

# AVALUACIÓ DE L'APLICACIÓ DE SISTEMES SUPERVISORS A LES EDAR DE GRANOLLERS, MONTORNÈS DEL VALLÈS I LA LLAGOSTA. POSSIBILITATS I LIMITACIONS DE L'EINA

*Àngel Freixó,<sup>1</sup> Josep Arràez,<sup>2</sup> Christian Cortés<sup>3</sup> i Joaquim Comas<sup>4</sup>*

(1) i (2) Consorci per a la Defensa de la Conca del Riu Besòs  
(afreixó@cdbcbesos.org; arraezej@diiba.es)

(3) i (4) Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental, Universitat de Girona  
(christian@lequia.udg.es; quim@lequia.udg.es)

## RESUM

Aquest article té com a objectiu l'exposició dels resultats obtinguts quan s'aplica un sistema supervisor com a suport a la gestió en diferents estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR) del Consorci per a la Defensa de la Conca del Riu Besòs (CDCRB). El treball s'ha dut a terme al llarg de diferents anys, en què, per a cada EDAR explotada per diferents empreses, s'ha pogut desenvolupar i seguir un protocol per instal·lar el sistema supervisor que implica: la connexió física dels senyals al sistema, l'adquisició del coneixement que ajuda a l'operació de les plantes, la seva formulació de manera que pugui ser útil per al sistema supervisor instal·lat a l'ordinador i, finalment, la seva implantació tot intentant proporcionar una interfície que sigui còmoda per al cap de planta.

El fet d'haver treballat durant anys en diferents instal·lacions que presenten diferents problemàtiques ha permès anar adaptant el sistema a cada tipus de planta partint d'un programa base, la qual cosa permet poder disposar d'una base de coneixement general que pot ser utilitzada en cada nova instal·lació tot incorporant la seves característiques específiques (característiques de l'aigua d'entrada, configuració de la instal·lació, problemes més habituals, tipus de sensors i aprofitament màxim de la informació proporcionada, possibilitats d'actuació, etc.).

Els futurs passos que cal assolir són la connexió del programa a Internet, la comunicació remota amb l'usuari i el perfeccionament de les diagnòstics i el control automàtic del procés.

## INTRODUCCIÓ

La creixent exigència en el correcte funcionament, fiabilitat i assoliment d'objectius d'una estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) comporta que existeixin sistemes d'adquisició de dades, que habitualment es troben equipades amb sistemes de control automàtic, dades analítiques i altres dades de caràcter qualitatiu que es generen constantment a la instal·lació de sanejament.

Aquest fet, i donat que una part important de la gestió i el funcionament òptim de les EDAR es fonamenta en la quantitat i la qualitat de la informació que es recull, ens condueix cap a una gran quantitat de dades i informació que cal tractar.

És en aquest camp on l'aparició de sistemes d'ajuda que siguin capaços de recopilar i tractar tant la gran diversitat d'informació (dades quantitatives en línia, *off-line*, dades qualitatives, informació microbiològica, etc.) com la gran quantitat que comporten.

En aquest article es pretén demostrar els avantatges i les limitacions de l'eina durant la implantació d'aquest sistema en tres EDAR de dimensió mitjana i les experiències obtingudes.

## ELS SISTEMES DE SUPORT A LA DECISIÓ

Aquests sistemes, anomenats sistemes de suport a la decisió, són tècniques basades en el coneixement, com ara els sistemes experts i/o els sistemes de raonament basats en casos.

Tot aquest coneixement procedent d'experts, caps de planta, personal operador i altres tècnics és complementat amb informació teòrica de llibres tècnics, manuals d'operació, articles de recerca, control clàssic i altres algorismes d'extracció automàtica de coneixement d'un conjunt ampli de dades històriques.

El sistema queda estructurat en arbres de decisió i posteriorment codificat mitjançant regles heurístiques objectives i subjectives, generals i específiques, que formen la base de coneixement del sistema.

Desenvolupat sobre un suport adequat, aquest coneixement queda articulats i a punt per iniciar el raonament necessari que permeti diagnosticar l'estat o la situació de la planta, i decidir l'estratègia de control més adequada.

