran i el procés d'implantació de noves en cas que s'hagi de fer, per part de l'equip d'ATL, el desenvolupament i integració de noves sondes al sistema de monitorització.

2.1 Migració de la planta de l'ETAP del Cardener

L'Estació de Tractament d'Aigua Potable del Cardener, és una instal·lació gestionada per ATL, la qual té un seguit de particularitats que la fan adient per realitzar aquesta migració.

Per una banda disposa d'un sistema SCADA basat en Wonderware Intouch diferent de la resta d'SCADA de l'empresa, que es basa en Aspentech Infoplus. Per una altra banda, tot el sistema d'automatització ja està fet amb els PLC de la marca Rockwell Automation i la família d'equips és ControlLogix (compatible amb els criteris de grau d'automatització d'aquest plec, tot i que pot haver alguna discrepància fàcilment corregible), no està programada en base a objectes i disposa d'un sistema alternatiu al propi SCADA per tal de gestionar-la remotament.

Els treballs a realitzar en cada instal·lació seran tots aquells necessaris per tal de deixar 100% operatives les estacions definides amb els nous estàndards definits en el present projecte, resumint i entre altres:

- Configuració, programació i posta en marxa dels PLC (ControlLogix).
- Configuració, programació i posta en marxa dels HMI.
- Configuració, programació, implantació i posta en marxa del sistema de telecontrol de la planta (SCADA) amb recuperació de dades entre PLC i sistema de telecontrol (SCADA + *Historian*) en cas de pèrdua de comunicacions i funcionament aïllat.
- Subministrament, configuració, programació, implantació i posta en marxa de controladors/mòduls de comunicacions (per exemple, Kepserver o similar) i protocols específics (OPC UA, DNP3, MQTT, etc.), així com llicències d'ús de llibreries.
- Subministrament i instal·lació, com per exemple:
 - ✓ Sistema de visualització i recuperació de dades a camp (HMI, miniPC, panelPC, etc.).
 - ✓ Materials auxiliars per la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.).
- Definir i realitzar proves FAT.
- Posta en marxa.
- Definir i realitzar proves SAT.
- Integració amb el sistema de monitorització.

2.2 Migració 10% estacions remotes de la xarxa de distribució i representació sectors.

Es realitzarà la migració d'unes 25 estacions remotes per tal de validar tota la documentació generada en el present projecte, així com la representació gràfica al sistema de telecontrol (SCADA) de les pantalles de gestió dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució.

La migració es realitzarà de forma progressiva de tal manera que en qualsevol moment es pot modificar el estàndard definit. S'ha de tenir present que qualsevol modificació del estàndard, en qualsevol fase de l'execució dels treballs, s'ha de veure reflectit en totes les estacions remotes + planta que formen part de l'abast dels treballs, tot i que alguna estació ja s'hagués migrat prèviament.

Les estacions remotes a migrar seran representatives de les diferents problemàtiques que es puguin trobar i alhora representatives de les diferents estacions catalogades per "nivell de servei".

La següent llista és orientativa podent-se modificar en qualsevol moment per necessitat de la propietat, per altres de característiques similars.

- Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Est, N810. EB. Cardedeu – Llinars; N910. Dipòsit de Cardedeu; N902. Dipòsit de Llinars; N904 EB. St. Antoni de Vilamajor; N911/N908. EB. Del Mirador/ Dipòsit St. Antoni de Vilamajor; N913/N912. Dipòsit del Mirador / EB Cànoves Samalús; N914. Dipòsit de Cànoves i Salamús.
- Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Centre, M805. EB. de Granollers; M805. Dipòsit de Granollers; M81T. Instal·lació FV Dipòsit de Granollers; M806. Dipòsit de Bellavista; M802. Dipòsit la Torreta; L803. Dipòsit Canovelles; M901. EB. De Llerona; L902. Dipòsit de la Garriga; L907. Dipòsit Mas Dorca; M903. Dipòsit Sta. Digna; L903. Dipòsit de l'Ametlla; L902. EB. de la Violona; L906. Dipòsit de la Violona.

Els treballs a realitzar en cada instal·lació seran tots aquells necessaris per tal de deixar 100% operatives les estacions definides amb els nous estàndards definits en el present projecte, resumint i entre altres:

- Configuració, programació i posta en marxa dels PLC (ControlLogix).
- Configuració, programació i posta en marxa dels HMI.
- Configuració, programació, implantació i posta en marxa del sistema de telecontrol (SCADA) a totes les estacions remotes migrades, amb recuperació de dades entre els PLC i sistema de telecontrol (SCADA + *Historian*) en cas de pèrdua de comunicacions i funcionament aïllat. Així com el disseny, configuració i representació gràfica al sistema de telecontrol (SCADA) de les pantalles de gestió dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució, inclou comunicacions amb sistema SCADA actual per obtenir les dades.
- Subministrament, configuració, programació, implantació i posta en marxa de controladors/mòduls de comunicacions (per exemple, Kepserver o similar) i protocols específics (OPC UA, DNP3, MQTT, etc.), així com llicències d'ús de llibreries.
- Subministrament i instal·lació, com per exemple:
 - ✓ Els PLC, o material relacionat, per la migració d'aquests, allà on sigui necessari (material segons Resum dels PLC a renovar).
 - ✓ Sistema de visualització i recuperació de dades a camp (HMI, miniPC, panelPC, etc.).
 - ✓ Materials auxiliars per la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.).
- Definir i realitzar proves FAT.
- Posta en marxa.
- Definir i realitzar proves SAT.
- Integració amb el sistema de monitorització.

2.3 Implantació del control de qualitat i marc de treball

Una vegada finalitzada la migració i implantació dels paquets de treball 2.1 i 2.2, serà necessari implantar el marc de treball definit en el paquet de treball 1.12 i validar el seu funcionament sobre les estacions i planta migrats.

2.4 Traspàs i formació

Una vegada finalitzada la migració i implantació dels paquets de treball 2.1, 2.2 i 2.3, o després de cada lliurable que ho requereixi, serà necessari fer un traspàs definitiu de coneixement cap als diferents usuaris i tècnics d'ATL.

Cap als usuaris/operadora, s'haurà de fer una formació vinculada amb l'explotació dels elements migrats, com fer ús d'aquests i quines noves funcionalitats tenen disponibles.

Cap als tècnics d'SCADA i PLC d'ATL, s'haurà de fer un traspàs de tot el disseny, conjuntament amb una formació específica que traslladi tots els coneixements i procediments tècnics necessaris per ser totalment autònoms alhora de mantenir i evolucionar el nou model.

3.1 Definició i metodologia de la migració de la fase 2, 100% de les estacions remotes i plantes potabilitzadores.

Finalment, la darrera actuació dels treballs objecte d'aquest plec, hi ha la definició i protocol de com s'ha d'executar la migració del 100% de les estacions remotes i plantes potabilitzadores de l'empresa.

Per tal de definir aquest protocol es prendrà com element de partida les tasques executades en les migracions dutes a terme durant els treballs objecte d'aquest plec.

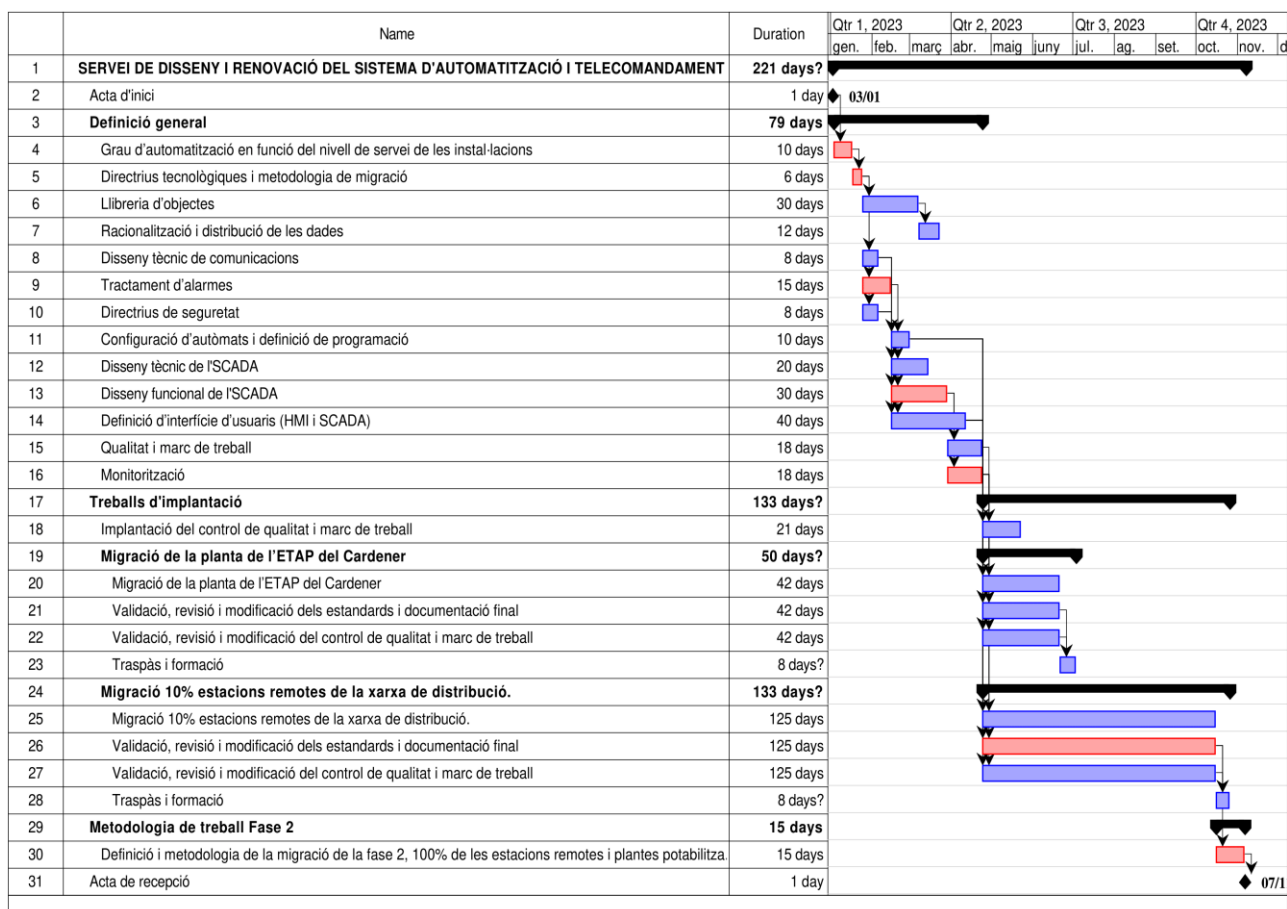
Es definirà, entre altres:

- Llistat d'estacions a migrar, identificant els equips d'automatització afectats en cada instal·lació (PLC, HMI, xarxes i targetes de comunicacions, etc.).
- Disseny tècnic del futur desplegament del nou SCADA (desplegament fora del abast del actual projecte). Definir les tasques, dependències, metodologies i eines necessàries per poder fer la migracions del SCADA de tots el centres de control (independentment de si coincideix o no amb la migració dels PLC i de la resta d'elements) sense afectació a la prestació del servei del sistema de telecomandament i automatització.
- Dependències entre equips a migrar, traspàs de dades entre els PLC (per exemple. binomi "*Estació de bombament - Dipòsit*", cabal de captació al sistema de dosificació de reactius, etc.).
- Temps necessari per a executar cada un dels passos de la migració, en funció de la tipologia de la instal·lació i els equips que tingui:
 - ✓ Migració física d'elements de PLC.
 - ✓ Migració física d'elements del HMI.
 - ✓ Modificar programa del PLC basat en programació per objectes.
 - ✓ Modificar HMI a programació per objectes.
 - ✓ Disseny i programació pantalla SCADA.
 - ✓ Proves de funcionament (FAT i SAT) i posada en marxa.
- Planning de traspàs de totes les instal·lacions.

6. PLANNING EXECUCIÓ DELS TREBALLS

El termini d'execució previst és d'onze (11) 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 dels paquets de treball del projecte. Els licitadors dins de la documentació tècnica a lliurar en la licitació hauran de presentar la seva proposta d'execució.



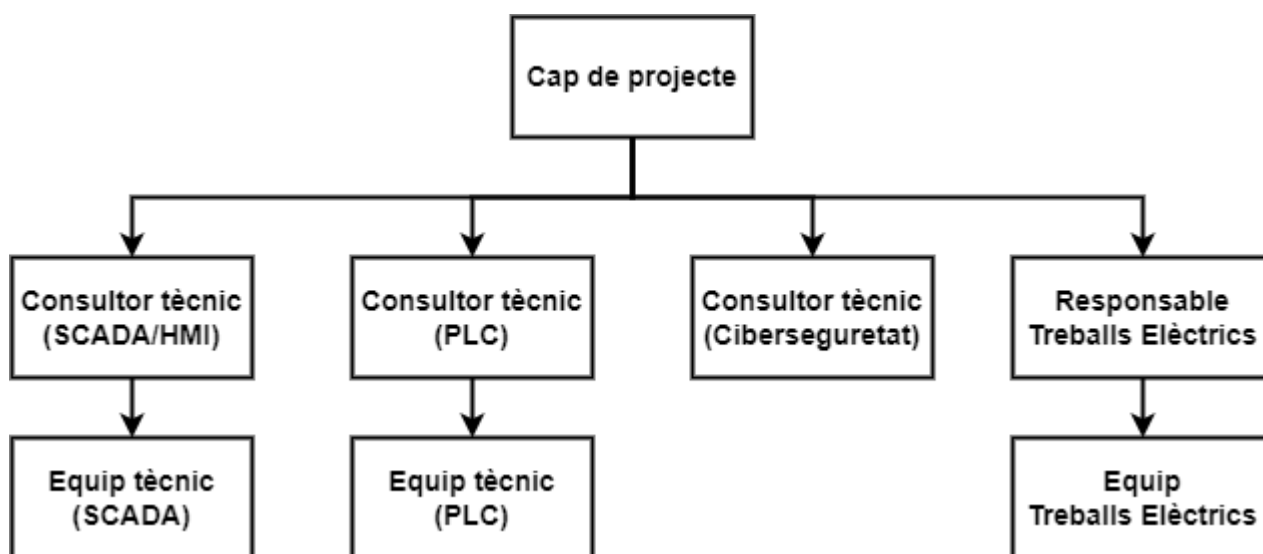
Il·lustració 7 Diagrama de Gantt.

Aquest cronograma és orientatiu i el licitador ha de presentar en l'oferta tècnica la proposta de cronograma que consideri més adient pel desenvolupament del projecte i ajustada a la seva previsió de durada dels treballs.

7. RECURSOS

7.1 Equip de treball

L'empresa adjudicatària haurà de disposar d'un equip multidisciplinari i amb experiència en projectes i/o tecnologies similars als projectes en licitació. A continuació es presenta una proposta de l'organigrama de l'equip del projecte.



Il·lustració 8 Organigrama d'equip de treball.

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 (PLC, comunicacions, SCADA, instal·lacions, etc.) 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 migració o implantació de sistemes PLC-SCADA.

De la mateixa manera les figures de **consultor tècnic d'SCADA** i **consultor tècnic de PLC** hauran d'estar en possessió d'una titulació de grau mig o superior en branques d'enginyeria i:

- ✓ En el cas de consultor tècnic d'SCADA, una experiència mínima provada de 5 anys en com a consultor tècnic d'SCADA en projectes de migració o implantació de sistemes PLC-SCADA on la tecnologia principal emprada sigui Aspentech Infoplus.
- ✓ En el cas de consultor tècnic de PLC, una experiència mínima provada de 5 anys en com a consultor tècnic de PLC en projectes de migració o implantació de sistemes PLC-SCADA on la tecnologia principal emprada a la part de PLC sigui de Rockwell Automation.

La figura de consultor tècnic SCADA i consultor tècnic de PLC no pot estar desenvolupada per la mateixa persona. Cadascuna d'aquestes figures seran els principals responsables de la definició tecnològica de la solució a portar a terme pel nou model, així com gestionar l'equip corresponent en el seu àmbit.

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 3 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 nivell de seguretat digital adients i són correctament implementats.

El **responsable dels treballs elèctrics** serà l'encarregat de definir i planificar tots els treballs elèctrics necessaris per executar les migracions dels equips d'automatització objecte del present plec. Haurà d'estar en possessió del títol d'enginyer tècnic, o superior, en àmbit industrial, elèctric o equivalent, amb competència en la matèria, i haurà de disposar d'una experiència mínima acreditable de 3 anys en projectes d'instal·lacions elèctriques en infraestructures de tipus ITAM, ETAP o xarxes de distribució d'aigua potable d'envergadura similar a la que és objecte d'aquest plec.

7.1.1 Equip tècnic (SCADA/HMI)

L'equip tècnic ha d'estar format, com a mínim per dos integrants, que s'encarreguin de totes aquelles tasques de definició i implantació en referència a l'SCADA i HMI.

