



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 2002

**Títol:** Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització en continu de la qualitat de l'aigua de riu

**Document:** Memòria i annexos

**Alumne:** Laura Estorch Vigas

**Director/Tutor:** Jordi Comas Baron

**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Enginyeria de la construcció

**Convocatòria** (mes/any): Juny 2014



## ÍNDIX

1.	INTRODUCCIÓ.....	3
1.1	Antecedents .....	3
1.2	Objecte .....	6
1.3	Especificacions i abast.....	6
2.	DESCRIPCIÓ DEL RIU QUE ES VOL MONITORITZAR .....	7
3.	DISSENY DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ.....	10
3.1	Filtració.....	11
3.2	Hidràulica .....	13
3.2.1	Tub.....	13
3.2.2	Bomba de succió .....	14
3.2.3	Comptador .....	16
3.3	Sensorística i sistema de neteja .....	17
3.3.1	Selecció de les sondes .....	17
3.3.2	Sistema de neteja.....	18
3.3.3	Programació alarmes.....	19
3.4	Telegestió i control.....	19
3.4.1	Justificació del sistema de telegestió .....	19
3.4.2	Característiques principals del sistema de telegestió .....	19
3.5	Part elèctrica .....	20
4.	DESCRIPCIÓ DEL MUNTATGE .....	21
4.1	Filtre .....	21
4.2	Hidràulica. ....	22
4.3	Sensorística i sistema de neteja .....	23
4.3.1	Sensorística. ....	23
4.3.2	Sistema de neteja.....	25
4.4	Telegestió i control.....	26
4.5	Part elèctrica .....	28
5.	AVALUACIÓ DEL FUNCIONAMENT DEL SISTEMA .....	29
5.1	Probes hidràuliques.....	29
5.2	Probes de sensorística.....	30

6.	RESUM DEL PRESSUPOST .....	34
7.	CONCLUSIONS .....	35
8.	RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	36
9.	BIBLIOGRAFIA .....	36
10.	GLOSSARI.....	37
	ANNEXOS.....	38
A.	CÀLCULS HIDRÀULICS .....	38
B.	TIPOLOGIES DE BOMBES .....	41
C.	ESPECIFICACIONS BOMBA ESCOLLIDA .....	44
D.	ESQUEMA ELÈCTRIC PER CONVERTIR 220V-24V.....	45
E.	DESCRIPCIÓ DE LES SONDES UTILITZADES .....	46
F.	RESULTATS CAMPANYA RIU ONYAR .....	52
G.	PROGRAMACIÓ PER CALIBRAR LES SONDES .....	53
H.	PROGRAMACIÓ SISTEMA DE NETEJA DE LES SONDES .....	54
I.	PROGRAMACIÓ ALARMES.....	55
J.	MANUAL D'UTILITZACIÓ DEL SOFTWARE QUE CONTROLA LA INSTAL·LACIÓ.....	56
K.	MANTENIMENT DE LA BOMBA .....	58
L.	MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ SENSORÍSTICA .....	59
M.	MANTENIMENT FILTRE DEL RIU .....	60
N.	ESTUDI ECONÒMIC.....	61
	N.1 Part hidràulica.....	61
	N.2 Part sensorística.....	62
	N.3 Part telegestió.....	63
	N.4 Cost total.....	64
	N.5 Pressupostos.....	64
O.	RESULTATS SERVEI TÈCNIC PER A LA CALIBRACIÓ DE LES SONDES .....	69
P.	MANUAL BOMBA .....	71

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1 Antecedents

El desenvolupament de l'espècie humana sempre ha anat lligat a la disponibilitat d'un recurs essencial: l'aigua. La presència d'aquest recurs, ja sigui de forma subterrània o superficial, ha condicionat, prioritzant-ne la seva proximitat, la ubicació dels assentaments humans. La pressió sobre aquest i altres recursos ha augmentat en la mesura que també ho han fet els nivells d'industrialització, urbanització i creixement de població. La pressió sobre l'aigua es dona a nivell de consum (urbà, agrícola, ramader i industrial), però també a nivell de contaminació, i la lògica proximitat de l'usuari al recurs ha fet que, moltes vegades, el medi on es troba l'aigua sigui, al mateix temps, font d'abastament i destinació final de les aigües contaminades en diferents activitats humanes. La gran majoria de rius catalans segueixen un patró semblant: una bona qualitat a la capçalera, que es va empobrint aigües avall, fins a arribar als trams baixos on la qualitat de l'aigua és més dolenta.

La qualitat de l'aigua dels rius es pot mesurar a partir de paràmetres fisico-químics, com la concentració d'amoni o l'oxigen dissolt, però també a partir de paràmetres ecològics, com la diversitat de macro invertebrats. L'agència catalana de l'aigua realitza aquestes mesures de forma periòdica agafant mostres puntuals. No obstant, les mostres puntuals no ajuden a caracteritzar la dinàmica del sistema i a detectar episodis d'empitjorament sobtat de la qualitat. És per aquest motiu que cal desenvolupar noves tecnologies per realitzar la monitorització en continu i a temps real dels paràmetres de qualitat del riu.

El desenvolupament de sensors per mesurar la qualitat de l'aigua en continu ha sigut una realitat en la darrera dècada, millorant-ne la robustesa i baixant-ne els costos. Cada instrument cobreix diferents aplicacions dins el cicle de l'aigua, des d'aigües superficials de riu, aigües residuals o aigües potables. Actualment la dificultat no està en la sensorística, sinó en el desenvolupament d'estacions de monitorització autònomes i de baix manteniment.

Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

Fent referència als antecedents d'estacions de monitorització per aigües superficials en rius, hi ha exemples comptats. Trobem al 18 de setembre de 2011 a Queretaro, Mèxic, Poirier et al (2011) van publicar l'article "Hardware and software tools to increase data quality in automated water quality measuring stations" que feia referència a la millora d'eines de hardware i software per augmentar la fiabilitat de mesura de les dades de qualitat de l'aigua. En aquest cas es va fer la instal·lació dels sensors directament al riu construint una caixa protectora (Figura 1).



Figura 1: Instal·lació de Queretaro, Mèxic

Per aquestes mateixes dates 11 de Setembre de 2011 a la conferència internacional de drenatge urbà de Porto Alegre/Brasil N. Caradot et al (2011) van presentar un altre article d'un projecte executat a Alemanya. Aquest article "Application of online water quality sensors for integrated combined sewer overflows impact assessment in Berlin (Germany)". Aquest article fa referència a l'avaluació de l'impacte de l'aplicació dels sensors en línia en desbordaments de clavegueram.

A la figura 2 podem veure el seu esquema d'instal·lació al clavegueram.

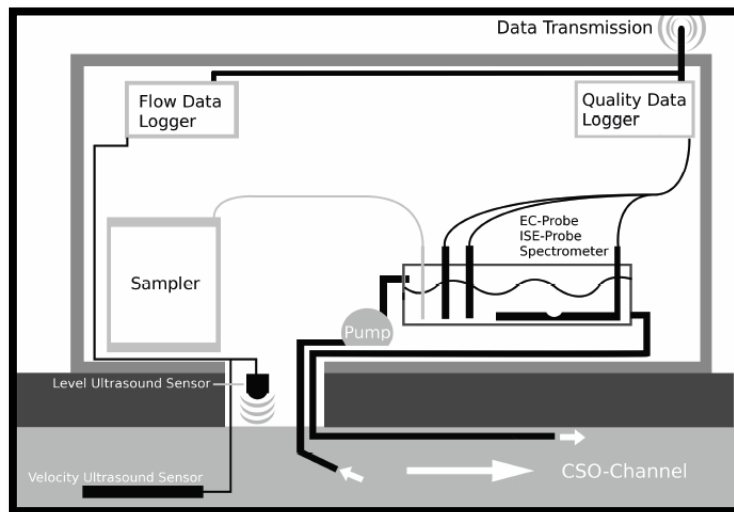


Figura 2: Instal·lació de desbordament de clavegueram, Alemanya

Per últim al 2004 a Viena els investigadors Pressl et al (2004) van publicar el següent article "In-line river monitoring – new challenges and opportunities" que fa referència al monitoreig en línia als rius. En aquest cas com podem veure a la figura 3 també es va construir una estructura per posar els sensors directament al riu.



Figura 3: Instal·lació de monitoreig en rius a Viena

En els casos desenvolupats fins el moment encara hi ha aspectes que cal resoldre abans de veure la instal·lació d'aquests sistemes en tots els rius d'Europa (problemes d'embrutament, manteniment, etc). Especialment en regions àrides o semi-àrides com Catalunya tenim rius amb cabals inferiors a  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  i que es poden arribar a assecar i alhora hi ha precipitacions que resulten amb un augment del cabal fins a un ordre de magnitud. És per això que cal investigar com haurien de ser les estacions de monitorització en els rius Catalans. Aquest estudi

Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

s'emmarca dins la recerca que realitza l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA) en el camp de gestió integrada de sistemes de sanejament i riu. El projecte es diu EcoMaWat (PCIG09-GA-2011-293365) i està finançat per la Unió Europea (<http://www.icra.cat/projectes/ecosystem-based-management-strategies-urban/38>) del qual l'investigador Lluís Corominas n'és el responsable.

## **1.2 Objecte**

L'objectiu d'aquest projecte és el disseny i muntatge d'una estació de monitorització a temps real de la qualitat fisico-química de l'aigua en rius mediterranis. L'objectiu és obtenir una estació de monitorització que sigui autònoma, telegestionada i de baix manteniment.

## **1.3 Especificacions i abast**

Per complir amb l'objectiu anterior es portaran a terme un seguit d'especificacions.

- Per evitar el vandalisme dissenyar una instal·lació en la que no pugui accedir qualsevol persona a la majoria dels elements.
- Dissenyar un filtre que es situarà a dins del riu perquè no s'obturi el tub d'aspiració.
- Escollir una bomba ideal que ha d'agafar aigua del riu i la transporti a la depuradora que es troba a una longitud de 32m de llarg i 5 metres de desnivell.
- Dissenyar el sistema per tal que sigui tant compacte i reduït com sigui possible per una millor manipulació.
- Dissenyar una estructura on hi aniran situats els sensors, aquests en contacte amb aigua que s'ha de renovar com a màxim cada 15 minuts perquè volem una dada real cada 15min.
- Instal·lar un sistema de neteja dels sensors a partir de compressors.
- Incorporar un sistema de control que permeti engegar i parar el sistema quan sigui necessari de forma remota.
- Programar alarmes vinculades als sensors perquè quan aquest valor surti del rang canvi l'estat de l'alarma.
- Incorporar un sistema d'enviament de dades a temps real.



## 2. DESCRIPCIÓ DEL RIU QUE ES VOL MONITORITZAR

El sistema de monitorització s'instal·larà al riu Onyar, just abans de l'abocament d'aigües tractades de l'estació d'aigües residuals de Quart. La localització s'ha triat per proximitat a l'ICRA i per la disponibilitat dels responsables de l'EDAR de Quart a oferir suport logístic. El riu Onyar neix a les Guilleries (Sant Martí Sapresa) a la muntanya de Santa Bàrbara 854m. La seva desembocadura és al riu Ter a Girona. Abarca una longitud de 34 km, el seu cabal mitjà és de  $1.82 \text{ m}^3/\text{s}$  i la superfície de la conca és de  $340.7 \text{ Km}^2$ . A la figura 4, 5 i 6 veurem la situació del riu Onyar on hi farem la instal·lació.



Figura 4: Situació Icri i depuradora de Quart



Figura 5: Punts de succió al riu i instal·lació a la Depuradora

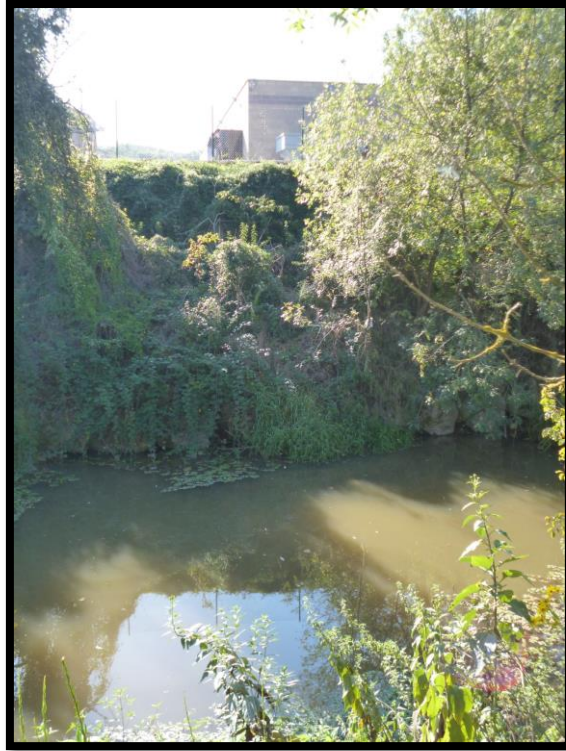


Figura 6: Vista real d'on s'instal·la el tub de succió

El desembre del 2013 es va realitzar una campanya experimental al riu Onyar per investigar la variabilitat que es podia observar en dos dies. Es varen instal·lar mostrejadors automàtics que prenen mostres cada dues hores, i a posterioritat les mostres es varen filtrar i es varen analitzar als serveis científic-tècnics de l'ICRA.

En la Figura 7 es observa com el carboni orgànic dissolt (DOC) presenta una variabilitat dels 4 als 7 mg C/L. De la figura es desprèn que hi ha una dinàmica correlacionada amb l'activitat humana, amb concentracions lleugerament superiors a les 7h del matí (quan comencen les activitats cotidianes). També s'observa com els valors més baixos són a les 3 de la matinada. Pel que fa als nitrats ( $\text{NO}_3^-$ ) s'observa a la figura 8 com hi ha un increment de 6.6 ppm fins a 7 ppm, amb una baixada considerable fins assolir mínims de 6.2 al final de la campanya. Aquests resultats demostren que hi ha dinàmiques al sistema, que es podran capturar amb un sistema de monitorització en continu.

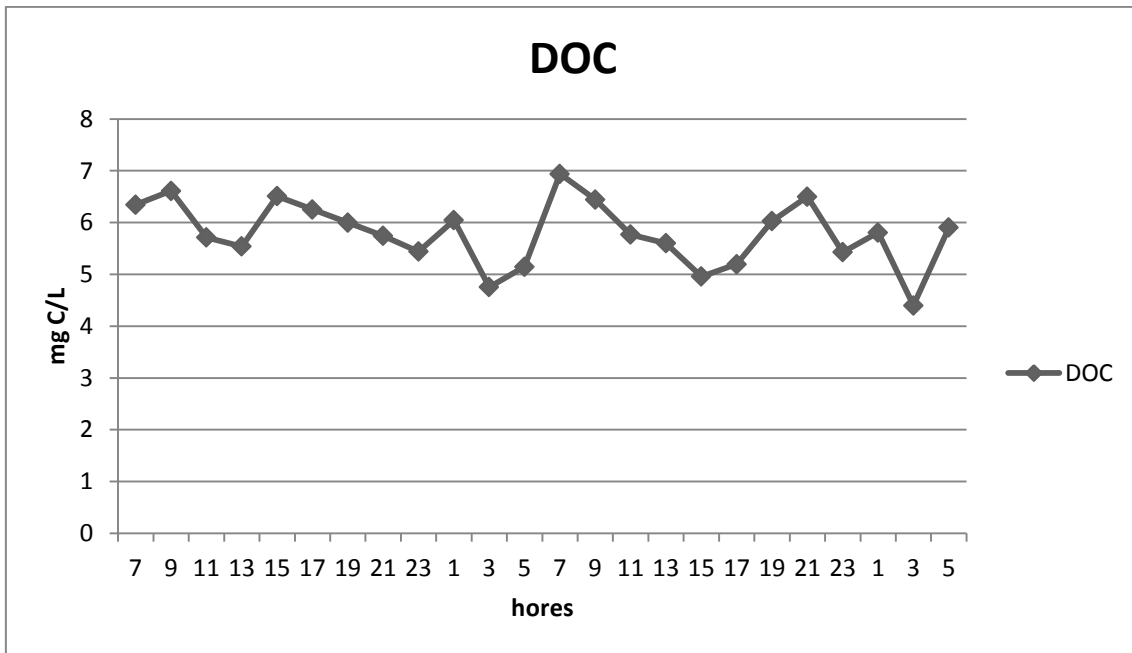


Figura 7. Evolució de la matèria orgànica en el riu Onyar al pas per la depuradora de Quart al llarg de la campanya experimental del mes de desembre del 2013

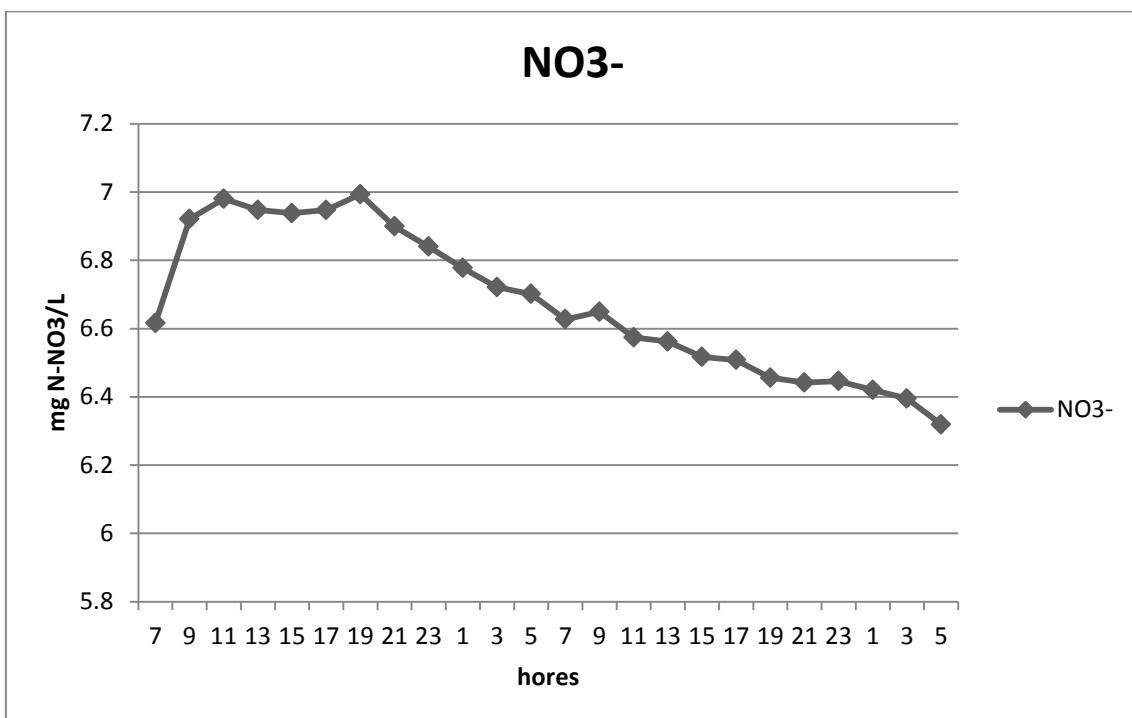


Figura 8. Evolució dels nitrats en el riu Onyar al pas per la depuradora de Quart al llarg de la campanya experimental del mes de desembre del 2013

### 3. DISSENY DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ

La figura 9 presenta l'esquema del sistema de monitorització que s'ha dissenyat. Compta amb els següents elements: i) Filtració ii) Hidràulica (tub, boma de succió i comptador); iii) Sensorística i sistema de neteja, iv) Telegestió i control. Es comença amb un filtre que evita el pas de partícules de tamany gran que puguin obturar el sistema. Una bomba permet succionar l'aigua filtrada i passa seguidament va cap a un comptador. Llavors l'aigua va cap a l'estructura on hi ha els diferents sensors de qualitat instal·lats en sèrie que disposen també d'un sistema de neteja que funciona amb un compressor. L'aigua retorna al riu un cop fet el circuit. S'instal·la també un sistema de telegestió connectat al sistema hidràulic que permet accionar o parar la bomba i tenir la informació del cabalímetre via una plataforma web. La informació dels paràmetres de qualitat dels sensors queda enregistrada en un ordinador en local, el qual també es pot connectar a la xarxa d'internet per enviar la informació.

