

Guia per a la redacció dels PIGSS al Districte de Conca Fluvial de Catalunya

Desembre 2024



**Agència Catalana
de l'Aigua**



**Generalitat
de Catalunya**



ÍNDIX

1	Introducció, objectiu de la guia i plantejament general dels PIGSS	7
1.1	Definicions, acrònims i sigles.	7
1.2	Introducció	7
1.3	Objectiu de la guia	9
1.4	RD 665/2023 en relació amb els DSS	9
1.5	Plans Integrals de Gestió del Sistema de Sanejament (PIGSS)	11
1.6	Característiques generals de la planificació en els PIGSS	13
1.7	Metodologia d'elaboració dels PIGSS	15
1.8	Eines bàsiques del PIGSS	19
1.8.1	GIS	20
1.8.2	Sistema Informàtic de Telecontrol	21
1.8.3	Models matemàtics	22
1.8.3.1	Generalitats	22
1.8.3.2	Model de Clavegueram	23
1.8.3.3	Model d'EDAR	24
1.8.3.4	Model de Riu	25
1.8.3.5	Model Marítim	26
2	Guia metodològica de les principals tasques d'un PIGSS	27
2.1	General	27
2.2	Aixecament de la xarxa de sanejament	28
2.2.1	Recomanacions generals	28
2.2.2	Treballs topogràfics	28
2.2.2.1	Planimetria	29
2.2.2.2	Altimetria	30
2.2.3	Inspeccions cartogràfiques	30
2.2.3.1	Pous i trams	31
2.2.3.2	Embornal	32
2.2.3.3	Clavegueró	32
2.2.3.4	Estructures hidràuliques	33
2.2.4	Pauta de treball	33
2.3	Diagnòstic de l'estat de la xarxa.	34
2.4	Fases de la modelització	36
2.4.1	Creació del model	37



2.4.2	Calibratge i validació	38
2.4.3	Optimització	39
2.4.4	Explotació	40
2.5	Plantejament de les actuacions proposades.	41
2.5.1	Plantejament general	41
2.5.2	Mesures preventives destinades a evitar l'entrada de l'escorriment urbà en els sistemes col·lectors.	45
2.5.3	Mesures d'operació, inspecció, manteniment, renovació d'infraestructures, preparació davant un episodi de pluges, i monitorització dels DSS	46
2.5.3.1	Programa d'inspecció	46
2.5.3.2	Programa de neteja	47
2.5.3.2.1	Objectius	48
2.5.3.2.2	Descripció	49
	Estratègies de neteja avançada de xarxes de clavegueram	49
	Organització de les operacions de neteja	50
	Metodologies de neteja i mitjans	51
	Recomanacions	52
2.5.3.3	Programa de manteniment	54
2.5.3.3.1	Objectius	54
2.5.3.3.2	Desenvolupament del Pla	55
2.5.3.3.3	Recomanacions	55
2.5.3.3.4	Consideracions generals	55
2.5.3.4	Programa d'operació.	56
2.5.3.5	Programa de renovació	57
2.5.3.5.1	Plantejament general	57
2.5.3.5.2	Mesures per la reducció de la infiltració a les xarxes de sanejament	57
2.5.3.6	Programa d'actuacions de preparació davant d'un episodi de pluja	58
2.5.3.7	Programa de monitorització	59
2.5.4	Mesures per optimitzar l'ús de les infraestructures existents, inclosos els sistemes col·lectors, els volums emmagatzemats i les depuradores.	60
2.5.5	Altres mesures addicionals, incloses, si escau, l'adaptació i millora de les infraestructures de recollida, emmagatzematge i tractament de les aigües residuals urbanes existents o la creació de noves infraestructures prioritzant els SUDS	61
2.6	Metodologia per al càlcul d'actuacions en temps sec	62
2.6.1	Definició de l'objectiu	62
2.6.2	Creació del model	62
2.6.3	Calibratge i validació	64
2.6.4	Optimització	64
2.6.5	Diagnosi	65
2.6.6	Càlcul d'actuacions (prognosi)	65



