



Aigües de Vilafranca

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS (PPTP), QUE REGIRÀ LA LICITACIÓ, MITJANÇANT PROCEDIMENT OBERT SIMPLIFICAT NO SUBJECTE A REGULACIÓ HARMONITZADA, PER LA RENOVACIÓ DEL TELECONTROL D'AIGÜES DE VILAFRANCA (AV23-009)



ÍNDEX

ÍNDEX	2
1. INTRODUCCIÓ	4
1.1. OBJECTE DEL DOCUMENT	4
1.2. ANTECEDENTS	4
1.3. SITUACIÓ ACTUAL	4
2. DEFINICIÓ DEL NOU SISTEMA.....	6
2.1. INTRODUCCIÓ	6
2.2. UBICACIONS	6
2.2.1 Dipòsits i pous	7
2.2.2 Cambres.....	15
2.3. SISTEMA DE TELECONTROL	18
2.3.1 Mobilitat	18
3. ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES	19
3.1. ESPECIFICACIONS I CONDICIONS GENERALES	19
3.2. UBICACIONS	19
3.2.1 3.2.1 Requisits de muntatge i instal·lació	19
3.2.2 3.2.2 Detall de les remotes i la instal·lació.....	20
3.2.3 Descripció general de funcionament	24
3.2.4 Descripció específica de funcionament	27
3.3. CAMBRES	28
3.3.1 Funcionament i requisits	29
3.4. INFRAESTRUCTURA DE TELECONTROL	30
3.5. SISTEMA SCADA.....	31
3.5.1 Requisits	32
3.6. MÒDUL SCADA DE CONTROL DE VESSAMENT	38
3.6.1 Descripció de les pantalles.....	38
3.6.2 Descripció dels informes	39
3.7. MÒDUL DE DETECCIÓ DE FUITES.....	46
3.7.1 Detecció de fuites per comparació de corbes de cabal d'entrada de sector	47
3.7.2 Detecció de fuites pel mètode dels mínims quadrats	49



Aigües de Vilafranca

3.7.3	<i>Detecció de fuites basat en anàlisi de cabals nocturns</i>	50
3.7.4	<i>3.7.5 Detecció de fuites basat en balanç hídric sectors-abonats</i>	52
3.7.5	<i>Indicadors</i>	53
3.8.	MÒDUL DE CONTROL DE LA PRESSIÓ PER SECTORS	54
3.9.	SALA DE CONTROL	55
4.	PROPOSTA ECONÒMICA	57
4.1.	UBICACIONS	57
4.2.	INFRAESTRUCTURA SCADA COM A SERVEI I APLICACIONS	58
4.3.	SALA DE CONTROL	59
4.4.	ALTRES SUBMINISTRAMENTS	60
4.5.	TAULA RESUM	60
5.	ANNEXOS	60
5.1.	EXEMPLE DE CÀLCUL DE CABALS NOCTURNS	60



Aigües de Vilafranca

1. Introducció

1.1. Objecte del document

L'objecte d'aquest document és definir els requisits d'automatització i pressupost per a les estacions remotes, cambres, dipòsits i pous, així com detallar les necessitats i requisits del sistema SCADA de telecontrol per l'Empresa Municipal Aigües de Vilafranca, SA (en endavant EMAVSA).

1.2. Antecedents

EMAVSA té un sistema centralitzat d'informació i control de les seves instal·lacions, des d'on es pot controlar de manera eficaç la quantitat i qualitat de l'aigua que circula o s'emmagatzema en la seva xarxa i dipòsits. Aquest sistema centralitzat, li dona la possibilitat de disposar en temps real d'informació i comandament sobre el conjunt d'instal·lacions que, disperses geogràficament, li permeten oferir els serveis d'aigua de manera eficient (dipòsits, pous, estacions de bombament d'abastament...).

El sistema de telecontrol presenta una certa varietat d'equips de telemesura i control (tant en l'àmbit de PLC com pel que fa a sistemes de supervisió), automatització i SCADA. De manera complementària als equips, es compta amb aplicacions diverses per ajudar a l'explotació.

Aquesta arquitectura ha quedat obsoleta, sent necessària l'actualització tant dels equips de camp, que no tenen suport, com el sistema SCADA que requereix d'un constant manteniment de sistemes i llicències no actualitzades.

A més de la des actualització, l'extraordinari desenvolupament i creixement experimentat en els últims anys pel nombre d'instal·lacions que es gestionen, la vocació d'Aigües de Vilafranca de prestar el millor servei possible al ciutadà en un context d'especial atenció i cura del recurs i del medi ambient, obliguen ara a revisar i actualitzar la infraestructura per a adaptar-la a les noves tendències i preparar-la per als nous reptes actuals i futurs.

1.3. Situació actual

La infraestructura actual està basada en la instal·lació d'instrumentació que capta totes les mesures estratègiques que, mitjançant el sistema de control modular Itowa SM-Series, s'agrupen en un centre de control que té un sistema de captació de dades per a poder emmagatzemar i gestionar la informació obtinguda.

L'actual tipologia de sistema de visualització i control d'Aigües de Vilafranca es basa en un SCADA central que comunica amb les diferents ubicacions. Les ubicacions consten de 27 estacions remotes i 13 cambres de sector.



Aigües de Vilafranca

Les estacions remotes es poden classificar en tres tipus: dipòsits, pous o una combinació de les dues.

Les cambres de sector estan formades per un comptador de cabal, vàlvula reguladora de pressió amb pilot remot (consigna de posició externa i feedback de posicionament), transmissor de pressió d'entrada i transmissor de pressió de sortida.

Actualment algunes instal·lacions no es poden controlar ni monitorar i altres estan fora de servei per manca de recanvis o integradors del sistema.

2. Definició del nou sistema

2.1. Introducció

EMAVSA necessita un sistema integral que controli les ubicacions actuals i permeti la gestió de les dades mitjançant gràfiques, taules i informes personalitzats.

Aquest sistema estarà basat en un SCADA amb capacitat de procés i emmagatzematge adequats per al funcionament en continu de tota la infraestructura. Ha d'enregistrar les dades en bases de dades SQL i ha de poder connectar amb software extern per ampliacions futures. Això només es pot aconseguir amb un SCADA modern, amb protocols oberts, estandarditzats i amb llenguatges de programació actuals.

A més del sistema central SCADA, les estacions remotes i cambres, s'han de controlar i monitorar mitjançant protocols oberts i que tinguin una acceptació en l'àmbit global, evitant sempre els equips amb protocols propietaris. Per a aconseguir-ho, el telecontrol de cada estació ha de ser un sistema amb PLC industrial amb capacitat de monitoratge i programació remota. Han de complir requisits de ciberseguretat i no poden ser de marques propietàries que no tinguin una distribució general a diferents proveïdors. Es descarten tots els sistemes de telecomandaments propietaris.

Les actuacions del projecte de renovació es divideix en 2 grups:

- Ubicacions. Renovar i adequar totes les ubicacions que requereixin un control o monitoratge.
- Sistema de telecomandament. Dotar de tota l'arquitectura de programari per tal de monitorar, controlar i gestionar les instal·lacions i la gestió de la informació.

2.2. Ubicacions

Les ubicacions a monitorar i controlar son de tres tipus:

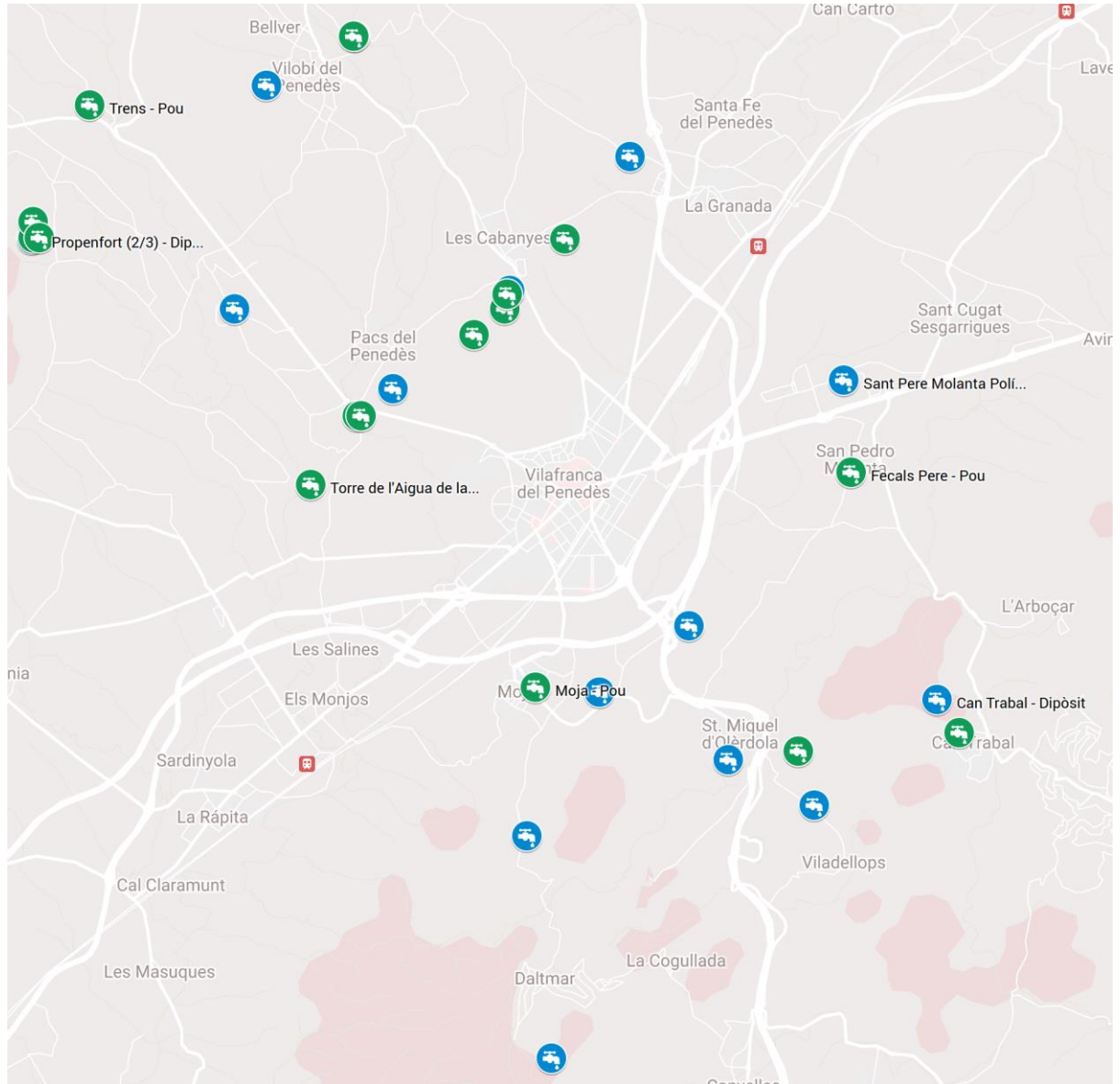
- Dipòsits
- Pous
- Cambres de sector

Estan situades a diferents punts de la geografia de Vilafranca. Ara mateix els equips instal·lats a cada una d'aquestes ubicacions és diferent i no està unificat.

Amb l'objectiu de simplificar la renovació, es pretén adequar cada una d'aquestes instal·lacions per tal d'habilitar el seu monitoratge i control, actualitzant o bé instal·lant de nou el control.

2.2.1 Dipòsits i pous

La ubicació dels dipòsits i dels pous es mostren en el següent mapa:





Aigües de Vilafranca

Relació d'ubicacions i localització

Ubicació	Coordenades
Sant Pau - Dipòsit	41.3560769182469, 1.67389877018928
Casal 2000	41.3617606478013, 1.68525636441679
Cristallera	41.3644219928981, 1.68950220982186
Pacs Riera Caseta - Pou	41.3532224899669, 1.66883468221039
Pacs Riera - Pou	41.3532928, 1.6694485
Cabanyes (1/2) - Dipòsit	41.3663120714854, 1.69019891286298
Cabanyes (2/2) - Pou	41.365989830912, 1.68988327116383
Ca l'Andraix - Pou	41.3718278524988, 1.6979858134915
Els Pujols - Dipòsit	41.3804739497518, 1.70696138772559
Vilobí Poble - Dipòsit	41.3879433513702, 1.65625765889578
Vilobí Riera - Dipòsit	41.3930587843958, 1.66850322039459
Vilobí Riera - Pou	41.3930095, 1.6683542
Trens - Pou	41.3858333791722, 1.63154646073023
Propenfort (1/3) - Pou Caseta Clor	41.3718525994001, 1.62351480183615
Propenfort (2/3) - Dipòsit	41.371848, 1.62342
Propenfort (3/3) - Pou Caseta Comptadors	41.371976, 1.624462
Propenfort Ametller - Pou	41.3736267, 1.623613
Pla de Cavalls - Dipòsit	41.3644744, 1.6516814
Fecals Pere - Pou	41.3473493, 1.7378423
Rocallisa - Dipòsit	41.324179, 1.702633
Torre de l'Aigua de la Bleda	41.3459798, 1.6624172



Aigües de Vilafranca

2.2.1.1 Inventari d'equipaments en els dipòsits i pous

Existeixen 17 ubicacions a restaurar per a poder monitorar i controlar. A continuació es detalla la relació d'equips instal·lats actualment.

2.2.1.1.1 Casal 2000

Instal·lació formada per dos pous.

Quantitat	Equip
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
2	Cabalímetre.
2	Bomba Pou.

2.2.1.1.2 Cristallera

Instal·lació formada per un pou

Quantitat	Equip
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
1	Cabalímetre.
1	Bomba Pou.
1	Bomba Cloració + Dipòsit Hipoclorit + Nivell de Clor.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.3 Sant Pau

Instal·lació formada per 3 dipòsits

Quantitat	Equip
6	Nivell Dipòsit Piezomètric.
3	Cabalímetre.
2	Bomba de Recirculació.
1	Dipòsits de Clor Gas.
1	Bomba de Sosa + Dipòsit de Sosa + Nivell de Sosa.
1	Detector de fuites de clor.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.4 Cabanyes

Instal·lació formada per 2 dipòsits i 1 pou.



Aigües de Vilafranca

Quantitat	Equip
3	Nivell de Dipòsit Piezomètric
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
1	Cabalímetre.
3	Bomba de Recirculació.
1	Bomba Pou.
1	Bomba Cloració + Dipòsit Hipoclorit + Nivell de Clor.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.5 Vilobí Riera

Instal·lació formada per 1 dipòsit i 1 pou.

Quantitat	Equip
1	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
1	Comptador.
1	Bomba de Pou.
1	Bomba de Recirculació.

2.2.1.1.6 Vilobí Poble

Instal·lació formada per 2 dipòsits.