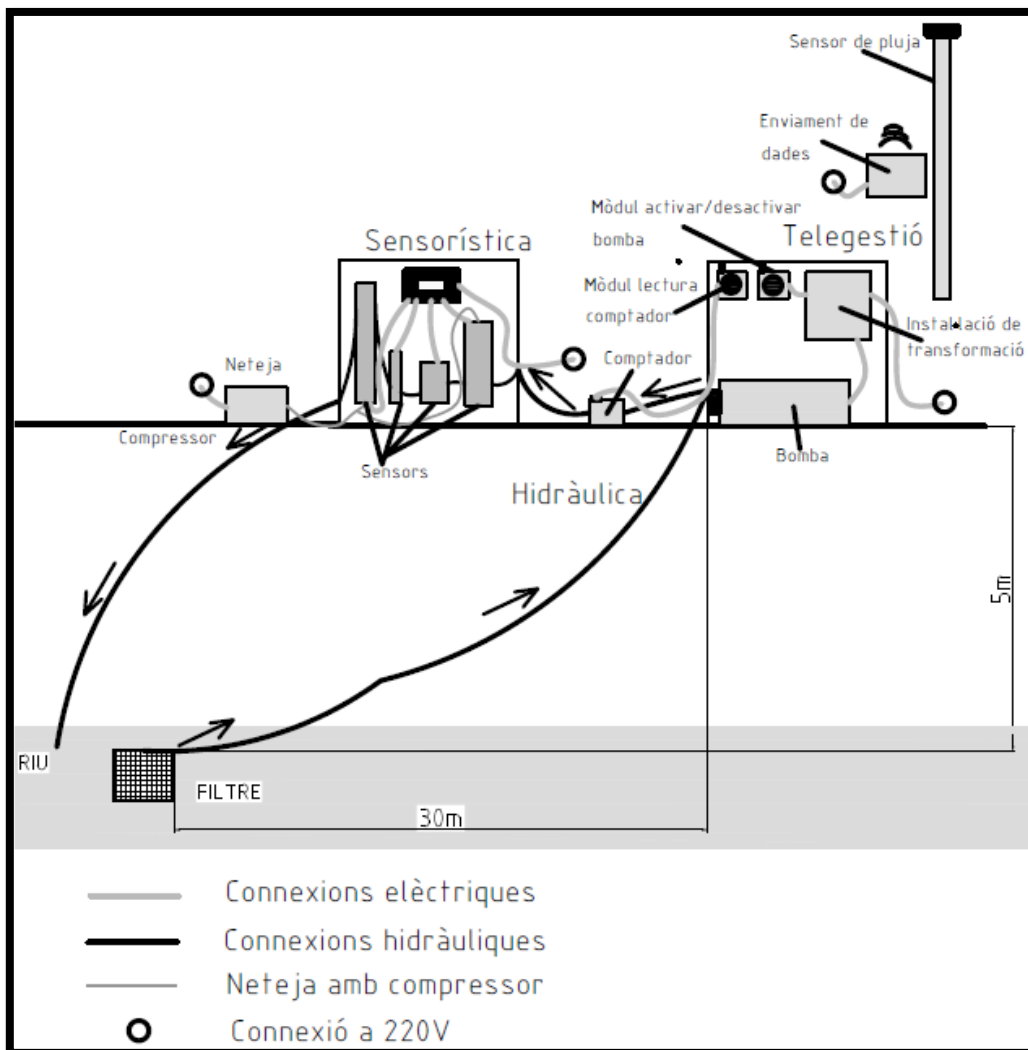


Figura 9: Esquema de la instal·lació

Els elements utilitzats per el muntatge els podem trobar a la Taula 1. Els hem separat en 2 parts, la part elèctrica i la part mecànica. En el següent apartat es descriu i es justifica la selecció d'elements.

<b>Elements part elèctrica</b>	<b>Elements part mecànica</b>
<b>Transformador 220-24V</b>	Tub de 35m 16/22
<b>Relé de potència 24 V alterna</b>	Comptador de cabal amb emissor d'impulsos de 100k
<b>Bornera per relé</b>	Bomba peristàtica amb cabal de 4 litres/minut
<b>Aparells de telegestió</b>	Filtre per al riu
<b>Caixa on posar la instal·lació elèctrica</b>	Estructura de muntatge dels sensors específica
<b>Cables</b>	Sensors s::can
	Compressor
	Caixa pel muntatge de la bomba
	Varis (brides, abraçaderes, etc...)

Taula 1: Elements del muntatge

### 3.1 Filtració

Pel que fa al tipus de filtració es va proposar de fer un filtre de 3 etapes. Primer es va dissenyar l'estructura, es va acordar que fes forma de triangle, així un bon percentatge d'elements que poden circular per al riu com fulles, algues, branques etc... es desplaçarien per la superfície però no quedarien enganxades. A la figura 10 podem veure la planta del filtre amb la direcció del flux del riu

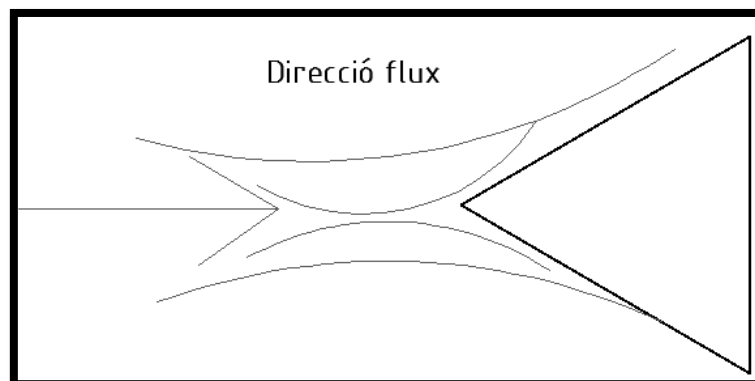


Figura 10: Direcció del flux amb la forma triangular del filtre

## Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

El material de construcció de l'estructura és d'acer inoxidable i recobriment de malla de plàstic per cada cara.

Per protegir millor el tub i no haver de fer manteniment tant seguit es va fer un filtre de 3 etapes, això vol dir que hi haurà 3 estructures triangulars, cadascuna amb una mida més petita a l'anterior, ja que aniran col·locats l'un dintre de l'altre. La secció que col·locarem perquè faci de filtre anirà disminuint de l'estructura exterior al' interior. La primera etapa té una secció de filtració de 10x10mm, la segona de 5x5mm i la tercera de 2x2mm.

A la figura 11 podem veure les diferents parts del filtre ja muntades a punt per introduir-les una dins de l'altre.



Figura 11: Vista de les 3 etapes del filtre

Perquè el tub no es mogui de dins del filtre interior s'hi va fer un forat i es va assegurar amb brides a l'estructura d'acer inoxidable.

A la figura 12 es pot veure el filtre ja muntat i amb el tub de succió instal·lat a punt per posar al riu.



Figura 12: Filtre muntat

### 3.2 Hidràulica

L'objectiu de la part hidràulica és obtenir un valor de qualitat de l'aigua de riu cada 15 minuts. Per tant cal renovar l'aigua de tota la part hidràulica com màxim cada 15 minuts.

#### 3.2.1 Tub

El tub utilitzat és un tub de Texovinil blanc transparent, fabricada amb matèries primes de primera qualitat. Algunes de les seves característiques són:

- Reforçada de malla de polièster
- 4 capes
- És flexible
- Tractament interior anti-formació d'algues, característica bastant important per nosaltres ja que si es formessin algues dins el tub ens podria modificar les mesures de les sondes i no serien reals.

A la figura 13 podem veure el tub utilitzat.



Figura 13: Tub utilitzat

### 3.2.2 Bomba de succió

S'ha realitzat una revisió dels tipus de bombes que es podrien utilitzar pel disseny de l'estació de monitorització (veure Annex B detalls sobre tipologies de bombes). Els avantatges i inconvenients es presenten en la Taula 2. Finalment hem escollit la bomba peristàtica, que és una bomba més cara però amb un temps de vida útil més gran. Una característica important és que la bomba sigui autoencebant ja que en determinats períodes de l'any (en hores determinades) el cabal del riu disminueix molt i no hi hauria aigua per succionar. També, les aturades del sistema de bombeig provoquen que el tub es buidi (no s'ha instal·lat un sistema de pressió) i en tornar a activar la bomba caldria encebar-la altre cop.

Tipus de bomba	Avantatges	Inconvenients
<b>Submergibles</b>	Gran capacitat d'elevació	S'ha d'instal·lar in-situ (al riu) i està a l'empara d'accions de vandalisme
<b>Centrífuga</b>	Gran capacitat d'elevació i econòmica	Problemes d'escalfament si no succiona aigua. El fet d'aspirar fang i sorres disminuirien la vida útil
<b>Peristàtica</b>	Bomba robusta, pot funcionar 24h/dia sense tenir un desgast elevat, al no estar en contacte amb el fluid la seva vida útil allarga considerablement	Aparell més car.

Taula 2: Avantatges i inconvenients per seleccionar la bomba



A la figura 14 podem veure la bomba peristàtica que s'ha seleccionat. A l'annex D s'hi descriuen les seves especificacions.



Figura 14: Bomba peristàtica utilitzada

Un cop seleccionada la tipologia de bomba cal triar el model específic en funció de l'alçada i la distància que es vol bombejar. Per aquest cas s'ha estimat una alçada de 5 metres i una distància de 30 metres i s'han calculat les pèrdues de càrrega. Volem una bomba que com a mínim ens doni uns 4 litres/minut.

Els resultats dels càlculs de les pèrdues de càrrega de la instal·lació són:

La bomba escollida té una velocitat de rotació màxima de 650 rpm, com que no volem que funcioni sempre al seu màxim calcularem el cabal que ens donaria a una velocitat de rotació de 450 rpm (70%), segons la gràfica de la bomba (es pot veure a l'annex A) el cabal a aquesta velocitat hauria de ser aproximadament de 9 litres/min.

Aplicant l'equació de Bernouilli segons les pèrdues de càrrega que tenim trobem que les pèrdues de càrrega primàries són del  $\sum H_{rp} = 1.68m$ . Per les pèrdues secundàries em comptabilitzat una reducció de secció que tenim entre el tub de neoprè interior de la bomba i el tub de la instal·lació i el resultat obtingut és de  $\sum H_{rs} = 0.199m$ . Finalment a la sortida obtenim un cabal teòric de 5,7 litres/min una mica més gran que el que volem, per tant la bomba escollida es la correcte.

A l'annex A es poden veure els càlculs complets de les pèrdues de càrrega.

### 3.2.3 Comptador

A la nostre instal·lació i posarem un comptador que ens donarà un registre de cabal diari i ens ajudarà a controlar el funcionament de la bomba consultant aquest cabal. Si el cabal d'un dia disminueix respecte els altres podrem deduir que alguna cosa no va bé i revisar la instal·lació.

Com que a tota la instal·lació el tub és de 1/2" el comptador també s'ha comprat de 1/2" polzada , conjuntament amb un emissor de pulsos de  $k=1$  litre/impuls.

L'emissor de pulsos s'activa a partir d'un imant integrat al comptador que s'acciona amb una freqüència proporcional al cabal. Els valors típics són 1, 10, 100, 1000 litres/impuls en funció del diàmetre del comptador. Els comptadors amb emissor de pulsos serveixen particularment per a la telelectura de cabals, control de bombes, connexió de mòduls electrònics etc...

A la figura 15 podem veure el comptador escollit.

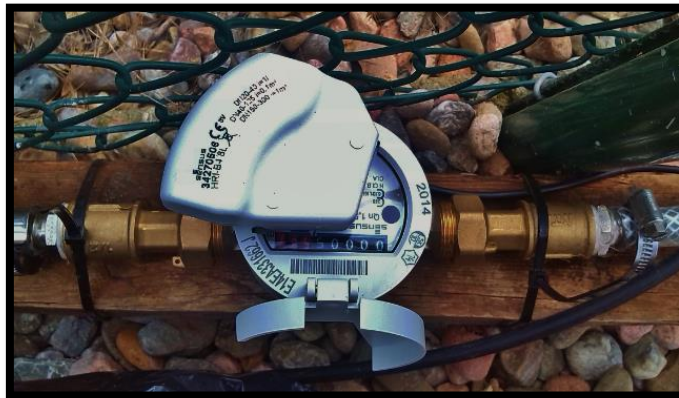


Figura 15: Comptador utilitzat

### 3.3 Sensorística i sistema de neteja

#### 3.3.1 Selecció de les sondes

Per tal de seleccionar les sondes cal primer conèixer els paràmetres importants a mesurar en continu al riu, que indiquin qualitat i informin de possibles episodis d'abocaments. És per aquest motiu que es va realitzar una campanya experimental al riu Onyar que permetria definir el rang de mesura per cada tipus de paràmetre (veure taula 3). En l'annex F podem veure totalitat amb gràfiques dels resultats obtinguts de la campanya.

Element	Rang de valors
DOC (mg C/L)	4.3-6.7
TDN (mg N/L)	6.7-7.4
TDP (mg P-P <sub>T</sub> /L)	2-2.6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg N-NO <sub>3</sub> /L)	6.3-7
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mgN-NO <sub>2</sub> /L)	0.01-0.04
NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg N-NH <sub>4</sub> /L)	<0.001-0.08

Taula 3: Rang de valors campanya riu Onyar

Hi ha diferents tipus de tecnologies per monitoritzar en continu la qualitat de l'aigua (Vanrolleghem and Lee 2003). Segons l'experiència de l'ICRA les sondes de la casa s::can són robustes amb relativament poc manteniment, venen pre calibrades de fàbrica "Plug & measure" i no requereixen d'un consum en continu de reactius químics. En concret, les característiques de les sondes escollides són:

- *Sonda multi paramètrica espectrofotomètrica per l'anàlisi de Nitrats (NO<sub>3</sub>), Nitrits (NO<sub>2</sub>), Demanda Química d'Oxigen (DQO), i sòlids en suspensió (TSS).*

És una sonda multiparamètrica, que vol dir que amb un sensor es poden mesurar diferents paràmetres alhora. La mesura es porta a terme a partir de l'espectrometria continua en Ultraviolat - Visible (UV-VIS) dins el rang 220-720 nm - 220-390 nm respectivament. Té una compensació automàtica de la turbidesa, sòlids i substàncies orgàniques. La precisió mínima és de 0.1mg/L per a cadascun dels paràmetres.

Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

- *Sonda que funció per ió selectiu per l'anàlisi en continu d'amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).*

Conté elèctrodes selectius d'amoni i potassi i elèctrode de referència de pH. El rang de mesura és de 0 a 10 mgNH<sub>4</sub>-N/L pel sistema que s'utilitzarà per monitoritzar l'aigua de riu. La precisió és de 0.1mgN/L.

- *Sonda de conductivitat i pH*

Parteix de 4 elèctrodes de mesura que ens donaran valors de conductivitat, salinitat i temperatura. El rang de mesura és de 0-500000ms/cm (conductivitat) 2-42PSU (salinitat) (-20)-50°C la temperatura, que són valors típics en aigua de riu.

- *Sonda d'oxigen*

Utilitza un sistema de mesura òptic/fluorescència amb una resolució de 0.01mg/L, el rang de mesura és de 0-25mg/L

La descripció detallada de cada sonda la trobem a l'annex E.

### 3.3.2 Sistema de neteja

El sensors s::can incorporen un mòdul de neteja automàtic, aquest consisteix en l'activació d'un compressor durant un cert temps que mitjançant la injecció d'aire comprimit neteja la brutícia que s'ha enganxat en els sensors. Aquest sistema es configura a partir del PC que controla cada sensor. A la figura 16 es pot veure el sistema de neteja d'una sonda, és un tub integrat dins la sonda.

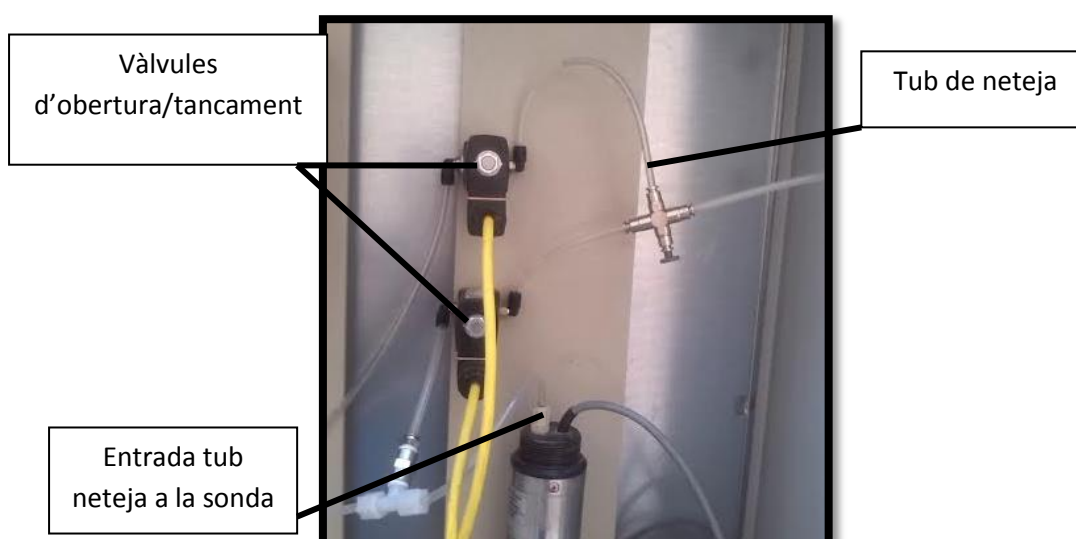


Figura 16: Sistema de neteja

### **3.3.3 Programació alarmes**

Els sensors s::can incorporen un mòdul de programació d'alarmes que ens servirà per:

- Detectar episodis d'increment sobtat de concentracions (per exemple degudes a un abocament incontrolat)
- Detectar augments sobtats de la turbidesa provocats per episodis de pluja que incrementen la concentració de sòlids al riu i que podrien afectar el bon funcionament del sistema.

Aquest mòdul permet triar un paràmetre mesurat i establir un límit per damunt o per sota del qual s'activa una alarma. Amb aquesta alarma es poden activar sortides analògiques o digitals per accionar o parar diferents dispositius. En aquest cas ens podria servir per aturar la bomba.

## **3.4 Telegestió i control**

### **3.4.1 Justificació del sistema de telegestió**

Un dels objectius del projecte és desenvolupar un sistema autònom i de baix manteniment. El fet de disposar d'un sistema de telegestió permet conèixer l'estat dels sensors i els paràmetres de qualitat del riu des de qualsevol lloc del món. En aquest sentit s'ha plantejat instal·lar un sistema de telegestió per la part hidràulica i un altre per la part de sensorística. Ambdós es poden acabar interconnectant.

### **3.4.2 Característiques principals del sistema de telegestió**

El sistema de telegestió de la part hidràulica consisteix en un concentrador, un equip capaç de programar l'activació de la bomba i tallar-la immediatament en cas de pluja i un equip capaç de llegir un transductor de polsos per fer un control del cabal diari de la bomba.

Aquests elements permeten activar o desactivar un aparell (en el nostre cas la bomba) i obtenir el valor del comptador d'aigua. A partir d'una pàgina web, el sistema permet controlar tots els dispositius. El sistema es caracteritza per:

- Disseny especial dels equips de programació, autònoms, de dimensions molt reduïdes, estancs i alimentats amb piles de 9V o 24Vac i instal·lables dintre de qualsevol tipus d'arqueta, armari o caseta.
- Instal·lació "plug &play" , sense necessitat de fer obres ni modificar el reg existent.

-Utilització, en gran mesura, de comunicacions mitjançant bandes lliures de radiofreqüència combinades amb una part molt reduïda de comunicacions mitjançant telefonia mòbil.

-Incorporació d'equips de detecció (pluja, vent, temperatura). Si detecta pluja, també és possible aturar la bomba.

-Monitorització de consums hídrics per vigilància de fuites ó mal funcionament de la bomba.

A l'annex J podem trobar el manual d'utilització del software utilitzat.