2.7	Metodologia per al càlcul d'actuacions anti-inundacions	66
2.7.1	Introducció	66
2.7.2	Definició de l'objectiu	66
2.7.3	Creació del model	68
2.7.4	Calibratge i validació	69
2.7.4.1	Comprovació de les dades de les campanyes	70
2.7.4.2	Calibratge i validació del model a partir de les campanyes de monitorització.	70
2.7.4.3	Verificació amb dades d'inundacions històriques.	71
2.7.4.4	Conformitat del model per estimar inundacions	71
2.7.5	Optimització	72
2.7.6	Diagnosi	72
2.7.6.1	Construcció de la pluja de disseny	72
2.7.6.2	Variació de la pluja de disseny amb el canvi climàtic.	74
2.7.6.3	Hipòtesis de càlcul	75
2.7.6.4	Resultats de la diagnosi	75
2.7.7	Càlcul d'actuacions (prognosi)	75
2.7.7.1	Hipòtesis de càlcul	76
2.7.7.2	Resultat de la prognosi	76
2.8	Metodologia per al càlcul d'actuacions anti-DSS	77
2.8.1	Definició d'objectius i metodologies	77
2.8.2	Objectiu de rendiment hidràulic. Norma tècnica bàsica pel control dels DSS (NTB)	78
2.8.2.1	Plantejament general.	78
2.8.2.2	Definició del rendiment hidràulic.	81
2.8.2.3	Pluges de disseny utilitzades per calcular el rendiment hidràulic.	85
2.8.2.4	Variació amb el canvi climàtic de les pluges de disseny utilitzades per calcular el rendiment hidràulic.	88
2.8.2.5	Altres requisits bàsics afegits al compliment del rendiment hidràulic a la NTB.	88
2.8.3	Objectiu indicatiu sobre la relació entre la càrrega contaminant generada en condicions de temps sec i la càrrega abocada pels DSS. Directiva europea de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa).	91
2.8.4	Objectius indicatius sobre la protecció dels escurriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques	93
2.8.5	Objectius d'eliminació progressiva dels abocaments no tractats de l'aigua d'escurriment urbà recollida en sistemes separatius que causen impactes negatius en el medi receptor	93
2.8.6	Estàndards intermitents de qualitat ambiental (EIQA)	96
2.8.6.1	Definició de l'objectiu	96
2.8.6.2	Objectius EIQA per la vida piscícola als rius	96
2.8.6.3	Objectius EIQA per les zones de bany	98
2.8.6.4	Objectius EIQA per Districte de Conca Fluvial de Catalunya	99



2.8.7	Creació dels models	100
2.8.7.1	Model de clavegueram	100
2.8.7.2	Model d' EDAR	101
2.8.7.3	Model de riu	102
2.8.7.4	Model marítim	103
2.8.8	Calibratge i validació	105
2.8.8.1	Calibratge del model de clavegueram	106
2.8.8.2	Calibratge del model de depuradora	107
2.8.8.3	Calibratge del model de riu	108
2.8.8.4	Calibratge del model marítim	108
2.8.9	Optimització	109
2.8.10	Diagnosi	109
2.8.10.1	Sèrie pluviomètrica	110
2.8.10.2	Hipòtesis de càlcul	110
2.8.10.3	Resultats de la diagnosi	110
2.8.11	Càlcul d'actuacions (prognosi)	111
2.8.11.1	Construcció models escenari futur	112
2.8.11.2	Estimar impacte al medi receptor	112
2.8.11.3	Comprovació del compliment dels EIQA	113
2.8.11.4	Càlcul d'actuacions anti-DSS	113
2.8.11.5	Comprovar cost-eficàcia o cost-benefici de les actuacions.	114
2.9	Monitorització i recopilació de dades fenomenològiques pel calibratge dels models	114
2.9.1	Introducció	114
2.9.2	Recomanacions generals	115
2.9.2.1	Planificació de les campanyes a realitzar	115
2.9.2.2	Consideracions sobre la ubicació de la monitorització	117
2.9.2.3	Paràmetres a analitzar	117
2.9.2.4	Equips	119
2.9.3	Campanyes de mesures en el sistema de sanejament	119
2.9.3.1	Temps sec	119
2.9.3.2	Temps de pluja	119
2.9.4	Campanyes de mesures en el riu	121
2.9.4.1	Temps sec	121
2.9.4.2	Temps de pluja	121
2.9.5	Campanyes de mesures en zones de bany	121
2.9.5.1	Temps sec	121
2.9.5.2	Temps de pluja	122
2.9.6	Altres dades necessàries	122