Quantitat	Equip
2	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
2	Comptador.
1	Bomba de Cloració.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.7 Propenfort Ametllers

Instal·lació formada per 1 pou. En mal estat i fora de servei.

Cantidad	Equipo
-	-

2.2.1.1.8 Propenfort Comptadors

Instal·lació formada per 1 pou.



Aigües de Vilafranca

Quantitat	Equip
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
1	Cabalímetre.
1	Bomba de Pou.

2.2.1.1.9 Propenfort Caseta

Instal·lació que està formada per 1 dipòsit i 1 pou.

Quantitat	Equip
2	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
2	Cabalímetre.
1	Bomba de Pou.
1	Bomba de Cloració.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.10 Pla de Cavalls

Instal·lació formada per 1 dipòsit.

Quantitat	Equip
1	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
1	Cabalímetre.
3	Bomba Grup de Pressió.
1	Bomba de Recirculació.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.11 Torre la bleda

Instal·lació formada per 3 pous.

Quantitat	Equip
3	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
2	Comptador.
3	Bomba de Pou.
1	Bomba de Cloració.
1	Terbolesa.



Aigües de Vilafranca

1	Analitzador de Clor.
---	----------------------

2.2.1.1.12 Rocallisa

Instal·lació fora de servei, formada per 1 dipòsit i 1 pou.

Quantitat	Equip
1	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
2	Cabalímetre.
2	Bomba de Recirculació.
2	Bomba de Pou.
1	Bomba de Cloració.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.13 Fecals Pere Pau

Instal·lació que compta amb 1 dipòsit.

Quantitat	Equip
1	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
1	Bomba Grup de Pressió.

2.2.1.1.14 Els Pujols la Granada

Instal·lació formada per 2 dipòsits (1 dipòsit està dividit en 2).

Quantitat	Equip
2	Nivell de Dipòsit Piezomètric.
1	Comptador.
1	Bomba Cloració.
1	Analitzador de Clor.

2.2.1.1.15 Pou Ca l'Andraix

Instal·lació formada per 1 pou.

Quantitat	Equip
1	Comptador.
1	Bomba Pou.



Aigües de Vilafranca

2.2.1.1.16 Pous Pacs

Instal·lació formada per 3 pous.

Quantitat	Equip
3	Comptador.
3	Bomba Pou.

2.2.1.1.17 Pou Trens

Instal·lació formada per 1 pou.

Quantitat	Equip
1	Nivell d'aigua en Pou. Boia o similar.
1	Comptador.
1	Bomba Pou.

2.2.1.2 Requisits dels dipòsits i pous

Als dipòsits i pous es requereixen una sèrie d'equips per al seu correcte funcionament. Algunes ubicacions tenen equips instal·lats, però en altres els equips estan avariats o no existeixen. L'adjudicatari ha de preveure els equips que es llisten a continuació. En cas de no existir, s'ha de deixar la remota cablejada, programada i provada. L'adjudicatari no ha de subministrar els equipaments que no existeixin, excepte que ho especifiqui aquest plec.

Els equips a tenir en compte en dipòsits són:

1. **Detector d'intrusisme.** Aquest detector, en cas de no existir, serà responsabilitat de l'adjudicatari el subministrament i la instal·lació.
2. **Nivell d'aigua al dipòsit.** La mesura del nivell ve donada per un nivell piezomètric o bé radar. La sortida d'aquest equip serà 4..20mA. S'ha de preveure l'estat de fallada de l'equip.
3. **Cloració.** Formada per:
 - a. Bomba de cloració i dipòsit d'hipoclorit amb sensor de nivell mínim
 - b. Bomba d'àcid i dipòsit d'àcid amb sensor de mínim
 - c. Bomba d'aigua de neteja. Només en cas de no tenir pressió d'aigua potable.
 - d.



Aigües de Vilafranca

4. **Analitzador de clor.** Format per:

- a. Bomba de recirculació
- b. Equip analitzador de clor en continu. Mesura de 4..20mA i detecció de fallada.

5. **Analitzador de terbolesa.** Amb senyal 4..20mA de terbolesa actual i detecció de fallada.

6. **Cabalímetre de sortida.** Amb senyal 4..20mA i senyal de polsos de cabal per al totalitzador.

Els equips a tenir en compte als pous són:

1. **Detector d'intrusisme.** Aquest detector en cas de no existir serà responsabilitat de l'adjudicatari el subministrament i la instal·lació.

2. **Mesurador de nivell d'aigua al pou.** La mesura del nivell ve donada per un nivell hidroestàtic. La sortida d'aquest equip serà 4..20mA.. s'ha de preveure l'estat de fallada de l'equip.

3. **Detector d'aigua al pou.** Sensor digital de existència d'aigua al pou.

4. **Cloració.** Formada per:

- a. Bomba de cloració i dipòsit d'hipoclorit amb sensor de nivell mínim
- b. Bomba d'àcid i dipòsit d'àcid amb sensor de mínim
- c. Bomba d'aigua de neteja i dipòsit d'aigua amb sensor de nivell mínim i màxim. Només en cas de no tenir pressió d'aigua potable.

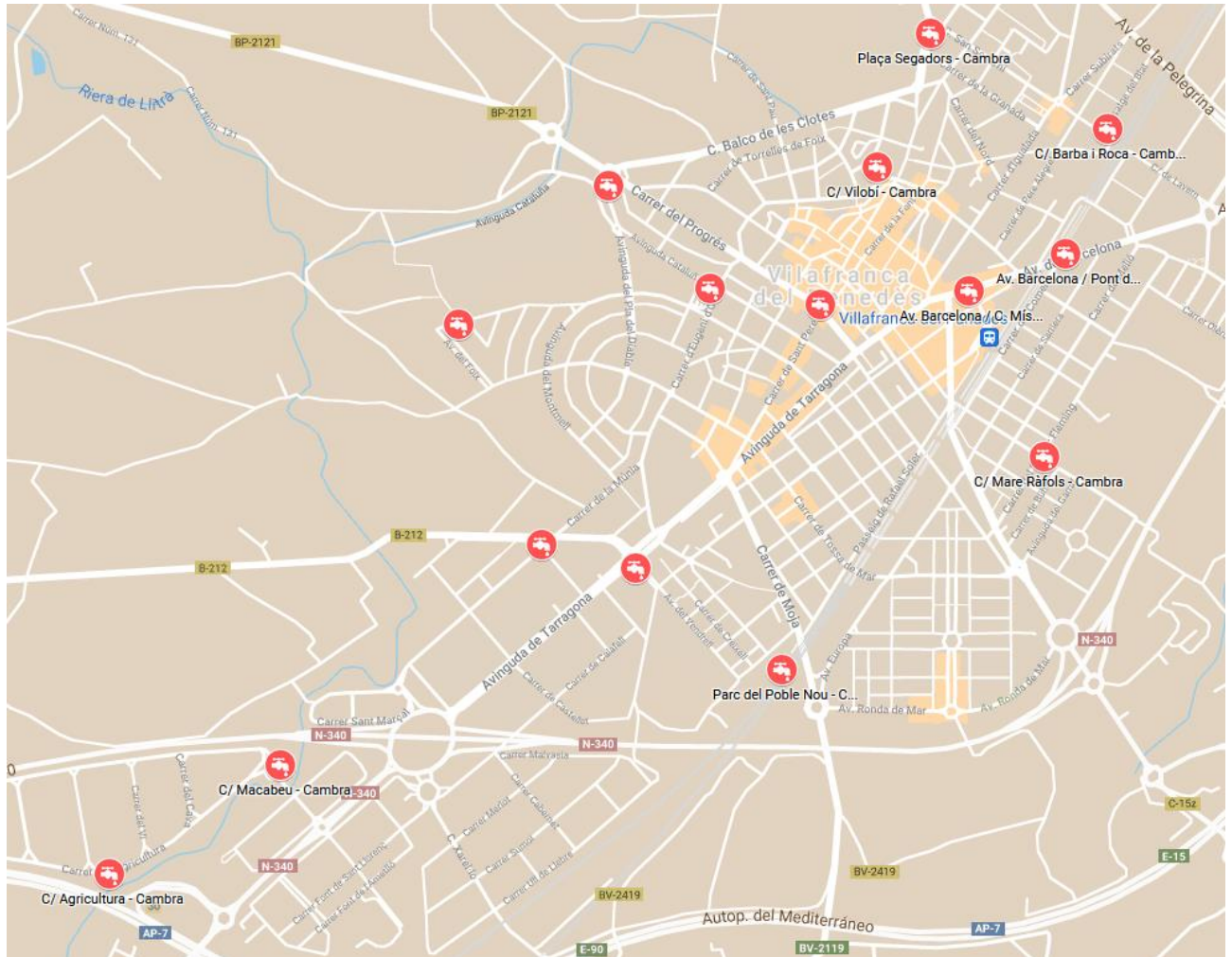
5. **Cabalímetre de sortida.** Amb senyal 4..20mA i senyal de polsos de cabal per al totalitzador.



Aigües de Vilafranca

2.2.2 Cambres

La ubicació de les cambres es mostra en el següent mapa:





Aigües de Vilafranca

Relació de cambres i localització

Ubicació	Coordenades
Av. Barcelona / C. Misser Rufet	41.3459743550, 1.7024880530
Av. Barcelona / Pont del Carril	41.3469514350, 1.7058357830
Font dels Alls	41.3456199300, 1.6973391950
Av. Catalunya	41.3460496300, 1.6935296630
C. Vilobí	41.3492013490, 1.6993369150
Pl. Segadors	41.3526693550, 1.7011852880
Pl. Onze de Setembre	41.3568797020, 1.7015307530
C. Barba i Roca	41.3501979070, 1.7072804920
C. Mare Ràfols	41.3416295790, 1.7051540120
Parc del Poble Nou	41.3361101840, 1.6960109490
Av. El Vendrell	41.3387631800, 1.6909611480
C. La Múnia	41.3393860640, 1.6876811330
C. Agricultura	41.3308111400, 1.6726911870
C. Camí de la Bleda	41.3451191630, 1.6848312700
Av. Pla del Diable	41.3487210020, 1.6900241650
C. Macabeu	41.3336383070, 1.6786173760

2.2.2.1 Inventari d'equipaments a les cambres

Existeixen 6 cambres instal·lades i 10 amb previsió d'existir, en total 16 cambres. Aquestes cambres estan formades pels següents equips.

Quantitat	Equip
2	Transmissor de pressió, sortida 4..20mA
1	Vàlvula reguladora de pressió, servo pilotada electrònicament



Aigües de Vilafranca

2.2.2.2 Requisits de les cambres

Al les cambres es requereixen uns equips mínims per al seu correcte funcionament. L'adjudicatari ha de preveure com a mínim els equips que es llisten a continuació. En cas de no existir actualment, s'ha de deixar la remota cablejada, programada i provada. L'adjudicatari no ha de subministrar els equipaments que no existeixin, excepte que ho especifiqui aquest PPTP.

Els equips a tenir en compte a les cambres són:

- 1. Detector d'intrusisme.** Aquest detector, en cas de no existir, serà responsabilitat de l'adjudicatari subministrar i instal·lar-ho.
- 2. Transmissor de pressió a l'entrada** de la cambra amb sortida 4..20mA
- 3. Transmissor de pressió a la sortida** de la cambra amb sortida 4..20mA
- 4. Vàlvula reguladora de pressió servo pilotada.** Possibilitat de controlar la pressió de sortida amb senyal 4..20mA. Senyalització de posició o feedback amb senyal 4..20mA



Aigües de Vilafranca

2.3. Sistema de telecontrol

EMAVSA requereix una unificació i centralització de sistemes que faciliti el manteniment de les instal·lacions, evitant d'aquesta manera desenvolupaments innecessaris i aconseguint un estalvi de costos. La centralització de serveis requereix una infraestructura moderna basada en virtualització.

Aquesta infraestructura ha de ser definida pel proveïdor, seguint els requisits d'EMAVSA. Ha de permetre la instal·lació d'un SCADA, un sistema de bases de dades i a més, ha de permetre l'ampliació de manera que es puguin instal·lar nous mòduls o aplicacions que donin funcionalitat a l'SCADA o a les aplicacions del client.

2.3.1 Mobilitat

La nova arquitectura ha de ser totalment accessible remotament i permetre el control i visualització en remot. Per aquest motiu s'ha de concebre el sistema de tal forma que els operadors de l'SCADA puguin accedir al mateix de manera autònoma amb dispositius mòbils.

Per tal de permetre l'accés, l'adjudicatari ha de subministrar tablets amb connexió a 4G per a poder accedir de manera remota a l'SCADA i operar via interfície HTML.

A més del mode remot, les tablets serviran per accedir de manera local a les instal·lacions via WiFi, substituint els sistemes HMI convencionals.

3. Especificacions tècniques

3.1. Especificacions i condicions generales

Tant la propietat intel·lectual com el codi font ha de pertànyer a EMAVSA. El codi font de qualsevol sistema o dispositiu que contingui lògica programable s'enviarà a EMAVSA amb la finalitat d'evitar futures dependències de tercers.

Les claus i usuaris de totes les aplicacions estaran sempre en coneixement d'EMAVSA, sent aquest el responsable del manteniment i contenció.

Les claus i accessos del sistema de virtualització i del núvol, seran només del proveïdor del servei, ja que és un sistema 100 % mantingut pel proveïdor i EMAVSA no ha de tenir accés.

L'adjudicatari, ha de realitzar una enginyeria prèvia a cada ubicació. Això implica que el pas previ a la realització de cap actuació en les ubicacions, l'adjudicatari ha de presentar esquemes elèctrics i una planificació dels treballs a realitzar a EMAVSA, que han de ser validats per tal de començar els treballs en la ubicació. També, ha de presentar una descripció de la lògica de funcionament, si es el cas, i una relació de paràmetres del sistema.

De la mateixa manera, en la elaboració de l'SCADA, l'adjudicatari presentarà una proposta de pantalles de cada ubicació, així com de les diferents parts del sistema de telecontrol, que han de ser validades per els tècnics d'EMAVSA. La proposta ha d'incloure pantalles, sinòptics, relació de paràmetres i lògica de funcionament si es necessària.

3.2. Ubicacions

Les ubicacions són les instal·lacions que han de controlar-se i monitorar des de l'SCADA central. Aquestes ubicacions tenen diferents sensors i funcionalitats.

En la integració de les diferents ubicacions amb el SCADA, EMAVSA pretén estandarditzar un mínim de característiques amb el que ha de complir l'adjudicatari.

3.2.1 Requisits de muntatge i instal·lació

L'adjudicatari ha de fer la enginyeria de detall que sigui necessària per l'execució dels treball en base als requisits del sistema i les normatives d'aplicació (RITE, REBT, APQ, AP,). Ha de fer l'adequació del equips existents i la instal·lació del equips nous utilitzant mitjans tècnics i eines de treball que siguin necessaris, segons la naturalesa dels mateixos. Finalment, ha de presentar la documentació o 'as-built'.