El sistema de telegestió de la part sensorística consisteix en la connexió a un punt de xarxa wifi per poder fer l'enviament de dades, de moment no ha sigut possible ja que el punt wifi de la depuradora no està disponible. Hi ha una altre manera d'aconseguir-ho que es utilitzant una targeta SIM, en aquest cas no s'ha pogut portar a terme però està pendent d'instal·lar-ho en un futur.

### 3.5 Part elèctrica

Per connectar els aparells de telegestió amb la bomba i la xarxa de 220V s'ha tingut de dissenyar una instal·lació de transformació de 24-220V. A la figura 17 es pot veure l'esquema seguit per fer el muntatge.

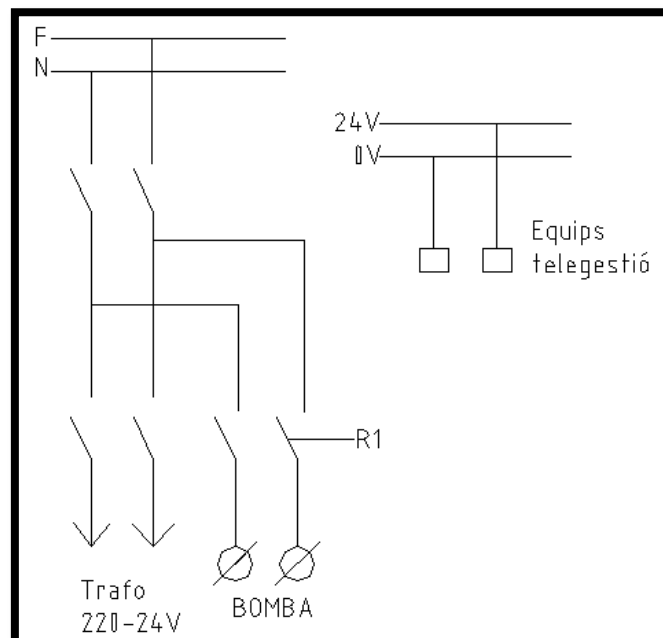


Figura 17: Esquema elèctric de transformació

## 4. DESCRIPCIÓ DEL MUNTATGE

La instal·lació com ja em dit anteriorment s'ha realitzat primer al laboratori per assegurar que tot funciona i posteriorment s'ha mogut els equips a la depuradora de Quart, just al costat de l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA), per bombejar aigua del riu Onyar.

### 4.1 Filtre

Pel que fa la instal·lació del muntatge primer vam dissenyar i construir un filtre per posar al riu així la bomba agafaria aigua bastant filtrada i ens assegurariem que l'entrada del tub no se'ns obturaria de fulles, branques, fang, etc... En la següent figura 18 podem veure el filtre ja muntat i a punt per submergir al riu. Tal i com es veu a la figura 18 a l'espai que quedava entre els 2 filtres s'hi va posar pedres per aconseguir una millor estabilitat en cas de riuades.



Figura 18: Filtre just abans de submergir al riu

Aquest filtre ha estat instal·lat al riu des del mes de febrer i ha demostrat molta robustesa ja que ha aguantat fortes riuades i molt temps sense netejar, el mes de juny es va treure del riu per fer el manteniment i encara estava en perfectes condicions, sense elements enganxats que obturessin el pas de l'aigua. Tot això es veu reflectit en l'aigua de sortida de la instal·lació perquè conté molt poca matèria en suspensió.

## 4.2 Hidràulica.

Llavors vam passar el tub fins a la depuradora.

Seguidament vam muntar la bomba i es fan les proves del filtre i de bombeig. Respecte el filtre funcionava correctament i la bomba també. Obtenim un cabal de 4 litres/minut a una potència del 70%. A autoencebar-se la bomba i fer tot el circuit de la part hidràulica tarda uns 2.5 minuts per tant l'aigua de la instal·lació es renova sobradament cada 15 minuts.

Aquest cabal és inferior a l'indicat per la gràfica de la bomba, això es degut a les pèrdues de càrrega de la instal·lació i a les pèrdues del motor.

Després de veure el cabal que obteníem vam haver de decidir una de les dues opcions que teníem per la instal·lació de les sondes. Aquestes dues opcions eren:

- Construir un dipòsit d'uns 150 litres en el qual l'aigua es renovaria cada 10-15 minuts.
- Muntar una estructura ja proporcionada per la mateixa casa s:can.

Al tenir aquest cabal més baix a l'esperat es va optar per la segona opció ja que el dipòsit no renovaria l'aigua tant sovint com nosaltres volíem.

A la figura 19 es pot veure la caixa finalitzada amb els equips corresponents instal·lats.



Figura 19: Instal·lació hidràulica



### 4.3 Sensorística i sistema de neteja

#### 4.3.1 Sensorística.

Un cop feta aquesta instal·lació es va començar a muntar l'estructura dels sensors, seguidament a la figura 20 podem veure la caixa on hi anirà tot el muntatge. Aquesta caixa és una caixa de ferro que ja hi havia a l'Icra, conté una placa on es col·locaran els suports dels sensors i aquesta es collarà al final de la caixa.



Figura 20: Caixa per a la instal·lació dels sensors

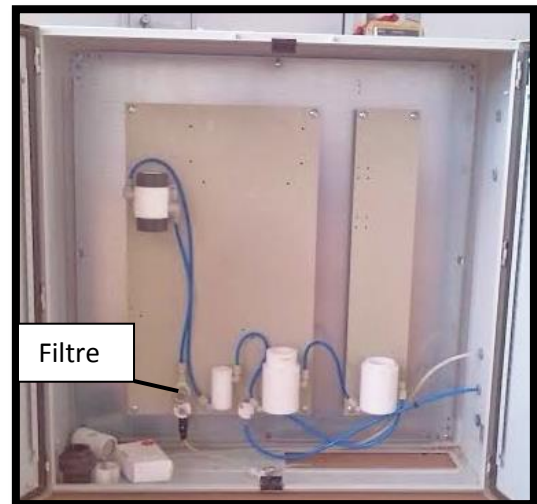


Figura 21: Caixa amb l'estructura per col·locar els sensors

A la figura 21 podem veure l'estructura on aniran encaixats els sensors, en aquests dipòsits blancs hi aniran les sondes i sempre queden amb una mica d'aigua encara que la instal·lació no estigui en funcionament, ja que sinó estan en contacte amb fluid es podrien espatllar. El tub blanc es el d'entrada que passa per un altre filtre i el tub blau es el de sortida, és a dir, quan entra l'aigua va passant per cada dipòsit d'esquerra a dreta i torna al riu.

## Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

A la figura 22 es pot veure la prova dels sensors al laboratori. A la dreta es pot veure la garrafa amb aigua del riu, una bomba més petita que agafa aigua i la fa passar per tot el circuit i el compressor per fer les neteges a les sondes. Dins la caixa podem veure les sondes correctament col·locades en els seus dipòsits i connectades al PC que les controla i recull les dades mesurades.



Figura 22: Prova del funcionament dels sensors al laboratori

Per fer la prova del laboratori correctament vam anar a buscar aigua del riu Onyar i després d'un parell de dies funcionant correctament es va fer la calibració de les sondes. Aquestes ja venen precalibrades de fàbrica (calibració global) però sempre segons el medi on es treballa se'ls hi ha de fer una calibració local.

A partir d'una mostra d'aigua del riu Onyar analitzada pel servei tècnic de l'Icra ( Resultats a l'annex O) es procedeix a la calibració de les sondes. S'explica com fer aquesta calibració a l'annex G.

També s'ha fet la programació d'unes alarmes que ens indiquen quan un component surt d'uns límits establerts avisi i si és un valor molt fora del normal poder procedir a la seva investigació.

La programació d'aquestes alarmes s'explica a l'annex I.

Per últim, vam fer la instal·lació del sistema a la depuradora . A la figura 23 es pot veure la instal·lació en funcionament.

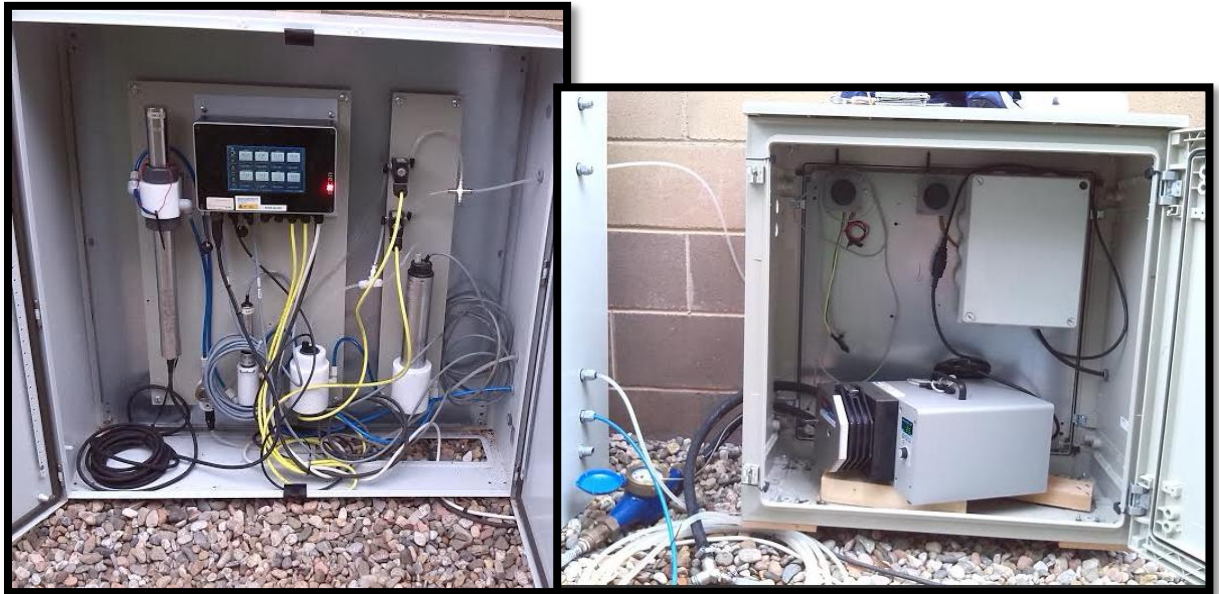
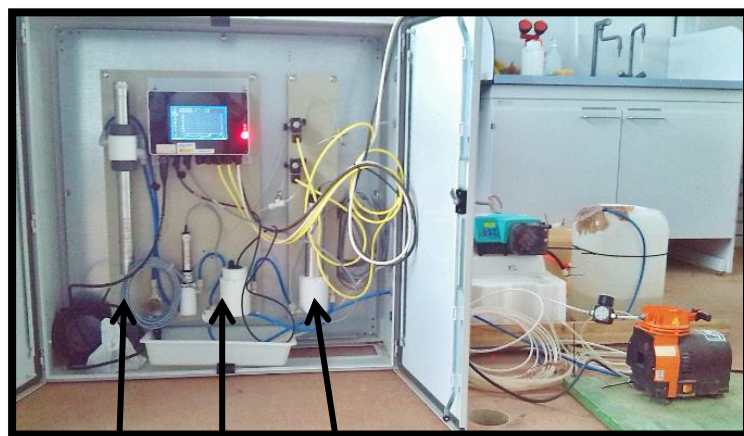


Figura 23: Instal·lació en funcionament dins la edar de Quart

#### 4.3.2 Sistema de neteja.

Pel que fa el sistema de neteja s'activa a partir de la programació feta al PC, aquesta programació s'explica a l'annex H. A la programació es demana cada quan es vol fer la neteja i quan temps volem que duri aquesta neteja. Vist l'èxit del filtre de que l'aigua puja molt neta es fa una neteja cada 45 min de 15 segons cadascuna. Les sondes que necessiten d'aquesta neteja interna són la d'amoni , d'oxigen i l'espectomètrica. A la figura 24 s'indiquen les parts que actuen en la neteja.



Sonda d'oxigen  
Sonda espectomètrica      Sonda d'amoni      Compressor

Figura 24: Neteja

#### 4.4 Telegestió i control

El sistema de telegestió el va venir a muntar l'empresa subministradora, Samcla. Els aparells instal·lats es descriuen a continuació.

- *Samclabox*: Caixa amb la que es connecten els diferents mòduls instal·lats i encarregada d'enviar les dades que podem visualitzar a l'aplicació de telegestió. Aquesta caixa és la de la figura 25.



Figura 25: Samclabox

- *Mòdul sensor de pluja*: Aquest sensor incorpora una cassoleta on s'acumula l'aigua, el sensor detecta quan està plovent i automàticament la bomba para de bombejar, ja que no ens interessa bombejar aigua del riu quan baixa molt turbulent ja que les dades mesurades pels sensors no són indicadors d'abocament i podria circular fang pel tub i obturar-se. A la figura 26 podem veure el sensor de pluja.

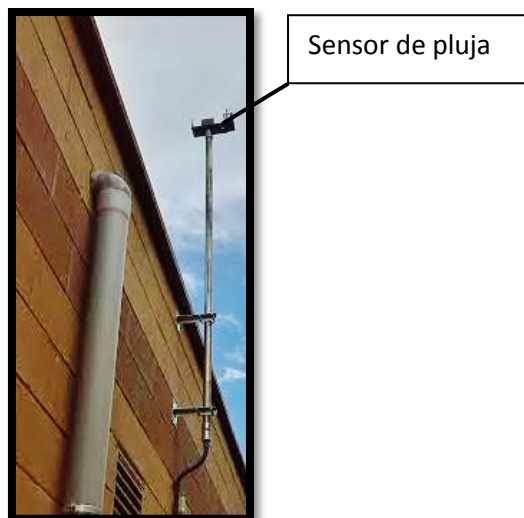
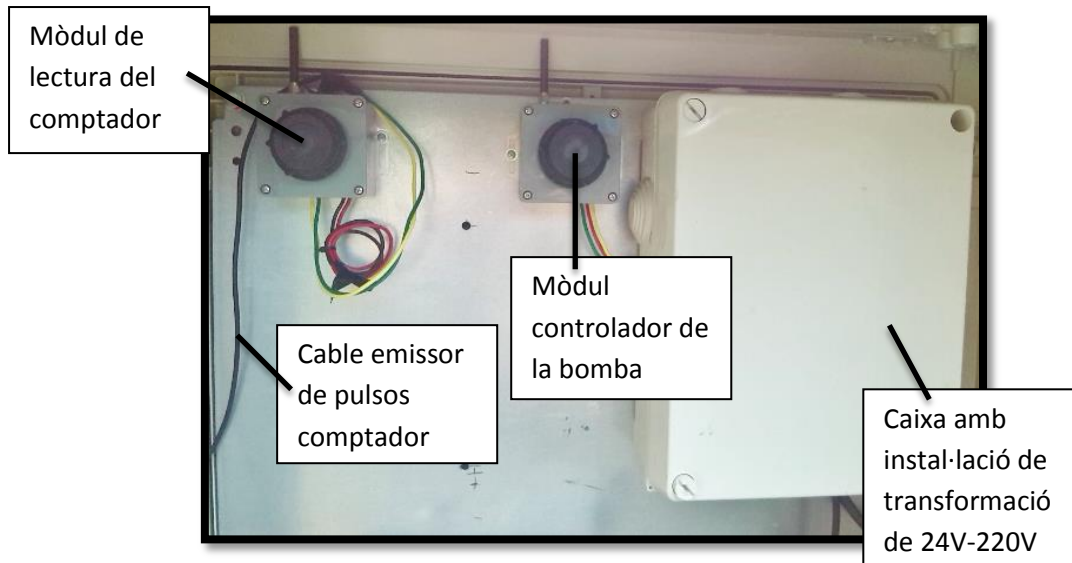


Figura 26: Sensor pluja

- *Mòdul de mesura comptador*: Aquest mòdul rep la mesura del comptador i l'envia al Samclabox per poder visualitzar la dada a l'aplicació. A la figura 27 a l'esquerre podem veure el mòdul que va connectat a l'emissor d'impulsos del comptador.



- *Mòdul de control de la bomba*: El mòdul de la dreta que es veu a la figura 27 és el que controla la bomba. Aquest s'alimenta a 24V i la bomba a 220V per això a l'interior de la caixa que es veu a la figura 27 hi ha muntat un equip de transformació. A l'inrevés que els altres mòduls aquest rep la informació de l'aplicació segons si es vol engegar o parar la bomba o si detecta el sensor de pluja.

#### 4.5 Part elèctrica

Pel que fa el muntatge de la part elèctrica, transformació de 24-220V es poden veure les diferents parts a la figura 28.

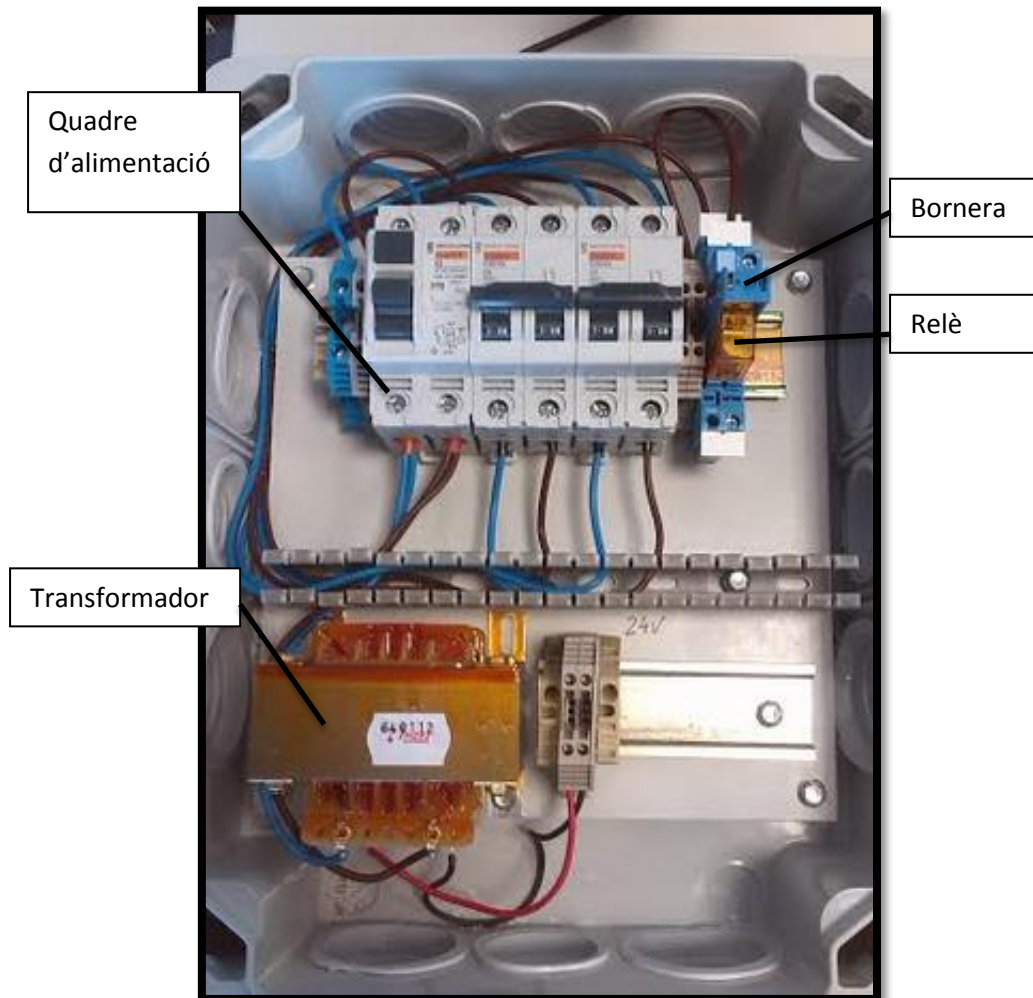


Figura 28: Instal·lació de transformació 24-220V

## 5. AVALUACIÓ DEL FUNCIONAMENT DEL SISTEMA

### 5.1 Probes hidràuliques

Primerament es van fer proves al laboratori de l'ICRA per tal d'assegurar el funcionament del circuit hidràulic. Es va fer un muntatge amb la bomba i amb un tub de 20 metres d'allargada al qual se li va aplicar 4 metres de desnivell. Amb aquest muntatge, la bomba funcionava correctament i era capaç d'autoencebar-se.