No s'especifica el número d'integrants total que formaran el total de l'equip SCADA, però sí que es demana que, com a mínim, existeixi una figura encarregada de la definició de la interfície, conegut com **User Experience Designer** (UX Designer) i un tècnic SCADA amb coneixements de la tecnologia Infoplus.²¹ anomenat **Tècnic SCADA principal**.

Pel paquet de treball “1.9 *Definició de Interfícies d'Usuari (HMI i SCADA)*” de la clàusula 5.3, es realitzarà seguint la guia “High Performance HMI Handbook” (de l'empresa Plant Automation Services - PAS), ISA 101, o similar. En aquestes tasques es considera la necessitat comptar amb la participació de l'UX Designer, que garanteixi:

- Una bona interfície de usuari.
- Una bona experiència de usuari.

Es demana que l'UX Designer tingui una experiència mínima provada de 3 anys en disseny d'interfície d'usuaris per entorns SCADA. Com l'objectiu serà assolir una definició d'un entorn de treball útil, usable i desitjable (agradable i àgil), l'UX Designer haurà d'utilitzar tècniques com prototipat ràpid de disseny, dissenys detallats, anàlisis dels usuaris i de les seves necessitats, tests amb els usuaris, etc.

Pel que respecta al tècnic SCADA principal, es demana una experiència mínima provada de 3 anys en treballs de desenvolupament en software Infoplus.21 (aquest criteri només s'aplica a aquest integrant mínim principal, si el número d'integrants de l'equip tècnic es superior, aquest criteri no s'aplicarà a la resta).

Tot i que el consultor tècnic d'SCADA es defineix com a principal responsable del disseny de la nova solució en el seu àmbit, l'equip tècnic d'SCADA haurà de participar en el disseny de la solució, però principalment s'encarregarà de la seva implantació.

7.1.2 Equip tècnic (PLC)

L'equip tècnic ha d'estar format, com a mínim per un integrant principal, que s'encarreguin de totes aquelles tasques de definició i implantació en referència a l'àmbit de PLC. Pel que respecta a aquest **tècnic PLC principal**, es demana una experiència mínima provada de 3 anys en treballs de treballs de programació i desplegament d'equips PLC de la marca Rockwell Automation (aquest criteri només s'aplica a aquest integrant mínim, si el número d'integrants de l'equip tècnic es superior, aquest criteri no s'aplicarà a la resta). Tot i que el consultor tècnic de PLC es defineix com a principal responsable del disseny de la nova solució en el seu àmbit, l'equip tècnic de PLC haurà de participar en el disseny de la solució, però principalment s'encarregarà de la seva implantació.

7.1.3 Equip tècnic (Treballs Elèctrics)

Una vegada definits els treballs de migració elèctrics objecte del present plec, es necessitarà un equip de treball autoritzat per a la realització de treballs elèctrics. Aquest equip tècnic de treballs

elèctric ha de compondre-se, com a mínim, per un **tècnic elèctric principal** (el quals pot exercir també com figura de responsable de treballs elèctrics) i un **tècnic elèctric auxiliar**. El tècnic elèctric principal ha de tenir una experiència mínima de 3 anys en la instal·lació de cablejats elèctrics i construcció o modificació d'armaris de control per tal d'implementar, a camp, els treballs definits. Així mateix, aquest equip serà el responsable de realitzar les proves a camp i tota la posada en servei.

7.2 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 (l'listat ni exhaust ni limitatiu):

- Llicències de desenvolupament i execució per tots els components amb software (PLC, SCADA, HMI, etc.)
- Llicències per la realització d'esquemes elèctrics i/o plànols.
- Equips per el desenvolupament i proves de PLC.
- Equips per el desenvolupament i proves de HMI.
- Servidors pel desenvolupament i proves del SCADA i base de dades.
- Qualsevol altre equip convenient per l'entorn general de desenvolupament i proves FAT.
- Instruments de mesura .
- Vehicle(s) per desplaçaments a les instal·lacions.

8. METODOLOGIA DE TREBALL

Donat que l'abast del projecte és tecnològicament i funcionalment transversal, l'execució del mateix afecta a implicats de diferents departaments d'ATL, per tant es crearà un Comitè de Seguiment del Projecte (CSP) que estarà participat per representants de tots els departaments d'ATL implicats. El CSP serà el responsable de les validacions de tots els lliurables del projecte així com de gestionar el control de canvis del mateix. Per part d'ATL, també existirà la figura de coordinador intern del projecte, que serà el responsable de fer el seguiment diari i de garantir la correcta integració entre els departaments d'ATL així com de la coordinació amb l'empresa adjudicatària.

Donat que el projecte té fases de disseny i fases d'execució i validació, tot disseny previ serà susceptible de ser evolucionat si es demostra durant la fases d'execució que els dissenys són millorables.

Després de les implementacions es realitzaran les formacions necessàries per tal de que el personal propi d'ATL sigui capaç d'entendre, mantenir i evolucionar autònomament en el futur qualsevol dels lliurables (documents i/o desenvolupaments).

El projecte està plantejat seguint la metodologia en cascada (waterfall) amb un cicle de vida predictiu però es valorarà positivament que el licitador proposi incorporar algunes bones pràctiques de les metodologies àgils (com per exemple i respecte als lliurables del projecte: entregues parcials, revisions i iteracions incrementals) per obtenir un cicle de vida del projecte mixt (predictiu a llarg termini però adaptatiu en el curt/mig termini).

El grau de flexibilitat que pugui oferir el licitador per assolir una metodologia mixta (cascada i àgil), a definir i evolucionar durant el transcurs del projecte, serà valorat positivament en la puntuació de l'oferta tècnica.

Tenint present que l'objecte d'aquesta licitació, on una part important de la mateixa és la substitució del software SCADA dels Centres de Control, serà d'obligatori compliment pel present projecte, la resolució de qualsevol error, discrepància amb el requisits o incidència relacionada en el nou sistema de control implantat, des del mateix moment que una instal·lació ja no es pugui operar des del sistema de control actual i passi a gestionar-se pel nou sistema implementat per la present licitació, i fins passat el termini de garantia ofert en la present licitació un cop rebuts els treballs i/o data signatura de l'"Acta de Recepció". La resolució de qualsevol incidència, en cas d'impedir la operativitat de l'element en concret a través del nou sistema implantat, s'haurà de solucionar en un termini inferior a 3 hores, durant les 24 hores del dia i els 7 dies de la setmana

(festius inclosos), des del moment de la comunicació de la incidència tot. Per altres possibles errors, discrepàncies o incidències que no impossibilitin la operativitat de l'actiu, s'haurà de solucionar en un termini inferior a 2 dies laborables, des del moment de la comunicació. 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.

9. PRESSUPOST I FACTURACIO

S'estableix com a pressupost de licitació la quantitat de QUATRE-CENTS VINT-I-NOU MIL TRES-CENTS CINQUANTA-DOS EUROS (429.352,00 €), IVA exclòs (veure ANNEX C).

Per tal d'executar el següent pressupost s'ha realitzat una estimació de les hores necessàries per l'execució de cada un dels paquets de treball i aplicant un preu/hora d'acord als preus del banc de preus BEDEC. 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, Per exemple, pel lliurable "*1.7 Directrius de seguretat*", es consideraran realitzades quan les directrius estiguin redactades i validades 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 d'objectes desenvolupats i provats de la llibreria d'objectes del PLC vs. número d'objectes totals previstos, o per exemple número d'apartats completats vs. el total d'apartats a completar d'un document.

L'empresa adjudicatària realitzarà amb freqüència mensual una proposta de certificació en base a l'avanç del projecte (segons la taula de relació valorada). Aquesta proposta de certificació, 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.

10. 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.

Si es disposa de personal que realitza treballs a les instal·lacions d'ATL i presenta símptomes que afectin al sistema respiratori com grip, refredat, bronquiolitis i/o Covid-19 caldrà posar-se una mascareta quirúrgica cobrint completament el nas i la boca durant tota la jornada laboral, evitar la interacció amb altres persones i consultar amb el servei públic de salut, si s'escau.

11. 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 ja no es pugui operar des del sistema de control anterior, i passi a gestionar-se pel nou sistema implementat per la present licitació, fins el termini de garantia ofert (mínim de 12 mesos) des de la signatura de l'Acta de Recepció (veure Il·lustració 7).

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 es 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 nous sistema SCADA.
- Normal L'operador d'ATL no té possibilitat de gestionar els actius productius amb el nous sistema SCADA.

Les incidències de naturalesa greu requereixen d'un servei 24/7 (festius inclosos). 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.

	Greu (24/7)	Normal (8/5)
TRI	< 10 minuts	< 1 dia laborable
TAI	< 1 hora	< 2 hores
Temps màxim de diagnòstic i resolució	< 4 hores	< 2 dies laborables

Taula 2 SLA Garantia.

12. ALTRES COMPROMISOS

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

- L'adjudicatari adaptarà la seva jornada laboral a la de l'Ens d'Abastament d'Aigües Ter - Llobregat.
- 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 i/o que certes actuacions planificades s'hagin de posposar en l'últim moment degut a algun imprevist. La empresa adjudicatària s'haurà d'adaptar a aquestes situacions sense que això suposi cap 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,

Sergio Soria Nieto,
Responsable SCADA i comunicacions,

Jaume Roquet Sánchez,
Director d'Operació,

ANNEX A. Resum de planta i d'estacions remotes a migrar

Per tal validar i verificar que els requeriments definits s'ajusten a les necessitats d'ATL, una vegada finalitzada tota la feina de definició i redacció d'estàndards i procediments, s'ha de dur a la pràctica tot allò definit.

Per executar aquesta part del contracte, s'ha definit fer la migració a una planta de producció, en aquest cas l'ETAP del Cardener i a totes les estacions remotes de dos dels ramals de distribució d'aigua que gestiona l'empresa, concretament les estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Est i les estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Centre.

Resum de instal·lacions d'ATL a migrar en el present projecte¹:

- ✓ ETAP del Cardener
- ✓ Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Est
 - ✓ N810. EB. Cardedeu - Llinars
 - ✓ N910. Dipòsit de Cardedeu
 - ✓ N902. Dipòsit de Llinars
 - ✓ N904 EB. St. Antoni de Vilamajor
 - ✓ N911/N908. EB. Del Mirador/ Dipòsit St. Antoni de Vilamajor
 - ✓ N913/N912. Dipòsit del Mirador / EB Cànoves Samalús
 - ✓ N914. Dipòsit Cànoves Salamús
- ✓ Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Centre
 - ✓ M805. EB. de Granollers
 - ✓ M803. Dipòsit de Granollers
 - ✓ M81T. Instal·lació FV Dipòsit de Granollers
 - ✓ M806. Dipòsit de Bellavista
 - ✓ M802. Dipòsit la Torreta
 - ✓ L803. Dipòsit Canovelles
 - ✓ M901. EB. de Llerona
 - ✓ L902. Dipòsit de la Garriga
 - ✓ L907. Dipòsit Mas Dorca
 - ✓ M903. Dipòsit Sta. Digna / Cloració de les Franqueses

¹ Totes les dades indicades són orientatives per tenir una aproximació de la magnitud dels treballs a realitzar i per tant la seva discrepància amb la realitat no és objecte de possibles reclamacions.

- ✓ L903. Dipòsit de l'Ametlla / L905. EB. de la Violona
- ✓ L906. Dipòsit de la Violona

APP09 – ETAP del Cardener

Resum de senyals existents:

Analògiques: 1.500

Alarmes: 1.700

Estats: 1.700

Ordres: 850

Consignes: 750

Estadístiques: 300

Sinòptics actius: 30

Sense pantalles emergents

Resum PLC existent:

PLC: ControlLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 128

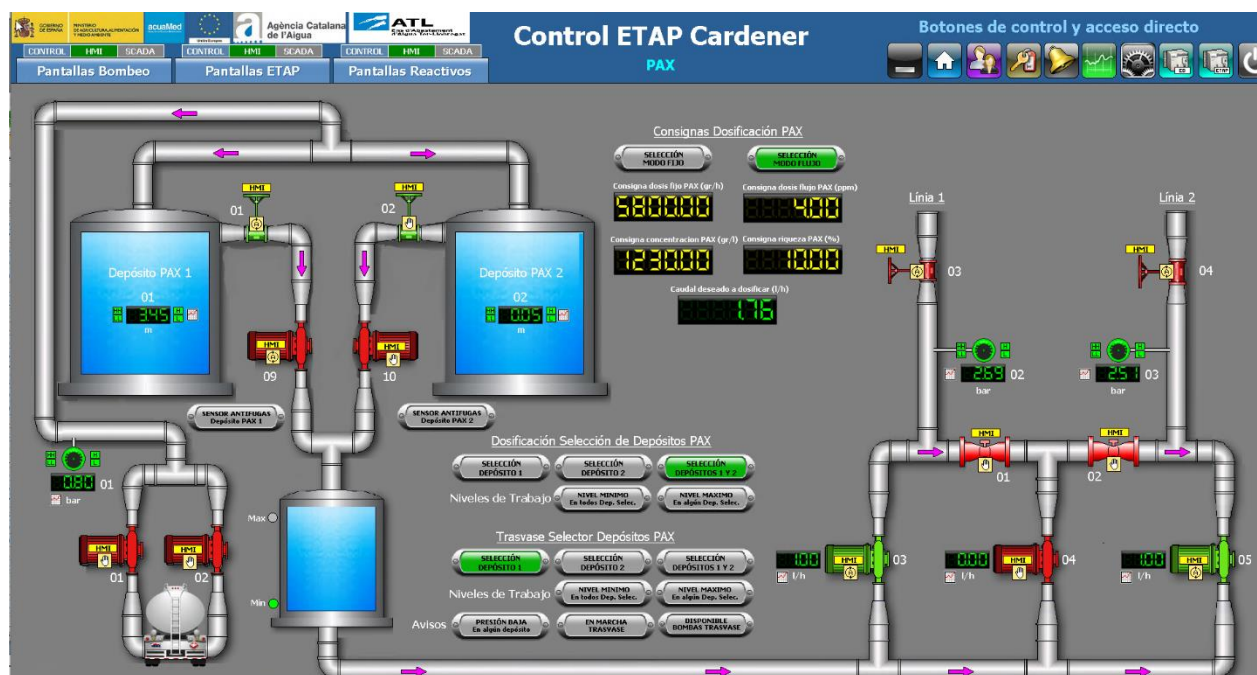
Sortides digitals: 32

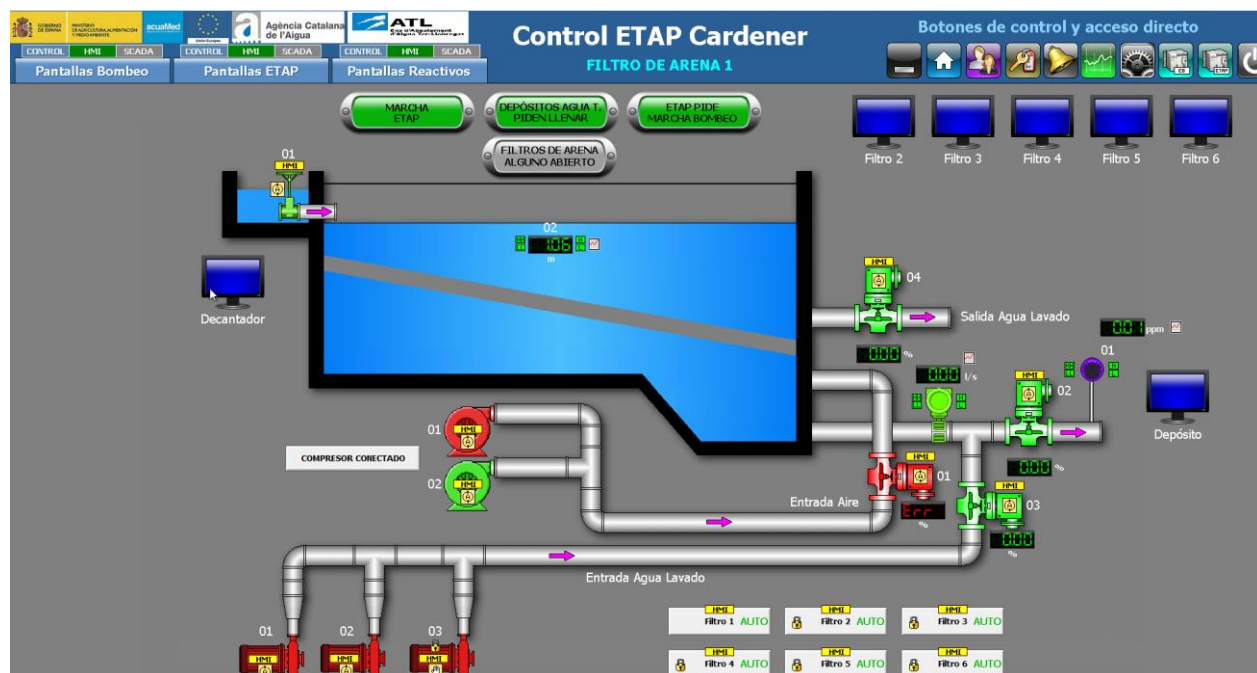
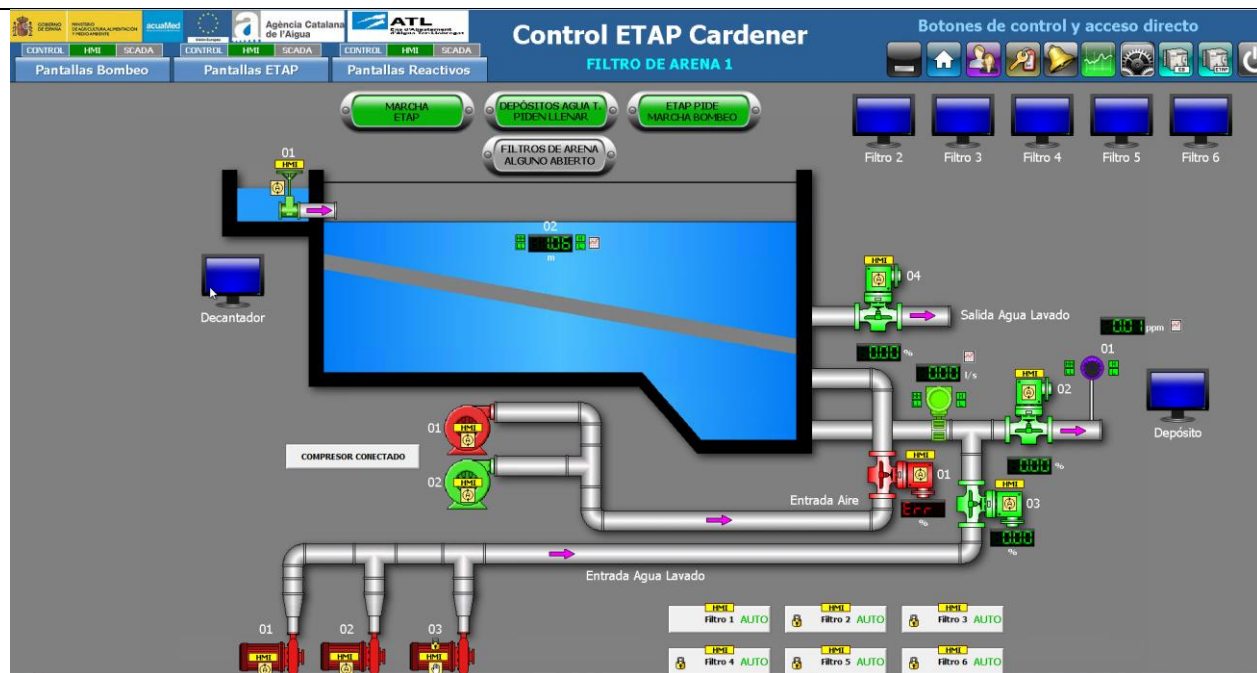
Entrades analògiques: 64

Sortides analògiques: 8

Altres: ControlNet, Modbus, DH RIO, Ethernet.

Esquemes SCADA:





N810 – EB Cardedeu - Llinars

Resum de senyals existents:

Analògiques: 260

Alarmes: 270

Estats: 125

Ordres: 90

Consignes: 40

Estadístiques: 50

Resum PLC existent:

PLC: ControlLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 128

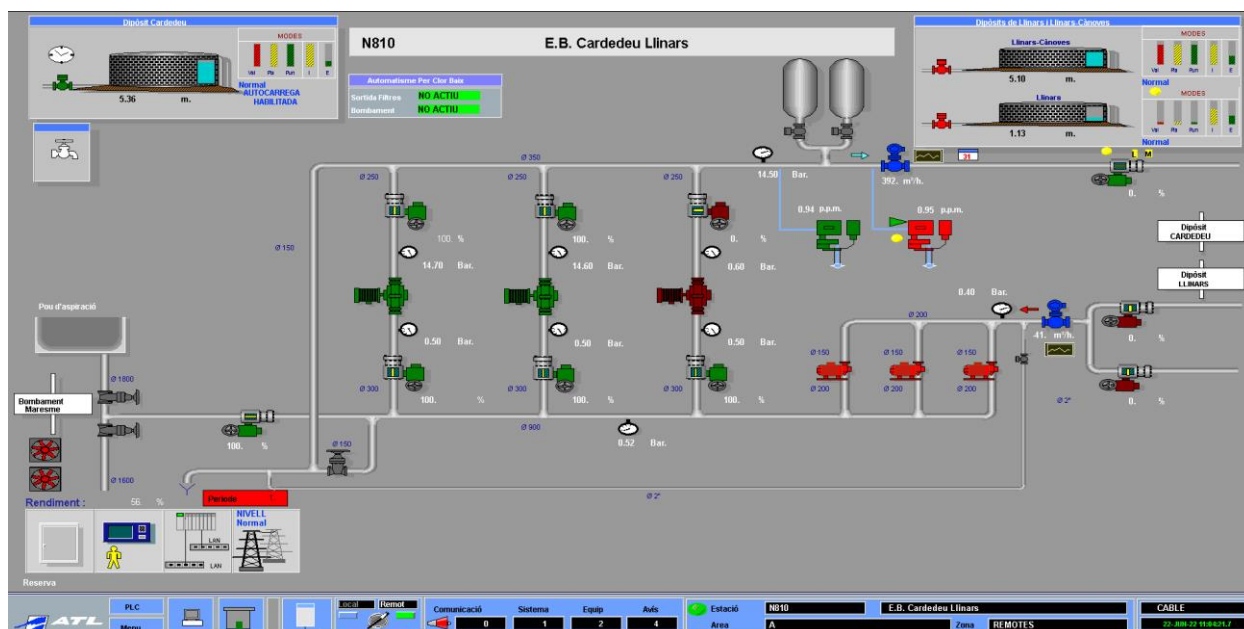
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 64

Sortides analògiques: 8

Altres: ControlNet, Modbus, DH RIO, Ethernet.

Esquema SCADA



N910 – Dipòsit de Cardedeu

Resum de senyals existents:

Analògiques: 100

Alarmes: 60

Estats: 20

Ordres: 25

Consignes: 5

Estadístiques: 40

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 64

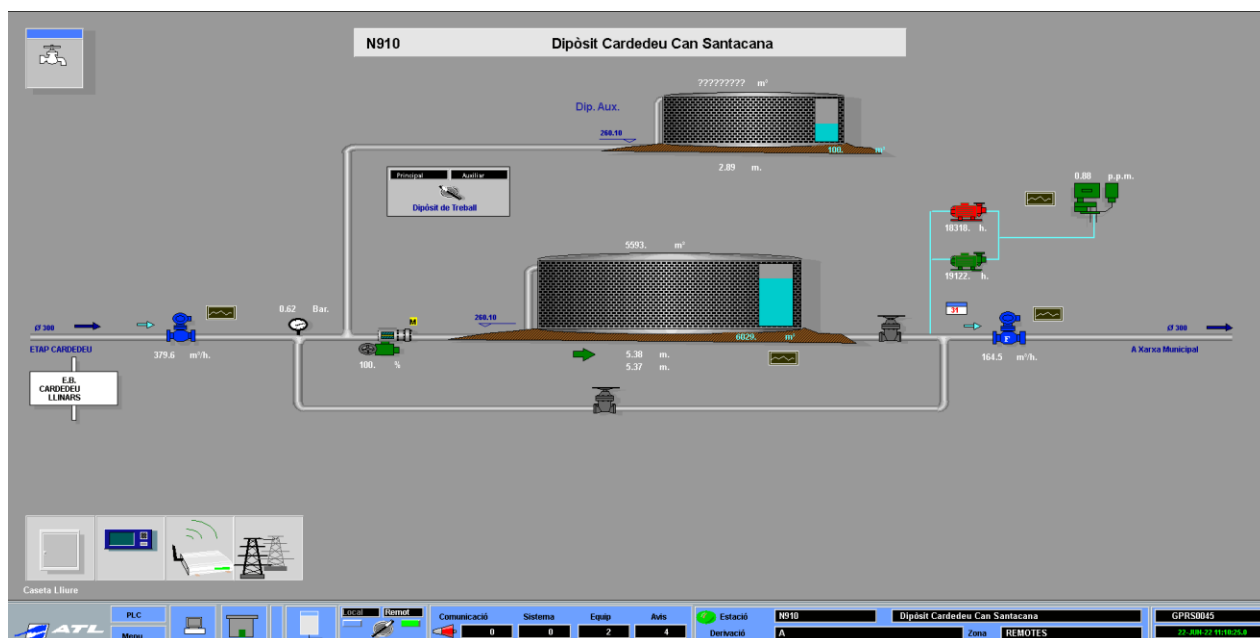
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 16

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



N902 – Dipòsit de Llinars

Resum de senyals existents:

Analògiques: 100

Alarmes: 90

Estats: 40

Ordres: 40

Consignes: 10

Estadístiques: 50

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 96

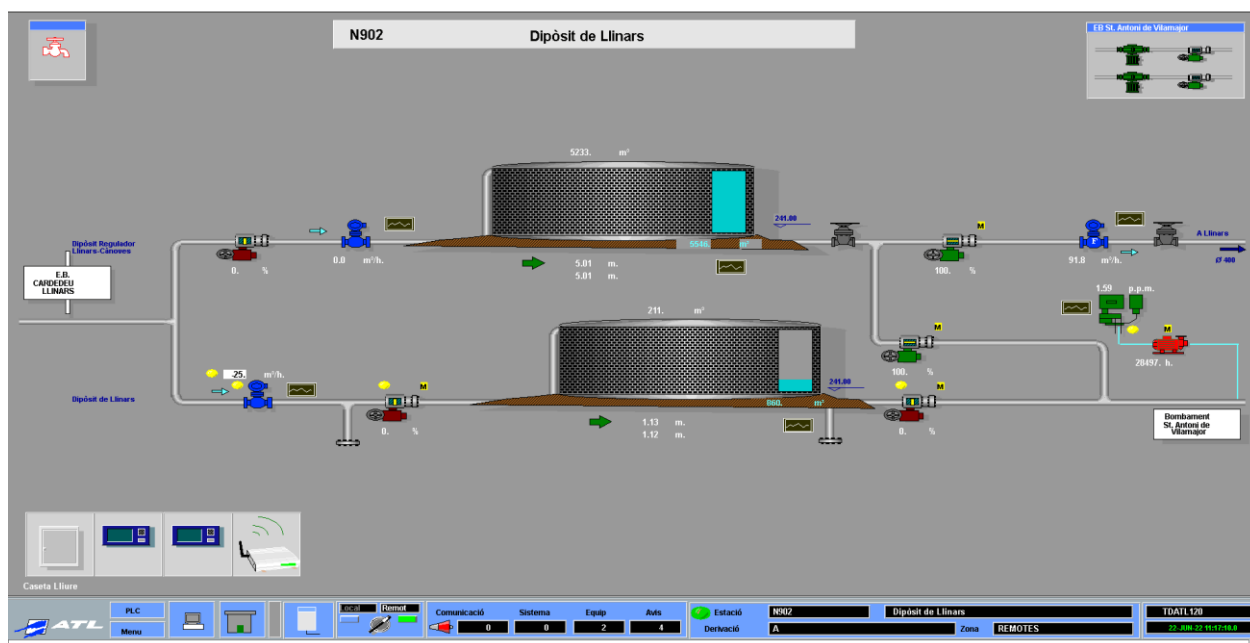
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 16

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



N904 – EB Sant Antoni de Vilamajor

Resum de senyals existents:

Analògiques: 125

Alarmes: 120

Estats: 70

Ordres: 50

Consignes: 20

Estadísticas: 25

Resum PLC existent:

PLC: SLC500

Sistema de PLC a migrar: **SI**

Xassís: 2

Entrades digitals: 80

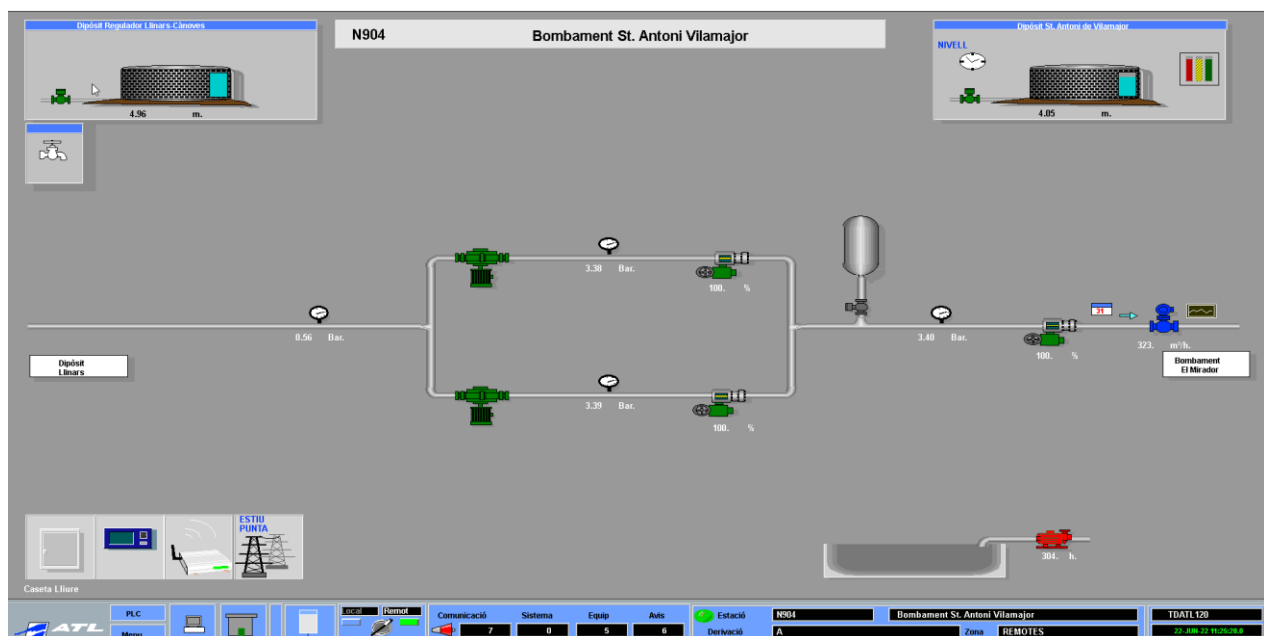
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 12

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



N911/N908 – EB del Mirador / Dipòsit Sant Antoni de Vilamajor

Resum de senyals existents:

Analògiques: 230

Alarmes: 230

Estats: 75

Ordres: 70

Consignes: 10

Estadístiques: 50

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 112

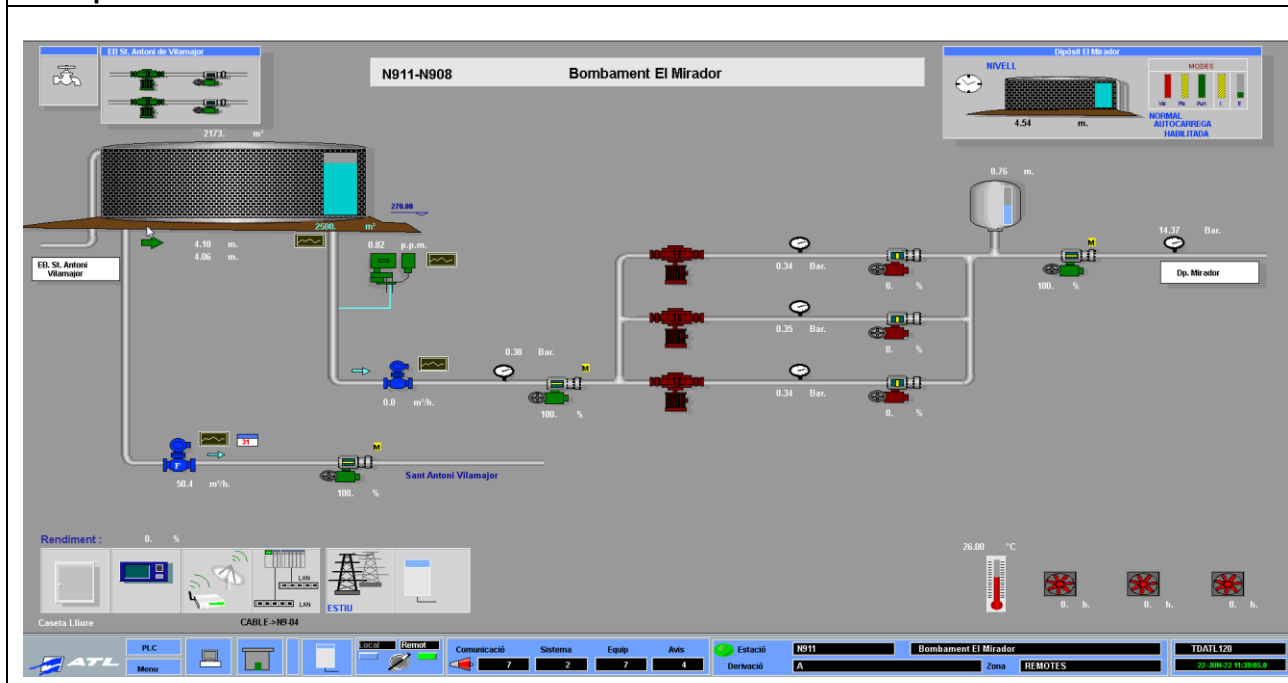
Sortides digitals: 48

Entrades analògiques: 40

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



N913/N912 – Dipòsit del Mirador / EB Cànoves Samalús

Resum de senyals existents:

Analògiques: 230

Alarmes: 220

Estats: 70

Ordres: 70

Consignes: 20

Estadístiques: 70

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 64

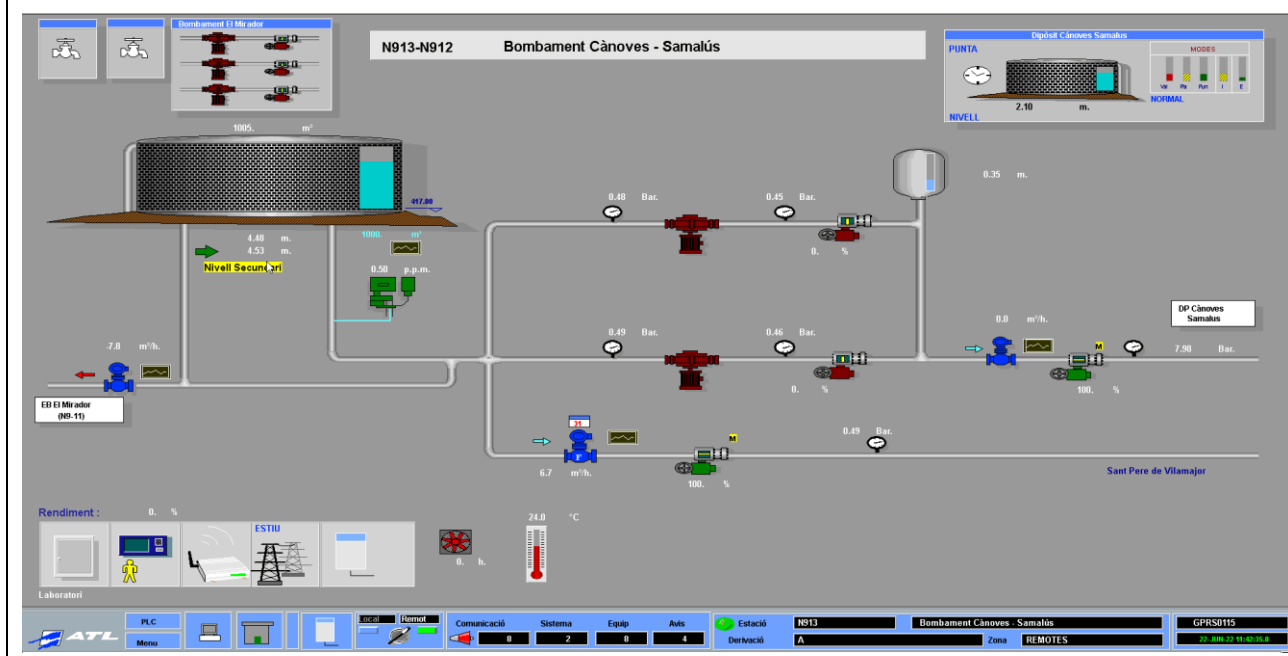
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 24

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



N914 – Dipòsit Cànoves Samalús

Resum de senyals existents:

Analògiques: 60

Alarmes: 40

Estats: 10

Ordres: 10

Consignes: 0

Estadístiques: 40

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 32

Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 8

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



M805 – EB de Granollers

Resum de senyals existents:

Analògiques: 300

Alarmes: 400

Estats: 200

Ordres: 100

Consignes: 20

Estadístiques: 20

Resum PLC existent:

PLC: ControlLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 192

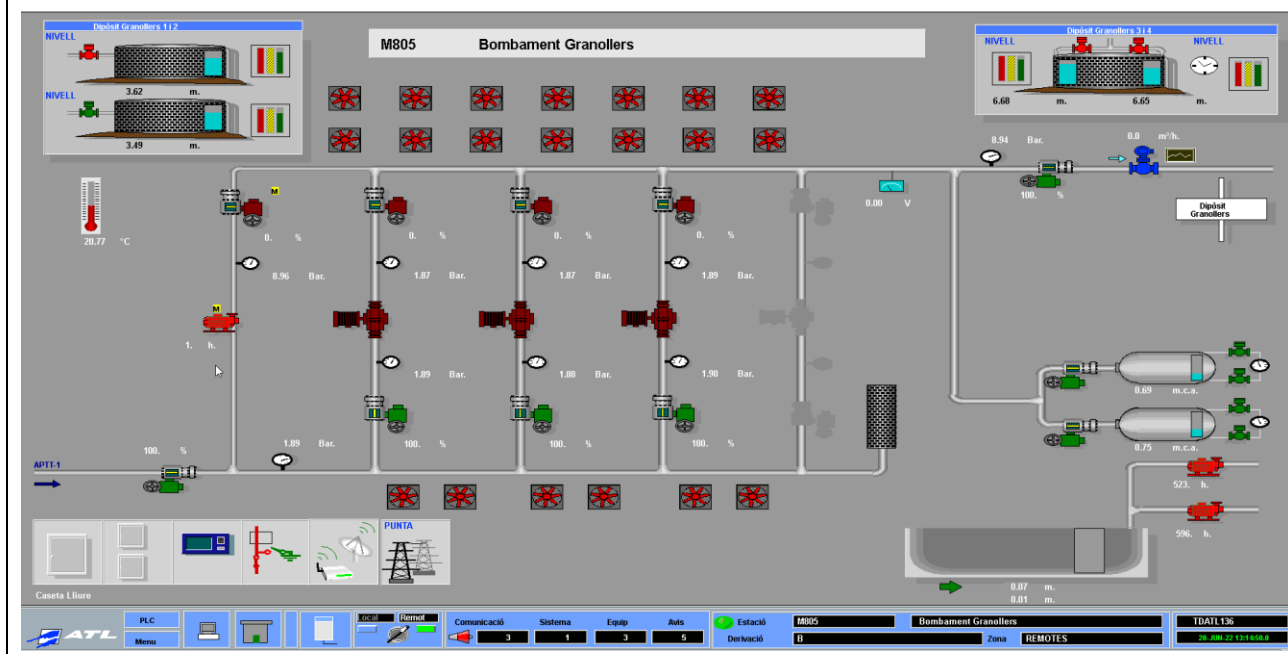
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 80

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus, ControlNet, Modbus, Ethernet.

Esquema SCADA



M803 – Dipòsit de Granollers

Resum de senyals existents:

Analògiques: 450

Alarmes: 430

Estats: 200

Ordres: 200

Consignes: 20

Estadístiques: 200

Resum PLC existent:

PLC: SLC500

Sistema de PLC a migrar: SI

Xassís: 2

Entrades digitals: 192

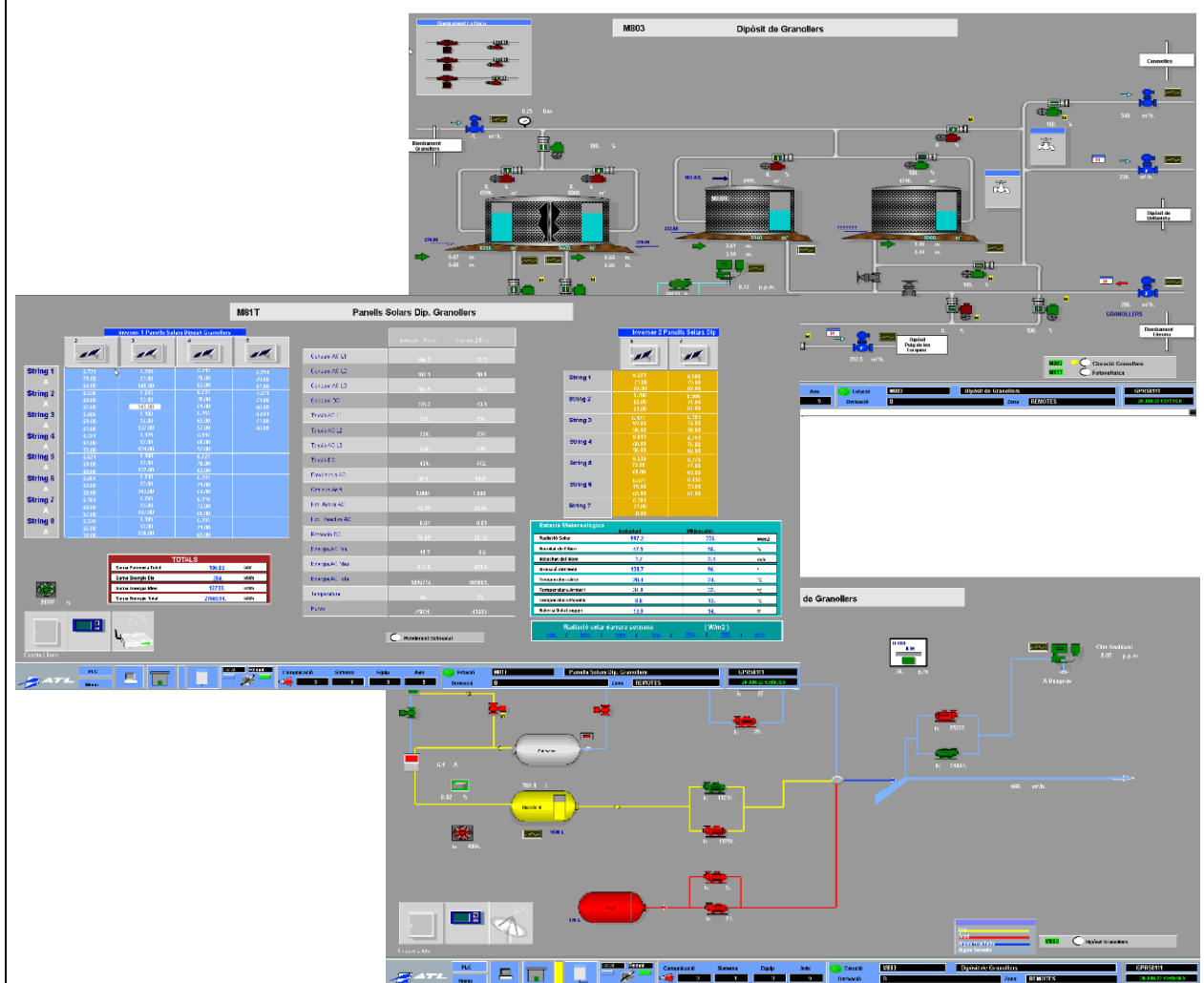
Sortides digitals: 48

Entrades analògiques: 16

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus, Modbus, Ethernet. Estació remota amb tres sistemes de PLC, el general amb SLC500 (el “Resum PLC existent” dona les característiques d’aquest PLC) i que s’ha de migrar i dos sistemes més, un amb CompacLogix (cloració) i un altre amb ControlLogix (fotovoltaiques), que no s’ha de migrar el PLC, però si s’ha de migrar sistema SCADA.

Esquema SCADA



M806 – Dipòsit de Bellavista

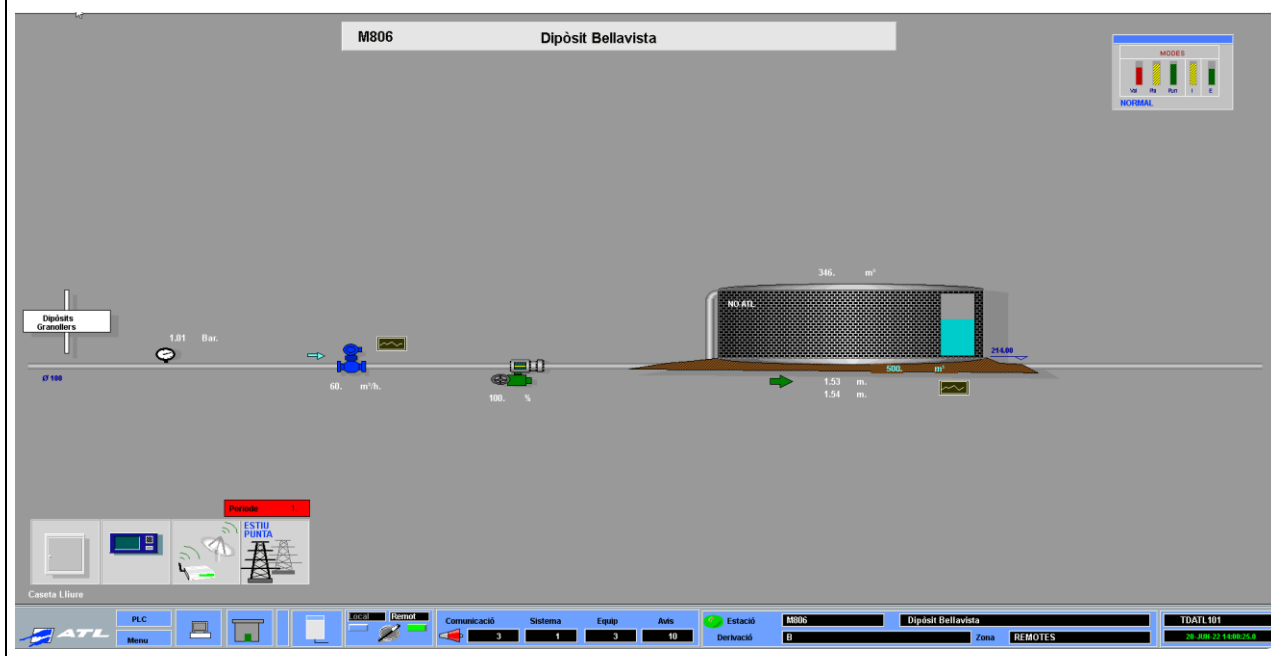
Resum de senyals existents:

Analògiques:	80
Alarmes:	60
Estats:	25
Ordres:	20
Consignes:	15
Estadístiques:	20

Resum PLC existent:

PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar:	SI
Xassís:	1		
Entrades digitals:	32		
Sortides digitals:	16		
Entrades analògiques:	4		
Sortides analògiques:	-		
Altres:	Profibus		

Esquema SCADA



M802 – Dipòsit la Torreta

Resum de senyals existents:

Analògiques: 80

Alarmes: 60

Estats: 25

Ordres: 20

Consignes: 10

Estadístiques: 20

Resum PLC existent:

PLC: CompacLogix

Sistema de PLC a migrar: **NO**

Entrades digitals: 32

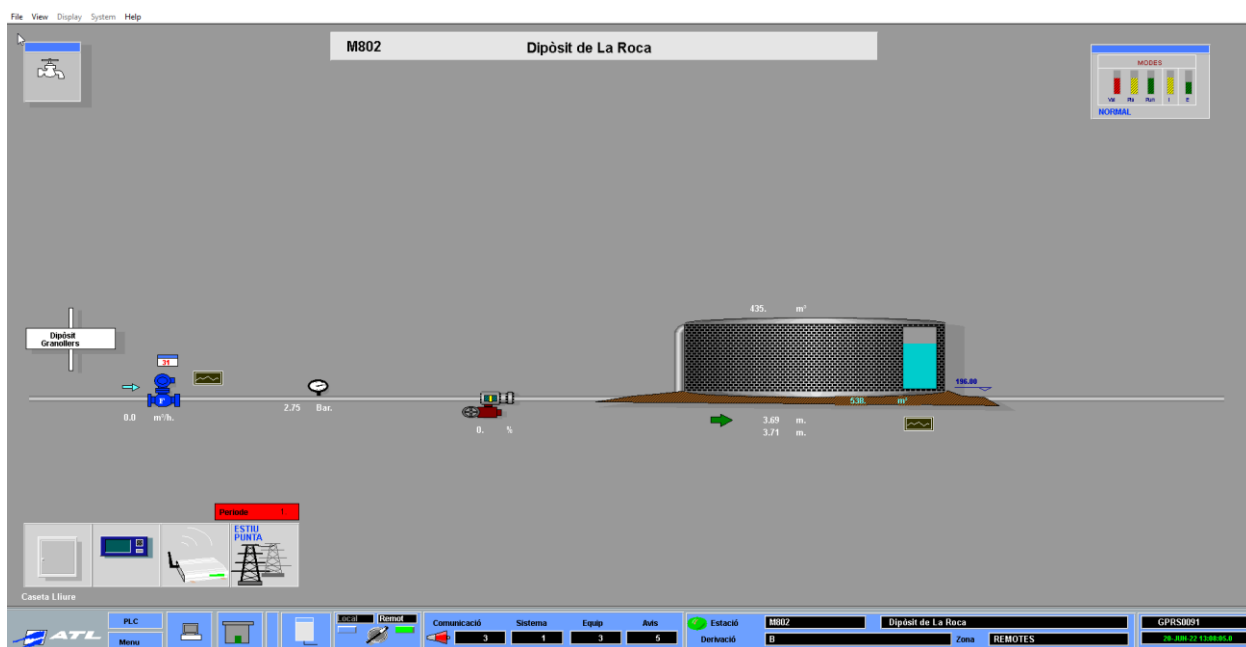
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 8