Aigües de Vilafranca

L'adjudicatari ha de realitzar la legalització elèctrica de cada instal·lació, per tant, en cas de ser necessari, ha de realitzar el projecte de legalització i presentar a indústria. L'adjudicatari ha de realitzar les revisions amb la OCA corresponent per tal de presentar junt amb la documentació de cada instal·lació 'as-built', els projectes i legalitzacions de les ubicacions.

A tots els efectes, l'adjudicatari ha de manifestar trobar-se del tot capacitat per a això, i comptar amb l'organització, mitjans personals, materials i procediments tècnics adequats per a dur-los a terme.

En cas necessari, es desmuntaran els equips vells i es procedirà al seu reciclatge, sempre seguint les normatives de seguretat i medi ambient actuals.

En cap cas, les actuacions que es desenvolupin causaran molèsties a la població, ni pertorbaran el funcionament dels serveis i el desenvolupament diari dels abonats connectats a la línia d'aigua afectada.

L'arquitectura serà modular per adaptar-se a les necessitats de cada remota. Per una banda, es fa la definició general comú en totes les instal·lacions, per altra banda, es fa la definició específica segons el tipus d'instal·lació a cadascuna de les ubicacions en els següents apartats.

Les tasques de l'adjudicatari seran la instal·lació de les noves remotes, cablejat i connexió de tots els sensors existents i nous fins a la remota. Totes les remotes han d'estar dimensionades per suportar tots els equips existents mes els mínims definits en aquest plec, a més de tenir una reserva per ampliacions del 100%.

Tots els equips que estiguin avariats, o bé no existeixin però si estiguin definits en aquest plec, s'han de precablejar i deixar programats a la espera de la seva instal·lació o reparació. La remota ha de estar provada per tots aquests equips i en cas d'instal·lació posterior, s'ha de preveure una posada en funcionament posterior a la finalització dels treballs de cablejat de la remota.

La programació, posada en funcionament, integració amb l'SCADA i configuració de l'HMI local (tablets), també es responsabilitat de l'adjudicatari.

3.2.2 Detall de les remotes i la instal·lació

3.2.2.1 Nomenclatura d'equips i instal·lacions

- 1 La nomenclatura dels equips i instal·lacions s'aplicaran les normes estàndard per instal·lacions de procés.
- 2 El diagrama P & ID s'utilitza per a la identificació de les mesures dins del procés. Les lletres d'identificació de les mesures es basen en l'estàndard S5.1 i la Norma ISO 14617-6.
- 3 Els símbols utilitzats per representar els instruments de procés es componen de 5 categories



Aigües de Vilafranca

identificades a la taula següent:

3.1 Identificador del sistema al qual pertany l'equip (vegeu llista de sistemes)

3.2 Identificador de la variable mesura

3.3 Identificador del tipus d'equip, indicador o un controlador

3.4 Identificador del tipus de component

3.5 Nombre de correlació

3.2.2.2 Especificacions generals dels quadres

- Quadres ubicats a l'interior seran de polièster.
- Quadres ubicats a l'exterior seran de polièster amb teulada, doble porta (exterior llisa i interior amb els mecanismes) i tancament exterior amb clau.
- Tots els elements de protecció i control tindran indicació d'estat connectat a l'estació remota. Confirmació de marxa dels equips i fallada o error, posició dels selector,
- L'alimentació dels circuits de control es farà amb transformador de maniobra i protegit amb interruptor automàtic. La tensió de tots els circuits de comandament i senyalització serà de 24V contínua.
- Borns de connexió:
 - Els borns s'agruparan en funció del tipus de senyal i tensions amb separació suficient per a poder ampliar cada grup un 50 % amb noves senyals.
 - S'identificarà de forma unívoca segons els esquemes elèctrics.
 - Els borns de secció major de 2,5mm² seran de tipus caragolat. Els de secció inferior seran de tipus ressort.
 - Per a optimitzar espai, els borns dels senyals de control seran de tres nivells. Cada born tindrà (positiu, negatiu, senyal) o (fase, neutre, senyal).
- Etiquetatge. Tots els equips i circuits estaran identificats amb el tag identificador i el nom.
- Endoll monofàsic tipus Schuko per connexió de l'eina de programació i potencia màxima 2A a 240 Vac.
- El cablejat interior es farà amb canal de la mida adequada per deixar un 30% lliure un cop finalitzada la instal·lació, per a possibles futures ampliacions.



Aigües de Vilafranca

- Els relés de maniobra seran de tipus amb base.
- Porta plànols interiors per a dipositar la documentació i els esquemes propis del quadre o de la resta de la instal·lació.
- Es dimensionaran de manera que quedi un 30 % d'espai lliure de reserva un cop finalitzada la instal·lació.

3.2.2.3 Quadre de distribució

Format pels elements següents:

- 1 Interruptor General
- 2 Interruptor diferencial amb auto rearmament.
- 3 Proteccions elèctriques per la separació de circuits següents:
 - 3.1 Telecontrol
 - 3.2 Circuit d'il·luminació
 - 3.3 Circuit de serveis (endolls i bases Schuko)
 - 3.4 Circuit d'instrumentació
- 4 Protecció elèctrica per sobretensió i transitoris.
- 5 Mesurador d'energia monofàsic o trifàsic, segons la instal·lació, amb comunicació ModBus RTU o similar connectat a la xarxa per tenir accés remot.

3.2.2.4 Quadre de control

El quadre de control s'alimenta del quadre de distribució. La funció de l'estació remota és la de controlar i supervisar el funcionament dels equips i tenir accés a les dades de procés

- 1 Un router 4G per la connexió remota. Tots els equips es connectaran via Ethernet. Tindrà capacitat de connexió VPN amb la sala de control.
- 2 Un switch de comunicacions amb ports lliures per a l'ampliació i connexió de les eines de programació.
- 3 Una font d'alimentació i SAI amb entrada 220ac i sortida 24 Vcc per alimentar els equips de control i de comunicacions.
- 4 Un controlador PLC amb comunicació Ethernet i llenguatge Codesys. Perifèria per la lectura dels senyals dels equips existents i l'execució de la lògica de funcionament.



Aigües de Vilafranca

- 5 Un born d'interconnexió amb el quadre de potència i els senyals de camp.
- 6 Safata de suport plegable.
- 7 Porta plànols i esquemes.

3.2.2.5 Comunicacions i protocols

Les especificacions de comunicació i protocols seran:

- 1 Connexió 4G amb router en totes les ubicacions, excepte en les cambres, que es permet tecnologia LoRa.
- 2 Connexió remota des del SCADA de la sala de control mitjançant túnel IP Sec o equivalent.
- 3 Els PLC de les remotes, han de tenir comunicació via Ethernet i Sèrie RS485.
- 4 La principal comunicació dins de la remota serà Ethernet. La comunicació RS485 es reserva per a comunicar amb equips Sèrie a la instal·lació.
- 5 Els protocols del PLC han de ser:
 - 5.1 ModBus TCP i RTU. Qualsevol d'aquests protocols serà vàlid en tots els equips que es comuniquin amb el PLC dins de la ubicació remota. Per exemple, el mesurador d'energia o equips de tercers que tinguin comunicació.
 - 5.2 OPC-UA, amb autenticació i xifrat.
- 6 La comunicació entre SCADA i PLC de remota ha de ser mitjançant connexió segura sempre que sigui possible. Preferiblement OPC-UA, en cas de no poder ser, s'utilitzarà ModBus TCP i un Firewall per a protegir la comunicació.

3.2.2.6 HMI. Visualització i control local

Per tal d'accedir a les dades en local a cada instal·lació, s'utilitza un sistema HMI basat en tablets.

L'arquitectura està formada per un punt d'accés WiFi a cada remota, la xarxa WiFi ha d'estar oculta i protegida amb la màxima seguretat possible. Aquesta xarxa WiFi servirà per a permetre la connexió de la tablet del personal d'explotació i poder visualitzar dades i controlar la remota actual.

Per seguretat aquesta xarxa no ha de permetre accedir a altres ubicacions ni tampoc a la xarxa central a on es trobi l'SCADA o qualsevol altre sistema de la infraestructura d'EMAVSA, només ha de servir per connectar al PLC local i controlar la instal·lació actual.



Aigües de Vilafranca

Les tablets les ha de subministrar l'adjudicatari i serà responsabilitat del mateix la configuració i posada en marxa. Les tablets, han de ser de mínim 7" amb sistema operatiu Android. El model de tablet, ha de tenir una versió d'Android com a mínim Android 11.

Com a característiques bàsiques i mínimes:

- Pantalla 7", resolució 1920x1080
- Octa-core
- Memòria = 3GB
- 64GB Interns
- Connexió 4G
- Funda rígida. Ús industrial a ser possible.

Les tablets s'han d'enviar configurades i preparades per tal que, quan s'arribi a una remota, es connectin a la xarxa WiFi automàticament i només puguin accedir al web de la remota a on es trobi l'operari.

També les tablets han de tenir l'accés a la xarxa del telecontrol i la connexió a internet via targeta SIM 4G configurada, per tal de poder accedir via remota a totes les ubicacions.

3.2.3 Descripció general de funcionament

La lògica de control de les remotes serà diferents pel tipus de remota. A continuació es detalla cada tipus de remota. En cas de requerir alguna programació addicional o específica el client la definirà en fase d'oferta i posterior desenvolupament.

3.2.3.1 Lògica general icomú

- 1 Sincronització horària del PLC automàtica per tenir la mateixa hora en tots els sistemes en l'enviament d'alarmes i el registre de dades.
- 2 Registre local de totes les variables de procés amb un mínim de 6 mesos de dades amb intervals mínims d'un minut. La recuperació de les dades registrades es podrà fer de manera remota o en local sense parar el registre.
 - 2.1 De manera remota, quan es restableix la connexió amb la sala de control, l'SCADA recupera totes les dades i les integra automàticament al seu sistema històric de dades.
 - 2.2 De manera local, un operari guardarà les dades de l'estació remota en un dispositiu portàtil i les portarà a l'SCADA de la sala de control. Des de l'SCADA es llegiran les dades del dispositiu portàtil i les integrarà al sistema històric de dades.



Aigües de Vilafranca

3 Tots els equips estaran connectats al PLC i es podran controlar des de l'SCADA o local. El mode de funcionament general de les instal·lacions serà en local o en remot. La selecció de mode es fa mitjançant un selector al quadre de potència.

3.1 En mode local, els equips funcionen en manual mitjançant els selectors del quadre potència. La maniobra és elèctrica amb els enclavaments mínims de seguretat per a protegir les màquines i les persones. Aquest mode serveix per a fer comprovacions dels equips en les operacions de manteniment.

3.2 En mode remot, el funcionament pot ser en manual o en automàtic. Tant l'ordre manual com automàtica les dona el PLC de control. La selecció del mode es fa mitjançant un selector a l'SCADA o a l'HMI.

2.1 En mode remot manual, les ordres d'atur i marxa s'operen des de la sala de control o HMI. Es tindran en compte tots els enclavaments disponibles per arrencar la màquina.

2.2 En mode remot automàtic, l'ordre la dona el controlador en funció de la lògica de control específica de cada equip.

3.2.3.2 Alarmes

La remota ha de generar alarmes de procés en funció de consignes d'alarma configurades directament a la remota. Aquestes alarmes poden influir a la lògica i s'han de poder enviar als operaris per tal d'actuar en cas d'avaría.

Totes les sondes analògiques (nivell, terbolesa, pressió, etc....) han de tenir 4 nivells d'alarma configurables des de SCADA o HMI. Aquest nivells son "Molt Alt" (HH), "Alt" (H), "Baix" (L) i "Molt Baix" (LL). Cada nivell ha de tenir una opció d'habilitar o deshabilitar la alarma en concret.

Les alarmes mínimes de cada instal·lació seran:

- Alarmes de sondes (HH, H, L, LL)
- Alarma d'intrusisme.
- Alarma de pèrdua de comunicacions

La remota ha de ser autosuficient i enviar alarmes de manera autònoma. Les alarmes han de ser SMS, correu electrònic i han de realitzar una trucada telefònica fins que el operari despenja. En cas de suportar altres opcions es valorarà.

1 Enviament d'alarmes SMS i e-mail. Mínim a 3 usuaris. El criteri d'enviament d'alarmes és el següent:



Aigües de Vilafranca

1.1 Les alarmes crítiques s'enviaran sempre.

1.2 Les alarmes no crítiques s'enviaran quan no hi hagi comunicació amb la sala de control i en funció de les franges horàries.

Les alarmes no crítiques, necessiten unes franges vàlides d'enviament d'alarma via SMS o correu electrònic. Aquestes franges, seran 3 i es definiran globalment per a totes les alarmes de la remota. Les propietats de la franja, es detallen al següent punt "Franges Horàries" i han de complir els mateixos requisits, excepte que en aquest cas només son 3 franges necessàries.

3.2.3.3 Franges horàries

Alguns equips no poden funcionar contínuament, és per això que ha d'existir la possibilitat de que funcionin en franges horàries. Les franges són un permís de marxa, no una obligació i només es tindran en compte, sempre que l'equip estigui en automàtic.

S'ha d'habilitar una pantalla per tal de poder configurar les franges dels equips que ho necessitin. Aquestes franges han d'estar definides com a períodes de marxa. Aquests períodes seran trams d'una hora per dia, repetibles de dilluns a diumenge.

A més de les franges normals, en cas de situació d'emergència, es farà servir una franja addicional. Aquesta situació d'emergència la definirà el client en cada ubicació. Les possibles causes d'emergència podrien ser: pèrdua de comunicació amb l'SCADA central, pèrdua de comunicació entre ubicacions, entre altres casos a valorar a cada instal·lació.

Els requisits mínims són:

- Interval mínim de franja d'una hora
- Interval possible des de les 00:00 h a les 23:59 h del diagrama
- Repetició de la franja de dilluns a diumenge
- 8 franges per equipament + 1 emergència
- Interfície de configuració en l'SCADA i HMI de cada franja

3.2.3.4 Cloracions

En els punts a on existeixi una cloració, s'ha tenir en compte que hi ha una neteja amb àcid dels injectors.

La neteja estarà formada per un circuit d'àcid, un altre d'aigua i executar una seqüència per a rentar els injectors.

La seqüència de funcionament és la següent:



Aigües de Vilafranca

- 1 La remota clorarà segons la lògica definida per la remota en concret.
- 2 Cada cert temps es para la cloració i es fa la neteja amb àcid. Es bombeja àcid a l'injector. Un temps definit.
- 3 Quan s'acaba el temps d'àcid, es bombeja aigua a l'injector per esbandir. Un temps definit.

L'aigua de neteja s'agafarà de la xarxa, excepte en els llocs on no existeixi pressió. En aquest cas, existirà un dipòsit d'aigua que mitjançant una bomba pressuritzarà el circuit de neteja.