2.10 Síntesi de les diferències entre PIGSS bàsic i PIGSS detallat	123
Annex: Documents d'un PIGSS i descripció del seu contingut bàsic	124
Memòria	124
Annex 1 Programa d'inspecció de la xarxa de sanejament	128
Annex 2 Programa de neteja de la xarxa de sanejament	129
Annex 3 Programa de manteniment del sistema de sanejament	129
Annex 4 Programa d'operació del sistema de sanejament	129
Annex 5 Diagnosi de l'estat del sistema de sanejament	130
Annex 6 Programa d'actuacions de renovació de la xarxa	130
Annex 7 Programa de preparació davant d'un episodi de pluja	130
Annex 8 Programa d'actuacions de monitorització	130
Annex 9 Plugues de disseny en l'escenari actual i el de canvi climàtic	131
Annex 10 Anàlisi del sistema de sanejament pel transport i tractament de les aigües residuals	131
Annex 11 Anàlisi del sistema de sanejament contra inundacions	131
Annex 12 Anàlisi del sistema de sanejament contradesbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja	132
Annex 13 Pla de participació pública	133
Annex 14 Programa de vigilància i avaluació	134
Plànols	134
Pressupost, cronograma i finançament	135
Resum del PIGSS	135



1 Introducció, objectiu de la guia i plantejament general dels PIGSS

1.1 Definicions, acrònims i sigles.

- **Àrea drenada o superfície d'escorriment:** Es la zona per on discorre l'escorriment recollit per la xarxa de sanejament.
- **DSS:** Desbordament del sistema de sanejament en episodis de pluja. Son els desbordaments d'aigües residuals i pluvials no tractades procedents d'un sistema de sanejament en episodis de pluja, que surten al medi receptor.
- **DPMT:** Domini Públic Marítim Terrestre
- **DPH:** Domini Públic Hidràulic
- **EBAR:** Estació de bombament d'aigües residuals
- **EDAR:** Estació depuradora d'aigües residuals.
- **NTB:** Norma tècnica bàsica per al control dels abocaments per desbordaments del sistema de sanejament en episodis de pluja
- **PIGSS:** Pla integral de gestió del sistema de sanejament. A la Guia es distingirà entre **PIGSS bàsic**, quan es parli del que compleix estrictament el que demana el RD 665/2023 sobre els PIGSS, i **PIGSS detallat**, quan es parli del que compleix estrictament el RD 665/2023 afegint-li tot un seguit de tasques addicionals recomanables, per poder redactar un PIGSS més complet i precís que permeti detallar les mesures amb més seguretat i ajust.
- **PVDSS:** Punt d'abocament al medi receptor per desbordaments dels sistema de sanejament
- **SUDS:** Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible
- **VDSS:** Abocaments per desbordament del sistema de sanejament. Son els produïts al medi receptor en episodis de pluja, procedents dels sistemes de sanejament, unitari o separatiu pluvial.

1.2 Introducció

L'any 2012, després de molts anys d'incertesa i problemes legals associats als desbordaments de sistemes de sanejament a Espanya, es va aprovar el Reial decret 1290/2012, pel qual es



va modificar el RDPH introduint l'obligació de controlar i reduir la contaminació procedent dels abocaments per desbordaments dels sistemes de sanejament, i establint la necessitat d'elaborar les normes tècniques en què es detallarien i es desenvoluparien els procediments de disseny de les obres i instal·lacions per a la gestió de les aigües de pluja. Aquestes normes s'utilitzarien en l'establiment de les condicions de les autoritzacions d'abocament.

Durant els més de deu anys que havien transcorregut des de la seva aprovació, s'havia avançat en el coneixement d'aquests abocaments, així com en el desenvolupament tecnològic que permet la protecció adequada de les aigües, tot i que les normes tècniques no es poguessin aprovar fins fa poc més d'un any.

Paral·lelament, aquest impacte produït per aquests abocaments associats als episodis de pluja havia estat plantejat com una gran preocupació i repte a resoldre també a nivell europeu, tal com mostra la Directiva 2024/3019 del Parlament Europeu i del Consell sobre el tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa).