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus

Esquema SCADA



L803 – Dipòsit Canovelles

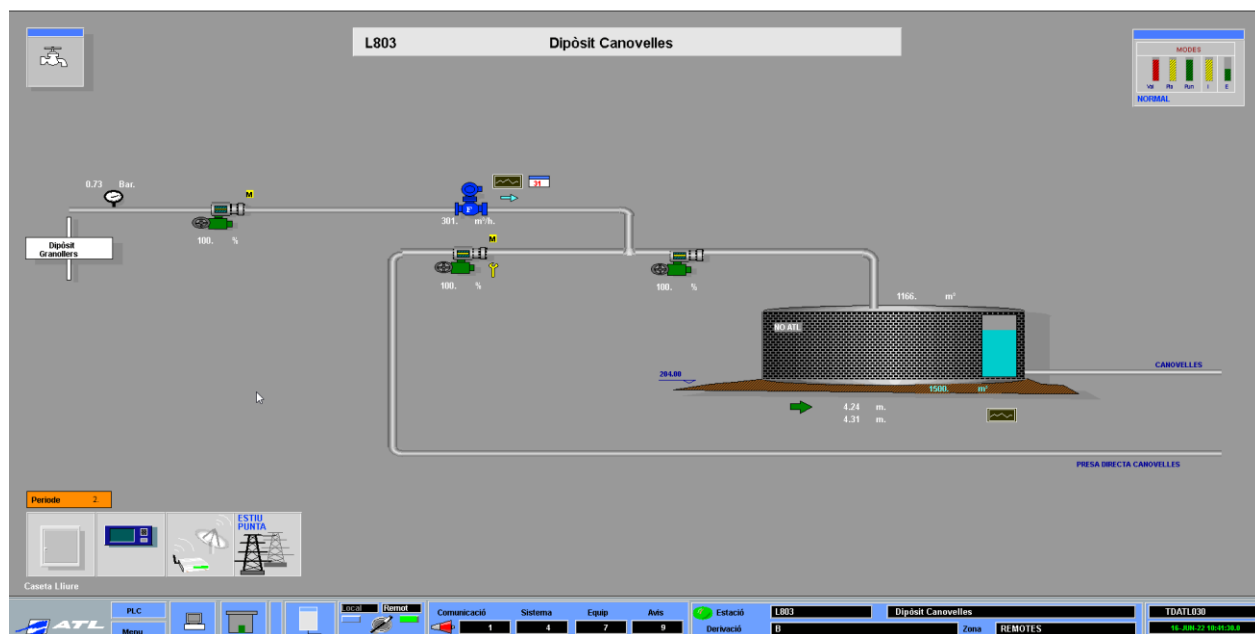
Resum de senyals existents:

Analògiques:	100
Alarmes:	60
Estats:	30
Ordres:	30
Consignes:	15
Estadístiques:	20

Resum PLC existent:

PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar: SI
Xassís:	1	
Entrades digitals:	32	
Sortides digitals:	16	
Entrades analògiques:	8	
Sortides analògiques:	-	
Altres:	Profibus, targeta BASIC	

Esquema SCADA



M901 – Bombament de Llerona, (La Garriga, Mas Dorca, Sta. Digna)

Resum de senyals existents:

Analògiques: 420

Alarmes: 400

Estats: 200

Ordres: 150

Consignes: 50

Estadístiques: 200

Resum PLC existent:

PLC: SLC500

Sistema de PLC a migrar: SI

Xassís: 2

Entrades digitals: 96

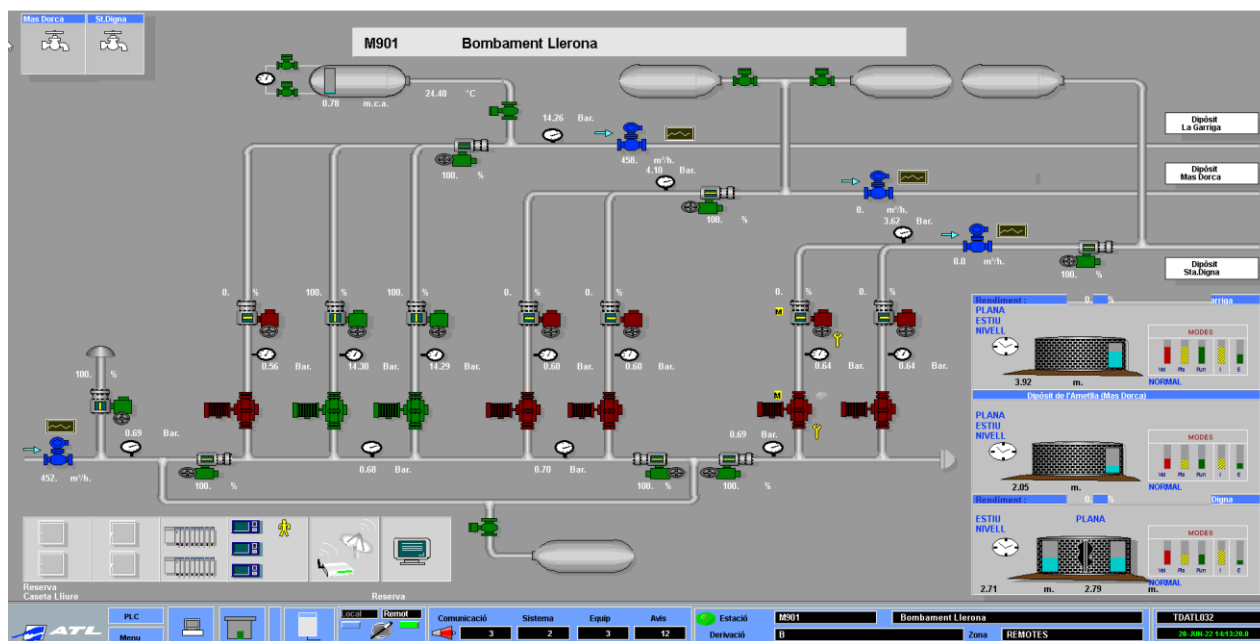
Sortides digitals: 32

Entrades analògiques: 8

Sortides analògiques: -

Altres: Profibus, Modbus, Ethernet. Estació remota amb tres sistemes de PLC, EB Sta. Digna amb SLC500 (el "Resum PLC existent" dona les característiques d'aquest PLC) i que s'ha de migrar i dos sistemes més amb CompacLogix (EB la Garriga i EB Mas Dorca), que no s'han de migrar els PLC, però si s'ha de migrar sistema SCADA.

Esquema SCADA



L902 – Dipòsit de la Garriga

Resum de senyals existents:

Analògiques: 80

Alarmes: 40

Estats: 10

Ordres: 15

Consignes: 5

Estadístiques: 30

Resum PLC existent:

PLC: SLC500

Sistema de PLC a migrar: SI

Xassís: 1

Entrades digitals: 32

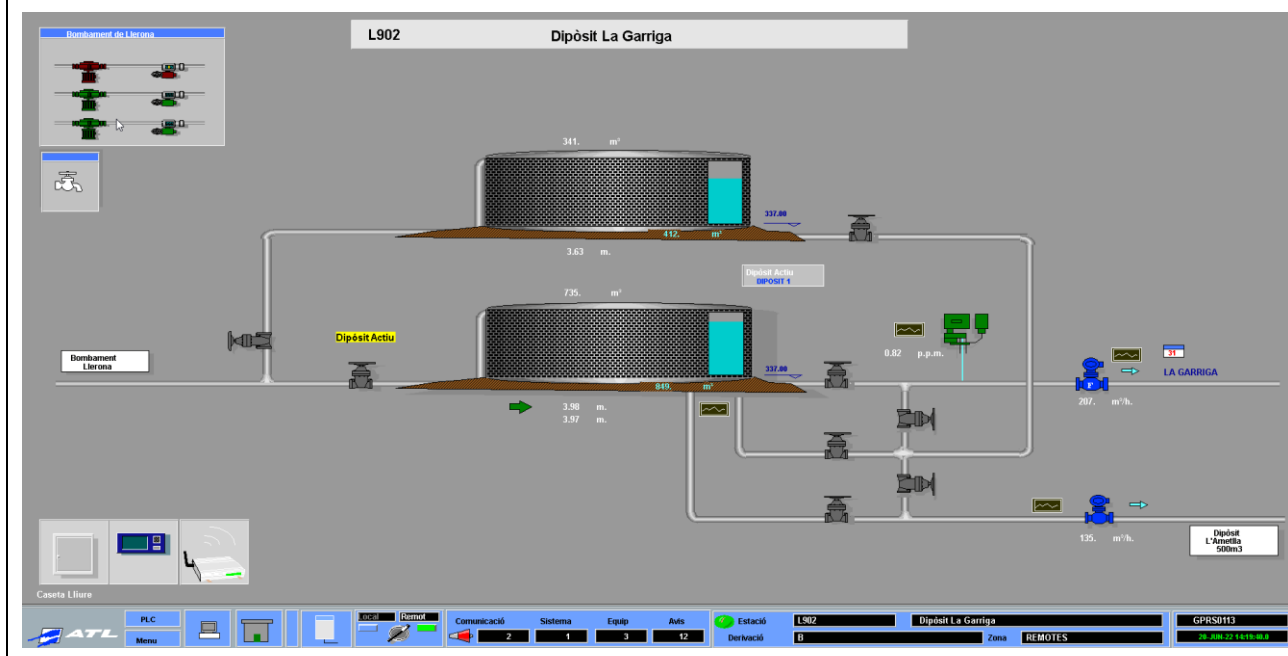
Sortides digitals: 16

Entrades analògiques: 8

Sortides analògiques: -

Altres: Targeta BASIC,DH485/RS232

Esquema SCADA



L907 – Dipòsit Mas Dorca

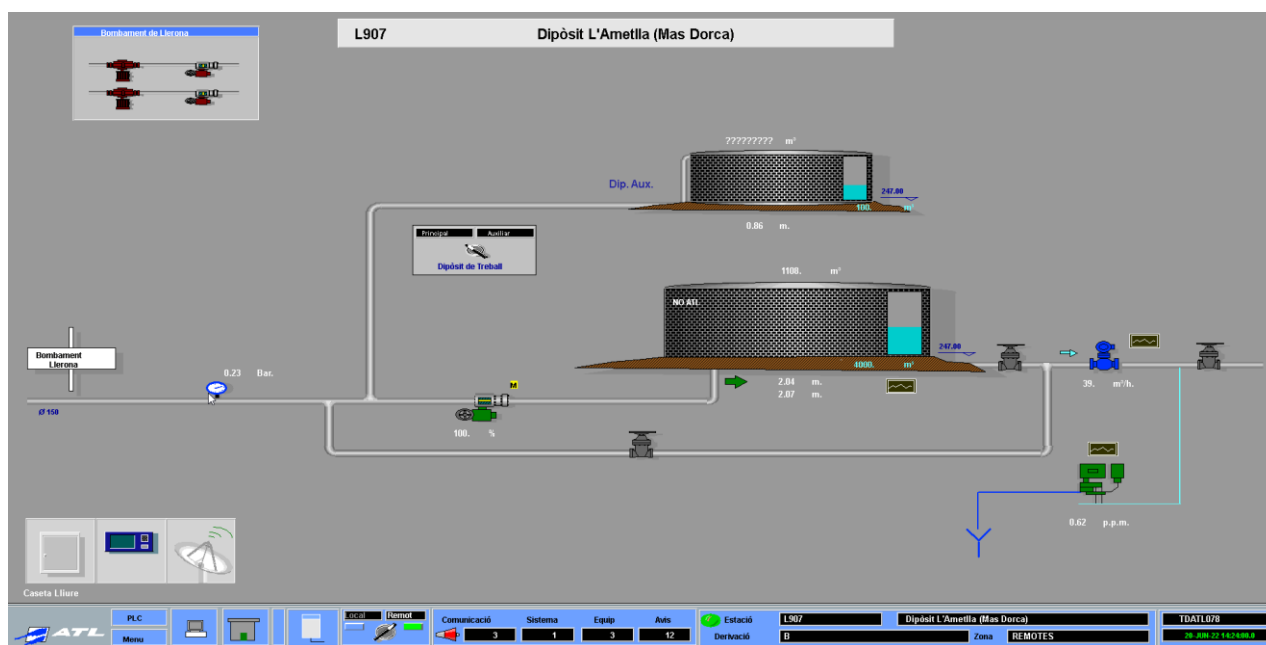
Resum de senyals existents:

Analògiques:	60
Alarmes:	50
Estats:	15
Ordres:	15
Consignes:	5
Estadístiques:	30

Resum PLC existent:

PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar: SI
Xassís:	1	
Entrades digitals:	32	
Sortides digitals:	16	
Entrades analògiques:	4	
Sortides analògiques:	-	
Altres:		

Esquema SCADA



M903 – Dipòsit Sta. Digna / Cloració de les Franqueses

Resum de senyals existents:

Analògiques: 150

Alarmes: 170

Estats: 80

Ordres: 80

Consignes: 5

Estadístiques: 30

Resum PLC existent:

PLC: SLC500

Sistema de PLC a migrar: SI

Xassís: 2

Entrades digitals: 112

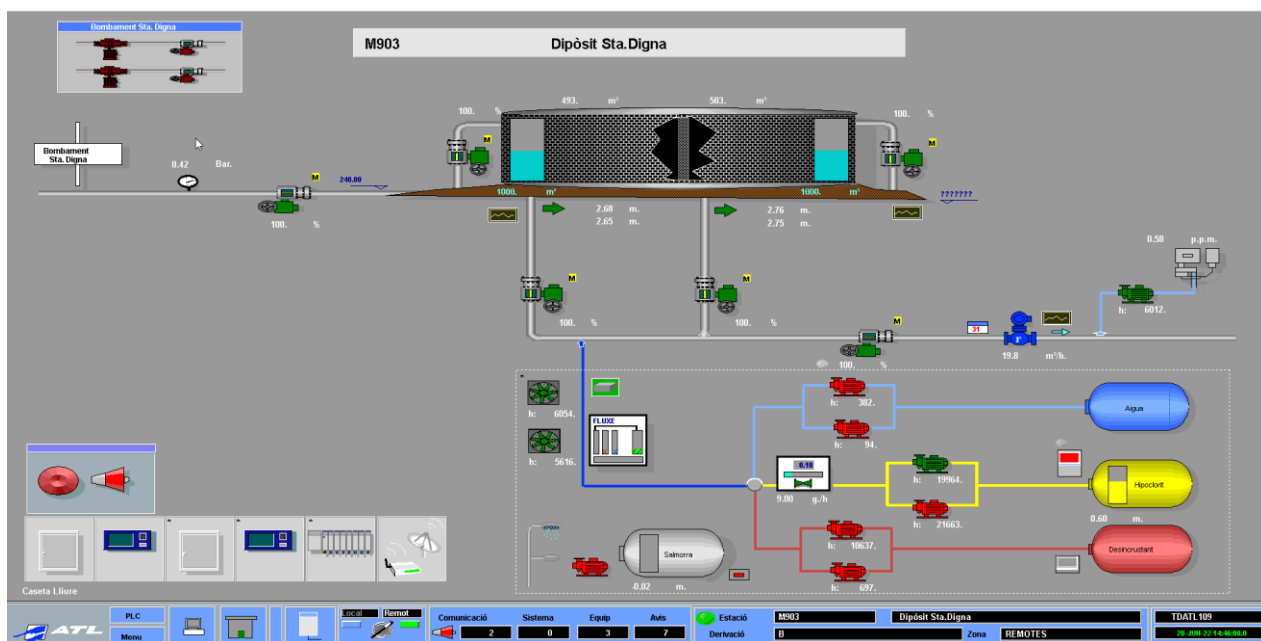
Sortides digitals: 32

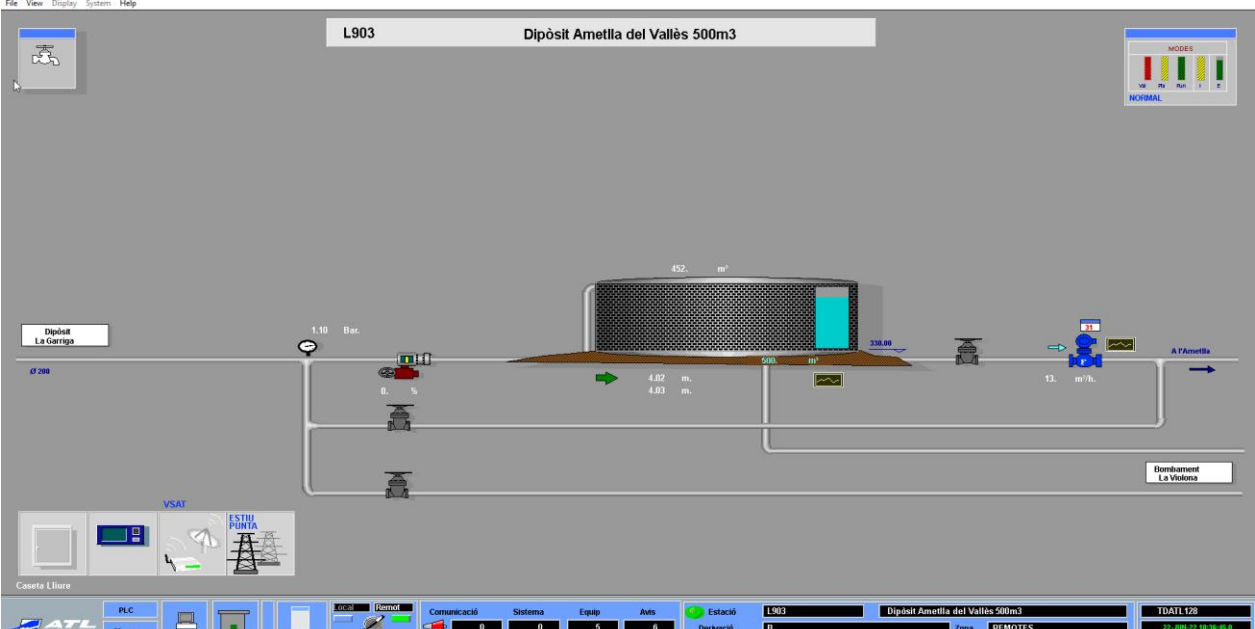
Entrades analògiques: 8

Sortides analògiques: -

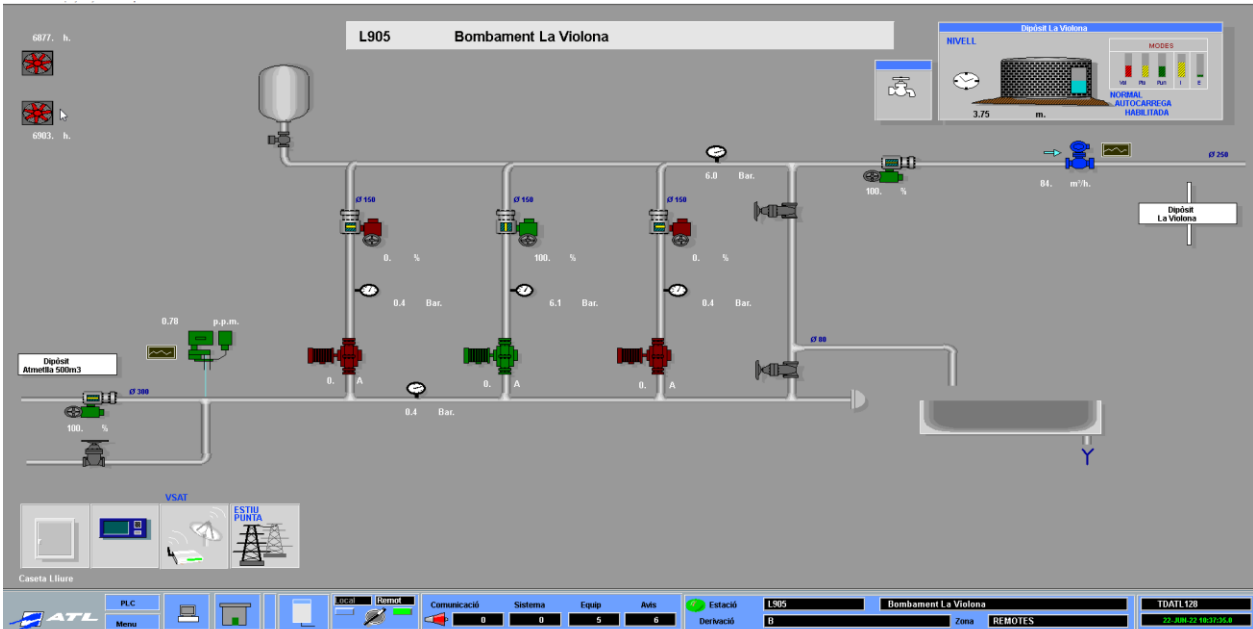
Altres:

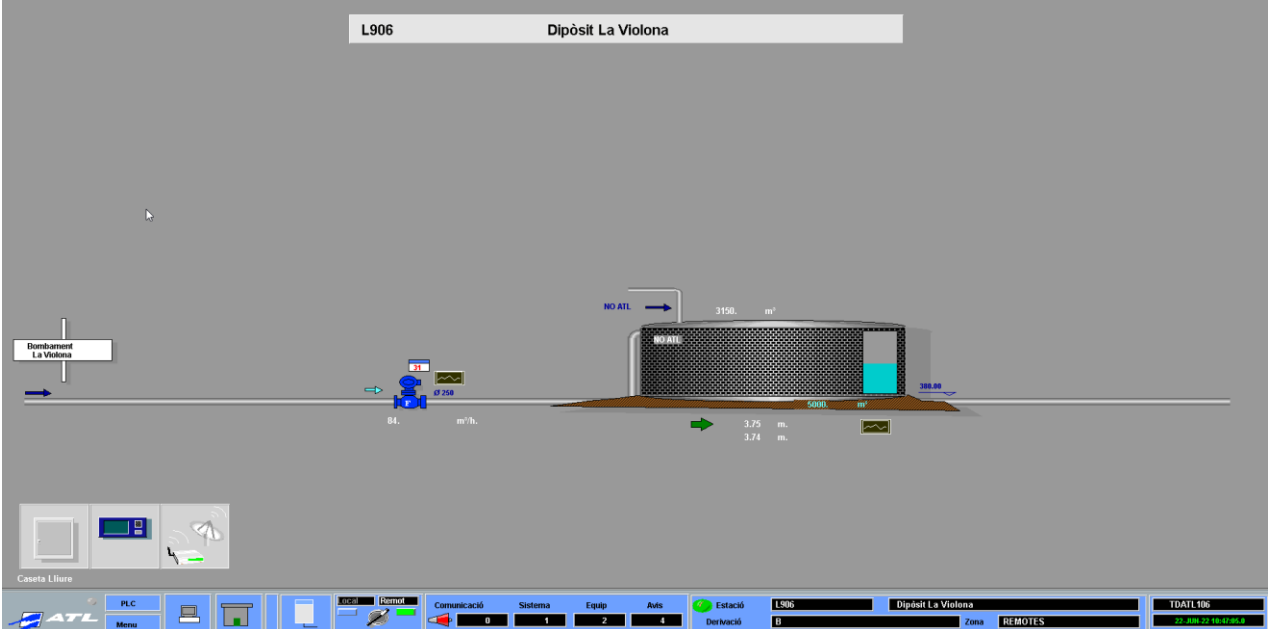
Esquema SCADA



L903 – Dipòsit de l'Atmella		
Resum de senyals existents:		
Analògiques:	80	
Alarmes:	40	
Estats:	10	
Ordres:	15	
Consignes:	5	
Estadístiques:	30	
Resum PLC existent:		
PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar: SI
Xassís:	1	
Entrades digitals:	32	
Sortides digitals:	16	
Entrades analògiques:	4	
Sortides analògiques:	-	
Altres:		
Esquema SCADA		
		

L905 – EB La Violona		
Resum de senyals existents:		
Analògiques:	120	
Alarmes:	120	
Estats:	75	
Ordres:	50	
Consignes:	15	
Estadístiques:	30	
Resum PLC existent:		
PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar: SI
Xassís:	1	
Entrades digitals:	32	
Sortides digitals:	16	
Entrades analògiques:	8	
Sortides analògiques:	-	
Altres:	Targeta BASIC,DH485/RS232	
Esquema SCADA		



L906 – Dipòsit La Violona		
Resum de senyals existents:		
Analògiques:	50	
Alarmes:	30	
Estats:	10	
Ordres:	10	
Consignes:	5	
Estadístiques:	20	
Resum PLC existent:		
PLC:	SLC500	Sistema de PLC a migrar: SI
Xassís:	1	
Entrades digitals:	32	
Sortides digitals:	16	
Entrades analògiques:	4	
Sortides analògiques:	-	
Altres:		
Esquema SCADA		
 The SCADA schematic for the L906 Dipòsit La Violona system displays a horizontal pipeline with a valve (84) and a flow rate of 07.258 m³/h. A large cylindrical tank (NO ATL) with a height of 3150 m is connected to the pipeline. The tank's capacity is 5000 m³. The system includes a drainage point (Drenament La Violona) and a status bar at the bottom showing various operational parameters and a timestamp of 02.04.2012 10:47:05.0.		

ANNEX B. Resum dels PLC a renovar

Dins dels treballs objecte dels present plec hi ha renovació d'una part dels equips PLC existents a les estacions remotes, ja que degut a la seva antiguitat no es troba completament estandarditzat amb la resta del sistema actual de telecomandament, concretament tots els elements de la família SLC500 dels equips de Rockwell Automation que ja fa temps es troben definits com obsolets pel fabricant.

Per fer la migració d'aquest elements es realitzarà en base el sistema estàndard que té definit el propi fabricant cap a elements de la família CompactLogix i a través del qual no és necessari modificar el cablejat de la instal·lació.

A continuació es mostren els equips existents a cada una de les 11 estacions remotes que és necessari actualitzar el parc de PLC. El llistat indica quina CPU hi ha instal·lada, així com quines targetes d'entrades i sortides, analògiques i digitals i quines targetes de comunicacions hi ha (tot i que poden existir altres elements que també s'hauran de migrar tot i que no es trobin definits en el llistat, com per exemple, fonts d'alimentació, etc.), així com serà necessari adaptar el paquet de migració a les ranures dels propis xassís existents¹.

N904 E.B. St. Antoni de Vilamajor

2 Xassís



1747-L551
1746 -NI4
1746 -NI4
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16
1746-OB16

M803. Dipòsit de Granollers

2 Xassís



1747-L551
SST-PFB-SLC
1746-BAS-5/02
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16

¹ Totes les dades aquí indicades són orientatives per tenir una aproximació de la magnitud dels treballs a realitzar havent-se de verificar els equips realment instal·lats in-situ, tant en número com en tipus, alhora d'iniciar els treballs i per tant la seva discrepància amb la realitat no és objecte de possibles reclamacions.

1746-IB16
1746-OB16
1746 -NI4
1746 -NI4
1747-SN
1746-OB16
1747-ASB

M806. Dipòsit de Bellavista



1747-L551
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16

L803. Dipòsit Canovelles



1747-L551
1746-BAS-5/02
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16
1746 -NI4
1746 -NI4
1747-SDN

M901 E.B. Llerona / EB Sta.Digna

2 Xassís



1747-L551
1746 -NI4
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16
1746-OB16

L902. Dipòsit de la Garriga



1747-L551
1747-KE
1746-BAS-5/01
1746-IB16
1746-OB16
1746 -NI4
1746-IB16
1746 -NI4

L907. Dipòsit Mas Dorca



1747-L551
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16

M903. Dipòsit Sta. Digna / Cloració de les Franqueses

2 Xassís



1747-L551
1746 -NI4
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16
1746-OB16



-
1747-L551
1746-NI4
1746-NO4I
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16
1746-OB16

L905. E.B. de la Violona / L903. Dipòsit de l'Atmella



1747-L551
1747-KE
1746-BAS-5/01
1746-IB16
1746-OB16
1746 -NI4
1746-IB16
1746 -NI4

L906. Dipòsit de la Violona



1747-L551
1746 -NI4
1746-IB16
1746-IB16
1746-OB16

A mode d'exemple es mostra una migració d'un equip SLC500 a CompactLogix amb el kit de migració propi de Rockwell Automation.



ANNEX C. Pressupost

La Taula 3 mostra el pressupost d'aquesta licitació, sense IVA, dividit en els diferents paquets de treball definits a l'apartat 5.3.

Descripció	Preu unitari	Unitats	Cost directe
1.1 Grau d'automatització en funció del nivell de servei de les instal·lacions			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
Definir quina ha de ser l'estructura del sistema d'automatització en funció de les característiques pròpies de l'estació a automatitzar. Tenint en compte tots els factors propis de l'automatització (per exemple, redundància de CPU, redundància de comunicacions, família i model del PLC, etc.)	7.040,00 €	1 ut.	5.702,40 €
Per executar aquesta tasca, prèviament serà necessari definir un rang de "nivell de servei" de les diferents instal·lacions en base a la seva criticitat, disponibilitat, volum d'aigua que tracta, població afectada, nombre d'equips, etc. i, en base a aquest "nivell de servei", assignar una tipologia d'automatització també definida en aquest apartat.			
1.2 Directius tecnològiques i metodologia de migració			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
Un cop analitzades les diferents instal·lacions i determinat el seu grau d'automatització en funció del "nivell de servei", s'haurà de determinar com es realitza la seva migració, tant a nivell de hardware com de software.	4.224,00 €	1 ut.	3.421,44 €
Aquest anàlisi es farà de les estacions objecte d'aquesta licitació i definides en els paquets de treball 2.1 i 2.2.			
1.3 Llibreria d'objectes			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
Identificar tots els elements (equips, consignes, etc.), tant de les plantes com de les estacions remotes, susceptibles a ser automatitzats, definint totes les seves possibles senyals físiques a nivell d'entrades i sortides, així com totes les senyals calculades a nivell de programació.	15.840,00 €	1 ut.	12.830,40 €
Definir quina informació ha de ser tramesa al sistema de telecontrol, ja sigui de forma local o remota.			
Amb tota aquesta informació crear i documentar tots els "objectes" associats als elements automatitzats, els quals seran utilitzats com estàndard tant a nivell de programació de PLC, pantalles HMI i pantalles SCADA.			
1.4 Racionalització i distribució de les dades			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a, un cop definida tota la llibreria d'objectes, determinar com es tracten les diferents dades que es generen, quines dades són necessàries en els diferents sistemes corporatius de l'empresa i en quin format. A més, definir quin és el termini que una dada ha d'estar disponible i de quina manera.	12.672,00 €	1 ut.	10.264,32 €
1.5 Disseny tècnic de les comunicacions			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per definir els següents aspectes:			
• Definir el flux d'informació i components d'emmagatzematge.			
• Definir els diversos protocols i polítiques de comunicació a totes les capes del flux d'informació (busos de camp, connexió d'instrumentació, etc.).			
• Dissenyar una arquitectura tècnica de comunicacions en entorn de plantes, en base a protocols propietaris del subministrador dels principals elements de l'automatització, o protocols de mercat ampliament implementats (MODBUS, Profibus, etc.).	4.224,00 €	1 ut.	3.421,44 €
• Dissenyar una arquitectura tècnica de comunicacions en entorn de remotes, independentment del canal de comunicacions (GPRS, VSAT, FO, ADSL, etc., que no és objecte del present projecte i assumint com base portadora de les comunicacions l'Ethernet IP), i disseny d'implantació de protocols de telecontrol clàssic (comunicacions no constants, baix ample de banda, report by exception, timestamp, store and forward, etc., com per exemple DNP3, IEC60870-5-104 - IEC104, etc.) i/o protocols típics IoT, com per exemple MQTT, OPC UA, etc.			
• Dissenyar un sistema on existeixi una recuperació d'històrics de les dades de camp cap al sistema de telecontrol central (SCADA) en cas de fallada del canal de comunicacions entre els elements de camp i els servidors SCADA dels centres de control.			
1.6 Tractament d'alarmes			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
Definir les tipologies d'alarmes, segons criticitat, àmbit d'aplicació (comunicacions, elèctrica, etc.) i àmbit de generació (externa, de PLC, de SCADA, etc.).			
Definir com s'han de gestionar les dades definides com alarma (basat en un estàndard ISA-18.2). Qui té potestat per reconèixer una alarma i com queda recollit aquest reconeixement.	10.560,00 €	1 ut.	8.553,60 €
Definir qui té capacitat per modificar els límits de les alarmes i quin ha de ser el procediment per realitzar aquesta modificació.			
Definir les vies de comunicació automatitzades d'aquestes alarmes cap als usuaris/operadors.			