Tots els dipòsits han de tenir un sensor de mínim. Dipòsits de clor, àcid i aigua.

Tots els temps i consignes de funcionament s'ha de modificar des de SCADA o HMI.

3.2.4 Descripció específica de funcionament

A continuació es defineix el criteri general de funcionament dels equips que estiguin instal·lats a cada estació. En cas que una remota o instal·lació necessiti un tractament especial, es definirà en la seva secció més endavant.

3.2.4.1 Dipòsits

Els dipòsits han de mantenir un nivell d'aigua concret i nivells de clor adequats. Per tant, la lògica bàsica és:

- 1 Nivell d'aigua
 - 1.1 Mesura del nivell amb radar o nivell hidroestàtic. Mesura en continu 4..20mA. Detector de fallada de lectura
 - 1.2 El nivell ha de tenir 2 consignes de nivell de funcionament. Alt o ple (H), Baix o buit(L)
 - 2.1 Quan el nivell està per sota del Baix, s'ha d'omplir el dipòsit.
 - 2.2 Quan el nivell està per sobre de l'Alt, s'atura d'omplir el dipòsit.
 - 1.3 En cas de tenir vàlvula d'omplir el dipòsit, la lògica controla aquesta vàlvula. En cas de ser un dipòsit sense mecanismes d'omplir, només es dona permís perquè una altra instal·lació ompli el dipòsit.
- 2 Cloració
 - 2.1 Tots els dipòsits han de tenir una bomba de recirculació, cloració i mesura de clor en continu. Mesura contínua 4..20mA i indicació d'estat de funcionament correcte.
 - 2.2 La bomba de recirculació de clor en remot i automàtic sempre estarà en marxa.
 - 2.3 La dosificació de clor es fa a la recirculació. Ha de tenir 2 consignes, clor alt i clor baix.
 - 3.1 Quan el clor està per sota del Baix, s'activa la bomba dosificadora de clor.



Aigües de Vilafranca

3.2 Quan el clor està per sobre de l'Alt, s'atura la bomba dosificadora de clor.

3 Terbolesa

3.1 Analitzador en continu de terbolesa. Mesura contínua 4..20mA i indicació d'estat de funcionament correcte.

3.2 Generació d'alarma en funció de nivells.

4 Comptadors i cabalímetres

4.1 Un cabalímetre a sortida de dipòsit. Mesura contínua de 4..20 mA per lectura instantània.

4.2 Totalitzador de polsos, per historiar consums.

3.2.4.2 Pous

Els pous han de treballar bombant aigua cap a la xarxa o bé als dipòsits. La lògica pot variar en funció de cada pou, però la norma general és que, si hi ha aigua al pou i el dipòsit associat no està ple o la xarxa pot rebre aigua, el pou ha de bombar aigua.

El pou ha de tenir definides unes franges horàries d'ús. En cas de no estar en franja, no es pot bombar aigua, a no ser que estigui en la franja d'emergència. Veure detall de franges horàries al apartat 3.5.3.3 del present PPTP.

Els requisits mínims dels pous són els següents:

1 Nivell

1.1 Mesura del nivell hidrostàtic. Mesura contínua 4..20mA. Detecció de fallada de lectura

1.2 Sensor de nivell d'aigua al pou per a protegir la bomba de funcionament en buit.

2 Cloració

2.1 Tots els pous han de tenir una dosificació de clor.

2.2 La cloració ha de tenir 2 consignes de temps, una de marxa, una d'aturada o sense temps i sempre en marxa.

3 Comptadors i cabalímetres

3.1 Un cabalímetre a sortida de pou. Mesura contínua de 4..20mA per lectura instantània.

3.2 Totalitzador de polsos, per historiar consums.

3.3. Cambres

Són 16 arquetes soterrades ubicades a l'interior del municipi. Estan formades per una vàlvula reguladora de pressió i dos transmissors de pressió. Aquestes cambres regulen els cabals dels sectors d'abastament d'aigua potable de Vilafranca. Per tal de poder realitzar aquest control, s'ha d'equipar amb un sistema autònom de motorització i control de vàlvules.



Aigües de Vilafranca

La proposta es basa en un sistema de quadres de control igual que els recomanats per als dipòsits i pous, però es permet una alternativa de comunicacions que no sigui 4G degut a la ubicació sota terra que pot interferir en les comunicacions. En cas de no utilitzar 4G, només es permet l'ús de tecnologia LoRa, que és un estàndard obert i sense llicència. En aquest cas, la instal·lació de repetidors i concentradors LoRa, serà a càrrec de l'instal·lador i instal·larà els repetidors que siguin necessaris per garantir la cobertura.

Les cambres no estan dotades de xarxa elèctrica. Per tant, s'ha de muntar un sistema d'alimentació per a la remota amb plaques solars. La instal·lació es farà en un màstil, amb plaques i bateries. Els treballs d'obra civil i elèctrics d'aquest màstil amb plaques, serà a càrrec del proveïdor. EMAVSA, facilitarà les ubicacions d'on instal·lar el màstil el més a prop possible de la cambra. En cas de no ser viable el màstil, EMAVSA, definirà una nova ubicació per tal d'instal·lar els panells solars.

Les cambres també estan dotades de generadors de turbina hidràulica. Aquesta turbina genera electricitat mitjançant la pressió de l'aigua de circula per la canonada. La energia produïda per la turbina alimenta el cabalímetre i la pròpia vàlvula reguladora de pressió.

Totes les dades dels diferents equips generadors han de estar monitorades i enregistrades al sistema SCADA per tal de generar alarmes i tendències de procés. Aquestes dades han de incloure, tots el paràmetres de funcionament de les plaques solars, les bateries, els valors de les turbines i la xarxa elèctrica, depenent del tipus de alimentació que existeixi en cada cambra. En cas de tenir disponibles mes d'un sistema d'abastament elèctric, s'han de monitorar tots.

3.3.1 Funcionament i requisits

Els requisits mínims d'equipaments i descripció de funcionament és la següent:

- 1 Mesura contínua de les pressions d'entrada i sortida de la cambra. Senyal 4..20mA i fallo.
- 2 Vàlvula reguladora de pressió amb consigna de pressió remota i indicació de posició.
 - 2.1 L'estació remota envia una consigna de pressió a la vàlvula, senyal 4..20mA.
 - 2.2 La vàlvula regula la pressió de sortida en funció de la consigna i envia a la remota la pressió real de sortida, senyal 4..20mA.
- 3 Estat del sistema generador d'Electra.
 - 3.1 Monitoratge de la producció de les plaques solars, estat de les bateries i rendiment del sistema solar.
 - 3.2 Monitoratge de la generació de la turbina hidràulica.

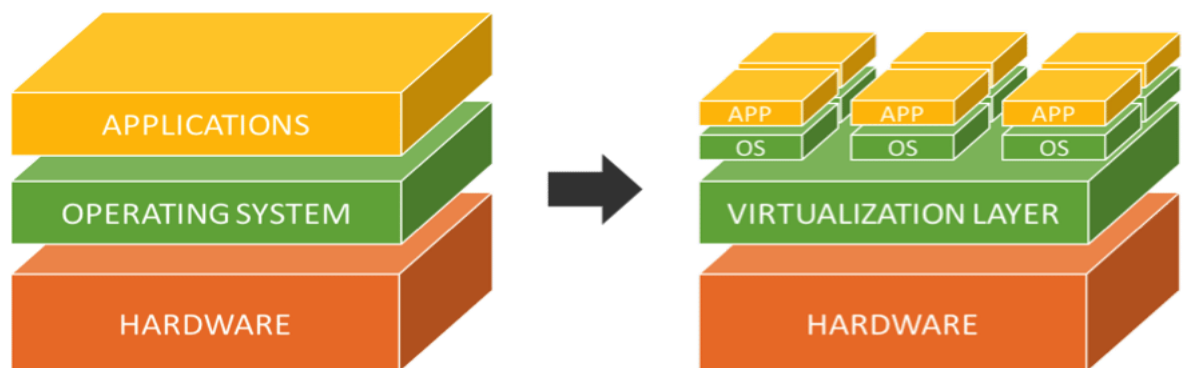
3.4. Infraestructura de telecontrol

Degut al continu manteniment i cost de llicències, a més del manteniment que un sistema així requereix per un personal d'IT i d'Automatització, EMAVSA ha decidit que tota la infraestructura de telecontrol estigui en un entorn virtual i al núvol. Per tant, la proposta del proveïdor ha de ser un sistema ofert com a servei, amb alta disponibilitat i que es pugui accedir des de qualsevol ubicació.

Aquesta infraestructura ha d'estar del tot mantinguda pel proveïdor, evitant la contractació de personal d'IT dedicat al projecte per part d'EMAVSA. La solució pot estar als servidors del proveïdor o bé subcontractant serveis públics de núvol.

Tota aquesta infraestructura, independentment d'on estigui executada, ha de ser en un entorn virtual, on moltes màquines virtuals poden coexistir paral·lelament i permeten optimitzar recursos.

La virtualització, no només permet l'optimització de recursos sinó que facilita el manteniment i les còpies de seguretat de les aplicacions que estiguin instal·lades a cada màquina virtual.



El sistema de virtualització serà el que proposi el proveïdor del servei, però ha de ser un sistema que es pugui exportar a altres sistemes de virtualització. A més, el sistema ha de permetre fer còpies de seguretat de les màquines virtuals que s'han de poder enviar o descarregar al client per tal que el client tingui una còpia del sistema en tot moment. El client definirà la periodicitat de les còpies de seguretat que no seran inferiors a 1 dia.

El sistema de virtualització ha de contenir les següents màquines virtuals:

- 1 VM1 – SCADA. Màquina amb el software SCADA escollit pel client. Els requisits mínims seran:
 - 1.1 8 Cores Xeon o equivalent
 - 1.2 16GB RAM
 - 1.3 256GB de disc
- 2 VM2 – SQL. Màquina amb el software de base de dades SQL. Els requisits seran:



Aigües de Vilafranca

2.1 8 Cores Xeon o equivalent

2.2 32 GB de RAM

2.3 256GB de disc principal + 4TB de disc per dades.

A més de les màquines ja predefinides, la infraestructura ha de tenir capacitat de reserva del 100 %, és a dir, ha de ser capaç d'executar dues màquines iguals a la VM1 i VM2 sense cap compromís de prestacions.

En cas que EMAVSA requereix més potència de procés o de capacitat de la definida anteriorment, es valorarà una nova ampliació amb els nous requisits.

3.5. Sistema SCADA

La plataforma d'adquisició, supervisió i control en temps real proporciona la capacitat per a gestionar el manteniment, l'explotació, les operacions i la conservació d'infraestructures i serveis associats. Aquesta capacitat es concreta en:

- La plataforma es basa en tecnologies obertes no propietàries, que no limiten les possibilitats de contractació i garanteixen l'autonomia d'EMAVSA.
- L'existència d'un ampli ecosistema d'integradors local i consolidat, és essencial per a limitar els riscos, alhora que maximitza la lliure competència entre proveïdors de serveis i equips.
- Tenir una plataforma segura i de confiança, que permet proporcionar a EMAVSA el control total sobre la gestió de totes les infraestructures i instal·lacions, integrant tots els sistemes en temps real en una sola plataforma amb la finalitat de supervisar i controlar les instal·lacions, i permetent posar tota aquesta informació a la disposició dels diferents perfils d'usuari.

Els objectius de la plataforma són:

- Gestió en temps real, local i remota, de les instal·lacions i infraestructures incloses a plataforma.
- Gestió de la informació de forma unificada, a partir de la consolidació i contextualització de les dades en un repositori únic.
- Proporciona un sistema d'informació precís i en temps real que permet la presa de decisions, tant en la part operativa i de manteniment com per a conèixer els indicadors de referència de l'estat de les instal·lacions.
- Disposa d'una arquitectura tecnològica que proporciona un sistema totalment obert, modular i reutilitzable que permet agregar noves funcionalitats i infraestructures a la plataforma, al mateix temps que garanteix la ciberseguretat, l'alta disponibilitat i l'escalabilitat de la solució.



Aigües de Vilafranca

- Fomenta l'estandardització i reutilització de recursos maquinari, programari i de comunicacions.
- La plataforma ha de permetre realitzar desenvolupaments, de manera interna i/o externa que s'integraran al SCADA de forma nativa.

3.5.1 Requisits

3.5.1.1 Adquisició de dades i control

Intrínsec a un sistema SCADA, el software ha de permetre la captació de dades en temps real i el comandament d'equips. El temps d'adquisició així com la precisió i altres paràmetres han de poder-se configurar, com a mínim durant el període de programació i abans del comissionat.

La comunicació amb els equips de camp ha de ser possible en diversos protocols. Els principals protocols seran:

- ModBus TCP
- OPC UA

A més dels esmentats, ha de permetre ampliar el nombre de protocols, sigui amb mòduls propietaris o bé connectant a servidors de tercers que facin de passarel·la. En aquest últim cas, la connexió es faria amb protocol OPC-UA amb un servidor que permeti ampliar els protocols del sistema SCADA.

El nombre d'equips a connectar-se així com el número de tags o variables llegides ha de ser il·limitat, sigui pel protocol que sigui.

3.5.1.2 Històrics i emmagatzematge

Les dades recollides del punt anterior, s'han de bolcar de manera automàtica a la base de dades SQL definida més endavant.

El sistema SCADA ha de poder guardar totes les dades captades, així com altres variables definides pel client, que poden no ser captades per equips de camp. També s'ha de poder enregistrar valors introduïts pel client manualment, durant el procés d'operació de l'SCADA.

Aquestes dades han d'estar disponibles a la base de dades SQL. La freqüència de guardat ha de ser configurable i programat pel proveïdor segons especificacions del client.

Aquests històrics han de ser accessibles mitjançant gràfiques, taules o bé exportació de dades mitjançant format CSV, XLS o similar.



Aigües de Vilafranca

3.5.1.3 Informes

El sistema SCADA ha de permetre la creació d'informes en format PDF i dinàmics. Aquests informes han d'extreure la informació des de les dades històriques, així com des d'altres fonts de dades externes. Cada tipus d'informe definirà l'origen de les dades.

El generador d'informes, ha de permetre programar informes de dades concretes per enviar-los automàticament via e-mail. No sols ha de ser periòdicament, també s'ha de poder generar informes i enviar via e-mail en funció dels esdeveniments del sistema.

Tota aquesta lògica ha de ser programable i configurable dins del propi SCADA sense acudir a aplicatius o software extern.