Posteriorment es va muntar la bomba i el tub en el sistema d'estudi. A un extrem el tub es va submergir dins el riu (i connectat amb el filtre), i es va anar passant el tub per la llera del riu fins arribar a dins de la depuradora. Es va deixar la bomba funcionant (sense connectar amb els sensors) i amb el comptador durant una setmana. El cabal obtingut de la bomba (treballant al 100% de capacitat) és el que esperàvem després de fer els càlculs de pèrdua de càrrega (uns 5 litres/minuts).

En una fase final (a partir del 10 de juny), es va acoblar la part de sensorística amb la hidràulica. En la taula 4 es pot observar les lectures enregistrades del comptador. Es pot observar com els litres que es varen bombejar no varen ser constants i que hi va haver una davallada al llarg dels dies. El poc cabal servit els dies 13 i 14 de juny s'explica pels episodis de pluja que van ser detectats pel sensor d'humitat i va fer aturar la bomba (fins que el sensor s'assequés). En la taula 5 es pot observar com el sistema de telegestió va anar canviant d'estat quan es va detectar la pluja

Samclabox	Descripció	Sector	Lectura de comptador (Litres)	Litres al dia	Data
V00550001	EDAR de Quart (volum)	EDAR-Quart	2740	2740	10/06/2014
V00550001	EDAR de Quart (volum)	EDAR-Quart	4235	1495	11/06/2014
V00550001	EDAR de Quart (volum)	EDAR-Quart	5383	1148	12/06/2014
V00550001	EDAR de Quart (volum)	EDAR-Quart	6262	879	13/06/2014
V00550001	EDAR de Quart (volum)	EDAR-Quart	6793	531	14/06/2014

Taula 4: Dades hidràulica

La davallada de cabal del dia 10 de juny (2740 litres/dia) fins el dia 12 de juny (1148 litres/dia) s'explica per un problema amb bomba. Aquesta, s'aturava i s'engegava de forma aleatòria degut a un problema amb la part elèctrica de la mateixa. Aquest tema s'està tractant amb l'empresa subministradora i entenem que és un defecte de fàbrica i no un problema de desgast o de qualitat del producte.

A la taula 5 podem veure els històrics de pluja on els sensor ha canviat d'estat i per tant la bomba s'ha parat i coincidint amb les lectures més baixes de cabal dels dies 13 i 14 de Juny han estat els dies en que el sistema ha estat més estona parat per pluges.

Història de canvis d'estat del sensor de pluja : EDAR de Quart (Girona)		
Data	Canvi d'estat	Període
2014-06-15 02:08:27		
2014-06-14 21:50:58		4 Hores 17 Minuts
2014-06-14 20:44:34		1 Hores 6 Minuts
2014-06-14 19:42:59		1 Hores 1 Minuts
2014-06-14 17:05:31		2 Hores 37 Minuts
2014-06-14 16:04:26		1 Hores 1 Minuts
2014-06-13 16:05:42		23 Hores 58 Minuts
2014-06-13 15:03:07		1 Hores 2 Minuts

Taula 5: Canvis estat sensor de pluja

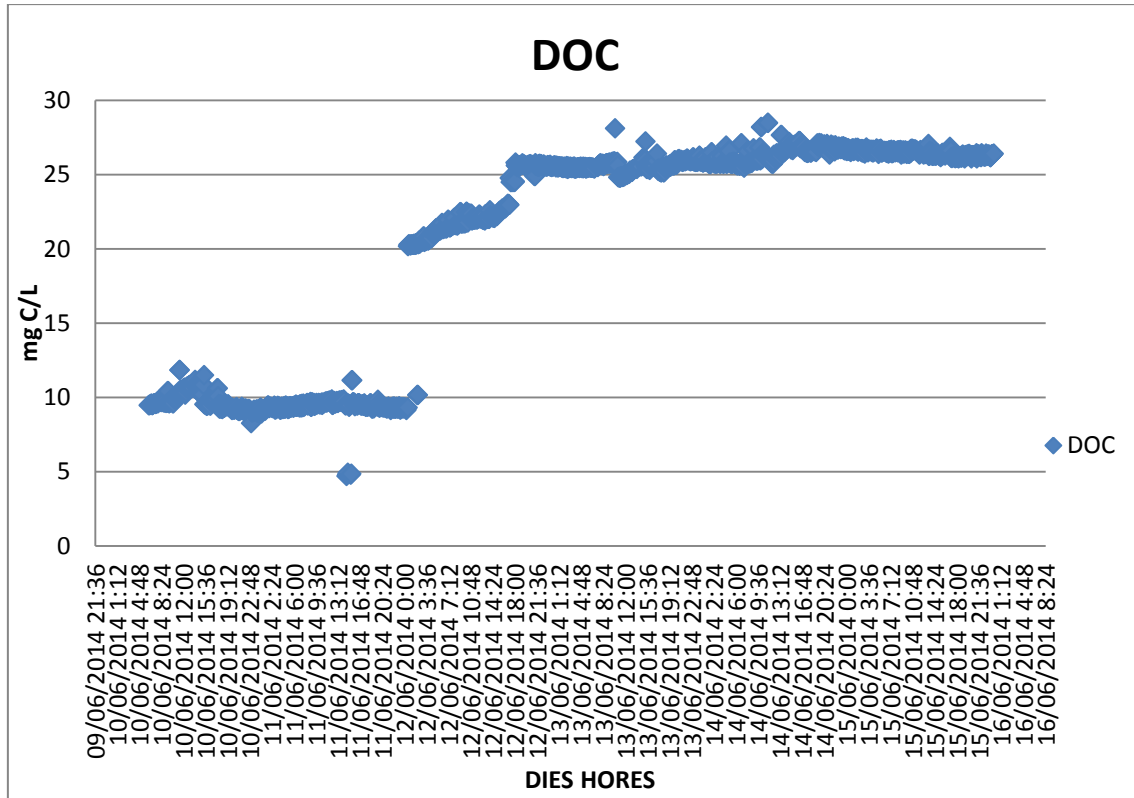
## 5.2 Probes de sensorística

En la primera fase de probes al laboratori es van tenir les sondes submergides durant 2 setmanes, amb aigua del mateix riu Onyar disposada en un recipient de 20 litres. Al mateix laboratori es va realitzar la calibració local de les sondes, fent anàlitzes dels paràmetres de qualitat a monitoritzar (veure annex O), i entrant els valors a la concube després d'haver fet lectures manuals amb el sistema de monitorització. Aquesta calibració local assegura que les mesures dels sensors estan properes dels valors mesurats amb instruments analítics de laboratori.

Un cop es va instal·lar la sensorística amb la part hidràulica a la depuradora de quart, les sondes van funcionar correctament. Les dades obtingudes per matèria orgànica (DOC), nitrats (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) es presenten en les Figures 29, 30 i 31, on s'hi representa un valor cada 5 minuts.

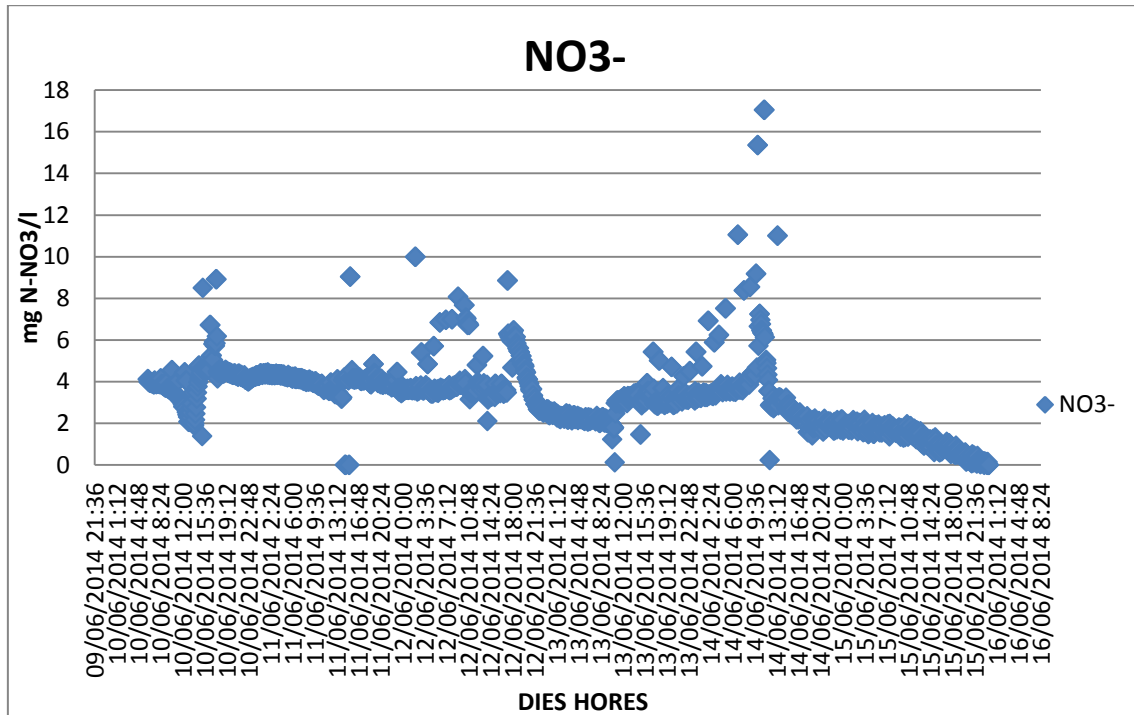


En quant a la matèria orgànica, es pot observar un període de posta a punt, on es va passar de valors de 10 mgC/L fins a valors entorn els 25 mgC/L. A partir d'aquí s'observen algunes oscil·lacions diàries. Els valors de DOC respecte el moment de la calibració local han augmentat considerablement. Això s'explica per la degradació de la mostra d'aigua de riu que es va tenir en un dipòsit al laboratori durant 1 setmana. Això no suposa cap inconvenient pel correcte funcionament dels sensors.



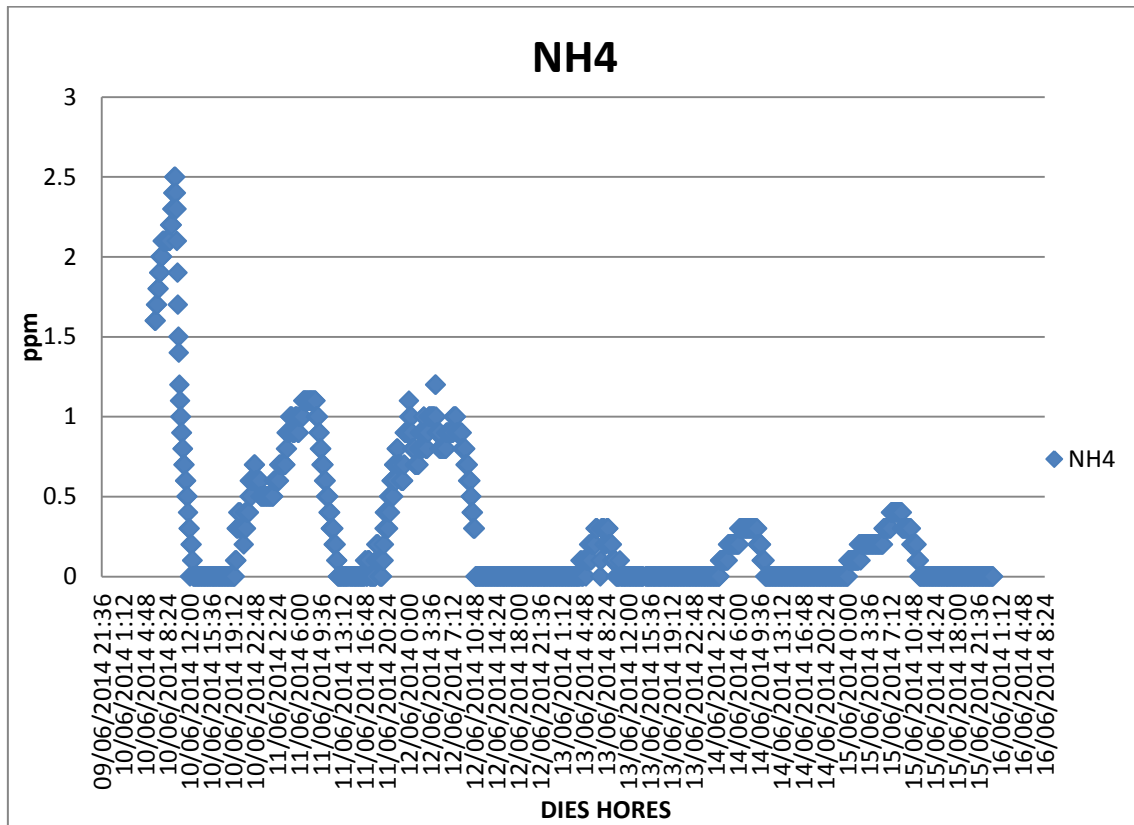
Gràfica 1: Evolució de la matèria orgànica en el riu Onyar al pas de la depuradora de Quart els dies 11/06/14-16/06/14

Els nitrats varen estar dins el rang previst, i va ser possible observar dinàmiques. Fins i tot va ser possible detectar un episodi d'augment bruscat de la concentració fins a valors entre 14 i 16 mg N/L. L'amoni es va mantenir a valors propers a zero durant la major part del temps. Gràcies al sistema de monitorització en continu es van observar alguns episodis d'augment bruscat de la concentració fins a 1-2.5 mg N/L.



Gràfica 2: Evolució de la matèria orgànica en el riu Onyar al pas de la depuradora de Quart els dies 11/06/14-16/06/14

De l'amoni podem observar que a partir de les 00:00h ens comença a marcar algun valor una mica més superior a 0 ppm i a partir de les 11:00h torna a disminuir cap a 0 ppm. Es pot veure que és durant la nit-matinada que augmenten aquests valors, això pot ser degut a algun abocament.



Gràfica 3: Evolució de l'amoni en el riu Onyar al pas de la depuradora de Quart els dies 11/06/14-16/06/14

## 6. RESUM DEL PRESSUPOST

A la següent taula 4 tenim el cost total del projecte. A l'annex N hi podem trobar els costos detallats i els pressupostos.

Part	Cost total (€)
Hidràulica	4.600
Sensorística	29.191,73
Telegestió	6.486,33
<b>TOTAL (€)</b>	<b>40.278,06</b>

Taula 6: Cost total

Tal i com es pot veure a la taula 4, la part que genera més despesa és la de sensorística, aquests aparells són d'una qualitat, precisió i durabilitat bastant elevada, la seva construcció és molt laboriosa, complexa i delicada ja que cadascuna d'elles incorpora uns sensors molt fràgils. També s'han de comprar tots els aparells relacionats (com suports, calibracions, software, llicències etc...) ja que si mirem el preu d'una sonda individual no es tant cara respecte el preu total.

Els aparells de telegestió són els següents més cars, aquests aparells també son de construcció complexa però no són tant delicats ni tampoc tenim tants elements que si hagin de complementar.

Finalment a la part hidràulica l'aparell més car és la bomba i gairebé aquesta ocupa tota la part del cost, els altres elements incorporats en aquesta part no presenten un cost molt elevat.

El pressupost total aparentment sembla molt car, però si comptabilitzem el que ens costarien dos persones treballant 12 hores al dia, ja que s'haurien d'agafar dades cada 2 hores, amb 258 dies, menys d'un any ja s'hauria amortitzat tota la instal·lació.

Amortització de tota la instal·lació			
Hores/dia	Persones	Preu/hora (€)	Cost total diari (€)
12	2	6.5	156
Cost instal·lació (€)	Temps amortització(dies)		
42.278.06	258		

Taula 7: Amortització

## 7. CONCLUSIONS

S'ha dissenyat i muntat un sistema de monitorització que permet obtenir una mesura fiable de la qualitat del riu cada 15 minuts i compta amb els següents elements: i) Filtració ii) Hidràulica (tub, boma de succió i comptador); iii) Sensorística i sistema de neteja, iv) Telegestió i control. De l'estudi se'n deriven les següents conclusions específiques:

- El sistema de filtratge és un sistema robust, fiable i de poc manteniment. S'ha demostrat des del mes de febrer que el filtre funciona correctament, aguanta períodes de pluges fortes, turbulències et... ja que fins al mes de juny no se l'hi havia fet cap manteniment i estava en perfecte estat

- La hidràulica La part hidràulica funciona correctament, l'únic contratemps que em tingut es el problema de funcionament de la bomba. Algunes coses a millorar serien el tub que va des del riu a la depuradora perquè tot i que es un tub amb un gruix de 3mm és bastant flexible i amb la calor es deforma una mica i això pot arribar a dificultar el pas del fluid. També és podria millorar la ventilació de la caixa de la bomba, tot i que ja te alguns forats jo en faria algun de més gran i posaria reixeta de ventilació. Finalment ,en aquesta part quan s'hagi de comprar tub per l'interior de la bomba també es mirará s'hi ni ha algun de més resistent que el que tenim de neoprè, ja que es deforma i es desintegra fàcilment.

- La sensorística i el sistema de neteja funciona correctament, però també es podria millorar la ventilació de la caixa fent el mateix que s'ha proposat amb la de la bomba i també es podria canviar el material de la caixa ja que aquesta ja la teníem, és d'acer i es fa bastant feixuc moure-les una persona sola.

- La telegestió i control funciona correctament. S'ha demanat fer una modificació de les mesures visualitzades del comptador ja que a la pantalla principal la mesura que veiem es quan han passat 100 litres i a nosaltres al treballar amb un cabal de 4 litres/min ens interessa veure almenys el valor de quan passin 10 litres i això tenir més ben controlat el funcionament de la bomba.

- Les dinàmiques obtingudes amb el sistema de monitorització en DOC, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i NO<sub>3</sub><sup>-</sup> varen permetre detectar empitjoraments bruscos de la qualitat de l'aigua del riu.

## **8. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Document 1: Memòria i Annexos

Document 2: Plànols

## **9. BIBLIOGRAFIA**

-Pascal Poirier, Peter Vanrolleghem. Hardware and software tools to increase data quality in automated water quality measuring stations. 2011.

-N. Caradot, H. Sonnenberg, M. Riechel, B. Heinzmann, D. von Seggern, A. Matzinger, P. Rouault. Application of online water quality sensors for integrated CSO impact assessment in Berlin (Germany). 2011.

-A. Pressl, S. Winkler, G. Gruber. In-line river monitoring – new challenges and opportunities. 2004.

-Manual bomba Thermo Scientific Masterflex series I/P ([www.thermo.com/fluidhandling](http://www.thermo.com/fluidhandling)).

## 10. GLOSSARI

\***Ruteni**: element químic de nombre atòmic 44 situat en el grup 8 de la taula periòdica dels elements. El seu símbol és Ru. És un metall de transició, poc abundant, del grup del platí. Es troba normalment en menes de platí i s'empra com catalitzador en alguns aliatges de platí.

\***Monitoratge**: Fa referència a la supervisió necessària per a l'execució del pla establert en la planificació d'accions o metes.

\***Telegestió**: Permet detectar incidències a distància, emmagatzemar lectures de paràmetres i modificar la configuració de manera remota.

\***Sistema on-line**: S'utilitza per parlar informàticament quan un sistema està connectat a alguna cosa que està fent ús d'una xarxa..

\***Sensors**: És un dispositiu capaç de mesurar magnituds físiques o químiques, anomenades variables d'instrumentació i transformar-les en variables elèctriques. Les variables d'instrumentació poden ser per exemple: temperatura, intensitat lumínica, distància, acceleració, inclinació, desplaçament, pressió, força, torsió, humitat, pH, etc...

\***Sondes s::can**: Aparells que porten incorporats uns sensors que mesuren diferents paràmetres de la qualitat de l'aigua.

\***Multi paramètric**: Element que pot mesurar i registrar més d'un paràmetre.

\***Espectrometria UV-VIS**: es refereix l'absorció electroscòpica o espectroscòpia de reflectància en la regió espectral ultraviolat-visible. Això significa que fa servir llum en el visible i en el rang adjacent de l'infraroig proper (NIR) L'absorció o reflectància en el rang visible afecta directament el color dels productes químics involucrats. En la regió de l'espectre electromagnètic, les molècules experimenten transicions electròniques. Aquesta tècnica és complementària a l'electroscòpia fluorescent, en que aquesta fluorescència tracta amb transicions des de l'estat excitat a l'estat de base (ground state), mentre que l'absorció mesura les transicions de l'esta base a l'estat excita.