1.7	Directrius de seguretat			
	Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
	Previ a un anàlisi presencial, elaborar la documentació que identifiqui els requisits de seguretat en els elements d'automatització i telecontrol, així com una definició de les mesures a implementar (tecnològiques i de processos). Totes aquestes directrius de seguretat s'hauran de lligar amb les tipologies definides prèviament en el grau d'automatització.	5.632,00 €	1 ut.	4.561,92 €
1.8	Configuració d'autòmats i definició de programació			
	Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
	Definir com s'ha d'estructurar físicament un autòmat (distribució d'elements propis d'un autòmat, entrades, sortides, comunicacions, etc.), així com quina ha de ser l'estructura interna del mateix.			
	Definir el llenguatge de programació, estructura de les subrutines, lògica de control, recuperació de dades de registres interns en cas de fallada major o càrrega de programes de data anterior, etc.	5.280,00 €	1 ut.	4.276,80 €
	Definir la gestió del canvi, postes en marxa, eines de control de versions, polítiques de còpies de seguretat i restauració.			
1.9	Definició d'interfície d'usuaris (HMI i SCADA)			
	Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a:			
	Genrar una guia d'Estils de Disseny d'Interfícies d'Usuari, per tal de definir tot l'entorn gràfic tant de les pantalles HMI locals com de les pantalles del sistema SCADA. Per realitzar aquest guia es basarà en l'aplicació de criteris internacionals ISA-101 tipus "High Performance HMI Handbook" (de l'empresa Plant Automation Services o similar).			
	Tenint-se en compte, entre altres:			
	• Jerarquia de pantalles, objectes i estil de cada nivell. • Colors. • Indicadors d'alarmes. • Indicadors instantanis de variables analògiques. • Corbes de gràfiques analògiques i digitals. • Elements estàtics a representar i/o a evitar. • Personalització segons el rol dels usuaris.	21.120,00 €	1 ut.	17.107,20 €
1.10	Disseny tècnic de l'SCADA			
	Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a definir el disseny tècnic del SCADA per tot el esquema de ATL (de manera genèrica):			
	• Controladors i altres components de tercers. • Elements, mòduls i components del SCADA a nivell de software i hardware (servidors, clients, PC, dispositius mòbils, bases de dades). • Redundància, alta disponibilitat, store and forward. • Pla de contingència. • Requeriments de hardware i de SO. • Política de gestió tècnica del canvi, eina de control de versions i polítiques de còpies de seguretat i restauració. • Mesures de seguretat. • Disseny tècnic de llibreria d'objectes SCADA. • Revisió i adaptació.	16.560,00 €	1 ut.	13.413,60 €
	Tota la nova arquitectura s'haurà de dissenyar conjuntament amb els especialistes d'Aspentech, per la qual cosa dins de l'abast dels treballs contractats s'ha de disposar d'un servei d'hores / suport lligat entre el contractista del servei i el fabricant del software inclos en l'oferta del contractista.			
1.11	Disseny funcional de l'SCADA			
	Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a definir el disseny funcional de l'SCADA per tot el esquema de ATL, com per exemple:			
	• Disseny funcional respectant la "Guia d'Estils de Disseny d'Interfícies d'Usuari".			
	• Jerarquia dels elements i de les propietats de cada nivell (per exemple: zona, estació, PLC, bomba, etc.), usuaris i rols, arbre de navegació, disseny de pantalles per cada nivell i per cada rol, visualització en PC. Visualització en dispositius mòbils, gestió d'ordres de comandament i consignes, gestió d'alarmes, gestió d'esdeveniments, gestió d'històrics a la BBDD, càlculs simples amb valors instantanis, càlcul d'estadístics (màxim, mínim i mitjana cada 10 minuts, horària i diària), informes d'ús freqüent, integració amb altres sistemes (per exemple, mòdul de càlcul extern, GMAO, GIS, DWH, LIMS càmeres vídeo, eines de suport a la decisió, Infoplus, etc.).	15.840,00 €	1 ut.	12.830,40 €
	• Disseny de pantalles generals i resum de diferents àmbits i plantes, (per exemple, gestió dels cabalimetres pares i fills dels 11 sectors, taulells genèrics, pantalles de resums varis, etc.).			
	• Disseny i preparació d'elements i equips estàndards per tal que els usuaris avançats es puguin desenvolupar taulells i informes propis.			
	• Pantalles en base a receptes i analítica estadística per tal de notificar des del centre de control de xarxa als centres de control de plantes de les previsions de demanda i per tant de les ordres de producció.			

1.12 Qualitat i marc de treball			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a definir el disseny tècnic i funcional de les eines i procediments (el més automatitzats possible) que conformaran el control de qualitat i marc de treball del tècnics encarregats del manteniment del nou disseny del sistema d'automatització i telecontrol, així com els punts a tenir en compte per mantenir una qualitat de l'evolució del propi disseny inicial. Alguns possible punts a tenir en compte, poden ser: • Com treballar en un flux des de desenvolupament cap a producció, assegurant la correcta integració amb la darrera versió desplegada en cada pas. • Definició de l'ús de control de versions per cadascun d'aquell components del nou disseny que ho requereixin i que sigui comú per l'equip de PLC i SCADA. • Incloure, per aquells components del sistema on sigui possible, el concepte d'integració continua (amb eines com Jenkins o Sonarqube, per exemple). • Definició de qualitat del codi i com garantir la continuïtat de la qualitat d'aquest en possibles canvis o noves integracions futures. • Automatització d'aquells processos de modificació, integració i proves (test de codi, FAT, SAT, etc.) del sistema, com poden ser suites de tests per possibles codis de programació, definicions de formats d'entrada i sortida pels processos d'integració o modificacions de nous actius productius a l'SCAD. • Plans de proves per fer test de rendiment i per garantir la disponibilitat des sistemes redundants, contingència, còpies de seguretat, etc. • Definir, si és necessari, una eina de treball comú pels equips d'automatització i telecontrol, sempre i quan es pugui integrar amb les eines GIM i ServiceDesk actualment en ús a ATL. La intencionalitat d'aquest paquet de treball es definir una metodologia de treball comuna, automatitzada i de qualitat, sobre el nou disseny del sistema d'automatització i telecontrol, que permeti la màxima qualitat dels seus components durant la vida activa de la seva implantació, tot i que es produeixin futures integracions i modificacions, degut a possibles necessitats actualment no requerides o contemplades.			
	10.780,00 €	1 ut.	8.731,80 €
1.13 Monitorització			
Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a definició de la eina, o integració amb l'eina Nagios existent a ATL, per tal de monitoritzar tot el sistema d'automatització i telecontrol, des de diversos punts de vista: • Perspectiva IT: CPU, memòria, etc. dels servidor SCADA i bases de dades. • Perspectiva OT: CPU, memòria, etc. dels PLC. • Perspectiva de comunicacions: Accés als PLC, visibilitat entre servidors, retard de les comunicacions, etc. • Perspectiva de qualitat: Elements redundants o mal configurats a les diverses bases de dades, errors o advertències, etc. Amb aquestes perspectives, es demana definir un conjunt de sondes de control que s'implementaran i el procés d'implantació de noves en cas que s'hagi de fer, per part de l'equip d'ATL, el desenvolupament i integració de noves sondes al sistema de monitorització.			
	10.780,00 €	1 ut.	8.731,80 €
2.1 Migració de la planta de l'ETAP del Cardener			
Els treballs a realitzar en cada instal·lació per tal de deixar 100% operatives les estacions definides amb els nous estàndards definits en el present projecte, resumint i entre altres: • Configuració, programació i posta en marxa dels PLC (ControlLogix). • Configuració, programació i posta en marxa dels HMI. • Configuració, programació, implantació i posta en marxa del sistema de telecontrol de la planta (SCADA) amb recuperació de dades entre PLC i sistema de telecontrol (SCADA + Historian) en cas de pèrdua de comunicacions i funcionament aïllat. • Subministrament, configuració, programació, implantació i posta en marxa de controladors/mòduls de comunicacions (per exemple, Kepserver o similar) i protocols específics (OPC UA, DNP3, MQTT, etc.), així com llicències d'ús de llibreries. • Subministrament i instal·lació, com per exemple: - Sistema de visualització i recuperació de dades a camp (HMI, miniPC, panelPC, etc.). - Materials auxiliars per la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.). • Definir i realitzar proves FAT. • Posta en marxa. • Definir i realitzar proves SAT. • Integració amb el sistema de monitorització. Subministrament, instal·lació, programació i configuració de panel d'operador HMI amb el sistema de recuperació de dades, basat en aquells equips i elements que millor s'ajustin a aconseguir la solució a la problemàtica definida en el PPTP, ja sigui via PanelView, miniPC o panelPC, s'inclou tot el hardware i el software necessari, completament instal·lat, probat, programat i 100% operatiu, així com tot els treballs i material auxiliar necessari per a la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.).			
	36.608,00 €	1 ut.	29.652,48 €
	1.500,00 €	3 ut.	3.645,00 €

2.2 Migració 10% estacions remotes de la xarxa de distribució i representació sectors

Migració d'unes 25 estacions remotes per tal de validar tota la documentació generada en el present projecte, així com la representació gràfica al sistema de telecontrol (SCADA) de les pantalles de gestió dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució.

La següent llista és orientativa podent-se modificar en qualsevol moment per necessitat de la propietat, per altres de característiques similars.

• Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Est, N810. EB. Cardedeu – Llinars; N910. Dipòsit de Cardedeu; N902. Dipòsit de Llinars; N904 EB. St. Antoni de Vilamajor; N911/N908. EB. Del Mirador/ Dipòsit St. Antoni de Vilamajor; N913/N912. Dipòsit del Mirador / EB Cànoves Samalús; N914. Dipòsit de Cànoves i Salamús.

• Estacions remotes de la Conducció Comarcal Vallès Oriental Centre, M805. EB. de Granollers; M805. Dipòsit de Granollers; M81T. Instal·lació FV Dipòsit de Granollers; M806. Dipòsit de Bellavista; M802. Dipòsit la Torreta; L803. Dipòsit Canovelles; M901. EB. De Llerona; L902. Dipòsit de la Garriga; L907. Dipòsit Mas Dorca; M903. Dipòsit Sta. Digna; L903. Dipòsit de l'Ametlla; L902. EB. de la Violona; L906. Dipòsit de la Violona.

Els treballs a realitzar en cada instal·lació seran tots aquells necessaris per tal de deixar 100% operatives les estacions definides amb els nous estàndards definits en el present projecte, resumint i entre altres:

- Configuració, programació i posta en marxa dels PLC (ControlLogix).
- Configuració, programació i posta en marxa dels HMI.
- Configuració, programació, implantació i posta en marxa del sistema de telecontrol (SCADA) a totes les estacions remotes migrades, amb recuperació de dades entre els PLC i sistema de telecontrol (SCADA + Historian) en cas de pèrdua de comunicacions i funcionament aïllat. Així com el disseny, configuració i representació gràfica al sistema de telecontrol (SCADA) de les pantalles de gestió dels cabalímetres pares i fills dels 11 sectors definits al llarg de la xarxa de distribució, incloïu comunicacions amb sistema SCADA actual per obtenir les dades.
- Subministrament, configuració, programació, implantació i posta en marxa de controladors/mòduls de comunicacions (per exemple, Kepserver o similar) i protocols específics (OPC UA, DNP3, MQTT, etc.), així com llicències d'ús de llibreries.
- Subministrament i instal·lació, com per exemple:
 - Els PLC, o material relacionat, per la migració d'aquests, allà on sigui necessari (material segons "Annex 2. Resum dels PLC a renovar").
 - Sistema de visualització i recuperació de dades a camp (HMI, miniPC, panelPC, etc.)
 - Materials auxiliars per la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.)

- Definir i realitzar proves FAT.
- Posta en marxa.
- Definir i realitzar proves SAT.
- Integració amb el sistema de monitorització.

Subministrament, instal·lació, programació i configuració de material de PLC per a la migració dels equips SLC500 cap a CompacLogix (segons estàndard de PLC definit en aquest projecte) i d'acord al llistat de "Annex 1. Resum de planta i d'estacions remotes a migrar", completament instal·lat, probat, programat i 100% operatiu, així com tot els treballs i material auxiliar necessari per a la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.).

89.760,00 € 1 ut. 72.705,60 €

Subministrament, instal·lació, programació i configuració de panel d'operador HMI amb el sistema de recuperació de dades, basat en aquells equips i elements que millor s'ajustin a aconseguir la solució a la problemàtica definida en el PPTP, ja sigui via PanelView, miniPC o panelPC, s'inclou tot el hardware i el software necessari, completament instal·lat, probat, programat i 100% operatiu, així com tot els treballs i material auxiliar necessari per a la correcta instal·lació (borns, proteccions, cablejats, etc.).

1.500,00 € 25 ut. 30.375,00 €

2.3 Implantació del control de qualitat i marc de treball

Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per tal que, una vegada finalitzada la migració i implantació dels paquets de treball 2.1 i 2.2, serà necessari implantar el marc de treball definit en el paquet de treball 1.12 i validar el seu funcionament sobre les estacions i planta migrats.

14.784,00 € 1 ut. 11.975,04 €

2.4 Traspàs i formació

Definir l'equip de treball, realitzar l'índex del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per tal que, una vegada finalitzada la migració i implantació dels paquets de treball 2.1, 2.2 i 2.3, o després de cada lliurable que ho requereixi, fer un traspàs definitiu de coneixement cap als diferents usuaris i tècnics d'ATL.

Cap als usuaris/operadora, s'haurà de fer una formació vinculada amb l'explotació dels elements migrats, com fer ús d'aquests i quines noves funcionalitats tenen disponibles.

5.368,00 € 1 ut. 4.348,08 €

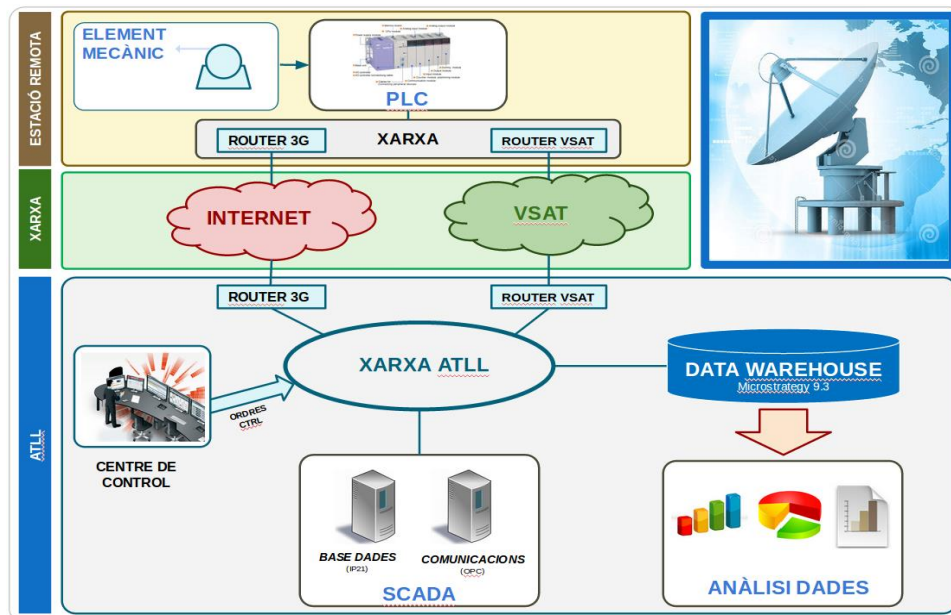
Cap als tècnics d'SCADA i PLC d'ATL, s'haurà de fer un traspàs de tot el disseny, conjuntament amb una formació específica que traslladi tots els coneixements i procediments tècnics necessaris per ser totalment autònoms alhora de mantenir i evolucionar el nou model.

3.1 Definició i metodologia de la migració de la fase 2, 100% de les estacions remotes i plantes potabilitzadores			
Definir l'equip de treball, realitzar l'index del paquet de treball, programar i dirigir les reunions de treball necessàries i redactar i validar la documentació associada per a finalment, la darrera actuació dels treballs objecte d'aquest plec, hi ha la definició i protocol de com s'ha d'executar la migració del 100% de les estacions remotes i plantes potabilitzadores de l'empresa.			
Es definirà, entre altres:			
- Llistat d'estacions a migrar, identificant els equips d'automatització afectats en cada instal·lació (PLC, HMI, xarxes i targetes de comunicacions, etc.). - Disseny tècnic del futur desplegament del nou SCADA (desplegament fora del abast del actual projecte). Definir les tasques, dependències, metodologies i eines necessàries per poder fer la migracions del SCADA de tots el centres de control (independentment de si coincideix o no amb la migració dels PLC i de la resta d'elements) sense afectació a la prestació del servei del sistema de telecomandament i automatització. - Dependències entre equips a migrar, traspàs de dades entre els PLC (per exemple, binomi "Estació de bombament - Dipòsit", cabal de captació al sistema de dosificació de reactius, etc.). - Temps necessari per a executar cada un dels passos de la migració, en funció de la tipologia de la instal·lació i els equips que tingui: - Migració física d'elements de PLC. - Migració física d'elements del HMI. - Modificar programa del PLC basat en programació per objectes. - Modificar HMI a programació per objectes. - Disseny i programació pantalla SCADA. - Proves de funcionament (FAT i SAT) i posada en marxa. - Planning de traspàs de totes les instal·lacions.			
	5.280,00 €	1 ut.	4.276,80 €
Cost directe			347.775,12 €
Cost indirecte			81.576,88 €
Despeses Generals			55.815,76 €
Benefici Industrial			25.761,12 €
Cost total			429.352,00 €
IVA 21%			90.163,92 €
Total contracte			519.515,92 €

Taula 3 Pressupost.