Els informes mínims que han d'existir són:

- Informe de cabals, clor, nivell dipòsits i pous, potencia. En general de totes les senyals analògiques
- Informe d'alarmes
- Informe d'hores de funcionament i arrencades dels equips
- Informe d'accions a l'SCADA (auditoria)

Tots els informes han de poder aplicar filtres que permetin filtrar com a mínim:

- Període de dades. Data inici i data final de consulta
- Equip, ubicació o instal·lació
- Tag o Variable

A més, els informes es poden agrupar i generar una agregació de dades. En funció de l'informe interessa agrupar les dades per períodes de temps, per tal de donar, per exemple, el cabal horari o diari d'un sector. Aquesta agrupació de temps ha de ser seleccionable a més de l'operació d'agregat pels valors del grup. Les operacions mínimes d'agregació seran:

- Suma
- Mitja aritmètica
- Màxim i mínim

3.5.1.4 WEB i Responsive

El software SCADA ha de ser 100 % web i compatible amb les tecnologies HTML5 i CCS3 com a mínim. Això garanteix una independència del tipus de client que es connecti. A més, l'estàndard



Aigües de Vilafranca

HTML5 és el llenguatge amb més compatibilitat i suport a dia d'avui, garantint l'operació del sistema durant un llarg termini de temps.

Complementari a l'aplicació web visible des d'ordinadors amb un navegador web, ha de permetre realitzar l'accés mitjançant smartphones o tauletes. L'aplicació ha d'utilitzar tecnologies Responsive per tal de facilitar i ajustar a dispositius mòbils l'operació de l'SCADA.

El 100 % d'operacions han de ser accessibles via HTML i intrínseca del mateix software SCADA. No estan permesos desenvolupaments o interfícies WEB dedicades en altres llenguatges fora de l'SCADA. Només es permet accedir a altres aplicacions web de l'ecosistema d'EMAVSA, si l'aplicació s'integra directament o incrustada a l'SCADA.

Els navegadors mínims que ha de suportar el sistema són:

- Mozilla Firefox
- Google Chrome
- Microsoft Edge

L'aplicació Responsive ha de suportar 3 tipus de dispositius i per tant 3 desenvolupaments diferents segons la resolució:

- Ordinador convencional i navegador Web. Resolucions entre 1366x768 fins a 1920x1080 (Full HD).
- Smartphones d'alta gamma o tauletes (720 fins a 1365) píxels.
- Smartphones en vertical o tauletes de baixa resolució. (<720 píxels).

Les resolucions i les especificacions concretes, es definiran en fase de desenvolupament de l'SCADA, però el sistema ha de permetre definir com a mínim aquestes configuracions.

A més, de les versions estàndard, l'SCADA ha de tenir la possibilitat de visualitzar pantalles a tall de demostració o panell d'informació. Aquestes pantalles han de poder suportar fins a resolucions 4K com a mínim. La idea d'aquestes pantalles és poder utilitzar-les en show rooms i presentacions del client. A més, també serveixen per a poder generar diagrames de tot el sistema de manera més precisa i d'alta qualitat que es visualitzaran en projectors o vídeo walls a manera sinòptica.

3.5.1.5 Exportació de dades

L'SCADA ha de tenir un aplicatiu o mòdul per tal de poder exportar les dades de procés de l'SCADA.

Aquest mòdul ha de tenir una interfície de filtre, per tal de seleccionar quines variables es volen extreure i en quin període de consulta.



Aigües de Vilafranca

Les dades exportades s'han de poder veure en taules dins del mateix SCADA o bé ha de ser exportable en format CSV i XLS com a mínim.

3.5.1.6 Accés extern (API REST)

L'aplicació SCADA ha de ser un servidor REST API, per tal de poder acceptar peticions de software de tercers i poder configurar una resposta, per tal d'extreure dades en temps real des d'altres sistemes de l'ecosistema d'EMAVSA.

A més, ha de ser un client REST, per tal de captar dades de tercers des de fonts REST que puguin ser necessàries per al funcionament del sistema.

3.5.1.7 Seguretat i ciberseguretat

La plataforma ha de suportar la possibilitat de mantenir uns protocols de seguretat estrictes i d'última generació. Per aquest motiu, es recomana seguir els aspectes definits en la Indústria 4.0 i en els seus estàndards de ciberseguretat.

A més la plataforma ha de definir una sèrie de mesures i regles per tal d'accedir, controlar i monitorar el sistema. Aquestes regles són:

- Suportar autenticació i autorització.
- Control d'accés a la plataforma i a tots els elements que es controlen des de l'SCADA.
- Garantir la confidencialitat de la plataforma i de l'accés remot a dades.
- Permetre definir rols que agrupin usuaris, de manera que cada rol o grup només pugui accedir a les dades que tingui accessos.
- Definir polítiques de seguretat.
- Proporcionar un mòdul central de gestió i administració d'usuaris.
- Integració amb repositoris d'usuaris existents com serveis LDAP, Base de dades, etc.

A més, la plataforma ha de garantir la privacitat i seguretat de les dades emmagatzemades, sobretot en entorns de recursos compartits com les plataformes en el núvol.

La comunicació amb els dispositius ha de ser xifrada i validada amb mecanismes d'autenticació. Això és sobretot interessant i necessari en els protocols de camp que no requereixen validació. Per tant, protocols com ModBus, han de ser protegits amb tècniques de Firewall/VPN, o bé intentar utilitzar sempre que sigui possible protocols com OPC-UA que accepta autenticació amb usuari i contrasenya a més del xifrat de les dades.



Aigües de Vilafranca

L'SCADA ha de poder definir rols que permetin diferents tipus d'accés, com a mínim ha de diferenciar entre aquests rols:

- Administradors
- Supervisors
- Operadors
- Visualitzadors
- Clients de software externs (per exemple API de tercers)

3.5.1.8 Alarmes y e-mails

La plataforma SCADA ha de generar avisos en funció dels esdeveniments del sistema. Aquestes alarmes han d'informar a l'operador que ha succeït mitjançant una pantalla específica a l'SCADA que permeti el seu tractament, així com la seva exportació a formats CSV o XLS.

A més, per a tenir una disponibilitat més alta i no necessitat d'operadors 24/7, el sistema podrà enviar per correu electrònic o per altres plataformes (SMS, Microsoft Teams, Telegram, etc.) els avisos d'alarma configurats.

Les alarmes existents es definiran en fase de desenvolupament del sistema, però la configuració de límits ha de ser ajustable en operació pel personal d'EMAVSA.

Les alarmes es guardaran en la base de dades, per tal de poder consultar en un període anterior i poder fer traçabilitat dels esdeveniments.

Com a mínim:

- Les alarmes han d'enviar-se via correu electrònic i SMS
- Ha d'acceptar una programació de plataformes de tercers per missatgeria (Telegram, Microsoft Teams, Slack, etc.)
- S'ha d'exportar via informe o fitxer CSV o XLS

3.5.1.9 Comunicacions

Les comunicacions de tot el sistema seran a càrrec de l'adjudicatari del contracte. És per això, que tots els costos de comunicació del centre de dades on s'ubiqui l'SCADA central, el sistema de bases de dades i tota la resta de serveis, així com totes les connexions 4G de les remotes, seran responsabilitat de l'adjudicatari.

En cas d'instal·lar un sistema de comunicació LoRa, els clients, punts d'accés, gateways o qualsevol accés a internet o ràdio, aniran a càrrec de l'adjudicatari. La instal·lació d'antenes i repetidors, també



Aigües de Vilafranca

seran assumits per l'adjudicatari. En cas de necessitar instal·lar algun equip en fanals o edificis públics, EMAVSA haurà de validar la solució prèviament.

L'adjudicatari ha de garantir la cobertura de tots els tipus de comunicació que instal·li. En cas de 4G ha d'instal·lar antenes exteriors, direccionals o de més potencia per tal de garantir el senyal i la connexió de la remota. En cas de LoRa ha d'instal·lar el número de repetidors necessaris per tal de garantir el bon senyal dels equips.

3.5.1.10 Documentació

Un cop finalitat el projecte, s'entregarà a EMAVSA, tota la documentació. La documentació a entregar, serà en arxius editables i en format no propietari sempre que sigui possible. Els diferents tipus d'arxius acceptats seran els següents:

- Arxius de text i manuals: OpenDocument (.odt), s'acceptarà Microsoft Word (.docx)
- Arxius de fulls de càlcul: OpenDocument (.ods), s'acceptarà Microsoft Excel (.xlsx)
- Arxius de plànols: Format obert de dibuix (.dxf)
- Arxius de certificats, manuals d'equips i altres no editables (.pdf)
- Esquemes elèctrics. Format propietari del software utilitzat (ePLAN, ELCAD, See Electrical, etc.), DXF i PDF
- Còpies de seguretat. (ZIP)

La documentació requerida serà la següent:

- Diagrames i esquemes de la configuració de tot el clúster de virtualització, així com les màquines virtuals existents i la seva interconnexió.
- Llistats d'IP i noms d'equips de tot el clúster de màquines físiques i virtuals, remotes i routers.
- Llistat de túnels VPN, configuració de Firewall i routers.
- Llistat de paràmetres de cada equip configurat en les remotes i cambres.
- Llistat d'usuaris i contrasenyes del sistema. Excepte els accessos del sistema cloud, que seran a càrrec del mantenidor.
- Esquemes elèctrics de totes les remotes instal·lades.
- Manual de funcionament de l'SCADA i de les remotes, així com diagrames i lògiques de funcionament.
- Llistat d'alarmes de l'SCADA i remotes.
- Còpia de tots els programes de les remotes i dels projectes del SCADA

3.6. Mòdul SCADA de control de vessament

Dintre de la funcionalitat modular del sistema, s'ha de tenir en compte el mòdul per la detecció de vessaments al medi segons exigeix el RD1290/2012

Aquesta funcionalitat, ha de registrar dades dels diferents sensors marcats com a punts de vessament i tenint en compte els períodes de pluja, detectar quins moments han hagut vessaments controlats o no al medi.

Per tal de que el sistema funcioni correctament es requereixen el següents equips de mostres:

- Dades de pluviometria. Mitjançant pluviòmetres existents, instal·lacions noves o mitjançant dades de serveis meteorològics externs (AEMET, METEOCAT, etc..)
- Dades de sensors de nivell i pas d'aigua en punts de vessament directe a barrancs. Que es diferenciïn en 2 tipus:
 - Punts d'aigües pluvials
 - Punts d'aigües residual

El mòdul ha de generar alarmes en funció de les condicions de pluja i la mesura en els diferents punts. Aquests càlculs es definiran en fase d'execució per tal de definir les zones, els marges de funcionament i les alarmes a generar.

Totes aquestes dades enregistrades, generaran esdeveniment de vessament i de pluja que es podran consultar en informes oficials que es presentaran a l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

3.6.1 Descripció de les pantalles

El sistema d'abocaments al medi consta d'una pantalla on es mostren els diferents equips que el componen. Aquestes han de permetre de forma senzilla la interpretació de la situació actual del sistema.

3.6.1.1 Pantalla general. Punts de control

Ha de representar la ubicació i estats dels diferents equips en un mapa o cadascun d'ells anirà ubicat a les coordenades on es troba. Cada grup d'equips ha de poder visualitzar-se o no en funció de les preferències a l'usuari. A continuació es descriuran els grups d'equips i el estats a representar per cadascú:

- Concentradors: s'ha de representar l'equip amb un indicador de si comunica (verd) o no comunica (vermell).
- Pluviòmetre: s'ha de representar un indicador amb la identificació de l'equip i el valor total de



Aigües de Vilafranca

precipitació del dia actual.

- Limnímetres pluvials: s'ha de representar l'últim valor llegit de l'equip i representar un indicador de si comunica (verd) o no comunica (vermell). Representar indicador si està amb episodi d'abocament.
- Limnímetres residuals: s'ha de representar l'últim valor llegit de l'equip i representar un indicador de si comunica (verd) o no comunica (vermell).

3.6.2 Descripció dels informes

3.6.2.1 Pluviòmetres. Informe d'episodis de pluja

En aquest informe es pretén obtenir una taula amb els diferents episodis de pluja que s'han registrat per l'equip seleccionat en un interval de temps. Un episodi de pluja conté un o més esdeveniments, el temps entre esdeveniments es un interval per agrupar en episodis.

Un episodi de pluja s'inicia amb un pols que ens dona l'equip pluviòmetre. L' esdeveniment de pluja finalitzarà quan tinguem un interval de minuts sense identificar cap més pols, aquest temps ha de ser configurable.

Aquest informe ha de permetre a l'usuari ajustar uns criteris de generació i com ha resultat ha de mostrar una taula de valors que passarem a descriure a continuació.

3.6.2.1.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Temps màxim entre la finalització d'un event i l'inici del següent per considerar com si fos el mateix episodi de pluja. Valor en minuts.
- Temps màxim per considerar que un event ha finalitzat. Valor en minuts.
- Precipitació mínima per considerar un event com a vàlid. Valor en mm.
- Llistat seleccionable individualment de tots els pluviòmetres.

3.6.2.1.2 Taula de valors

- Data i hora inici episodi.
- Duració episodi (min).
- Duració esdeveniment (min).
- Intensitat màxima en 1 min (mm/h).
- Intensitat màxima en 5 min (mm/h).



Aigües de Vilafranca

- Intensitat mitjana (mm/ h).
- Precipitació (mm).

3.6.2.2 Pluviòmetres. Informe de totalitzadors

En aquest informe es pretén obtenir una taula amb tots els polsos registrats per un equip en un interval de temps. S'han de representar tants valors com minuts entre data inici i final/agrupació.

3.6.2.2.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Agrupació registres. Els registres s'han de poder agrupar amb un interval de temps. Valor en minuts.
- Llistat seleccionable individualment de tots els pluviòmetres.

3.6.2.2.2 Taula de valors

- Data i hora.
- Valor total (mm).

3.6.2.3 Pluviòmetres. Informe resum precipitació anual

En aquest informe es pretén obtenir un resum anual de les precipitacions registrades per cadascun dels pluviòmetres.

3.6.2.3.1 Criteris de generació

- Any.
- Temps màxim entre la finalització d'un event i l'inici del següent per considerar com si fos el mateix episodi de pluja. Valor en minuts.
- Precipitació mínima. Valor en mm.
- Llistat seleccionable individualment de tots els pluviòmetres.

3.6.2.3.2 Taula de valors

- Mes.
- Precipitació (mm). Suma dels totals de tots els episodis del mes.



Aigües de Vilafranca

- Durada (min). Suma de les duracions de tots els episodis del mes.
- Intensitat màxima 5 min (mm/h). Valor màxim de tots els episodis del mes.
- Dia intensitat màxima. Data del dia amb més intensitat màxima 5 min dels episodis del mes.
- Precipitació màxima (0 a 24 hores). Valor total diari màxim del mes.
- Dia precipitació màxima. Data del dia amb més precipitació dels episodis del mes.
- Període de retorn associat (anys). Càlcul segons formula.
- Nombre d'episodis. Total d'episodis detectats en el mes.

3.6.2.4 Limnímetres Pluvials. Informe d'abocament al medi procedents de la xarxa d'aigües pluvials

En aquest informe es pretén obtenir un resum del temps que la sonda ha estat amb el nivell sobrepassat el nivell d'abocament.