Així doncs, finalment, en el BOE del 31 d'agost de 2023 es va promulgar el Reial decret 665/2023, que modifica d'una manera significativa el RD 1290/2012. Amb diferència, l'element més important és que en l'article 259 quinquies s'obliga que determinades aglomeracions urbanes elaborin un pla integral de gestió del sistema de sanejament (PIGSS), promovent, d'una banda, un enfocament més holístic en la planificació de les mesures necessàries, prioritzant les mesures preventives davant les correctives, actuant en origen i completant les mesures infraestructurals amb mesures d'operació, inspecció, manteniment, renovació i monitorització dels sistemes de sanejament. Així mateix, s'estableixen uns terminis concrets i bastant restrictius tant per a la planificació de les mesures, en molts casos en un termini de 3 anys, com per a la seva execució, que s'haurà de produir entre 3 i 10 anys. Aquests plans de gestió són la base per a una bona gestió dels sistemes de sanejament, minimitzant l'impacte sobre els medis receptors, i alhora permeten identificar les entitats responsables i implicades en la gestió dels abocaments al medi, així com la coordinació necessària en el cas que existeixin diversos titulars de les infraestructures, instal·lacions o autoritzacions d'abocament, mesura necessària davant la gran diversitat d'implicats i la seva manca, a vegades, d'acord entre ells.

Igualment, en el RD 665/2023 es modifica l'Ordre AAA/2056/2014 per adaptar-la a aquesta nova regulació. Finalment, s'estableix en un annex la norma tècnica bàsica per al control dels abocaments per desbordaments del sistema de sanejament en episodis de pluja, que haurà de servir per establir les noves condicions de les autoritzacions d'abocament.



1.3 Objectiu de la guia

Per tal de proporcionar orientació a les aglomeracions urbanes que hauran d'elaborar els PIGSS al Districte de Conca Fluvial de Catalunya (podent també ser extrapolats, o usats com a referència, a la resta de sistemes de sanejament urbans dins de Catalunya), l'ACA impulsa aquesta guia, que introdueix els PIGSS i la seva importància per a la gestió sostenible de les aigües residuals i pluvials, i per la reducció de la contaminació i la millora de la qualitat de les aigües receptores (Capítol 1).

La present guia també detalla les tasques necessàries per elaborar els PIGSS (Capítol 2), incloent l'aixecament de la xarxa de sanejament, la diagnosi de l'estat de la xarxa, la modelització hidràulica i de qualitat, i la planificació d'actuacions. També es descriuen les metodologies per el càlcul d'actuacions en temps sec, anti-inundacions i anti-DSS. La guia també explica la importància de la monitorització i la recopilació de dades per al calibratge dels models de sanejament.

Finalment (Capítol 3), es descriuen, a mode de "Model" els documents que han de formar part d'un PIGSS, incloent la memòria, i els programes d'inspecció, neteja, manteniment, operació, renovació, i monitorització de la xarxa de sanejament. També s'inclouen els plànols, el pressupost, el cronograma, i el pla de finançament de les actuacions proposades.

La present guia planteja dos nivells en la redacció dels PIGSS:

- **PIGSS bàsic**, on s'estableixen els requeriments mínims d'acord amb les prescripcions establertes al RD 665/2023.
- **PIGSS detallat**: on s'afegiran al compliment de les prescripcions anteriors, el detall de prescripcions complementàries que permetin un estudi més precís i òptim de les actuacions proposades, i una millora de la seva gestió. Aquestes mesures complementàries als requeriments mínims establerts al RD 665/2023 poden ser concretades posteriorment.

El present document Guia diferencia clarament els requeriments dels PIGSS bàsics, però també estableix criteris per complementar la informació amb els criteris de redacció dels PIGSS detallats.