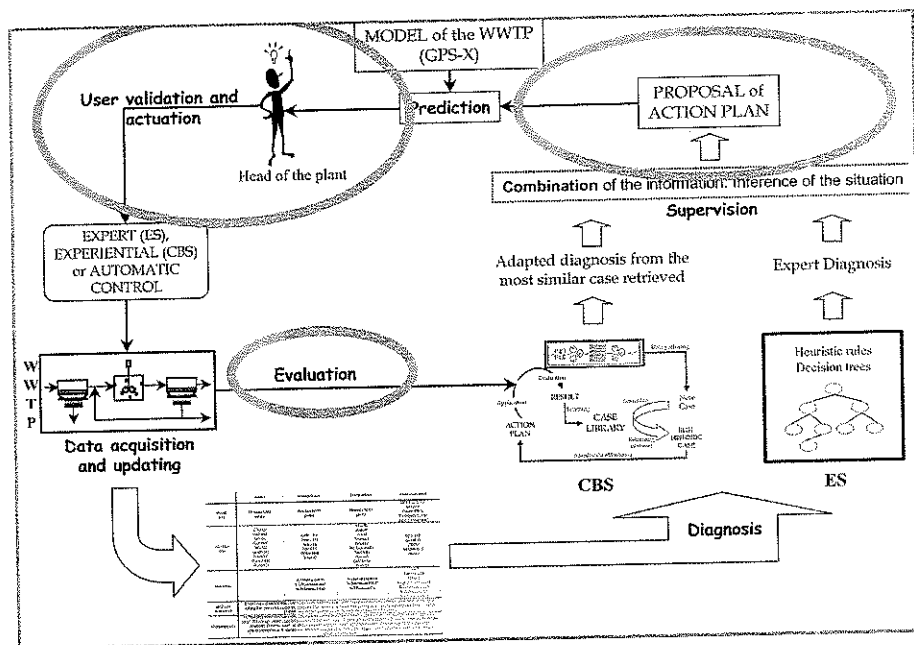


Figura 1

### El sistema de suport a la decisió

Els sistemes han estat implantats en diferents EDAR de dimensions mitjanes de la conca del Besòs com ara l'EDAR Granollers, l'EDAR de Montornès del Vallès i l'EDAR de La Llagosta (entre 135.000 i 250.000 hab. equivalents), on la quantitat de dades generades i la informació en línia disponible són elevades.

Els objectius inicials requerits al sistema són:

- Capacitat d'anàlisi de totes les dades generades per una fiabilitat i una optimització més grans del funcionament de l'EDAR.
- Reunir tota la informació possible referent a la detecció i la correcció.
- Extreure tot el coneixement de la gran quantitat de dades existents.
- Obtenir una base de casos que enriqueixi i permeti l'aprenentatge del sistema.

El sistema ha evolucionat al llarg del temps, alhora que s'obtenia una base de coneixement general i es realitzaven diferents implantacions que permetien enriquir la base de coneixement.

ment general i la base de coneixements específics de cadascuna de les instal·lacions.

Així mateix, s'han obtingut altres avenços tècnics que enriqueixen la capacitat d'actuació i diagnosi dels sistemes, com ara la supervisió inicial quan l'operador ho requeria, i que permeten evolucionar cap a una supervisió en temps real del que està succeint a la instal·lació en tot moment, sense que ningú la demani.

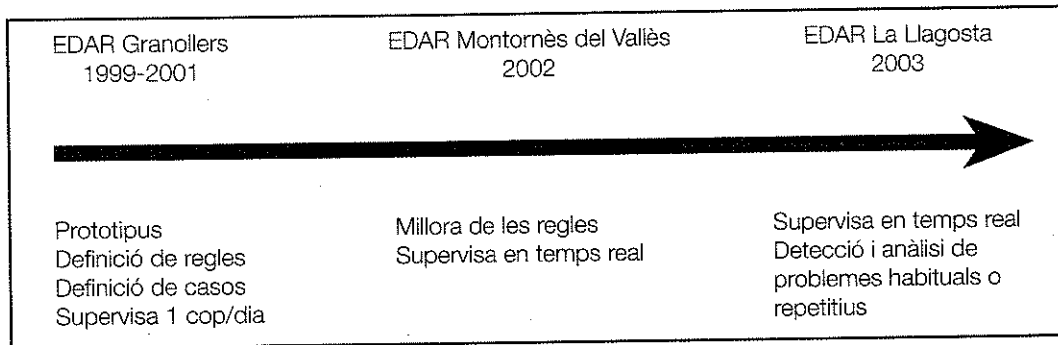


Figura 2

El sistema de suport a la decisió consta de tres parts importants:

1. El sistema expert (SE). Sistema basat en regles heurístiques i en el coneixement dels experts.
2. El sistema basat en casos (SBC). Sistema que recull els casos que es donen a la planta, les accions correctores i el resultat d'aquestes accions, i que permet recuperar el cas quan la situació es troba dins d'una similitud donada, de manera que el mateix sistema en pot aprendre.
3. El model. Utilització del model a través d'un simulador per simular les accions proposades pels dos sistemes anteriors abans de realitzar l'operació a la planta.

### Implantació del sistema expert

En el cas de la implantació de Granollers, atès que era el primer sistema que s'implantava, es va confeccionar la base que forma el sistema de coneixement general i, després, es va implantar la base de coneixement específic.

És en aquest moment quan s'han de definir els problemes habituals que ens trobem en una EDAR

Primary treatment	Secondary treatment	
	Biological Origin	Non-biological Problems
Old Sludge Septic Sludge Sludge Removal Systems Break Pumps or Pipes Blocked Low Efficiency of Grit Removal Too High Sludge Density Inadequate Sludge Purges Hydraulic Shock High Solids Loading Other Mechanical Problems	Bulking Filamentous Foaming (Actinomycetes) Rising Sludge Pinpoint Floc Slime viscous Bulking Dispersed Growth Toxic Shock	Tensioactives Scums Storms Hydraulic Shock Overloading Underloading Aeration Problems Imbalanced Flow rates Mechanical & Electrical Problems Clarifier problems
	Transition state to a certain problem	

Figura 3

A partir de la definició d'escenaris o problemes habituals que poden aparèixer durant l'operació d'una EDAR, cal generar les regles heurístiques que en regularan la detecció, la conclusió i les accions correctores que s'hauran de prendre.