3.6.2.4.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Duració mínima d'abocament. Valor en minuts.
- Verificar si en l'episodi ha plogut. En cas que estigui aquesta opció habilitada. Els episodis d'abocament s'han de contrastar amb els de pluja amb un pluviòmetre de referència. Si hi ha abocament però no hi ha hagut episodi de pluja durant l'abocament o menys de 30 minuts de l'últim episodi de pluja, no considerem vàlid l'episodi d'abocament.
- Llistat seleccionable individualment de tots els limnímetres pluvials.

3.6.2.4.2 Taula de valors

- Data/hora inici.
- Duració de l'abocament (hh:mm).



3.6.2.5 Limnímetres Pluvials. Informe punts d'abocament al medi procedents de la xarxa d'aigües residuals

En aquest informe es pretén obtindre un resum dels abocaments al medi procedents de la xarxa d'aigües residuals. S'han d'identificar tots els episodis i mostrar les dades que es detallen a la taula de valors.

3.6.2.5.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Duració mínima d'abocament. Valor en minuts.
- Dies càlcul factor dilució. Valor en dies.
- Precipitació mínima. Valor en mm. Volum de precipitació mínima per considerar un episodi de pluja.
- Verificar si en l'episodi ha plogut. En cas que estigui aquesta opció habilitada. Els esdeveniments d'abocament s'han de contrastar amb els de pluja amb un pluviòmetre de referència. Si hi ha abocament però no hi ha hagut esdeveniment de pluja durant l'abocament o menys de 30 minuts de l'últim esdeveniment de pluja, no considerem vàlid l'esdeveniment d'abocament.
- Llistat seleccionable individualment de tots els limnímetres pluvials.

3.6.2.5.2 Taula de valors

- Data i hora inici episodi.
- Duració de l'abocament (min).
- Cabal vessat màxim (m^3/h).
- Cabal vessat mitjà (m^3/h).
- Factor mínim de dilució (formula).
- Volum abocat al medi (m^3).

3.6.2.6 Limnímetres Pluvials i Residuals. Informe Control dels punts d'abocament al medi. Resum per punt d'abocament.

En aquest informe es pretén obtenir el nombre d'episodis que hi ha en un interval de temps pels sensor limnímetres pluvials i residuals.



Aigües de Vilafranca

3.6.2.6.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Verificar si en l'episodi ha plogut. En cas que estigui aquesta opció habilitada. Els esdeveniments d'abocament s'han de contrastar amb els de pluja amb un pluviòmetre de referència. Si hi ha abocament però no hi ha hagut esdeveniment de pluja durant l'abocament o menys de 30 minuts de l'últim esdeveniment de pluja, no considerem vàlid l'esdeveniment d'abocament.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres pluvials.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres residuals.

3.6.2.6.2 Taula de valors

- Data.
- Estació. Identificador o nom de l'equip.
- Variable. Representar el text: Nombre d'episodis.
- Valor. Número total d'episodis.
- Unitat mesura. Representar el text: Episodis.
- Anotació. Camp pensat per introducció de valor manual, es deixa en blanc.
- Equip. Tipus d'equip que pot estar entre Sonda limnímetre (pluvials) o Sonda limnímetre (residuals).

3.6.2.6.3 Exemple de fila

DATA	ESTACIÓ	VARIABLE	VALOR	UNITAT MESURA	ANOTACIÓ	EQUIP
01/01/2022 23:59:00	S1 AJUNTAMENT VILAFRANCA	Nombre episodis	0	Episodis		Sonda limnímetre



3.6.2.7 Informe: Control dels punts d'abocament al medi. Detall dels episodis.

En aquest informe es pretén obtenir el detall de cadascun dels episodis que hi ha en un interval de temps pels sensor limnímetres pluvials i residuals.

3.6.2.7.1 Criteris de generació

- Data inici.
- Data final.
- Verificar si en l'episodi ha plogut. En cas que estigui aquesta opció habilitada. Els esdeveniments d'abocament s'han de contrastar amb els de pluja amb un pluviòmetre de referència. Si hi ha abocament però no hi ha hagut esdeveniment de pluja durant l'abocament o menys de 30 minuts de l'últim esdeveniment de pluja, no considerem vàlid l'esdeveniment d'abocament.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres pluvials.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres residuals.

3.6.2.7.2 Taula de valors per cada episodi (3 files/episodi)

- Fila 1
 - Data.
 - Estació. Identificador o nom de l'equip.
 - Variable. Representar el text: Durada episodi.
 - Valor. Número total de duració.
 - Unitat mesura. Representar el text: Minuts.
 - Anotació. Camp pensat per introducció de valor manual, es deixa en blanc.
 - Equip. Tipus d'equip que pot estar entre Sonda limnímetre (pluvials) o Sonda limnímetre (residuals).
- Fila 2
 - Data.
 - Estació. Identificador o nom de l'equip.
 - Variable. Representar el text: Volum sobreixit.

- Valor. Número total de volum.
- Unitat mesura. Representar el text: m³.
- Anotació. Camp pensat per introducció de valor manual, es deixa en blanc.
- Equip. Es deixa en blanc.
- Fila 3
 - Data.
 - Estació. Identificador o nom de l'equip.
 - Variable. Representar el text: Volum Mesurat o Estimat.
 - Valor. Representar el text: Estimat.
 - Unitat mesura. Representar el text: Sense unitats.
 - Anotació. Camp pensat per introducció de valor manual, es deixa en blanc.
 - Equip. Es deixa en blanc.

3.6.2.7.3 Exemple de resultat per fila

DATA	ESTACIÓ	VARIABLE	VALOR	UNITAT MESURA	ANOTACIÓ	EQUIP
01/01/2022 12:00:00	S1 AJUNTAMENT DE VILAFRANCA	Durada episodi	0	Minuts		Sonda limnímetre (pluvials)
01/01/2022 12:00:00	S1 AJUNTAMENT DE VILAFRANCA	Volum sobreeixit	0,0	m3		
01/01/2022 12:00:00	S1 AJUNTAMENT DE VILAFRANCA	Volum Mesurat o Estimat	Estimat	Sense unitats		

3.6.2.8 Informe: Última lectura equips

En aquest informe es un llistat de tots els equips seleccionats on es mostra el temps de l'última lectura.



Aigües de Vilafranca

3.6.2.8.1 *Criteris de generació*

- Data inici.
- Data final.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres pluvials.
- Llistat seleccionable múltiple de tots els limnímetres residuals.

3.6.2.8.2 *Taula de valors*

- Identificador de l'equip.
- Nom de l'equip
- Valor de l'última lectura.

3.7. Mòdul de detecció de fuites

Dintre de la funcionalitat modular del sistema, s'ha de tenir en compte el mòdul per la detecció de fuites.

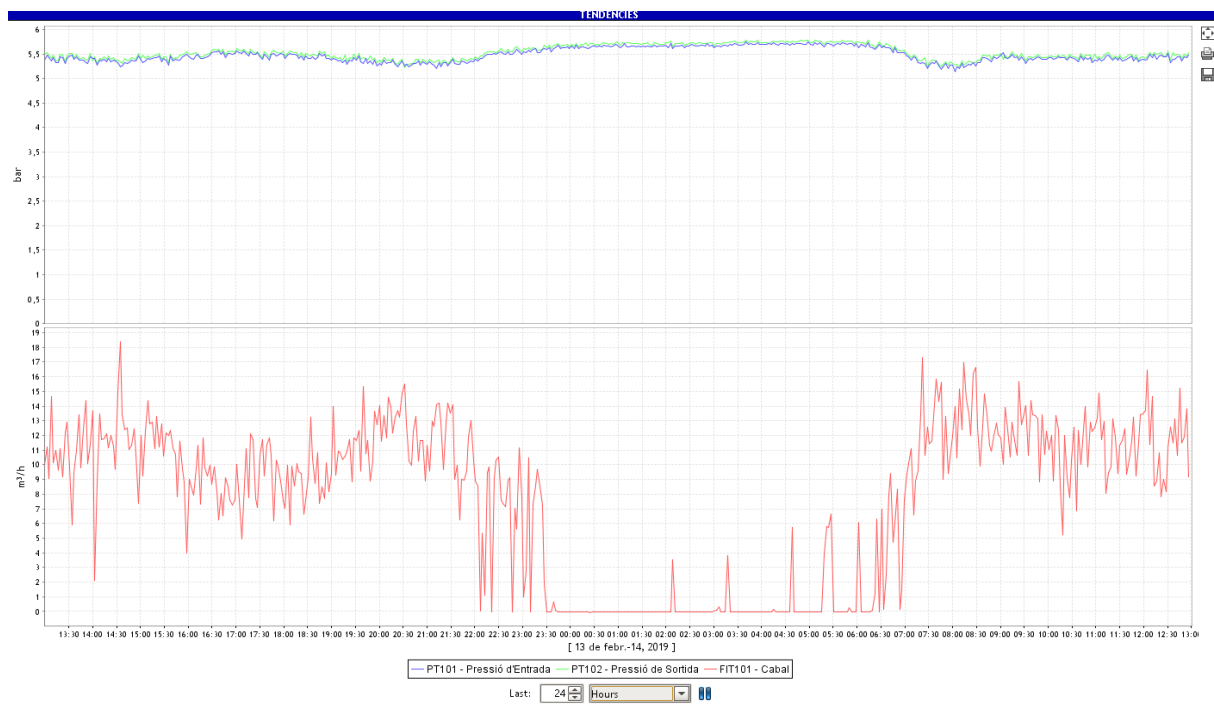
Els registres de cabal de l'entrada dels sectors conformen una corba de comportament que reflecteix el comportament del sector, Aquesta corba d'un dia és molt semblant a la de un altre dia de les mateixes característiques, d'un dia laborable per exemple d'un altre setmana. Cal distingir entre dies laborables de dilluns a divendres, els dissabtes i els diumenges i festius ja que les corbes tipus son substancialment diferents i per tant no comparables entre elles.

A través de les corbes de comportament representatives d'una entrada de sector es poden establir eines de seguiment de les mateixes dins del SCADA a través d'algoritmes. Les tres línies d'actuació en que basar el mòdul de software seran:

- 1 Estratègia de detecció de fuga a través de comparació de la corba de demanda real respecte a una corba tipus.
- 2 Estratègia de detecció a través de transformar la corba de comportament en una recta que la representi i que aquesta es pugui comparar amb una recta tipus representativa del sector.
- 3 Estratègia de detecció de fuites a través de cabals nocturns i de la obtenció per sector del Cabal Mínim Nocturn i de característiques del sector com els Km de xarxa, el nombre d'abonats, els metres cúbics facturats, etc...
- 4 Indicadors amb un valor numèric que permeti activar alarmes a partir del desviament del valor numèric calcular respecte del valor de referència.

3.7.1 Detecció de fuites per comparació de corbes de cabal d'entrada de sector

Com ja s'ha comentat anteriorment per cada entrada de sector es disposa d'una o dues entrades de sector amb instruments que registren els cabals i la pressió. La corba és com la que es pot veure a la imatge següent extreta de valors reals:



Com es veu, el comportament és molt oscil·lant i la gràfica té forma de dent de serra. Per tant caldrà polir les dades per aprofitar-les per generar la corba de referència.

Amb els registres de diferents dies d'una mateixa classificació, es determinarà la corba de demanda diària de referència, basada en els registres de cabal guardats a la base de dades.

La corba instantània d'una entrada de sector es compararà en temps real amb la corba de referència. Aquesta comparativa ha de servir per a que s'activin una sèrie d'alarmes vinculades al desviament dels cabals instantanis respecte els valors de la corba de referència.

Com que el comportament en temps real dels valors de cabal és molt oscil·lant caldrà establir uns valors d'histèresi tant per sota com per sobre del valor de referència de la corba de comparació per evitar alarmes continues i validar com a real que els cabals estan per sobre o per sota dels de referència. A més caldrà establir un retard en la activació de l'alarma per comprovar els valors posteriors i veure si tornen a valors dins dels marges establerts de la corba de referència.

Per que la corba de referència sigui el més representativa possible dels valors de cabals de comparació, caldrà establir una categories, ja que el comportament d'una entrada de sector es molt

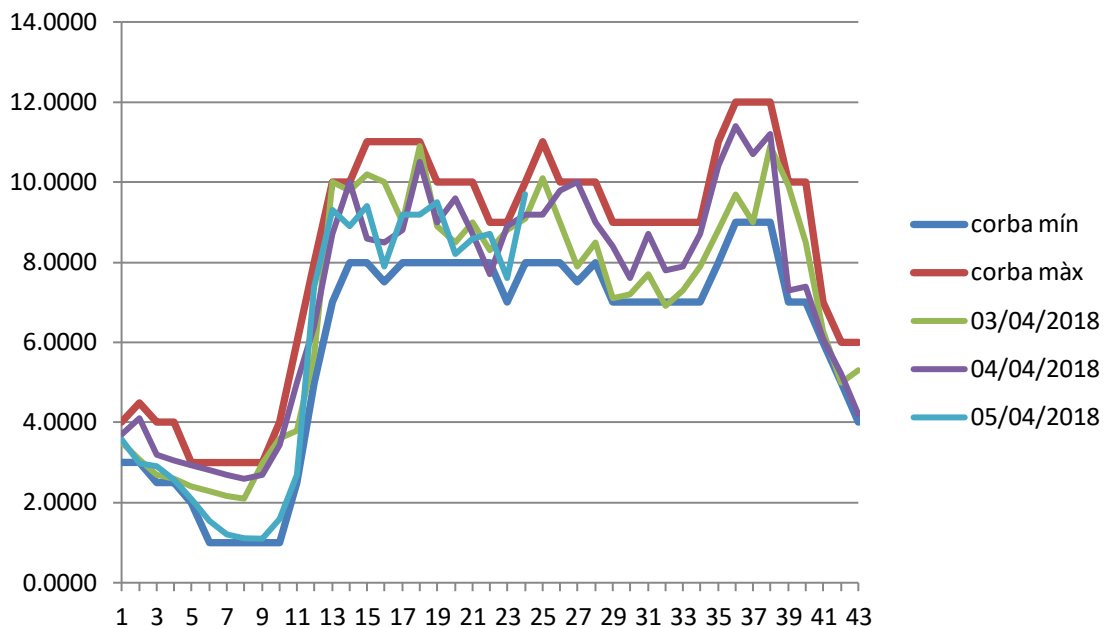
diferent en un dia laborable que en un dia festiu o de cap de setmana. Per tant si la corba de comparació es de dilluns caldrà comparar-la amb la corba de referència corresponent a dia laborable, per posar un exemple.

Les tipologies seran:

- Corba de consum per dies laborables de dilluns a divendres.
- Corba de consum de dies de cap de setmana
- Corba de consum de dies festius

A mesura que el sistema tingui més registres històrics emmagatzemats a la base de dades, més dades històriques de comportament del sector hi hauran i per tant la corba de referència es podrà afinar amb totes aquestes dades històriques i serà més representativa del comportament del sector.