ANNEX D. Entorn Actual.

D.I Sistema de supervisió i control



Il·lustració 9 Esquema resum entorn actual sistema de supervisió i control.

Tal i com s'explica al capítol 3, el sistema de control està dividit en 6 zones. Cadascuna d'elles és independent de la resta:

- Xarxa distribució (també conegut com "Remotes")
- Estació de tractament d'aigua potable del Ter (ETAP Ter)
- Estació de tractament d'aigua potable del Llobregat (ETAP Llobregat)
- Dessalinitzadora del Prat (ITAM Prat)
- Dessalinitzadora de la Tordera (ITAM Tordera)
- Estació de tractament d'aigua potable del Cardener (ETAP Cardener)

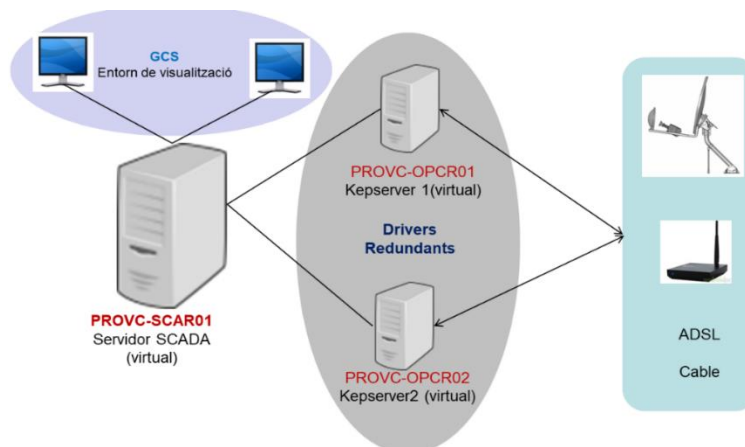
Cadascuna d'aquestes es autònoma i disposa d'un Centre de Control (CC). El nucli tecnològic de cada Centre de Control i els números aproximats més significatius es pot resumir dels centres implicats en aquest projecte es defineixen a la Taula 4:

CC	SCADA	Controladors	Polling	# Tags	# PLC	# Pantalles
Xarxa distribució	Infoplus.21	Kepserver	25 - 35 s	74.000	270	330
ETAP Ter	Infoplus.21	Kepserver	10 s	23.000	18	100
ETAP Llobregat	Infoplus.21	Kepserver	8 s	67.000	67	140
ETAP Cardener	Intouch	RSlinx	5 s	-	2	25

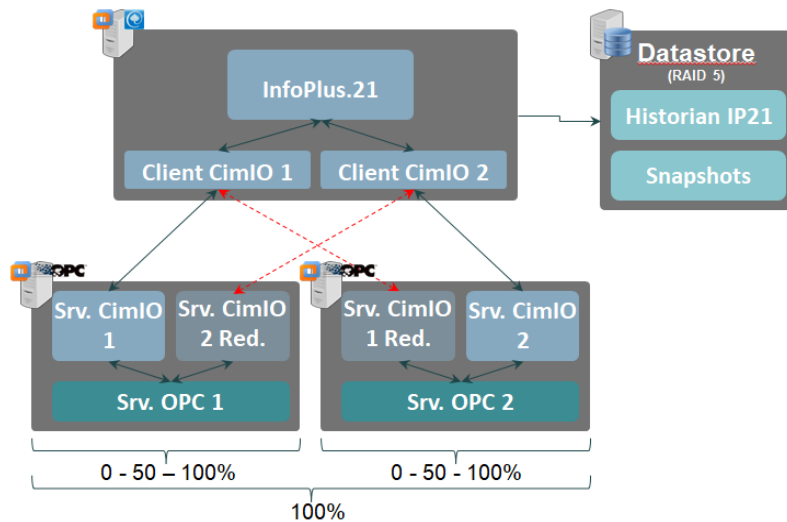
Taula 4 Número aproximat de tags, PLC i pantalles a cada centre.

Els tres CC que fan servir InfoPlus.21 tenen la mateixa arquitectura basada en tres servidors de Windows (amb una arquitectura física i lògica tal i com es representen a la Il·lustració 10 i Il·lustració 11, respectivament), i un numero gran de clients dispersats per tota la empresa:

- 1 Servidor de Windows:
 - “Aspen InfoPlus.21”: SCADA amb,
 - Bases de dades en temps real
 - Historian
 - Repositori de pantalles GCS (OPCON)
- 2 Servidor de Windows:
 - Kepserver (Allen-Bradley Suite): Controladors de comunicació amb els PLC.



Il·lustració 10 Arquitectura física dels components que formen un paquet SCADA.



Il·lustració 11 Arquitectura lògica del paquet SCADA.

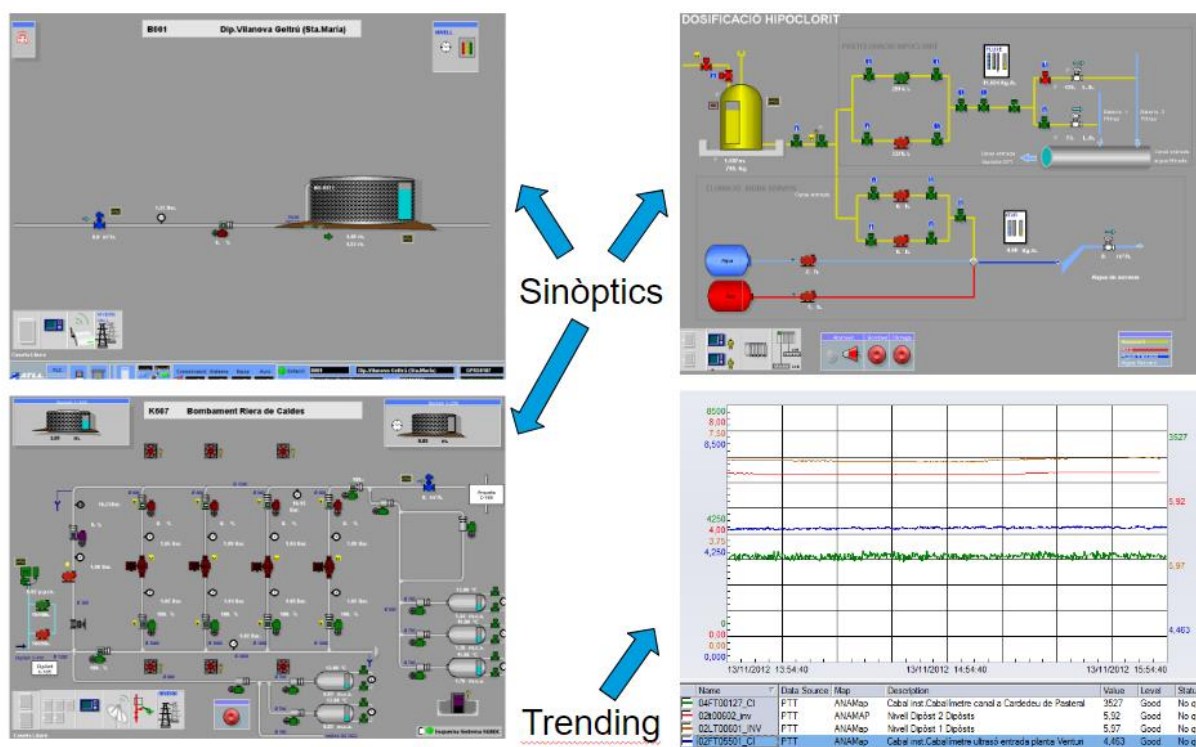
Existeixen dos Kepservers idèntics en prestacions i configuracions, en condicions normals hi ha un repartiment de càrrega i el 50% del PLC van pel controlador 1 i la resta pel controlador 2. En cas de que un dels dos Kepserver falli o bé perdi les comunicacions, l'altre Kepserver agafarà les comunicacions del 50% restant de PLC. Aquesta basculació és automàtica i la realitza/supervisa el Infoplus.21.

Per altra banda, els clients al Centre de Control, i els dels usuaris en particular, que accedeixen a la informació d'Infoplus.21 i mostren els processos són:

- Client sinòptic SCADA “GCS OPCON” del fabricant AspenTech.
- Client visor de gràfiques (trending) “aspenONE Process Explorer” del fabricant AspenTech.

En el cas de l'ETAP Cardener, la configuració actual del CC és el d'un SCADA amb un únic usuari concurrent que permet realitzar connexions remotes mitjançant escriptori remot:

- 1 Servidor amb Windows:
 - Intouch 2017
 - RSLinx Classic OEM driver

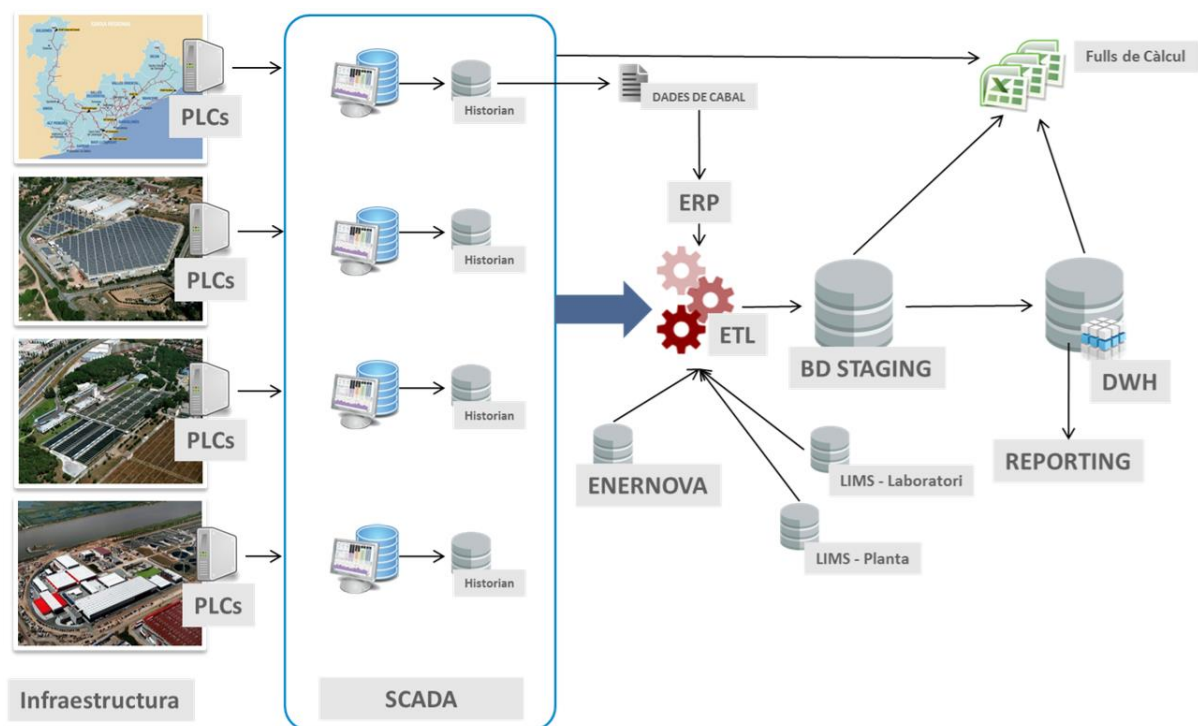


Il·lustració 12 Exemple de pantalles amb GCS OPCON i AspenONE Process Explorer.

El producte “GCS OPCON” és un client SCADA a on es pot visualitzar la informació de manera sinòptica, llistat d’alarmes i esdeveniments. També es poden donar ordres de control i enviament de consignes. Per enviar ordres o modificar consignes es necessita que l’usuari estigui autenticat mitjançant usuari/contrasenya.

“GCS OPCON” és un producte que es pot considerar obsolet doncs des de fa més de 10 anys el seu fabricant no l’actualitza ni evoluciona. No existeix cap visor del SCADA via Web o des de dispositius mòbils.

Els SCADA formen part de l’actual integració de dades amb altres bases de dades corporatives, com es pot visualitzar en l’esquema de la Il·lustració 13.



Il·lustració 13 Arquitectura d'integració de dades amb base de dades corporatives.

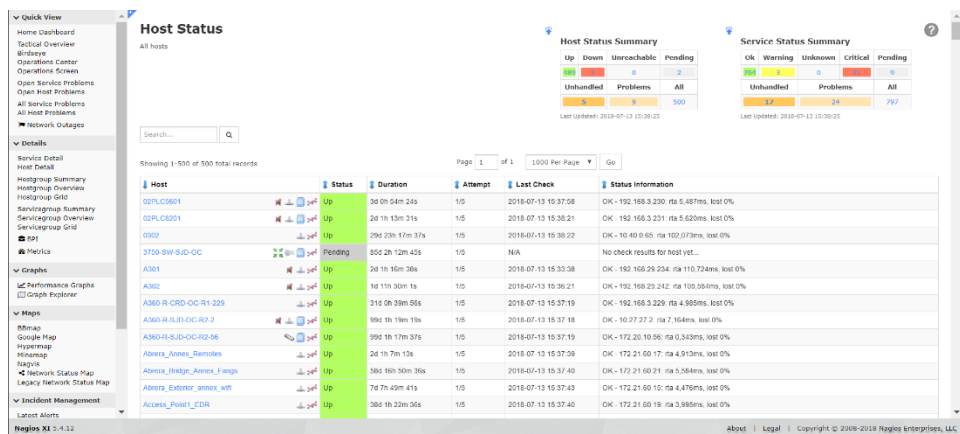
A cada CC existeix el seu propi CPD a on estan físicament els entorns virtuals respectius (VMware vSphere 5 o superior) i, a més, existeix un sistema de contingència basat en:

- SCADA: RSView
- Comunicacions: TETRA, amb la xarxa Rescat, amb un % important dels PLC de la xarxa de Remotes.

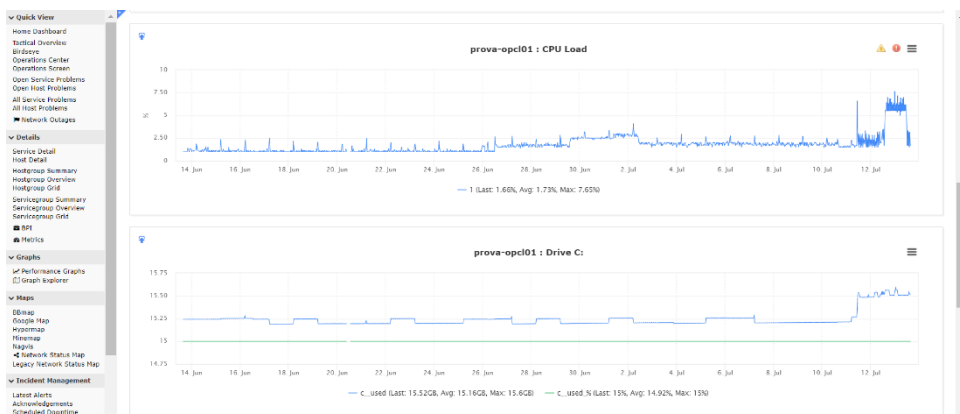
D.II Servei de monitorització

Existeix una plataforma de monitorització de tota la infraestructura IT de ATLL, inclòs serveis, sistemes operatius, protocols de xarxa, mètriques de sistemes i la infraestructura de xarxa elements de comunicacions.

La plataforma està realitzada amb la tecnologia Nagios XI. S'ha creat un grup SCADA per agrupar i monitoritzar els components relacionats dels centres de control de Remotes, ETAP Llobregat, ETAP Ter i ETAP Cardener. Nagios està registrant els històrics de les mesures i els esdeveniments en una base de dades. També està operatiu el sistema d'enviament de notificacions per correu.



II-lustració 14 Exemple 1 d'imatge de Nagios XI per SCADA.



II-lustració 15 Exemple 2 d'imatge de Nagios XI per SCADA.

Es monitoritzen i es generen les notificacions pertinents per correu davant una anomalia, entre d'altres, per:

- Estat comunicacions PLC per cable
- Estat comunicacions PLC per ADSL
- Estat comunicacions PLC per GPRS
- Estat comunicacions PLC per VSAT/3G
- Estat de les tasques de Infoplus.21
- Execució correcta dels aplicatius Kepservers
- Visibilitat de pings amb els servidors
- Visibilitat de pings amb els equips de comunicació (Routers, switch, gateways, etc.)
- Estat de % de la CPU dels servidors
- Estat del antivirus dels servidors
- Estat de la RAM dels servidors
- Espai en les unitats de disc del servidor.

La plataforma de monitorització facilita els manteniments correctius i preventius de la infraestructura IT.