\***Longitud d'ona**: és la magnitud física que indica la mida d'una ona. Entenent per mida de l'ona, la distància entre el principi i el final d'una ona completa (cicle). Així, la longitud d'ona es defineix com la separació espacial existent entre dos punts l'estat de moviment de la qual és idèntic.

## ANNEXOS

### A. CÀLCULS HIDRÀULICS

- Càlcul de la velocitat d'entrada del fluid

$$Q = v * S \quad (\text{Eq.3})$$

Segons la gràfica de cabal de la figura 27 a una velocitat de 450 rpm hauríem de tenir un cabal entre 8 i 9 l/minuts, anem a comprovar amb càlculs si realment podem obtenir això a la sortida.

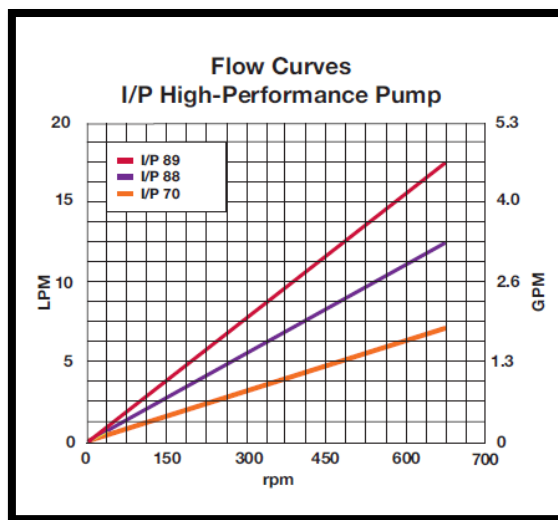


Figura 27: Gràfic de cabal bomba I/P 88

$$\frac{8l}{min} = v * \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$\frac{8l}{min} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{1min}{60s} = v * \frac{\pi * (0.016m)^2}{4}$$

$$v = 0,663m/s = 39,8m/min$$

- Càlcul pèrdua de càrrega del tub i velocitat i cabal de sortida

$$viscositat \text{ de l'aigua}(\vartheta) = 1,01 \cdot 10^{-6} m^2/s$$

$$\varepsilon_{absoluta \text{ pvc}} = 1,5 * 10^{-3} mm$$

$$\varepsilon_{relativa \text{ pvc}} = \frac{\varepsilon_a}{D} = \frac{1.5 * 10^{-3}}{16} = 9,375 * 10^{-5}$$



$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} - \sum H_{rp} - \sum H_{rs} + H_b = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g}$$

$$0 + 0 + \frac{0.663^2}{2 * 9.81} - \sum H_{rp} + - \sum H_{rs} + H_b = 0 + 5 + \frac{v_2^2}{2 * 9.81}$$

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \vartheta} = \frac{4 \cdot 0,00013}{\pi \cdot 0,016 \cdot 1,01 \cdot 10^{-6}} = 10242,64$$

Amb el valor dels Reynolds i rugositat relativa del tub trobem a partir del diagrama de Moody (Figura 28) trobem el factor de fricció per poder calcular les pèrdues de càrrega primàries.

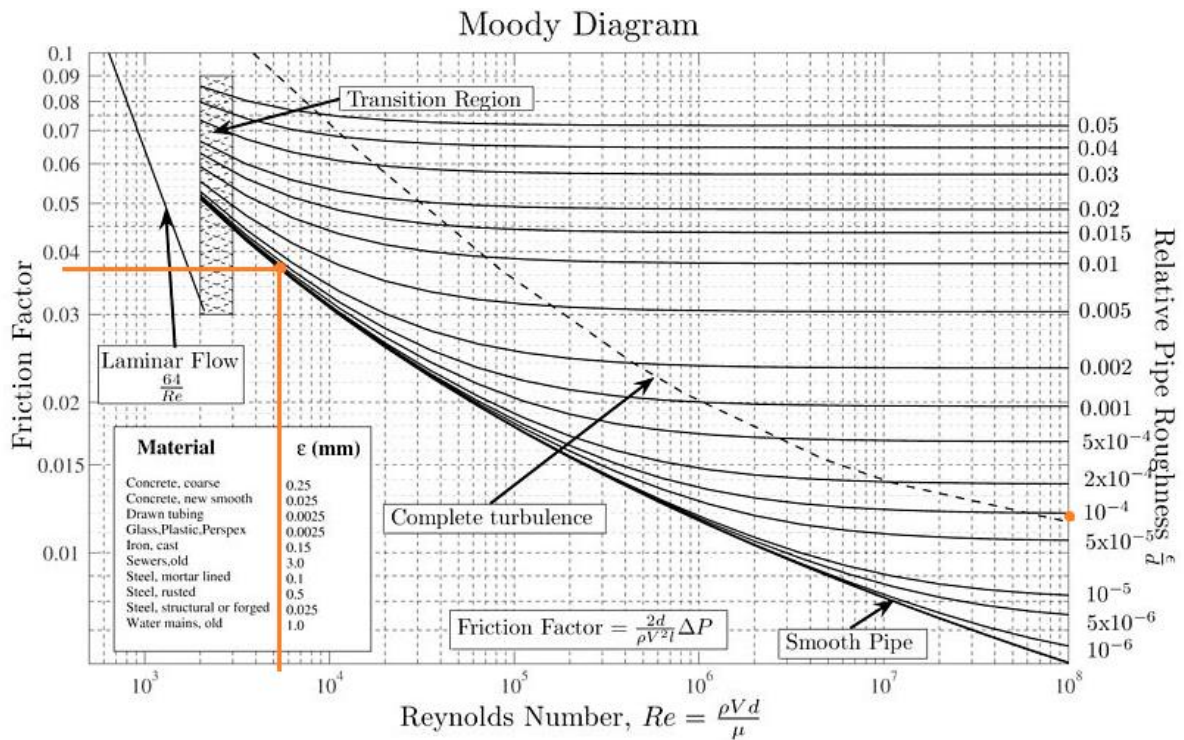


Figura 28: Diagrama de Moody

El factor de fricció obtingut és  $\lambda = 0.0375$ .

Recuperant l'equació anterior passem a calcular les pèrdues primàries i secundàries de la nostre instal·lació.

$$0 + 0 + \frac{0.663^2}{2 * 9.81} - \sum H_{rp} + \sum H_b - \sum H_{rs} = 0 + 5 + \frac{v_2^2}{2 * 9.81}$$

$$\sum H_{rp} = \kappa \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.0375 \cdot \frac{32m}{0.016} \cdot \frac{0.663^2}{2 \cdot 9.81} = 1.68m$$

Per calcular les pèrdues de càrrega secundàries tindrem en compte que tenim una reducció de diàmetre l'entrada de la bomba, deguts a que la bomba peristàltica necessita un tub especial perquè la part giratòria funciona correctament i no es desgasta tant ràpidament.

Aquests coeficients es calculen segons el diàmetres amb les següents equacions:

TIPUS	K
Augment brusca de secció	$(1-(D_1/D_2)^2)^2$
Reducció brusca de secció	$0.5(1-(D_1/D_2)^2)^2$

Taula 8: Coeficients pèrdues secundàries

$$\xi_t = 1 \cdot \left(0.5 \left(1 - \left(\frac{0.016}{0.007}\right)^2\right)^2\right) = 8.92m$$

$$\sum H_{rs} = \xi_t \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 8.92 \cdot \frac{0.663^2}{2 \cdot 9.81} = 0.199 m$$

$$H_b = 5.5m$$

Ara ja podem calcular la velocitat i el cabal de sortida de la nostre instal·lació:

$$\left| 0 + 0 + \frac{0.663^2}{2 * 9.81} - 0.42 - 0.161 + 5.5 \right| = 0 + 5 + \frac{v_2^2}{2 * 9.81}$$

$$v_2 = \frac{0.47m}{s} \quad Q_2 = 5.7 \text{ litres/min}$$

Realment el cabal que obtenim es de 4 litres/min, una mica més baix que els càlculs realitzats anteriorment, això pot ser degut a que el tub de l'interior del rodets es va deformant, desgastant i la secció que produeix el buit per fer pujar l'aigua es redueix i va perdent força.

## B. TIPOLOGIES DE BOMBES

Per assegurar-nos de que l'elecció de la bomba és l'adequada farem una breu descripció de les principals característiques dels tipus de bombes que podríem utilitzar.

### *Tipus de bombes*

#### ***Bombes submergibles***

Aquest tipus de bomba treballa submergida en el líquid que bombeja. El seu motor es troba dins una carcassa totalment hermètica. Té una important força d'elevació ja que aquesta no depèn de la pressió de l'aire exterior per fer pujar el líquid. Poden tenir diferents aplicacions. Les bombes d'etapa simple s'utilitzen per el drenatge d'aigües residuals, el bombeig industrial o el bombeig de mescla.

Habitualment es col·loquen a la part inferior dels dipòsits i també s'utilitzen per a l'extracció d'aigua de pous i fonts ornamentals.

En la seva elecció s'ha de tenir en compte en el líquid que es submergirà . En la majoria de les aplicacions s'utilitzen motors asíncrons de corrent alterna que acciona una bomba centrífuga radial, que pot ser de varies etapes connectades en sèrie. També poden treballar amb una canonada d'aspiració, col·locant la bomba per sobre el nivell del dipòsit.

A la figura 29 podem veure un estil de bomba submergible.



Figura 29: Bomba submergible

### **Bombes centrífugues**

El principi de funcionament consisteix en transformar l'energia mecànica d'un impulsor giratori (rodet) en energia cinètica i potencial requerides. La força centrífuga produïda depèn tant de la velocitat del rodet com de la densitat del líquid. Segons el disseny del rodet podem trobar bombes per flux radial o axial.

La seva construcció és simple i el seu preu és baix. Poden utilitzar-se en líquids que contenen grans quantitats de sòlids en suspensió, volàtils i fins a 454°C.

Al passar l'aigua per dins el rodet si l'aigua que aspirem no es totalment neta sinó que és com en el nostre cas, amb sorra i en èpoques de pluja fins i tot amb fang, la vida útil d'aquest aparell disminuiria molt per tant aquest tipus de bomba quedaria descartada.

A la figura 30 podem veure un estil de bomba submergible.



Figura 30: Bomba centrífuga

### **Bombes peristàltiques**

Estan especialment dissenyades per al bombeig de productes molt viscosos, químics i tòxics, permeten el bombeig de producte en alt contingut de sòlids. Pot aspirar fins a 8 metres d'alçada. Mànegas disponibles de Nitril, EPDM i cautxú natural.

Tenen resistència a la abrasió, dosificació exacta, autoencebat, poden bombejar líquids amb un 80% de sòlids inorgànics dissolts, fàcil i completa neteja sense desmuntar, rotació reversible i pot bombejar fluids abrasius, molt viscosos o de alta densitat.

Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

Tal com podem veure a la Figura 31 aquest tipus de bomba no entra en contacte amb el fluid que està treballant.



Figura 31: Interior bomba peristàtica

### C. ESPECIFICACIONS BOMBA ESCOLLIDA

La bomba escollida és la bomba peristàtica masterflex 860-1050 I/P 88, aquesta bomba presenta les especificacions descrites a la Taula 9.

Especificacions	
Rpm	50-650
Voltatge (50/60 Hz)	115 o 230 VAC auto selected
Motor	Brushless DC TENV
Tipus de control de velocitat	PMW microprocessor
Regulació de velocitat	±0.25% (2% of max rpm)
Control extern, input	4 to 20 mA, 0 to 10 V, start up, direction
Control extern, output	"Pump ready" signal
Pantalla digital	3 leds verds que diuen el percentatge de velocitat
Rang de temperatures de funcionament	0 a 40°C
Temperatura d'emmagatzematge	-45 a 65°C
Classificació IP	IP55
Dimensions (L x W x H)	19 x 10 x 9 cm
Pes	13 Kg

Taula 9: Especificacions de la bomba

Seguidament a la figura 32 es mostra la gràfica de cabal de la nostra bomba.

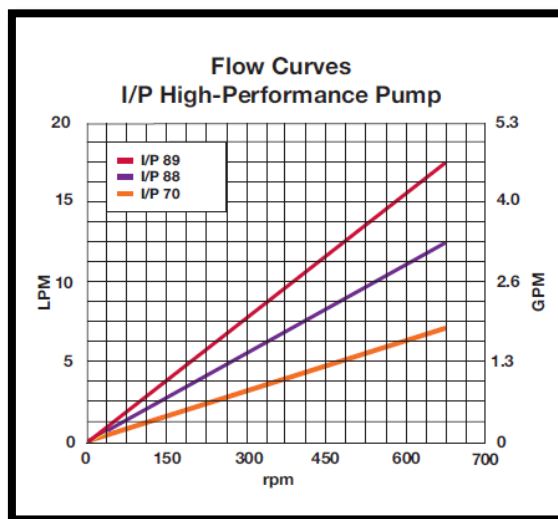


Figura 32: Gràfica cabal & rpm

## D. ESQUEMA ELÈCTRIC PER CONVERTIR 220V-24V

Els aparells de telegestió s'alimenten a 24V, per tant haurem de fer una transformació dels 220V que ens dona la nostra xarxa. A continuació a la figura 33 es mostra l'esquema elèctric que s'ha seguit alhora de fer el muntatge i a la figura 34 el podem veure ja acabat.

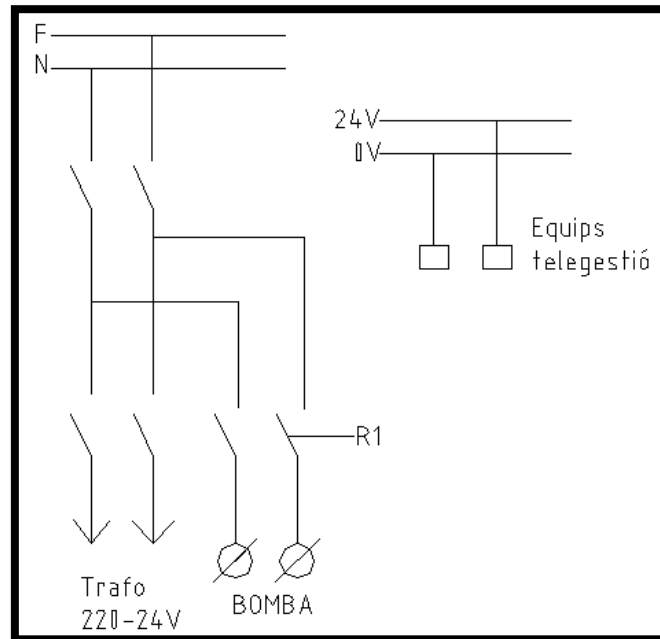


Figura 33: Esquema elèctric



Figura 34: Muntatge elèctric acabat

## E. DESCRIPCIÓ DE LES SONDES UTILITZADES

Seguidament descriurem individualment l'ús i el principi de funcionament de cadascun dels sensors utilitzats.

### ***Ammo::lizer***

- **Ús**

Dispositiu dissenyat per al monitoreig continu de la de la concentració amoniacal ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )/fluor (F) dissolt a l'aigua. Alhora també mesura la temperatura i corregeix la concentració segons aquesta. Opcionalment mesura la concentració de nitrats  $\text{NO}_3\text{-N}$ , potassi (K) y pH. El principi de mesura són elèctrodes selectius d'ions.  $\text{NH}_4\text{-N}$  es mesura amb membrana ionòfora, el potassi amb membrana ionòfora i el pH amb elèctrode de referència no porosa.

- **Principi de funcionament**

Cada solució aquosa té un potencial redox, que es determina amb la suma total de tots els nutrients dissolts a l'aigua i els ions de minerals. Per tant, aquest potencial redox depèn de la naturalesa i concentració de totes les substàncies i dels ions dissolts a l'aigua

Tots els passos de mesura i càlcul es porten a terme a dins de la sonda. S'inicien les mesures controlades per la mateixa sonda, això vol dir, que el controlador (pantalla de resultats) només llegeix.

Efectes que s'han de tenir en compte alhora de mesures d'amoni amb ió selectiu. En una solució aquosa d'amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) existeix un equilibri de contrapartida amb l'amoniac ( $\text{NH}_3$ ), aquest equilibri està influenciat pel pH i la temperatura de la solució. Per exemple, a  $\text{pH}=7$  la relació  $\text{NH}_4^+:\text{NH}_3$  és 99:1 però a  $\text{pH}=9$  la relació seria 70:30 amb l'augment de temperatura l'equilibri es desplaça cap a l'amoniac. A la figura 35 podem veure els sensors de mesura i a la figura 36 la sonda completa.



Figura 36: Sonda d'amoni



Figura 7: Sensors



### ***Spectrometer***

- **Ús**

Aquest sensor és capaç de mesurar en línia els espectres d'absorció (UV, paràmetres derivats UV-Vis) directament en medis líquids i amb una gran qualitat. També pot funcionar fora del medi utilitzat. L'aplicació és des de aigua ultra pura ( $DOC > 0.01 \text{ mg/l}$ ) fins a aigües residuals industrials de  $1000 \text{ mg/l}$ .

Incorpora una cel·la per flux i connexions bypass per mesura de líquids en el sensor. L'adaptador de la longitud del pas òptic permet utilitzar la sonda en diferents aplicacions.

Incorpora un sistema de neteja de l'òptica de la sonda amb aire comprimit.

- **Principi de funcionament**

Treballa segons el principi de l'espectrometria UV-VIS. Les substàncies contingudes en el medi són mesurades per un feix de llum que es mou a través d'aquest medi. Aquest feix és emès per una làmpada i després del contacte amb el medi la intensitat es mesura amb un detector de rangs de longitud d'ona.

Cada molècula d'una substància dissolta absorbeix la radiació en una longitud d'ona determinada i coneguda. La concentració de les substàncies contingudes determinen la mida de l'absorció de la mostra. Com més alta sigui la concentració, més disminuirà el feix de llum.

La formen tres components principals: la unitat emissora, la unitat de mesura i la de recepció. L'element central de la unitat emissora es una font de llum, una làmpada de flash xenó amb un sistema òptic per guiar el raig de llum i un sistema de control electrònic per fer funcionar la làmpada.

A la secció de mesura la llum passa a través de l'espai entre dos finestres de mesura plenes del medi a mesurar i interactua amb ell. Un segon feix de llum dins de la sonda, anomenat feix de compensació es guiat a través d'una secció de comparació interna.

Aquest sensor és un instrument de mesura de doble feix, que permet la identificació de les alteracions en el procés de mesura ( per exemple l'envelliment de la làmpada flash) que es compensa de forma automàtica.

A la figura 37 podem veure com es estèticament el sensor espectromètric .



Figura 37: Sensor Spectrometer

### ***Oxi::lyser***

- **Ús**

El sensor d'oxigen ha estat dissenyat per la mesura continua de la concentració d'oxigen dissolt ( $O_2$ ) i la temperatura en medis líquids.

- **Principi de funcionament**

Utilitza una longitud d'ona específica ( $\lambda = 475 \text{ nm}$ ) que es transmet a un compost de ruteni immobilitzat en una matriu de gel. El compost de ruteni absorirà aquesta energia canviant el nivell d'energia de l'electró exterior. Mentre l'electró exterior torna al seu estat d'energia original. Mentre en el procés d'emissió d'excés d'energia treballa com a fotó. El fotó té una longitud d'ona diferent, més llarga, específica per l'excitació dels compostos de ruteni. Aquesta emissió del fotó s'anomena fluorescència.

Quan les molècules d'oxigen estan presents, la quantitat de fluorescència baixa. Aquest procés es coneix com a desactivació de la fluorescència. La quantitat d'oxigen present és possible quantificar-la amb el refredament.

A la figura 38 podem veure com es estèticament el sensor d'oxigen.



Figura 38: Sensor d'oxigen

### Ph i conductivitat

- Ús

El sensor de ph és un dispositiu de mesura d'ió selectiu dissenyat per al monitoreig continu de la concentració d'ions d'hidrogen dissolts (H<sup>+</sup>). Aquest instrument també mesura contínuament la temperatura del medi i corregeix la concentració segons aquesta.