A tall d'exemple la gràfica mostra els valors de comportament de l'entrada d'un sector de tres dies i la corba de referència per sota i per sobre que caldria establir.



És molt important establir uns temps de retard correctes a l'activació de les alarmes que comporti un enviament d'alarmes a operaris o tècnics, ja que el que es pretén és que una alarma de consum excessiu en un determinar sector sigui veraç i que pugui representar una fuga en un sector.

Les pantalles gràfiques de visualització mostraran els resultats de la corba de referència amb les seves homologues de màxim i mínim segons la història establerta.



Aigües de Vilafranca

Es podran fer consultes de les corbes que es vulguin amb diferents menús de selecció. Es podran mostrar al mateix temps fins a 5 corbes dia de consum. Els dies seleccionats no cal que siguin de dies consecutius. Aquesta sistemàtica permetrà comparar una corba de la setmana en curs amb una corba del mes anterior o de més enrere per analitzar canvis de tendència en els consums d'un sector i poder plantejar al canvi de corba representativa d'una entrada de sector.

3.7.2 Detecció de fuites pel mètode dels mínims quadrats

Caldrà determinar també un desviament de tota la corba de comportament per la existència de fuites de poca entitat però que amb el temps van augmentant i que no es veuran plasmades en el sistema anterior de comparació de corbes de tendència. Es planteja per aquest objectiu el mètode dels mínims quadrats

Aquest mètode consisteix en buscar una recta que representi la corba de comportament de l'entrada d'aigua a un sector durant un dia.

Aquest mètode ens dona una família de rectes ($y=mx+b$), una per cada dia que es poden agrupar i trobar unes rectes que ens marquin la referència del sector amb un valor de pendent i de valor de "b" que ens marquin el límit per sobre del qual ens salti una alarma de fuga potencial.

Els valors de x seran del 1 al n registre de cada dia i el valor de y serà el valor de cabal de cadascun d'aquests n registres.

Es pot veure un exemple al Annex 1 d'aquest document.

Aquesta pot ser una bona eina d'anàlisi i detecció de fuites de sector, obtenint una recta de màxim i mínim amb una valors de pendent màxima i mínima i un valor del factor "b" màxim i mínim. Aquestes rectes seran els límits màxims establerts per activar una alarma de possible fuga que l'operador haurà d'analitzar mirant els valors registrats per veure si realment hi ha valors anormals de cabal i si són puntuals per condicions de consums registrats anormalment alts o són consums no registrats elevats i que poden significar l'aparició d'una fuga.

Caldrà obtenir una recta representativa dels dies festius i diumenges ja que els valors són molt diferents i per tant la recta de representació serà molt diferent. En molts casos la pendent es pot tornar negativa i amb valors de "b" molt petits o fins i tot negatius. Si es consideren els festius al mateix conjunt que els laborables tindrem unes rectes límit molt separades i que permetran molts comportaments de la corba de demanda, convertint l'eina en poc útil per detectar fuites.

Aquesta eina pot permetre la detecció de fuites de poca entitat i incrementals amb el temps que poden fer que tota la corba de cabals dia de comportament d'una entrada de sector es vagi desplaçant en l'eix "y" i que no activi cap alarma de detecció de fuites segons el mètode comparatiu



Aigües de Vilafranca

de corbes ja que la corba seguirà estan dins dels marges d'histèresi establert. El canvi, de la recta representativa del conjunt de valors de cabal d'una corba representativa d'una entrada de sector que té una fuga continuada i que es va fent gran en el temps, si que manifestarà un canvi dels seus paràmetres de pendent i del valor "b" que poden activar una alarma, ja que es desviaran de les rectes de referència establertes.

Les pantalles gràfiques de visualització mostraran els resultats de la rectes representatives de referència amb les seves homologues de màxim i mínim segons la histèresi establerta.

Es podran fer consultes de les rectes que es vulguin amb diferents menús de selecció. Es podran mostrar al mateix temps fins a 5 rectes dia de consum. Els dies seleccionats no cal que siguin de dies consecutius. Aquesta sistemàtica permetrà comparar una recta de la setmana en curs amb una recta del mes anterior o de més enrere per analitzar canvis de tendència en els consums d'un sector i poder plantejar al canvi de corba representativa d'una entrada de sector. Cal pensar que un a millora en les pèrdues d'un sector tindran un efecte elevat en la recta, ja que els volums nocturns disminuiran i augmentarà el pendent de la recta i baixarà el valor "b" de la recta. Totes les millores en eliminació de fuites o d'augment de consums per exemple per noves connexions tenen un impacte sobre la recta representativa.

3.7.3 Detecció de fuites basat en anàlisi de cabals nocturns

Durant la franja nocturna els consums són els menors de tot el dia ja que no hi ha activitat (de forma general), la gent està dormint, les indústries i comerços estan tancats i per tant la demanda és molt baixa. Aquesta demanda té dos components. Per una banda els consums vinculats a una demanda intencionada i els consums deguts a fuites.

Per tant, els valors registrats de consums nocturns permetran buscar el valor mínim dins d'aquest període nocturn que serà el valor del CABAL MÍNIM NOCTURN (QMN) de cada sector

El que si que caldrà establir els cabals mínims de referència de cada entrada de sector i les alarmes corresponent per desviament del cabal mínim nocturn de la darrera nit comparat amb el de referència. L'activació d'aquesta alarma indicarà que els consums nocturns de la darrera nit han estat superiors als normals. L'operador del sistema decidirà si espera confirmació a la següent nit, per veure si ha estat un consum real puntual i es recupera l'índex de QMN.

Determinat el cabal del mínim nocturn de cada sector, es realitza la suposició de que aquest valor correspon directament amb el cabal demandat per les fuites (assumint consums nocturns a la hora crítica iguals a zero); en aquest sentit, el cabal mínim nocturn serà el cabal de fuites a recuperar en cada sector. No obstant, és necessari realitzar mesuraments addicionals, ja que el mínim nocturn per sí mateix no pot considerar-se com factor de prioritat en la recerca de fuites, i per tant es relaciona el



Aigües de Vilafranca

cabal amb altres factors que caracteritzen cada sector como són: número d'abonats facturats, metres cúbics facturats per mes y longitud de xarxes del sector. Aquesta relació genera valors unitaris que representen de millor forma la prioritat en la cerca de fuites. La relació es fa dividint els cabals mínim de cada sector entre cada factor, sigui km de xarxa, nombre d'abonats, etc...

Per tant tindrem per cada entrada de sector:

- QMN / Promig de volums facturats
- QMN / longitud de xarxes del sector
- QMN / Nombre d'abonats

El criteri seleccionat per trobar la relació entre el mínim nocturn i la longitud de canonades de cada sector; que al mateix temps es relaciona amb el rendiment promig en rastreig de xarxa (1.11 km/dia per exemple) permet, al final, obtenir la variable temps com a criteri de planificació al llarg de l'any.

Allí on caldrà destinar més esforços és el sector on el valor obtingut de dividir el cabal mínim nocturn i els km de xarxa sigui més elevat. Aquest indicador es pot contrastar amb el obtingut dividint el valor del QMN pel nombre d'abonats del sector. Com més alt sigui l'indicador voldrà dir que els sectors amb QMN més elevat i menys abonats seran els que tindran com a resultant un indicador major i per tant on caldrà actuar en la recerca de fuites.

3.7.3.1 Interface mòdul d'anàlisi cabals nocturns

Els valors indicadors de QMN i la resta es poden mostrar en forma de taules a la secció d'informes. Les taules poden ser semblant a les que es mostren a continuació:

Valors de referència				Indicadors			Tendències		
Sector	Promig de volum facturat	Nombre abonats	Longitud canonades	QMN / vol facturat	QMN / Nombre abonats	QMN / Long canonades	Vol fact	Abonats	Long canon
1									
2									
3									

Es mostraran diagrames de pareto amb els tres indicadors per veure de forma gràfica els que tenen un valor major i per tant ja poder prioritzar.

Aquesta priorització es pot acabar perfilant sent coneixedors del cost en temps de realitzar una cerca nocturna de fuites amb geòfon aplicant el rati de rendiment de Km analitzat de xarxa per hora. Amb aquesta ratí de rendiment i els Km de xarxa de cada sector es pot saber el temps necessari per fer l'actuació de recerca en cada sector.

Per tant es pot establir un programa d'actuació basat en els indicadors i les hores necessàries per poder fer una detecció.

Una vegada es disposi de la integració al SCADA del valor de consum dels abonats cada hora i es tinguin conegudes les pertinences de cada abonat a cada sector, es podrà comparar l'aigua injectada al sector en període de nit i els sumatori dels consums de tots els abonats en el mateix període i establir realment un volum corresponent a fuites. Com més gran sigui aquest valor el volum corresponent a fuites serà més elevat i per tant en permetrà prioritzar les actuacions de recerca de fuites als sectors on més gran sigui.

En alguna part del SCADA s'haurà d'accedir a una pantalla de entrada de dades de referència dels km de xarxa de cada sector, el nombre d'abonats de cada sector (aquesta dada la pot obtindre el sistema si esta ben modelat sabent els abonats assignats a cada sector per control dels consums). La dada de Km de xarxa per sector és variable i depèn de les actuacions de renovació i de les actuacions d'urbanització que es vagin fent.

3.7.4 3.7.5 Detecció de fuites basat en balanç hídric sectors-abonats

Un altre mitjà de detecció de fuites es el balanç hídric de sectors. Aquest balanç es una comparació entre el volum real mesurat i el volum facturat.

Per tal d'obtenir el volum real, cal extreure les dades enregistrades per l'SCADA dels mesuradors de cabal de cada sector. Cabals, que s'integraran per tal d'obtenir els parcials, horaris o diaris.

Per altra banda, es necessari obtenir el consum dels abonats per cada sector de subministre. Gracies als comptadors electrònics d'abonats, les dades de consum facturat es pot obtenir cada dia, i en alguns casos cada hora.

Aquest consum facturat, serà responsabilitat d'EMAVSA de proveir a l'SCADA. L'intercanvi d'informació es podrà realitzar mitjançant dos opcions:

1. Intercanvi via API REST. L'SCADA podrà realitzar peticions a la aplicació API d'EMAVSA, configurant un període de temps, i la API retornarà de manera definida els consums d'abonats per sector.



Aigües de Vilafranca

2. Intercanvi via base de dades compartida. L'SCADA i el sistema de facturació d'EMAVSA, compartiran una base de dades, en la que EMAVSA anirà actualitzant la informació dels consums per sector i l'SCADA ha de tenir accés, com a mínim de lectura, per a extreure aquestes dades publicades.

Aquesta informació, servirà per a generar uns indicadors, definits en els punts següents i com a base per a generar les alarmes de desviació configurades.

Per altra banda, aquest balanç ha de quedar reflectit en un informe definit per el client, a on es podrà analitzar els cabals reals, els cabals facturats i les desviacions.

3.7.5 Indicadors

S'estableixen indicadors dins de les diferents categories que pretenen englobar tots els sistemes de la gestió del serveis d'aigua. Sistemes de emmagatzematge, transport i distribució.

Aquests indicadors es poden mostrar en un informe en el que es mostraran les dades dels indicadors del període analitzat i els valors de referència basats en dades històriques o valors de referència. Es poden establir elements visuals als informes que mostrin ràpidament tendències o moviments dels indicadors.

3.7.5.1 Op11. Consumo total per objecte de connexió

$$\text{Consum (m}^3\text{/dia)} / \text{N.}^\circ \text{ objectes de connexió del sector}$$

Rati de consum de cada sector per objecte de connexió que es cada ramal d'abastament a una unitat de vivenda, sigui una nau industrial, una casa unifamiliar o un bloc d'habitatges diferents pisos per cada planta. Caldrà introduir el valor del nombre d'objectes de connexió en alguna part de l'aplicació que agafarà l'algoritme per calcular l'índex.

3.7.5.2 Op12. Consum total per comptador

$$\text{Consum (m}^3\text{/dia)} / \text{N.}^\circ \text{ comptadors del sector}$$

Rati de consum per comptador, sense discriminar si es consum domèstic, industrial o altres. Caldrà introduir el valor del nombre de comptadors en alguna part de l'aplicació que agafarà l'algoritme per calcular l'índex.



Aigües de Vilafranca

3.7.5.3 Op13. Consum total per abonat

Consum (m³/dia) / N.º abonats del sector

Rati de consum per abonat, sense discriminar si es consum domèstic, industrial o altres. Caldrà introduir el valor del nombre d'abonat en alguna part de l'aplicació que agafarà l'algoritme per calcular l'índex.

Les taules on es mostri el resum d'indicadors poden ser semblant a les que es mostren a continuació:

	Valors de referència			Indicadors			Tendències		
Sector	Consum per obj. connexió	Consum per comptador	Consum per abonat	Consum per obj. connexió	Consum per comptador	Consum per abonat	Obj. connexió	Comptador	Abonat
1									
2									
3									

3.8. Mòdul de control de la pressió per sectors

L'SCADA ha d'incloure un mòdul de regulació automàtica de les pressions en tot el sistema hidràulic, que permeti la regulació de cada sector per separat i en funció de franges horàries.

Les cambres, estan dotades de vàlvules reguladores de pressió i mesura de la pressió d'entrada i sortida del sector. Gràcies a aquest elements, s'ha de poder configurar un control automàtic del sector, en funció de la pressió desitjada i la hora del dia.

Totes les vàlvules han de treballar en dos modes, «Local» i «Remot».

- En «Local», la vàlvula es maniobra des de la pròpia cambra, mecànica o elèctricament, i es posiciona de manera fixa sense cap control de pressió.
- En «Remot», la vàlvula regula elèctricament mitjançant el PLC de la cambra, que controlara la vàlvula, pot tenir dos controls diferents:



Aigües de Vilafranca

- «Manual», la vàlvula es maniobra de manera manual des de l'SCADA i es el PLC qui la comanda. Aquest control «Remot Manual» no fa cap regulació i manté la vàlvula en la posició fixa que es pot variar via remota des de l'SCADA.
- «Automàtic», la vàlvula regularà de manera autònoma, la pressió del sector que estigui configurada en la franja actual del dia. Aquest control, el fa el PLC de la cambra directament, sense intervenció de l'SCADA.

Per tal d'aconseguir aquesta última regulació en «Remot Automàtic», s'han de definir 3 franges de temps diàries, que es configuraran a l'SCADA, amb hora d'inici i pressió de treball. L'SCADA enviarà els paràmetres de franja i pressió al PLC de la cambra i aquest serà completament autònom per tal de realitzar la regulació.

Això implica, que una pèrdua de comunicacions, no ha d'afectar la regulació de franja i pressió del sector. Per tant, tots els PLCs han de estar sincronitzats en hora, per a poder realitzar aquestes franges en cas de que l'SCADA falli temporalment.