1.4 RD 665/2023 en relació amb els DSS

El Reial decret aborda els DSS des de la idea expressada en el preàmbul que les activitats antròpiques són generadores de grans impactes sobre les masses d'aigua. En aquest mateix preàmbul s'exposa i serveix com a marc d'actuació per al articulat del RD en relació amb els DSS, que són els escurriments amb origen urbà o en zona d'activitat antròpica els generadors



d'un tipus de contaminació que acaba en les clavegueres, tant unitàries (on es barreja amb l'aigua residual i es desborda en moments d'insuficiència de transport) com en l'abocament directe de l'aigua producte d'escorriment en els casos de xarxes separatives, sent aquestes últimes aigües menys contaminades que les primeres. Aquestes aigües d'escorriment estan més contaminades sobretot al començament de l'esdeveniment pluviomètric com a conseqüència de la mobilització dels contaminants dels paraments i zones d'activitat humana pels processos de rentat i arrossegament.

També conclou aquest preàmbul que no és necessari un esdeveniment de pluja extrema per causar dany al medi receptor, sinó que s'ha de realitzar el càlcul d'aquest impacte amb "pluges habituals que sobrepassin el cabal de tractament de les Estacions depuradores de aigües residuals (EDAR) o la capacitat màxima de transport de la xarxa de col·lectors", fent necessària una gestió integrada de la xarxa de drenatge urbà o clavegueram i les EDAR.

Així mateix, el preàmbul proposa com a política general l'ús de SUDS (Sistemes urbans de drenatge sostenible) per a la limitació de la quantitat d'aigua d'escorriment que arriba a les xarxes de col·lectors, així com per a la reducció de la càrrega contaminant dels escorriments. Tal com es comprovarà en l'apartat destinat a la Norma Tècnica Bàsica, l'ús d'aquestes tècniques resulta transcendental per assolir els objectius exigits en aquest Reial decret.

En l'articulat general d'aquest RD s'estableix com seran les autoritzacions d'abocament i el seu contingut, que inclouran els estudis de detall i els plans integrals corresponents. Per a la correcta delimitació de les responsabilitats de cada actor present en els sistemes de sanejament i dins de l'article 246 es proposa la possibilitat que es constitueixin comunitats d'usuaris d'abocaments en què es delimitin aquestes responsabilitats i, per tant, s'estableixin les fonts de finançament necessàries. Aquestes comunitats seran, en cas d'estar constituïdes, les responsables de realitzar els plans integrals de gestió dels sistemes de sanejament que es comentaran més endavant. Aquesta figura pot cobrir les necessitats existents per a delimitar la governança de les xarxes de clavegueram i sanejament en alta.

Dins l'abast d'aquestes autoritzacions d'abocament es destaca que han d'estar inclosos tots els punts de DSS, tant els procedents dels sobreexidors de la xarxa unitària com els punts d'abocament de les xarxes separatives. Així mateix, s'estableixen els continguts que han de tenir aquestes autoritzacions d'abocament, que inclouen a més de les dades referents a la generació d'aigües residuals i de pluja i dels sistemes de tractament d'aigua residual (EDAR) i altres similars, els programes de monitorització i dels elements de control de la contaminació en els punts de DSS per adaptar-se al que exigeix la NTB.

Una altra novetat que aporta aquest RD es troba en l'article 259 ter, on es considera que "les aigües recollides en un episodi de pluja han rebut un tractament adequat quan almenys rebin



un tractament primari en sistemes de sanejament unitari o un pretractament en els sistemes de sanejament separatiu". Aquesta disposició, juntament amb la necessitat d'invertir en SUDS, suposa un avanç important en la gestió de les aigües d'escorriment.

L'article 259 quarter estableix que no s'admetran els abocaments al medi receptor en temps sec, i que en temps de pluja s'han de limitar conforme als condicionants que es marquen en la NTB. És en aquest mateix article on s'introdueix la necessitat de monitoritzar els punts de DSS per poder estimar freqüències, volums i fins i tot qualitat de l'abocament en el seu cas. Així mateix, s'indica la necessitat de disposar dels elements pertinents per a la reducció dels sòlids gruixuts i flotants transportats per l'aigua residual, que poguessin amenaçar amb ser abocats al riu després d'un abocament en temps de pluja.

Una altra novetat inclosa en l'article 259 quarter és l'obligatorietat de netejar el riu dels residus que s'hagin pogut acumular després dels episodis d'abocament en temps de pluja i que no hagin estat retinguts en els sistemes de reducció de sòlids gruixuts i flotants esmentats anteriorment. També en aquest article es menciona que el deteriorament temporal de les masses d'aigua com a producte d'esdeveniments pluviomètrics excepcionals no es considerarà infracció.