- Principi de funcionament

Les mesures que porta a terme el sensor de pH les han anomenat mesures potenciomètriques, això és degut a que la mesura es fa amb la diferència de potencial entre un elèctrode de referència i un elèctrode de pH de mesura. El sensor quantifica l'activitat logarítmica d'ions H<sup>+</sup> en una solució aquosa. A la figura 39 podem veure l'esquema de la mesura potenciomètrica. El potencial mesurat entre l'elèctrode de referència i l'elèctrode de mesura és simplement la suma de totes les diferències de potencial que es produeixen entre totes les fases líquid-líquid i líquid-sòlid. Perquè les mesures siguin exactes la diferencia de potencial ha de ser constant amb l'excepció de la diferencia de potencial entre l'elèctrode de referència interna de l'elèctrode de mesura i la solució.

Aquesta diferencia de potencial (U) es pot descriure amb l'equació 1 i 2 de Nernst:

$$U = U_0 + S * \log(c) \quad (\text{Eq.1})$$

$$pH = (U_0 - U)/S \quad (\text{Eq.2})$$

A la figura 40 podem veure una corba típica de pH i diferència de potencial.

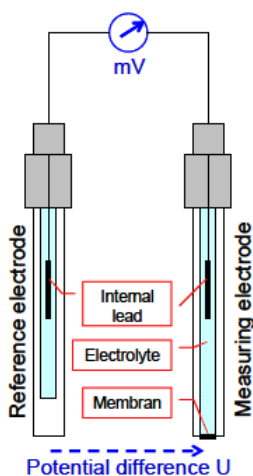


Figura 39: Esquema de mesura potenciomètrica

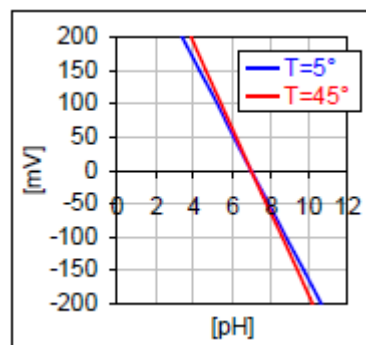


Figura 40: corba pH vs diferència de potencial

A la figura 41 podem veure com es estèticament el sensor d'oxigen.



Figura 41: Sensor de pH

### **Monitor s::can**

- **Ús**

El terminal-PC és una eina dissenyada per funcionar amb les sondes s::can d'estacions de monitoreig. El software utilitza una base de dades local per la recollida i gestió de dades entrants. És compatible amb les següents funcions: Totes les tasques de gestió del sensor i de l'estació ( com inicialització, configuració i calibració), tasques de gestió de dades i visualització de resultats (com valors, series temporals, UV/Vis espectres en 2D i 3D). Sistema avançat de control de qualitat. Registre i seguiment de totes les accions de manteniment realitzades a l'estació (com canvis de configuració , components dels sensors, calibració i qualsevol altre activitat). Capacitat per integrar-se en sistemes SCADA que inclogui alarmes d'accionat , base de dades i possibilitat de connectar amb webserver. Transferència de dades Via PC o pendrive USB. Sortida de 12V i 4-20mA entrades i sortides.

- **Principi de funcionament**

Consta de varis components. El component del sistema central es una base de dades PostgreSQL, on es guarden totes les dades, així com configuracions i ajustos. Les dades de mesura s'obtenen de les sondes i sensors a través dels controladors específics que comuniquen amb els dispositius que utilitzen el protocol Modbus.

Quan les sondes estan connectades a un xarxa, es pot accedir des de qualsevol ordinador a les pàgines web, de manera que es possible el control remot de la instal·lació. Totes les eines es programen amb Java, això vol dir, que dispositius, ajustos i protocols poden ser fàcilment integrats i personalitzats en qualsevol moment.

## Disseny i desenvolupament d'un sistema de monitorització de la qualitat de l'aigua de riu

A la figura 42 i 43 podem veure com es físicament el monitor de les sondes.



Figura 42: Monitor sondes



Figura 43: Pantalla de mesura de dades

## F. RESULTATS CAMPANYA RIU ONYAR

A la següent taula 10 es mostren els resultats de la campanya que es va fer al riu Onyar i que em utilitzat com a referència alhora d'escollir les sondes que utilitzaríem.

MOSTRA	DOC	TDN	TDP	NO3-	NO2-	NH4+
HORES	mg C/ L	mg N/ L	mg P-PT/L	mg N-NO3/L	mg N-NO2/L	mg N-NH4/L
7	6.347	7.145	2.3387	6.616	0.02	<0,001
9	6.613	7.323	2.295	6.921	2.90E-02	<0,001
11	5.711	7.314	2.2561	6.98	0.02	<0,001
13	5.539	7.25	2.216	6.947	1.50E-02	<0,001
15	6.511	7.244	2.1302	6.938	1.80E-02	<0,001
17	6.252	7.257	2.0591	6.947	2.30E-02	<0,001
19	6.001	7.378	2.1002	6.993	3.30E-02	<0,001
21	5.744	7.229	2.0284	6.899	2.90E-02	<0,001
23	5.44	7.18	2.0992	6.84	2.90E-02	<0,001
1	6.045	7.097	2.1246	6.777	2.90E-02	<0,001
3	4.755	6.882	2.0842	6.721	0.03	<0,001
5	5.148	6.983	2.1569	6.701	2.80E-02	<0,001
7	6.94	6.957	2.1302	6.627	0.03	<0,001
9	6.444	7.036	2.1491	6.649	0.03	<0,001
11	5.768	7.02	2.1354	6.574	0.03	6.70E-02
13	5.602	6.955	2.1566	6.562	3.10E-02	6.50E-02
15	4.957	6.858	2.0959	6.517	2.90E-02	<0,001
17	5.196	6.931	2.1011	6.508	3.30E-02	<0,001
19	6.029	6.983	2.2033	6.456	3.10E-02	0.08
21	6.5	6.902	2.2017	6.442	3.40E-02	3.80E-02
23	5.429	6.867	2.3195	6.446	0.04	0.03
1	5.808	6.79	2.4053	6.42	3.30E-02	4.10E-02
3	4.398	6.766	2.4591	6.395	3.50E-02	<0,001
5	5.905	6.722	2.5267	6.319	3.70E-02	<0,001

Taula 10: Resultats campanya riu Onyar

## G. PROGRAMACIÓ PER CALIBRAR LES SONDES

Farem la nostre calibració a partir d'un punt, això vol dir que en un moment donat quan nosaltres agafem la mostra per analitzar li direm a monitor de les sondes que agafi una mesura i la guardi. Això es fa així perquè no totes les substàncies les podem mesurar al moment i a la solució se li van evaporant els components, les mesures les ha fet el servei tècnic de l'Icra, el qual tarda 1 o 2 dies a obtenir els resultats.

Per a la calibració de les sondes s'han de seguir els següents passos:

Anirem a Serveis-sensor-calibració (on s'obrirà una finestra com la de la figura 44 )i de cada sensor seleccionarem el paràmetre que necessita ser calibrat.



Figura 44: Pantalla inicial calibració

Un cop tinguem seleccionat el paràmetre clicarem "Start calibration" per obrir la pantalla de calibració. Segons el sensor hi ha diferents tipus de calibració:

- Zero: Calibració del punt zero (valor de laboratori=0).
- Offset: 1 punt de calibració (és necessària una mostra)
- Linear: 2 punts de calibració (Són necessàries 2 mostres)
- Span: Necessària una mostra (valor sense canvis)

Els coeficients que vam guardar al agafar la mostra per analitzar apareixen en aquesta pantalla tal i com mostra la

figura 45. Els valors obtinguts en el laboratori els posarem al camp de la dreta i clicarem guardar,



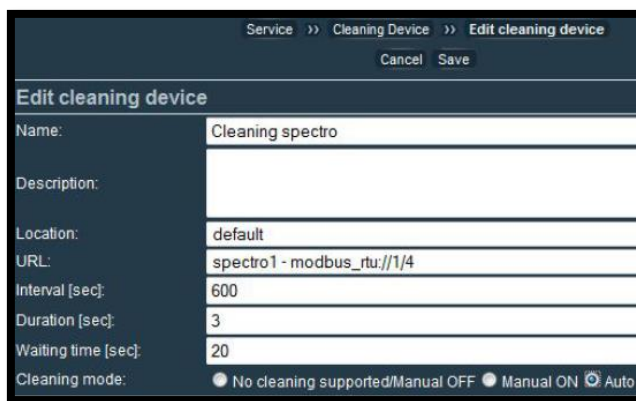
Figura 45: Segon pas calibració en un punt

aquest valor també es guardarà en el sensor. Un cop guardades totes les mostres agafades, el sensor es pot calibrar. Per iniciar el procés de calibració clicarem "perform calibration" i si s'ha processat correctament apareixerà un missatge informant-nos que la calibració s'ha efectuat correctament.

## H. PROGRAMACIÓ SISTEMA DE NETEJA DE LES SONDES

Per a la instal·lació d'un nou dispositiu de neteja hem d'anar a la pàgina principal de *serveis* i clicar *afegir nou dispositiu de neteja*. S'obrirà la pàgina *nou dispositiu de neteja* en la que s'haurà d'afegir la següent informació del dispositiu de neteja. A la figura 46 podem veure com es aquesta pantalla de nova neteja.

- Nom del dispositiu
- Descripció individual
- Ubicació i direcció URL
- `constat_do://1/6` (Vàlvula 1 activada per al controlador)
- `constat_do://1/7` (Vàlvula 2 activada per al controlador)
- `modbus_rtu://1/4` (Vàlvula 1 per sonda espectomètrica).



Edit cleaning device	
Name:	Cleaning spectro
Description:	
Location:	default
URL:	spectro1 - modbus_rtu://1/4
Interval [sec]:	600
Duration [sec]:	3
Waiting time [sec]:	20
Cleaning mode:	<input type="radio"/> No cleaning supported/Manual OFF <input type="radio"/> Manual ON <input checked="" type="radio"/> Auto

Figura 46: Finestra del PC per crear neteges

Les opcions de neteja es configuren en els següents camps d'entrada.

- Interval (sec): Interval de temps que durarà la neteja.
- Duration (sec): Temps en que la neteja està activa (vàlvula de neteja oberta)
- Waiting time (sec): Temps entre el final de cicle de neteja i l'inici de les mesures.
- Cleaning mode: Determina si la neteja es fa automàticament o manual.

Tots els ajustos i modificacions es guardaran quan cliquem guardar (save).

Per provar la neteja podem seleccionar el mode manual i aquesta començarà immediatament.



## I. PROGRAMACIÓ ALARMES

Al menú: service-controlled-digital outputs ens proporciona totes les opcions de configuració relacionades amb les sortides digitals. Nosaltres treballarem amb les alarmes de valors. S'assigna un límit de valors i si el valor del paràmetre surt d'aquests límits la sortida canviarà en resposta a això. S'han d'establir les següents propietats tal i com es pot veure a la figura 47.

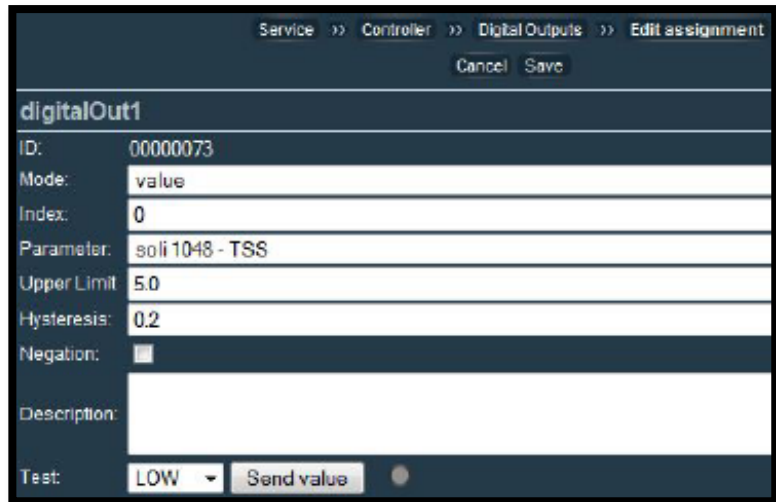
*Index:* Pot ser 0 o 1. 0 vol dir que utilitzarà el valor de mesura en brut i 1 que utilitzarà en valor de mesura corregit.

*Parameter:* Aquí hi assignarem el paràmetre a analitzar.

*Upper límit:* És el valor que activa l'estat. Si el resultat

està per sobre del límit la sortida serà HIGH i si el resultat està per sota el límit la sortida serà LOW. El canal de la sortida canviarà a HIGH quan superi el límit i tornarà a LOW quan no s'excedeixi aquest límit. Per evitar la commutació múltiple de la sortida si el valor està fluctuant prop del límit, entrarem un valor de *hysteresis*.

*Negation:* Marcar o no aquesta casella defineix si el límit es superior o inferior. Si marquem la casella vol dir que el límit és inferior.



The screenshot shows a software interface for configuring a digital output alarm. The window title is 'Service >> Controller >> Digital Outputs >> Edit assignment'. At the top right, there are 'Cancel' and 'Save' buttons. The main content area is titled 'digitalOut1' and contains the following fields:

ID:	00000073
Mode:	value
Index:	0
Parameter:	soli 1048 - TSS
Upper Limit:	5.0
Hysteresis:	0.2
Negation:	<input type="checkbox"/>
Description:	
Test:	LOW <input type="button" value="Send value"/> <input type="radio"/>

Figura 47: Finestra creació d'alarmes amb valor

## J. MANUAL D'UTILITZACIÓ DEL SOFTWARE QUE CONTROLA LA INSTAL·LACIÓ

- **Pàgina principal**

A partir de la pàgina principal figura 48 podem veure la zona on estem treballant, l'estat de l'indicador del sensor de pluja, l'indicador de si tenim el sistema en marxa o parat i l'estat de la pila de l'equip. Seguidament explicarem detalladament indicadors que apareixen sobre la taula.

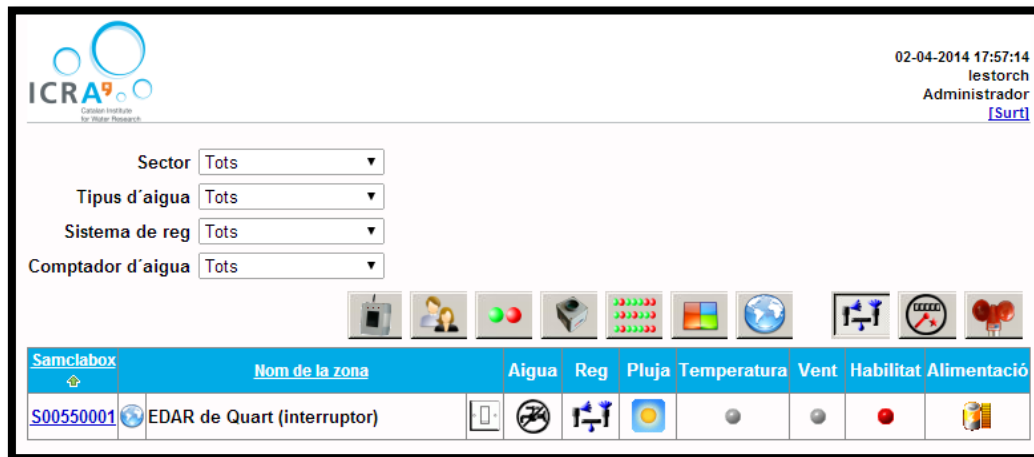


Figura 48: Pàgina principal software Samcla

- **Editar el Samclabox**

Clicant el codi del nostre samclabox (S00550001) podem editar les característiques de la nostre instal·lació. Fent aquesta acció ens apareixerà una finestra com la de la figura 49.

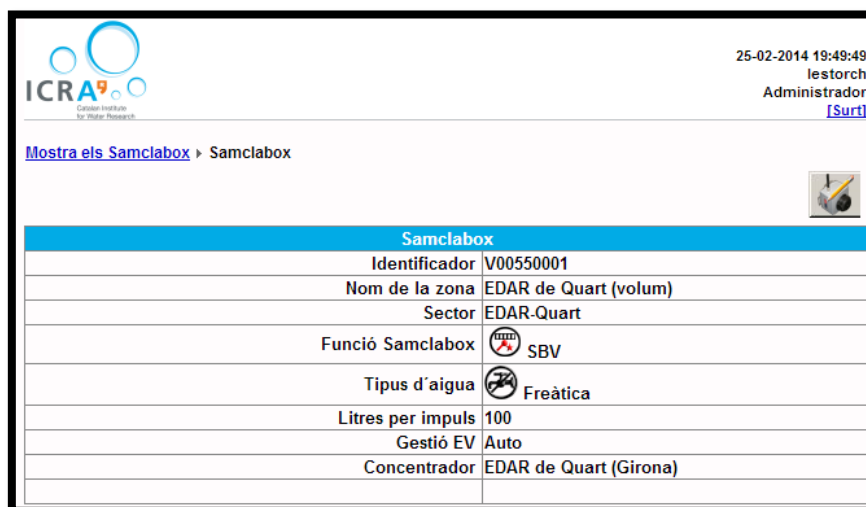






Figura 49: Edició del Samclabox

Clicant l'ícona de sobre la taula a la dreta podem fer l'edició de qualsevol dels paràmetres que apareixen a la figura 50.

- **Descripció d'ícones**

	Gestió d'usuaris. Per crear o eliminar nous usuaris al programa.
	Habilitar/Inhabilitar. Permet habilitar o deshabilitar la instal·lació.
	Habilitar/Inhabilitar els sensors meteorològics generalment o individualment.
	Programacions de reg. Permet programar les hores en que s'engegui i es pari el sistema automàticament.
	Mostra els sectors on hi ha els aparells instal·lats. És a dir les coordenades del mapa.
	Mapa on està situada la xarxa. Clicant aquesta icona s'obre el "Google Maps" i ens indica les coordenades i el lloc on està situada la instal·lació.
	Mòdul de consum volumètric. Permet veure la lectura que fa el sistema automàticament a la mateixa hora cada dia, fer lectures quan es desitgi i descarregar els consums mensuals i anuals.
	Exportació dels consums d'aigua.

Taula 11: Descripció ícones

## K. MANTENIMENT DE LA BOMBA

<b>Nom de la màquina:</b>	<b>Thermo fisher Masterterflex IP (bomba)</b>
Marca	Masterflex
Model	I/P 88
Data del primer ús	12/02/2014

<b>Fitxa de l'equip o maquinària</b>	
Estat	Correcte
Potència	50-650 rpm
Manual	Si
Observacions	Motor Brushless DC TENV; 230V; IP55; 4-10 mA; cabal 1-13L/min

<b>Manteniment</b>		
<b>Preventiu</b>		
Activitat a realitzar	Material per a la realització	
* Canvi de la mànega de la part rotativa cada mes si funciona 24h/dia	Mànega de neoprè diàmetre 16	
<b>Correctiu</b>		reposicions
Descripció	Obstrucció trobada	
-	-	-

Taula 12: Full manteniment bomba

## L. MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ SENSORÍSTICA

<b>Nom de la màquina:</b>	<b>Instal·lació sensors</b>
Marca	Scan
Model	ammolyser, condulyser, oxilyser, spectrolyser
Data del primer ús	19/05/2014

<b>Fitxa de l'equip o maquinària</b>	
Estat	Correcte
Potència	-
Manual	Si
Observacions	Tenir molta cura en la neteja dels sensors ja que són elements molt delicats.

<b>Manteniment</b>		
<b>Preventiu</b>		
Activitat a realitzar	Material per a la realització	
* Netejar un cop al mes els sensors	Pinzell de neteja i aigua potable	
* Netejar un cop cada 1 o 2 setmanes el filtre incorporat en el muntatge de les sondes	Pinzell de neteja i aigua potable	
<b>Correctiu</b>		
Descripció	Obstrucció trobada	reposicions
-	-	-

Taula 13: Full manteniment sensors

## M. MANTENIMENT FILTRE DEL RIU

<b>Nom de la màquina:</b>	<b>Filtre interior del riu</b>
Marca	-
Model	-
Data del primer ús	19/02/2014

<b>Fitxa de l'equip o maquinària</b>	
Estat	Correcte
Potència	-
Manual	Si
Observacions	Filtre compost de 3 malles, s'haurà de treure les brides de la part superior dels dos primers filtres i netejar cadascun per separat. Un cop acabat tornar a tancar el filtre tal i com estava.