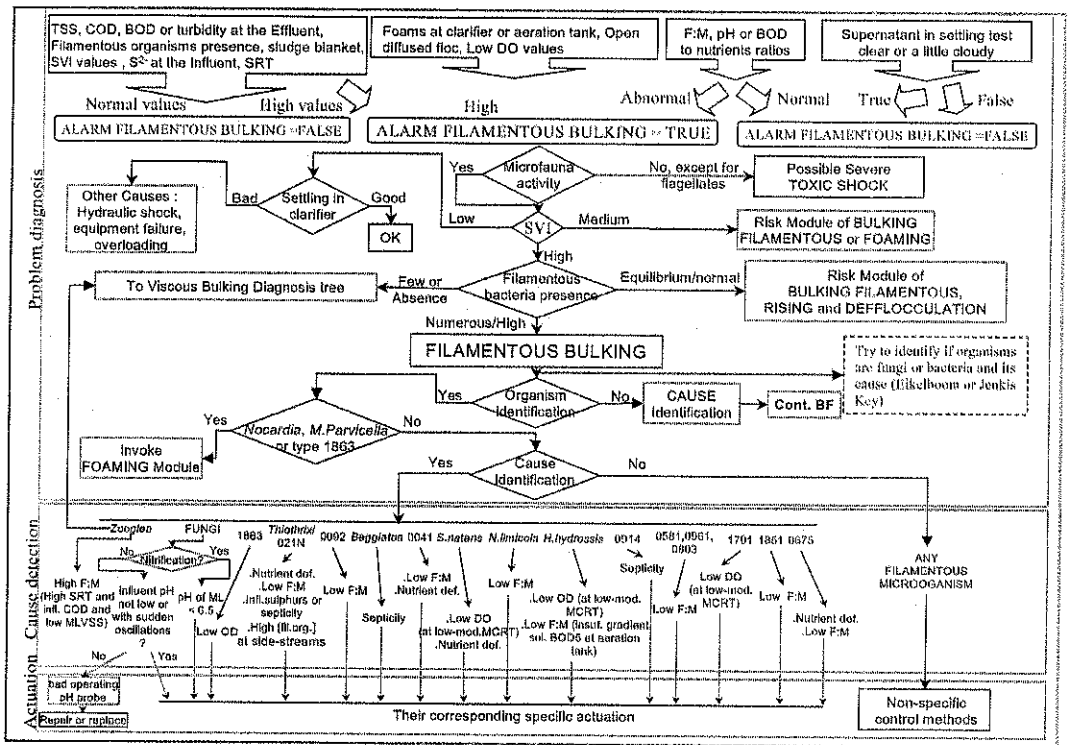


Figura 4



D'aquesta manera, el sistema permet la recuperació dels casos més semblants i, per tant, es poden reproduir les accions que es van emprendre en una data anterior determinada.

La limitació del sistema és la necessitat de validar la informació introduïda i que fa referència a l'acció empresa per resoldre el problema, és a dir, cal registrar en el sistema el resultat de les accions per permetre l'aprenentatge propi del sistema.

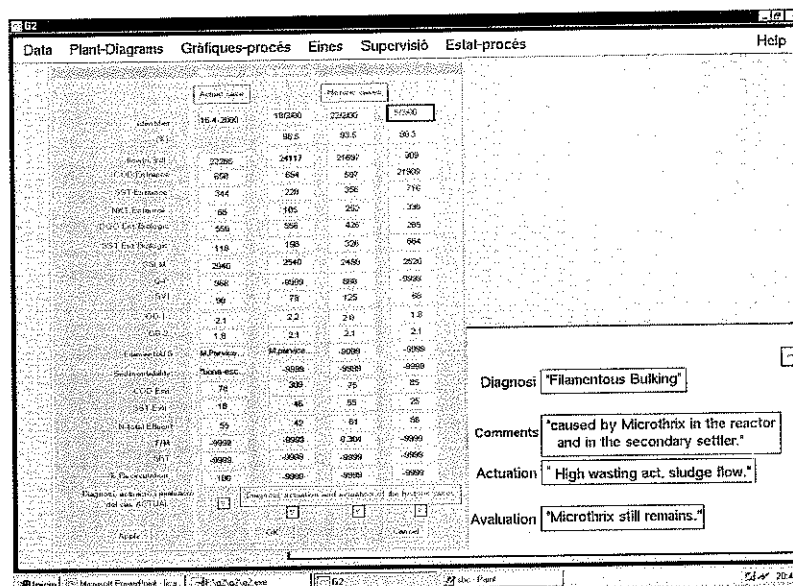


Figura 6

## CONCLUSIONS

De les possibilitats del sistema de suport a la decisió, resumides més amunt, se'n poden extreure les conclusions següents i exposar les limitacions actuals del sistema.

Possibilitats de l'eina:

1. La integració i el tractament de gran quantitat de dades en diferent format.
2. La diagnosi de l'estat actual de la planta en temps real.
3. Registre metòdic i exhaustiu de la informació que genera una EDAR.
4. Retroalimentació i aprenentatge del coneixement del sistema.
5. Prevenció de situacions anòmales.

Limitacions de l'eina:

1. Dependència de la quantitat i la qualitat de les dades en línia.
2. Cal retroalimentar el sistema per permetre'n l'aprenentatge.
3. El sistema basat en casos no proporciona resultats des de la seva instal·lació, sinó que cal registrar un nombre determinat de casos que enriqueixi la base de casos.

## BIBLIOGRAFIA

COMAS, J., RODRÍGUEZ-RODA, I., SANCHEZ-MARRÉ, M., CORTÉS, U., FREIXÓ A., ARRÁEZ, J. «A knowledge-Based Approach to the Deflocculation Problem: Integrating On-line, Off-line, and Heuristic Information». *Water Research*, núm. 37 (2003), p. 2377-2387.

RODRÍGUEZ-RODA, I. *Desenvolupament d'un protocol per a l'aplicació de sistemes basats en el coneixement en la gestió d'estacions depuradores d'aigües residuals urbanes*. Tesis Doctoral. Universitat de Girona.