3.9. Sala de control

L'adjudicatari ha de muntar una sala de control i comandament.

EMAVSA posarà a disposició de l'adjudicatari una sala per a la instal·lació dels equips. La sala estarà buida.

S'ha d'instal·lar un rack de comunicacions a on es centralitzaran totes les connexions de xarxa de la sala. En aquest rack, ha d'existir un SAI que suporti tots els equips de la sala amb una autonomia de 2 hores, a més de la connexió a internet de la sala de control.

Els equips del rack han de ser:

- Rack de 19" mínim 20U
- UPS 2000VA i 2 hores d'autonomia (tots els equips de la sala connectats)
- Base d'endolls de 8 punts.
- Patchpanel 24 punts Cat6e o superior
- Switch 24 ports 1GBE
- Router Internet
- PC de control de pantalles showroom.

La sala ha de tenir 2 pantalles de mínim 55 polsades instal·lades a la paret a mode de sinòptic o showroom. Aquestes pantalles han de visualitzar i controlar l'SCADA i poder visualitzar webs i

aplicacions de tercers. L'adjudicatari subministrarà l'equip a on es connectaran aquestes pantalles, que instal·larà al rack.

A més, s'hauran de subministrar 2 ordinadors complets amb les següents especificacions:

- Equip Intel Core i7 o equivalent
- 16 GB Memòria RAM
- 1TB disc SSD
- Doble monitor FULLHD 1920x1080 de 27" mínim.

Els ordinadors, s'han de deixar tots configurats per a veure i accedir a l'SCADA i la xarxa de telecontrol.

L'adjudicatari haurà de donar servei elèctric, instal·lar il·luminació i cablejar tota la xarxa informàtica de la sala. L'adjudicatari haurà d'instal·lar un quadre de distribució per als endolls, la il·luminació i el rack de comunicacions. EMAVSA, deixarà preparat un punt de connexió al seu quadre elèctric per tal de connectar el quadre de la sala de control.

Cada equip instal·lat ha de tenir una base de connexió elèctrica de 4 endolls i 2 punts de xarxa ethernet. Les pantalles de showroom s'han de tenir en compte per a aquestes bases. A més de les bases dels ordinadors, a la sala s'han de deixar instal·lades 4 bases dobles d'endolls i 2 bases dobles d'ethernet.

La sala de control ha de tenir punts de connexió de xarxa Ethernet de categoria 6e o superior. Aquests punts han de estar tots centralitzats al rack de comunicacions.

La connexió a internet de la sala de control, ha de ser de fibra òptica de 600MBPS mínim. Aquesta connexió ha de estar subministrada i gestionada per l'adjudicatari. La quota estarà inclosa en els costos de manteniment de les comunicacions anuals.

En cas de no poder contractar o instal·lar una connexió de fibra, s'optarà per la contractació i instal·lació de una connexió 4G/5G amb una antena externa per tal de donar la màxima velocitat i cobertura a la connexió.

La xarxa d'internet i de la sala de control, serà totalment independent de la xarxa d'EMAVSA i no podrà haver cap tipus de xarxa sense fils.

4. Proposta econòmica

4.1. Ubicacions

1. El preu i els treballs indicats a continuació, no inclouen obres civils, ni equips de procés (bombes, radars, cabalímetres, ...).
2. L'oferta següent inclou els costos per remota a instal·lar, el detall és el següent:
3. Subministrament de quadre de remota amb tots els elements per complir especificacions de funcionament.
4. Instal·lació de quadre de remota, instal·lació elèctrica i connexió de tots els equips (sensors, motors, radars, etc..)
5. Proves de funcionament de totes les lògiques dels equips i d'integració amb SCADA.
6. Redacció i entrega de la documentació de la remota. Entrega en paper i digital d'esquemes elèctrics de detall, diagrames P&D, fitxes tècniques d'equips, manuals de funcionament detallats.
7. Entrega de software i codi programat a tots els PLCs, fitxes i còpies de seguretat de tots els paràmetres d'equips.
8. Legalització, inspeccions tècniques i projecte de cada una de les instal·lacions
9. Manteniment preventiu i correctiu dels equips durant la vigència del contracte.

Ubicació	Preu
CASAL 2000	6.877,62 €
CRISTALLERA	6.829,62 €
SANT PAU	7.128,12 €
CABANYES	7.266,87 €
VILOBÍ RIERA	6.945,87 €
VILOBÍ POBLE	6.842,37 €
PROPENFORT AMETLLERS	6.761,37 €
PROPENFORT COMPTADORS	6.761,37 €
PROPENFORT CASETA	6.918,12 €



Aigües de Vilafranca

Ubicació	Preu
PLA DE CAVALLS	7.041,87 €
TORRE LA BLEDA	6.829,62 €
ROCALLISA	7.206,12 €
FECALS PERE PAU	6.781,62 €
DIPÒSIT PUJOLS LA GRANADA	6.774,12 €
POU CA L'ANDRAIX	5.817,81 €
POU CAN TRABAL	5.971,56 €
POUS PACS	6.091,56 €
POU TRENS	5.817,81 €
CAMBRES DE SECTOR (16)	79.874,88 €
TOTAL	200.538,30 €

4.2. Infraestructura SCADA com a servei i aplicacions

Concepte	Descripció	Preu
Llicències i Software	- Llicències SCADA - Software de programació, i apps de tercers. (Tot inclòs en tarifa de hosting anual)	0,00 €
SCADA	- Desenvolupament d'SCADA segons especificacions del plec. - Mòdul de tendències i gràfiques. - Mòdul d'alarmes per visualitzar, reconèixer i enviament a usuaris via SMS, correu electrònic, o altres plataformes. - Mòdul de fuites de sector - Mòdul de vessaments al medi - Mòdul de control de pressions - Mòdul d'informes de procés	65.600,00 €
Quota de Hosting anual	- Quota anual de servei de SCADA al núvol. - Accés a eines d'Analítica i copia de seguretat de dades (drive) - Manteniment del sistema, targetes SIM i quotes,	14.008,00 €



Aigües de Vilafranca

	comunicacions i manteniment de xarxa 4G/Lora - Internet Fibra Òptica a Sala de control - Manteniment anual d'equips informàtics - Actualització de llicències i de sistemes operatius, tablets i ordinadors.	
Gestió de projecte	- Definició de projecte - Visites a obra - Presentació de documentació - Reunions periòdiques de seguiment	18.450,00 €
	TOTAL	98.058,00 €

4.3. Sala de control

Concepte	Descripció	Preu
Adequació sala	- Subministrament i muntatge de quadre de distribució. - Col·locació de bases d'endoll i xarxa - Subministrament i instal·lacions de lluminàries - Legalització de la instal·lació elèctrica.	1.248,00 €
Armari Rack	- Subministrament de rack de peu de 19" i 33U - Subministrament de UPS de 220VA en rack - Equipament de rack varis, endolls, ventilació, pasacables - Muntatge de elements al rack i instal·lació a la sala de control - Proves de funcionament i conexió de la xarxa informàtica	3.554,00 €
Equips Informàtics	- Subministrament i instal·lació de 2 pantalles de 55" - Subministrament i instal·lació de 2 estacions de treball configurades. - Configuració d'equips per accedir al rack i SCADA	4.975,00 €
	TOTAL	9.777,00 €



4.4. Altres subministraments

Concepte	Descripció	Preu
Tablets HMI	- Subministrament i configuració de 6 tablets de 7" configurades amb Android 11 o superior. Amb connexió 4G	2.450,00 €
Formació	- Formació de tot el sistema SCADA, tablets i ús de l'aplicatiu, així com de la arquitectura i infraestructura	4.200,00 €
	TOTAL	6.650,00 €

4.5. Taula resum

Ubicacions	200.538,30 €
Infraestructura SCADA com a servei i aplicacions	98.058,00 €
Sala de control	9.777,00 €
Altres	6.650,00 €
Pressupost d'execució	315.023,30 €
Despeses Generals (13%)	40.953,03 €
Benefici industrial (6%)	18.901,40 €
SubTotal Execució	374.877,73 €
IVA (21%)	78.724,32 €
Pressupost d'execució	453.602,05 €

5. Annexos

5.1. Exemple de càlcul de cabals nocturns

Utilitzant de referència el cabal d'entrada de sector S00 dels dies 10/04 al 13/04, y tenint 43 registres/dia, podem trobar la recta que representa a cada seqüència de punts. Amb els resultats de



Aigües de Vilafranca

les diferents pendents i de valors "b", fixem un valor màxim i mínim per definir les rectes que determinaran els límits.

Utilizando de referencia el caudal de entrada del sector S00 de los días 10/04 al 13/04, y teniendo 43 registros por día, podemos encontrar la recta que representa a cada secuencia de puntos. Con los resultados de diferente pendiente y de valores "b", fijamos un valor máximo y mínimo para definir las rectas que determinarán los límites.

M	0,197	0,2418	0,2048	0,1857	0,25	0,18
B	7,5415	5,9227	6,8837	7,2345	8	5,5
	dia 10	dia 11	dia 12	dia 13	Màxim	Mínim
	7,7385	6,1645	7,0885	7,4202	8,25	5,68
	7,9355	6,4063	7,2933	7,6059	8,5	5,86
	8,1325	6,6481	7,4981	7,7916	8,75	6,04
	8,3295	6,8899	7,7029	7,9773	9	6,22
	8,5265	7,1317	7,9077	8,163	9,25	6,4
	8,7235	7,3735	8,1125	8,3487	9,5	6,58
	8,9205	7,6153	8,3173	8,5344	9,75	6,76
	9,1175	7,8571	8,5221	8,7201	10	6,94
	9,3145	8,0989	8,7269	8,9058	10,25	7,12
	9,5115	8,3407	8,9317	9,0915	10,5	7,3
	9,7085	8,5825	9,1365	9,2772	10,75	7,48
	9,9055	8,8243	9,3413	9,4629	11	7,66
	10,1025	9,0661	9,5461	9,6486	11,25	7,84
	10,2995	9,3079	9,7509	9,8343	11,5	8,02



Aigües de Vilafranca

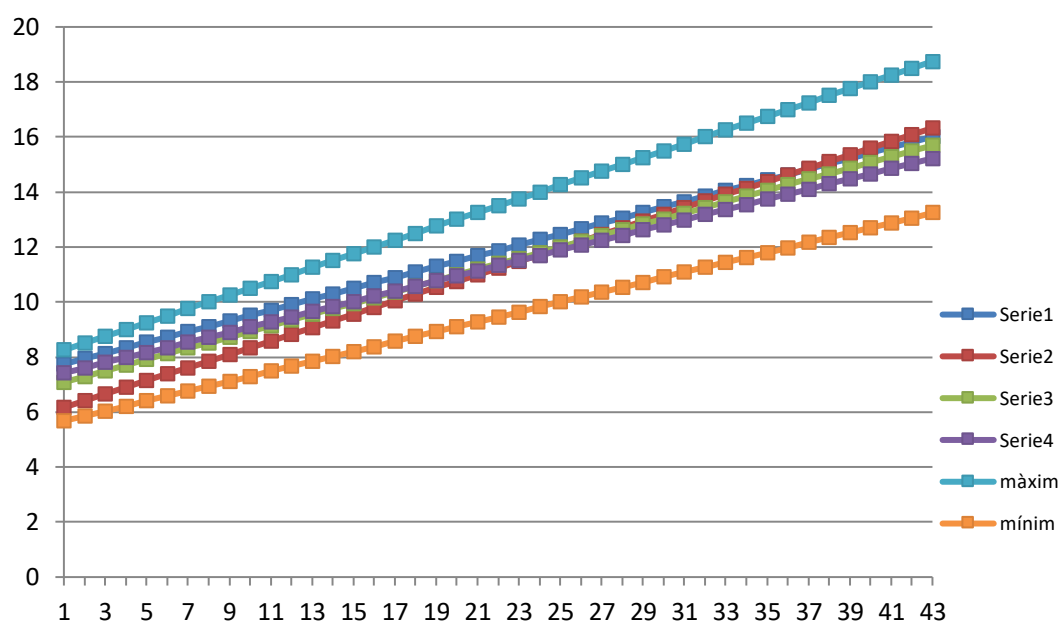
	10,4965	9,5497	9,9557	10,02	11,75	8,2
	10,6935	9,7915	10,1605	10,2057	12	8,38
	10,8905	10,0333	10,3653	10,3914	12,25	8,56
	11,0875	10,2751	10,5701	10,5771	12,5	8,74
	11,2845	10,5169	10,7749	10,7628	12,75	8,92
	11,4815	10,7587	10,9797	10,9485	13	9,1
	11,6785	11,0005	11,1845	11,1342	13,25	9,28
	11,8755	11,2423	11,3893	11,3199	13,5	9,46
	12,0725	11,4841	11,5941	11,5056	13,75	9,64
	12,2695	11,7259	11,7989	11,6913	14	9,82
	12,4665	11,9677	12,0037	11,877	14,25	10
	12,6635	12,2095	12,2085	12,0627	14,5	10,18
	12,8605	12,4513	12,4133	12,2484	14,75	10,36
	13,0575	12,6931	12,6181	12,4341	15	10,54
	13,2545	12,9349	12,8229	12,6198	15,25	10,72
	13,4515	13,1767	13,0277	12,8055	15,5	10,9
	13,6485	13,4185	13,2325	12,9912	15,75	11,08
	13,8455	13,6603	13,4373	13,1769	16	11,26
	14,0425	13,9021	13,6421	13,3626	16,25	11,44
	14,2395	14,1439	13,8469	13,5483	16,5	11,62



Aigües de Vilafranca

	14,4365	14,3857	14,0517	13,734	16,75	11,8
	14,6335	14,6275	14,2565	13,9197	17	11,98
	14,8305	14,8693	14,4613	14,1054	17,25	12,16
	15,0275	15,1111	14,6661	14,2911	17,5	12,34
	15,2245	15,3529	14,8709	14,4768	17,75	12,52
	15,4215	15,5947	15,0757	14,6625	18	12,7
	15,6185	15,8365	15,2805	14,8482	18,25	12,88
	15,8155	16,0783	15,4853	15,0339	18,5	13,06
	16,0125	16,3201	15,6901	15,2196	18,75	13,24

La representació gràfica seria:



Si analitzem una mica, es poden determinar alguns comportaments:



Aigües de Vilafranca

- Si tenim valors nocturns més elevats del normal obtindrem una corba amb un pendent inferior al normal i un valor de "b" més elevat que farà que la recta surti per sobre de la recta de màxim establerta, activant una alerta.
- Si tenim per tota la gràfica volums per sobre dels normals, fet que podria succeir amb una fuita significativa no detectada, tindriem una recta representativa amb un pendent normal, però amb un valor de "b" superior al normal que podria fer que tota la recta estigues per sobre de la de màxim fent que s'activés l'avís de possible alarma.