<b>Manteniment</b>		
<b>Preventiu</b>		
Activitat a realitzar	Material per a la realització	
* Netejar cada 6 mesos	Raspall per treure les algues formades i la brutícia enganxada al filtre. Botes altes de riu.	
<b>Correctiu</b>		
Descripció	Obstrucció trobada	reposicions
-	-	-

Taula 14: Full manteniment filtre riu

## N. ESTUDI ECONÒMIC

### N.1 Part hidràulica

A la taula 15 següent tenim els elements utilitzats pel muntatge de la part hidràulica de la nostre instal·lació.

Descripció	Quantitat	Preu unitari(€)	Preu total(€)
<b>Bomba peristàltica masterflex</b>	1	3.460	3.460
<b>Tub PVC diàmetre interior 16mm</b>	40m	55,00	55,00
<b>Construcció estructura filtre</b>	1	45,00	45,00
<b>Malla 10x10mm per al filtre</b>	1m	7,00	7,00
<b>Malla 5x5mm per al filtre</b>	1m	5,00	5,00
<b>Malla 2x2mm per al filtre</b>	0.5m	3,00	3,00
<b>Espigues diàmetre 16mm</b>	2	0.83	1,66
<b>Bifurcació 1/2 " de llautó</b>	1	6,02	6,02
<b>Tap mascle 1/2 "</b>	1	1,59	1,59
<b>Contador 25mm</b>	1	79,84	79,84
<b>Emissor impulsos</b>	1	32,45	32,45
<b>Armari 750x750x420</b>	1	389,00	389,00
<b>Abraçadera 16-27</b>	2	1,36	2,72
<b>Abraçadera 8-16</b>	1	1,20	1,20
<b>Varis( brides, etc...)</b>	-	10,00	10,00
<b>Mà d'obra</b>	10h	50,00	500
<b>TOTAL (€)</b>		<b>4.600</b>	

Taula 15: Pressupost part hidràulica

## N.2 Part sensorística

A la taula 16 següent tenim els elements utilitzats pel muntatge de la part sensorística de la nostre instal·lació.

Descripció	Quantitat	Preu unitari(€)	Preu total(€)
<b>Spectro::lyser V2</b>	1	13.583,47	13.583,47
<b>Calibración Global</b>	1	1.422,24	1.422,24
<b>Ammo::lyser pro</b>	1	3.483,21	3.483,21
<b>Condu::lyser</b>	1	1.029,30	1.029,30
<b>Oxi::lyser</b>	1	1.487,58	1.487,58
<b>Suport de subjecció de sonda espectromètrica</b>	1	242,19	242,19
<b>Suport de subjecció de sonda ammolyser</b>	1	43,84	43,84
<b>Suport de subjecció de sonda oxilyser</b>	1	43,84	43,84
<b>Suport de subjecció de sonda condulyser</b>	1	45,93	45,93
<b>Dipòsit de flux per a sonda espectomètrica</b>	1	593,99	593,99
<b>Dipòsit de flux per sonda ammolyser</b>	1	609,65	609,65
<b>Dipòsit de flux per sonda oxilyser</b>	1	604,43	604,43
<b>Dipòsit de flux per sonda condulyser</b>	1	604,43	604,43
<b>Connexió de procés 1"</b>	1	84,56	84,56
<b>Con::cube</b>	1	2.077,40	2.077,40
<b>Display i pantalla tàctil per la con::cube</b>	1	1.284,02	1.284,02
<b>Mòdul amb sortides analògiques</b>	1	156,59	156,59
<b>License MS-Windows XP embedded</b>	1	173,99	173,99
<b>Software de control moni::tool (bàsic)</b>	1	417,57	417,57
<b>Vàlvula de neteja</b>	1	124,02	124,02
<b>Anàlisi mostra de riu per fer la calibració de les sondes</b>	-	60,00	60,00
<b>Mà d'obra</b>	4h	50,00	200,00
<b>TOTAL(€)</b>		<b>29.191,73</b>	

Taula 16: Pressupost par sensorística



### N.3 Part telegestió

A la taula 17 següent tenim els elements utilitzats pel muntatge de la part sensorística de la nostre instal·lació.

Descripció	Quantitat	Preu unitari(€)	Preu total(€)
<b>Web020: Software de gestió "SamclaWeb"</b> (adaptació al client, posada en marxa). Aquest software servirà també per a la gestió dels equis de programació que s'instal·lin en un futur (fins a 20 equips)	1	2.000	2.000
<b>HUB002: Equip concentrador (incorpora un detector de pluja SAMCLA). Disposa de tarjeta GPRS per connexió telefònica i requereix d'alimentació 230Vac.</b>	1	2.525,56	2.525,56
<b>SBV110: Equip Samclabox Volum alimentat a 9Vdc capaç de llegir un transductor de polsos i d'actuar sobre una electrovàlvula (opcional) per tall d'emergència immediat en cas de sobre consum d'aigua.</b>	1	626,18	626,18
<b>SBP010: Equip Samclabox alimentat a 9 Vdc capaç de programar l'activació de la bomba i de tallar-la immediatament en cas de pluja.</b>	1	458,79	458,79
<b>REP006: Equip repetidor solar.</b>	1	595,18	595,18
<b>Transformador 220-24V</b>	1	24,24	24,24
<b>Relè</b>	1	5,13	5,13
<b>Base endollable</b>	1	5,80	5,80
<b>Caixa pel muntatge</b>	1	60,45	60,45
<b>Base muntatge</b>	1	30,00	30,00
<b>Varis( cables, etc..)</b>	-	5,00	5,00
<b>Mà d'obra</b>	3 hores	50,00	150,00
<b>TOTAL(€)</b>		<b>6.486,33</b>	

Taula 17: Pressupost part telegestió

## N.4 Cost total

A la següent taula 18 tenim el cost total del projecte. A l'annex H també hi podem trobar els pressupostos.

Part	Cost total (€)
Hidràulica	4.600
Sensorística	29.191,73
Telegestió	6.486,33
<b>TOTAL (€)</b>	<b>40.278,06</b>

Taula 18: Cost total

## N.5 Pressupostos



**CLIENTE:** ICRA

**REF. OFERTA:** CONTADORES

**FECHA:** 04/11/2013

**VALIDEZ OFERTA:** 04/12/2013

Código	Descripción	Cant.	P. Neto	Línea
33594	CONTADOR DOBLE CHORRO 25 MM	1	79,84 €	79,84 €
42112	EMISOR PULSO P/CONTADORES DE CHORRO BETA	1	32,45 €	32,45 €

**SUBTOTAL** 112,29 €

**CONDICIONES DE VENTA**

> OFERTA VÁLIDA HASTA O CAMBIO DE TARIFA

> FORMA DE PAGO: HABITUAL ENTRE CLIENTE Y FLUIDRA ESPAÑA

**IVA** 23,58 €

**TOTAL** 135,87 €

**UNIDAD RIEGO&CONDUCCIÓN**  
FLUIDRA ESPAÑA



**PRESSUPOST**

**ES GIRONA**

C/CAN PAU BIROL N.41-43 POL.MAS XIRGU II TEL.: 972 220 042 FAX: 972 222 729 - 17005 GIRONA  
 girona@grupoelectrostocks.com

REF.CLIENT: . INST. CATALA DE L' AIGUA ( ICRA )  
 CONTACTE: . C/ EMILI GRAHIT N.101 EDIF. H2O PCT UdG  
 17003 GIRONA  
 OBRA/OFFERTA: Tel.972183380 Fax 972183248

DATA	PRESSUPOST	COMANDA	CLIENT	NIF / CIF	PAGINA
04/11/13	006_47889	.	1264	G17920851	1 / 1

REFERENCIA	DESCRIPCIO	UNITATS	PREU/U.P.	DTE.	IMPORT
1	HIM PN34NML ARMARIOS PN-34N/ML	1,00	60.45 1PCE	NETO	60.45
2	HIM NSYPLAT774 ARM POL TEJAD 750X750X420 IP44	1,00	389.00 1PCE	NETO	389.00

Z1840

Observacions:

**TOTAL PRESSUPOST**  
 \*Impostos no inclosos  
 Total Tasa RAEE: 0.00 Eur incl. **449.45 Eur**

VALIDESA DE L'OFERTA 15 DIES, MENYS ELS CABLES:\*\* QUE ES DE 3 DIES.\*\*

**ZENERS COMPONENTS ELECTRONICS, S.L.**  
 C/ SARAGOSSA, 11 GIRONA 17003  
 Telefon: 972 209368 Fax: 972 223715  
 NIF B-17/293010  
 WWW.ZENERSELECTRONICA.COM  
 E-MAIL:ZENERS@ZENERSELECTRONICA.COM

---

DATA 27/11/2013  
 DOCUMENT 130000000325

CLIENTES VENTAS MOSTRADOR  
 SARAGOSSA, 11  
 17003 GIRONA  
 GIRONA

PRESSUPOST en EURO ES-B17293010 Tel:972209368 972223715

---

CODI	DESCRIPCIO	QUANTITAT	PREU	DTO	IMPO
0640112	TRANSF.24V 3A	1	25,0400	20%	20,03
0570051	RELE ZVNXCO 750 RALUX	1	5,3000	20%	4,24
0570002	BASE ENDOLLABLE CARRIL E 3227 95	1	6,0000	20%	4,80
SUBTOTAL					29,07
Iva Base Imponible:					6,

FORMA DE PAGAMENT: CONTADO

**TOTAL EUR 35,**  
 =====



Santa Maria del Camí 66  
08530 LA GARRIGA (BARCELONA)  
Tel 93860 5454 Fax 938605189  
e-mail: [jsubiranas@raimaber.es](mailto:jsubiranas@raimaber.es)  
web: [www.raimaber.es](http://www.raimaber.es)  
Mòbil: 652.09.58.71

Att. Laura Estorch i Lluís Corominas  
Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA)  
17003 GIRONA

Benvolguda Laura,

A continuació detallo l'oferta per la bomba peristàtica Thermo Scientific Masterflex I/P. L'equip que creiem idoni per la vostra aplicació.

### **APLICACIÓ:**

Bomba peristàtica, autoespirant, amb un cabal de 10 m<sup>3</sup>/dia, en un desnivell de 6-7 metres i una llargada de 20m. Temps de funcionament de 24h/dia.

**Bomba:** Thermo fisher Masterflex I/P  
**Model:** Masterflex I/P 88

Equip:	Thermofisher Masterflex I/P 22
Consistent en:	- Motor: Brushless DC TENV; 230V; IP55; 4-10 mA. - 50-650 rpm - Cabal de 1-13 L/min
Accessoris:	Mànega NORPRENE (7m) per reposició de la mànega de la part rotativa.
Inclou	Transport i embalatge fins les instal·lacions. Pes: 13 kg

### **Thermo fisher Masterflex I/P 88**

Bomba peristàtica, autoespirant

Bomba peristàtica, autoespirant, amb un cabal de 10 m<sup>3</sup>/dia, en un desnivell de 6-7 metres i una llargada de 20m. Temps de funcionament de 24h/dia.

**Bomba:** Thermo fisher Masterflex I/P  
**Model:** Masterflex I/P 88

**Preu de l'equip:** **3460 €**

Temps d'entrega: a confirmar

Condicions de pagament: 40% en la comanda + 60% pagaré bancari, veniment 60 dies ff.


Transport i embalatge: Inclosos fins les seves instal·lacions (ICRA a Girona)

Validesa de l'oferta: 30 dies

A l'espera de la seva resposta, rebí una salutació cordial,

**CASSÀ APLICACIONS INOXIDABLES R.C., S.L.**

**CASSÀ APLICACIONS INOXIDABLES, R.C., S.L.**  
 Pol. Ind Cassà, c/ Pla de l'Estany, 55  
 Tel. 972 46 38 79 - Fax 972 45 27 03  
 17244 CASSÀ DE LA SELVA (Girona)



UDG ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

Client	Número	Data Pre.	P.	
430001000	90/	8	24/01/14	1

**PRESSUPOST**

NIF:  
TEL:



REFERENCIA:

Article	Descripció	Unit.	Preu	%Dte.	Import
.	- Subministrament d'un dipòsit especial d'acer inoxidable 304 i mides segons plànols.	1.000	845.0000		845.00
CD	CONDICIONS DE PAGAMENT				
- E1	- El 50% del pressupost es pagarà a l'acceptació d'aquest.				
- L	- La resta es farà efectiva a l'entrega del material.				
V	- Validesa del pressupost: 15 dies.				
S	En cas d'acceptació d'aquest pressupost es prega la devolució d'una còpia signada.				


Imp.Brut	Ports	Base Imp.	Import IVA	Import R.E.	TOTAL PRES.
845.00		845.00	21% 177.45		1022.45

FIN. Girona, P. GE - 8410 - T. 103, T. 1003 - C.I.F. B 17.469.377

Pàgina web: [www.aplicacionsinoxidablesrc.com](http://www.aplicacionsinoxidablesrc.com) - email: [oficina@aplicacionsinoxidablesrc.com](mailto:oficina@aplicacionsinoxidablesrc.com)

 <b>TRANS-FLUID SA</b> NIF. A17033697	MAGATZEM SARRIÀ DE TER Tel. 972 170 649 - Fax 972 171 311 comercial@transfluid.es		Avgda. de França, 163 comercial@transfluid.es	
	ATM - MAGATZEM FORNELLS Tel. 972 476 736 - Fax 972 476 704 fornells@transfluid.es		Ctra. N-II N°5B	
<b>FACTURA SIMPLIFICADA Nº2 / 140429401</b>				
Codi Client 4300995998 CIF COMPTAT FORNELLS / SERIE 60  00000	Referència Client LAURA	Departament SEUS MITJANS	Data 29/04/14	Full 1
	Transportista SEUS MITJANS	Proveïdor SEUS MITJANS	Repr. 04	V. 22
	Codi Descripció		Unitats Preu % Import	
TFNB039	BIFURCACION HHH Y 6010	1/2" LATON C. RA 40	1,00 6,02	6,02
TFNE060	ESPIGA MANGUERA LATON C.	1/2" ø16mm 3040 EAC1604	2,00 2,27	4,54
MIKA1016	ABRAZAD.SIN-FIN INOX	16-27 L AISI 304 W4 0301403-5	2,00 1,36	2,72
TFNE015	ESPIGA MANGUERA 3040	1/4" ø9 LATON C. RA 30	1,00 0,83	0,83
TFNR015	REDUCCION M/H 2080	1/2-1/4" LATON C. RA 14	1,00 1,40	1,40
MIKA1008	ABRAZAD.SIN-FIN INOX	8-16 L AISI 304 W4 0301401-9	1,00 1,20	1,20
TFNT226	TAPON MACHO ALLEN CON "JUNTA"	1/2" LATON C. 3015	1,00 1,59	1,59
				
OFERTA: COMPRESORS ROTATIUS O DE PISTONS, REFREDADORS, SECADORS, FILTRES-SEPARADORS PER TRACTAMENT D'AIRE COMPRIMIT.				
Subtotal 18,30				Total Factura Simplificada 22,14 Eur IVA 21% INCLÓS
No podem abonar material passats 15 dies del seu lliurament. Material especial cal autorització prèvia i pot tenir recàrrec. Presentar albarà de càrrec.				

## O. RESULTATS SERVEI TÈCNIC PER A LA CALIBRACIÓ DE LES SONDES

 <p>Telf. 972 18 34 69 Fax. 972 18 32 48</p>	<b>INFORME RESULTATS ANALÍTICS</b>		Nº Registr e: <b>20140523_0094</b>
	Unitat d'Anàlisi Química <b>(UAQ)</b>		

DOC\_3.2.1.0-8a\_v0

### Dades del peticionari/usuari

<b>Nom i Cognoms</b>	Lluís Corominas				
<b>Tipus usuari</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ICRA	<b>Àrea Línia recerca</b>	AIII.2	<b>Codi Usuari</b>	TiA_006
		<b>Comanda</b>	20130442	<b>Projecte</b>	071.12 2010068 CIG Lcorominas
	<input type="checkbox"/> Extern	<b>Organisme extern</b>		<b>Codi Usuari</b>	
				<b>Pressupost</b>	

*Els següents resultats corresponen únicament a la mostra lliurada i analitzada al laboratori.*

### RESULTATS

ASSAIG		Conductivitat			
Codi mostra usuari	Codi mostra UAQ	Resultat	Unit ats	Mètode	
TiA_006_1 Total	M_1084	1739.0	uS/cm	PNT-A01 0	Potenciometria

ASSAIG		pH			
Codi mostra usuari	Codi mostra UAQ	Resultat	Unitats	Mètode	
TiA_006_1 Total	M_1084	8.5	-	PNT-A004	Potenciometria

ASSAIG		Nutrients: Amoni (N-NH <sub>4</sub> ), Nitrits (N-NO <sub>2</sub> ), Nitrats (N-NO <sub>3</sub> ), Fosfats (P-PO <sub>4</sub> ), Fòsfor Total (P-PT) i Silicats (Si-SiO <sub>2</sub> )					
Codi mostra usuari	Codi mostra UAQ	N-NH <sub>4</sub> (mg N/L)		N-NO <sub>2</sub> (mg N/L)		N-NO <sub>3</sub> (mg N/L)	
		TKN	UV-Vis	Cl	UV-Vis	Cl	UV-Vis
TiA_006_1 Filtrada	M_1085			0.530		2.678	

ASSAIG		Cations per cromatografia iònica					
Codi mostra usuari	Codi mostra UAQ	N-NH <sub>4</sub>	K				Unitats
TiA_006_1 Filtrada	M_1085	1.586	24.372				mg element /L

ASSAIG		Carboni Orgànic Total (TOC)				
Codi mostra usuari	Codi mostra UAQ	TOC	TN	Unitats	Mètode	
TiA_006_1 Total	M_1084	6.65	5.542	mg C o N/L	PNT-A012	Oxidació catalítica



## P. MANUAL BOMBA

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
[CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE](#)

**MASTERFLEX®**

**I/P®**



### OPERATING MANUAL: **PUMP DRIVES**

**Model Nos.**

**860-1040**

**860-1050**

A-1299-7039  
Edition 03

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
[CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE](#)

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERFLEX®**




**I/P®**


## TABLE OF CONTENTS

### Title

SAFETY PRECAUTIONS .....	3
INTRODUCTION .....	4
CONTROL/DISPLAY FUNCTIONS .....	4
SETUP AND DRIVE OPERATION .....	5
Automatic Start Enable/Disable .....	5
REMOTE CONTROL .....	6
Remote Control Setup .....	6
Internal / External Operation .....	6
TROUBLESHOOTING AND MAINTENANCE .....	8
Fuse Replacement .....	8
Troubleshooting .....	8
Cleaning .....	9
Replacement Parts and Accessories .....	9
SPECIFICATIONS .....	10
TECHNICAL ASSISTANCE .....	11

## SAFETY PRECAUTIONS

<b>WARNINGS:</b>	No user serviceable parts inside. Do not remove covers. Refer servicing to your dealer.
	Tubing breakage may result in fluid being sprayed from pump. Use appropriate measures to protect operator and equipment.
	Turn drive off before removing or installing tubing. Fingers or loose clothing could get caught in drive mechanism.
	To avoid electrical shock, the power cord protective grounding conductor must be connected to ground. Not for operation in wet locations as defined by EN 61010-1.
<b>CAUTIONS:</b>	Do not stack drives. Keep 3" minimum distance around and above drive for proper cooling.
	

<b>WARNING:</b>	<b>PRODUCT USE LIMITATION</b>
	This product is not designed for, nor intended for use in, patient-connected applications, including, but not limited to, medical and dental use, and, accordingly, has not been submitted for FDA approval. If drive is used in a manner not specified in this manual the protection provided by the equipment may be impaired.

MASTERFLEX, EASY-LOAD, I/P — Reg TM Cole-Parmer  
Trademarks bearing the ® symbol in this publication are registered in the U.S. and in other countries.

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERFLEX®**

**I/P®**

## INTRODUCTION

The brushless drive controls the speed of MASTERFLEX I/P Pump Heads to provide variable flow rates from 0.2 to 17 L/min (0.06 to 4.5 gallons/min). Achieve up to 26 LPM (7 GPM) with two stacked Standard or EASY-LOAD I/P Pump Heads. One MASTERFLEX High-Performance I/P Pump Head may be driven.

## CONTROL/DISPLAY FUNCTIONS

Press keys to activate function.

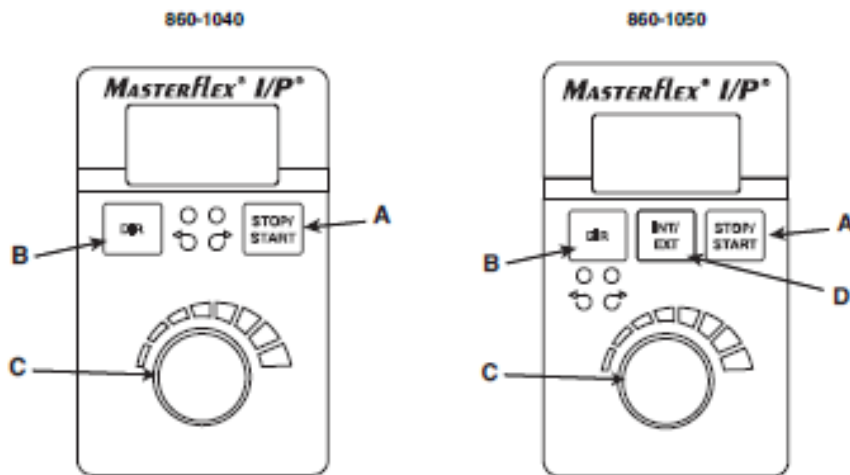


Figure 1

- A. STOP/START**—Start/Stop pump.
- B. DIRECTION**—To change motor direction.
- C. SPEED**—Selects output speed from 5 to 100% Full Scale (33 to 650 RPM). Clockwise rotation increases speed.
- D. INT/EXT**—(Model 860-1050 only) INT for internal control; EXT for remote current or voltage control.

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE



## SETUP AND DRIVE OPERATION

1. Attach any external control connections. (Model 860-1050 only)
2. Mount Pump Head and load tubing (see Pump Head manual).

NOTE: *The High-Performance I/P pump is mounted with the tubing to the left. The Standard I/P pump is mounted with the tubing up. The Easy-Load I/P pump is mounted with the occlusion bed up.*

3. Turn drive on.
4. Select INTERNAL or EXTERNAL operation. (Model 860-1050 only)
5. Select pump DIRECTION (clockwise or counter-clockwise).
6. Press STOP/START key to begin pumping.
7. Adjust speed (listed flow rates are for reference only. Flow will vary with pressure, tubing, viscosity, and time):

Speed Setting	I/P 26	I/P 73	I/P 82	I/P 70	I/P 88	I/P 89
10%	0.4 LPM 0.11 GPM	0.8 GPM 0.21 GPM	1.3 LPM 0.35 GPM	0.8 LPM 0.21 GPM	1.3 LPM 0.35 GPM	1.7 LPM 0.45 GPM
20%	0.8 LPM 0.22 GPM	1.6 LPM 0.42 GPM	2.6 LPM 0.70 GPM	1.6 LPM 0.42 GPM	2.6 LPM 0.70 GPM	3.4 LPM 0.90 GPM
30%	1.2 LPM 0.33 GPM	2.4 LPM 0.63 GPM	3.9 LPM 1.05 GPM	2.4 LPM 0.63 GPM	3.9 LPM 1.05 GPM	5.1 LPM 1.35 GPM
40%	1.6 LPM 0.44 GPM	3.2 LPM 0.84 GPM	5.2 LPM 1.40 GPM	3.2 LPM 0.84 GPM	5.2 LPM 1.40 GPM	6.8 LPM 1.80 GPM
50%	2.0 LPM 0.55 GPM	4.0 LPM 1.05 GPM	6.5 LPM 1.75 GPM	4.0 LPM 1.05 GPM	6.5 LPM 1.75 GPM	8.5 LPM 2.25 GPM
60%	2.4 LPM 0.66 GPM	4.8 LPM 1.26 GPM	7.8 LPM 2.1 GPM	4.8 LPM 1.26 GPM	7.8 LPM 2.1 GPM	10 LPM 2.70 GPM
70%	2.8 LPM 0.77 GPM	5.6 LPM 1.47 GPM	9.1 LPM 2.45 GPM	5.6 LPM 1.47 GPM	9.1 LPM 2.45 GPM	12 LPM 3.15 GPM
80%	3.2 LPM 0.88 GPM	6.4 LPM 1.68 GPM	10 LPM 2.8 GPM	6.4 LPM 1.68 GPM	10 LPM 2.8 GPM	14 LPM 3.60 GPM
90%	3.6 LPM 0.99 GPM	7.2 LPM 1.89 GPM	12 LPM 3.15 GPM	7.2 LPM 1.89 GPM	12 LPM 3.15 GPM	15 LPM 4.05 GPM
100%	4 LPM 1.1 GPM	8 LPM 2.1 GPM	13 LPM 3.5 GPM	8 LPM 2.1 GPM	13 LPM 3.5 GPM	17 LPM 4.5 GPM

NOTE: *While in INTERNAL mode, drive will automatically restart after a brownout or power out condition unless operator changes default setting. If speed is being controlled by an external signal, drive will automatically restart with a non-zero speed command.*

## AUTOMATIC START ON/OFF (Internal mode only)

Press and hold DIR on power-up. After five (5) seconds, display will read "ON" (factory default) or "OFF". Hold the DIR key for an additional 3 seconds and the display will toggle to the other option every 3 seconds. Release the DIR key when the desired mode is being displayed. After releasing the key, "ON" or "OFF" will remain displayed for about 3 seconds and then the normal power-on sequence will begin. When "ON" is selected, drive will start automatically at power-up if it was running when powered down.

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERFLEX®**

**I/P®**

## REMOTE CONTROL (Model 860-1050 only)

- Selectable input (4–20 mA, 0–10V DC )
- $\pm 0.5\%$  linearity control
- $\pm 50V$  common mode range with respect to earth ground  
Internal & External START/STOP; External CW/CCW via contact closure

### REMOTE CONTROL SETUP

1. Place the power switch in the off position.
2. Connect the cable from the external remote control to the mating receptacle on the rear panel.
3. Select operation from front panel potentiometer, external 4-20mA current source, or external 0-10 V voltage source as follows:
  - a. Press and hold the INT/EXT control for approximately 5 seconds until the present setting of the speed source is displayed.
  - b. Continuing to hold the INT/EXT control will cause the display to cycle through the three choices: "4.20" indicating the 4-20 mA input, "0.10" indicating the 0-10 V input, or "Pot" indicating that the Speed Input Potentiometer will be used. When the key is released, the programmed choice will remain on the display for approximately 3 seconds as confirmation of the speed source choice made before returning to normal operation.
4. To adjust the voltage or current scaling for other than zero to full scale:
  - a. Press and hold the INT/EXT control (approximately 5 seconds) until the external speed source is displayed. ("4.20", "0.10", or "Pot")
  - b. Release the INT/EXT control and press the DIR control before the external speed source disappears from the display.
  - c. The display will show "Lo" for about 3 seconds and then flash the current speed setting for the low set point (4 mA or 0 V). To change this setting, adjust the Speed Control Potentiometer to the percent of full speed desired. To make no change, press the DIR control a second time.
  - d. After pressing the DIR control the second time, the display will show "Hi" and then flash the high (20 mA or 10 V) speed set point. This can be changed by adjusting the Speed Control Potentiometer, or left as is by pressing the DIR control again.
  - e. The third press of the DIR control returns the drive to normal operation.

**NOTE:** The 4-20 mA input, the 0-10 V input, and the 4-20 mA output are not scaled separately.

### INTERNAL / EXTERNAL Operation

1. The EXTERNAL mode of operation enables the PUMP READY output, the EXTERNAL START/STOP, EXTERNAL CW/CCW, 4-20 mA, and 0-10 V inputs, while disabling the INTERNAL START/STOP input (e.g. footswitch) and front-panel DIR and START controls. The pump speed is determined by the programmed choice of 4-20 mA, 0-10 V, or front panel potentiometer inputs. The front panel STOP/START control overrides the EXTERNAL START/STOP input to stop the drive.
2. In the INTERNAL mode of operation, either the INTERNAL START/STOP input (e.g. footswitch) or the front panel STOP/START control can start or stop the drive at the speed set by the front-panel SPEED POT.

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERflex**

**I/P**

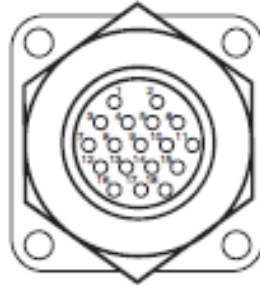
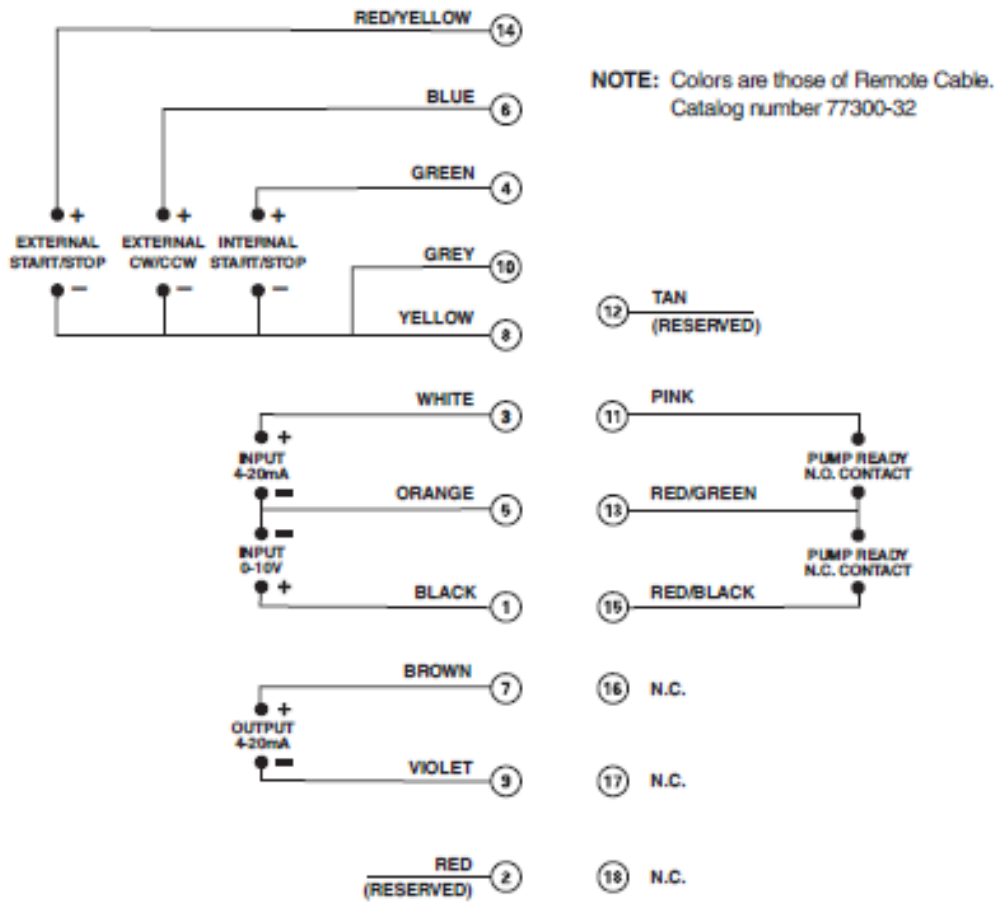


Figure 2



CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

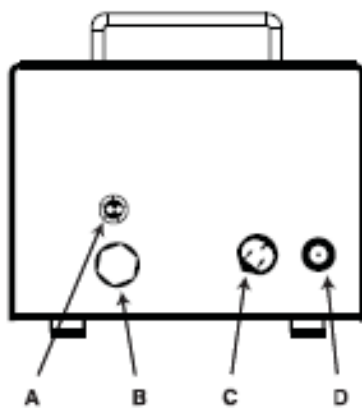
**MASTERFLEX®**

**I/P®**

## TROUBLESHOOTING AND MAINTENANCE

### FUSE REPLACEMENT

- 1 Place the power switch in the off position.
- 2 Disconnect the AC power input line cord from the attached line and receptacle.
- 3 Remove and check the fuse and replace if defective
- 4 Reconnect the AC power input line cord to the receptacle.



**Figure 3**

- A.** T6.3A Fuse (CAUTION: Do not substitute.)
- B.** External receptacle for remote control
- C.** IEC 320 Power cord
- D.** Power switch

### TROUBLESHOOTING

SYMPTOM	CAUSE	REMEDY
<b>A</b> Motor does not rotate Display does not light	<b>A</b> No power	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Check fuse and replace if defective (Fig. 3)</li> <li>2 Check that unit is plugged into a live line</li> <li>3 Check connection of power cord</li> <li>4 Check the line cord for continuity and replace if defective</li> <li>5 Return for servicing</li> </ol>
<b>B</b> Motor does not rotate Display lights	<b>B1</b> Defective remote control	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Place power switch in off position</li> <li>2 Check that remote cable connector is inserted fully into the receptacle (Fig. 2 and 3)</li> <li>3 If motor still does not rotate, select INTERNAL with the INT/EXT control and press the STOP/START control (Fig. 1)</li> <li>4 If the motor rotates, replace the remote control with similar unit. If motor does not rotate, return drive for servicing</li> </ol>
	<b>B2</b> INT/EXT control not properly set	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Check that the INT/EXT control is set to INT for operation with front panel control or to EXT for with operation remote control (Fig. 1)</li> <li>2 If motor still does not rotate, return for servicing</li> </ol>

Troubleshooting continued on page 8

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
 CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT

[CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE](#)

**MASTERFLEX®**

**I/P®**

### TROUBLESHOOTING (Continued)

If an error message is displayed, refer to the following list for possible corrective actions you can take.

If these do not correct the problem, contact your dealer.

ERROR MESSAGE	CAUSE	REMEDY
"Err 2"	Motor over-speed	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Clear by pressing any key</li> <li>2 Check for proper tube loading and pump operation</li> <li>3 Return unit for repair if the error persists</li> </ol>
"Err 3" "Err 5" "Err 12"	Overload	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Clear by pressing any key</li> <li>2 Check for proper tube loading and pump operation</li> <li>3 Return unit for repair if the error persists</li> </ol>
"Err 7"	Bad data Operator parameters set to default values	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Clear by pressing any key</li> <li>2 Reprogram operator parameters</li> <li>3 Return unit for repair if the error persists</li> </ol>
"Err 10" "Err 11"	Voltage out of range	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Clear by pressing any key</li> <li>2 Check that AC line voltage is within specified voltage ranges</li> <li>3 Return unit for repair if AC line voltage is correct and the error persists</li> </ol>
"Err 13" "Err 14"	Over temperature	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Check for heat sources or obstructions to cooling</li> <li>2 Check for proper tube loading and pump operation</li> <li>3 Allow unit to cool Clear by pressing any key</li> <li>4 Return unit for repair if no cause for overheating is found and the error persists</li> </ol>
All other errors	Internal error or failure	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Clear (if possible) by turning power off and on</li> <li>2 Return unit for repair if the error persists</li> </ol>

### CLEANING

Keep the drive enclosure clean with mild detergents. Do not immerse.

### REPLACEMENT PARTS & ACCESSORIES

77500-24	Fuse—T6.3A 5 x 20 mm
7595-43	Footswitch
77300-32	Remote control cable, 25 ft (7.62 m)

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT

[CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE](#)



---

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERFLEX®**

**I/P®**

## SPECIFICATIONS

### OUTPUT

Speed:	33 to 650 rpm
Torque output, maximum:	
Continuous	540 oz-in (39 kg-cm) 380 oz-in (27 kg-cm) @ 40°C Ambient
Start-up	960 oz-in (69 kg-cm)
Speed regulation:	
Line	±0.25% F.S.
Load	±0.25% F.S.
Drift	±0.25% F.S.
Display:	Three-digit, seven-segment LED
Remote outputs:	Current speed output (4–20 mA @ 0–600 Ω)
(Model 860-1050 only)	Pump ready output (N.O. & N.C. contact closure, 1A @ 28V AC/DC)

### INPUT

Supply voltage limits:	Universal Input - 90 to 260 Vrms @ 50/60 Hz, Single Phase
Current, maximum	4.5A @ 115 Vrms, or 2.6A @ 230 Vrms
Remote Inputs:	Internal & External START/STOP (Contact closures)
(Model 860-1050 only)	External CW/CCW (Contact closure) Voltage input (0–10V DC @ 10 kΩ) Current input (4–20 mA @ 250 Ω)

### CONSTRUCTION

Dimensions (L x W x H):	14.0" x 10" x 9.1" (35 cm x 25 cm x 23 cm)
Weight:	22 lb (10 kg)
Enclosure rating:	IP55 per IEC 60529

### ENVIRONMENT

Temperature, operating:	0 to 40°C (32 to 104°F)
Temperature, storage:	-25 to 65°C (-13° to 149°F)
Humidity (non-condensing):	10 to 100%
Altitude:	Less than 2000 m
Pollution degree:	Pollution Degree 3 (Indoor use—sheltered locations)
Chemical resistance:	Enclosure is painted steel

### COMPLIANCE

UL508C, CSA C22.2, No. 14  
(For CE Mark):  
EN61010-1 (EU Low Voltage Directive) and  
EN61326 (EU EMC Directive)

---

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

**MASTERFLEX®**

**I/P®**

---

## WARRANTY

*Use only MASTERFLEX precision tubing with MASTERFLEX pumps to ensure optimum performance. Use of other tubing may void applicable warranties.*

This product is warranted against defects in material or workmanship, and at the option of the manufacturer or distributor, any defective product will be repaired or replaced at no charge, or the purchase price will be refunded to the purchaser, provided that: (a) the warranty claim is made in writing within the period of time specified on this warranty card, (b) proof of purchase by bill of sale or receipted invoice is submitted concurrently with the claim and shows that the product is within the applicable warranty period, and (c) the purchaser complies with procedures for returns set forth in the general terms and conditions contained in the manufacturer's or distributor's most recent catalog.

This warranty shall not apply to: (a) defects or damage resulting from: (i) misuse of the product, (ii) use of the product in other than its normal and customary manner, (iii) accident or neglect, (iv) improper testing, operation, maintenance, service, repair, installation, or storage, (v) unauthorized alteration or modification, or (b) post-expiration dated materials.

THIS WARRANTY IS THE EXCLUSIVE REMEDY OF THE PURCHASER, AND THE MANUFACTURER AND DISTRIBUTOR DISCLAIM ALL OTHER WARRANTIES, WHETHER EXPRESS, IMPLIED, OR STATUTORY, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. NO EMPLOYEE, AGENT, OR REPRESENTATIVE OF THE MANUFACTURER OR DISTRIBUTOR IS AUTHORIZED TO BIND THE MANUFACTURER OR DISTRIBUTOR TO ANY OTHER WARRANTY. IN NO EVENT SHALL THE MANUFACTURER OR DISTRIBUTOR BE LIABLE FOR INCIDENTAL, INDIRECT, SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.

*The warranty period for this product is two (2) years from date of purchase.*

## RETURN OF ITEMS

To limit charges and delays, contact the seller or Manufacturer for authorization and shipping instructions before returning the product, either within or outside of the warranty period. When returning the product, please state the reason for the return. For your protection, pack the product carefully and insure it against possible damage or loss. Any damages resulting from improper packaging are your responsibility.

## TECHNICAL ASSISTANCE

If you have any questions about the use of this product, contact the Manufacturer or authorized seller.

CALL 1-800-577-8111 FOR SALES AND SUPPORT  
CLICK HERE TO RETURN TO WEBSITE

Printed in U.S.A.

---