1.5 Plans Integrals de Gestió del Sistema de Sanejament (PIGSS)

El Reial decret 665/2023 en el seu Article 259 quinquies, estableix l'obligatorietat, per part del titular de l'autorització d'abocament, d'elaborar i presentar a l'organisme de conca el Pla integral de gestió del sistema de sanejament (PIGSS) per part del titular de les autoritzacions d'abocament en aglomeracions urbanes de 50.000 o més habitants equivalents (h.e.) o en aglomeracions urbanes entre 10.000 i 50.000 h.e. que tinguin algun punt d'abocament que pugui posar en risc el medi ambient o la salut de les persones (entre altres supòsits), o en aglomeracions on l'Organisme de Conca consideri que els seus abocaments tenen una especial incidència en el medi receptor. A partir de les prescripcions de l'article 259 quinquies.3, el PIGSS contindrà com a mínim:

- 1.- Descripció detallada del sistema de sanejament, de la seva capacitat d'emmagatzematge i de la seva capacitat de tractament d'aigües residuals en cas de precipitacions, recolzant-se normalment en un Sistema d'informació geogràfica (GIS).
- 2.- Diagnòstic del funcionament del sistema de sanejament atenent a la seva capacitat de transport en temps de pluja i incloent els sistemes de tractament i els punts de desbordament en temps de pluja a les masses d'aigua. Aquest diagnòstic serà el resultat d'una anàlisi



dinàmica dels fluxos d'aigües residuals en cas de precipitacions, basat en l'ús de models hidrològics, hidràulics i de qualitat de l'aigua que tinguin en compte les projeccions climàtiques més recents i que inclogui una estimació de les càrregues contaminants alliberades a les aigües receptores en cas de precipitacions.

3.- Diagnòstic de l'estat de les infraestructures atenent al seu estat d'obsolescència o tal com prescriu la revisió de la Directiva Europea de Tractament de les Aigües Residuals (en el seu article 23 i que després es comentarà) , atenent al seu estat tècnic i operatiu.

4.- Establiment dels objectius de reducció de la contaminació dels abocaments per desbordament del sistema de sanejament en episodis de pluja que permetin, a partir de la situació actual, establir:

4.1 Objectius indicatius sobre la protecció dels escurriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques a través, entre altres tècniques, de la implantació de SUDS que fomentin la infiltració i la renaturalització dels entorns urbans.

4.2 Objectius indicatius sobre el percentatge d'aigua residual urbana, incloent l'escurriment urbà, que el sistema de sanejament és capaç de tractar en diferents escenaris de precipitació i la relació entre la càrrega contaminant generada en condicions de temps sec i la càrrega abocada pels DSS.

4.3 L'eliminació progressiva dels abocaments no tractats de l'aigua d'escurriment urbà recollida en sistemes de sanejament separatiu a menys que es pugui demostrar que aquests abocaments no causen impactes negatius en la qualitat de les aigües receptores.

5.- Proposta de les mesures que s'han d'adoptar i els estudis d'alternatives que les justifiquen per assolir els objectius esmentats a 4.-, acompanyades d'una clara identificació dels agents implicats i de les seves responsabilitats en la implantació del pla que tinguin en compte com a mínim:

5.1 Mesures preventives destinades a evitar l'entrada de l'escurriment urbà en els sistemes col·lectors, incloent-hi les mesures de foment de la retenció natural de l'aigua o de la recollida d'aigües pluvials i les mesures d'augment dels espais verds o de limitació de les superfícies impermeables.

5.2 Mesures d'operació (dels bombaments i tancs de tempesta existents o futurs, entre d'altres), inspecció (s'haurà de mantenir en el temps un esforç important en inspeccionar la xarxa perquè el coneixement de l'estat estigui sempre actualitzat), manteniment (que ha de ser adequat per a la xarxa, les estacions de bombament, etc.), renovació d'infraestructures (a



partir del diagnòstic de l'estat efectuat en 3.) i preparació davant un episodi de pluges, així com un sistema de monitorització dels DSS amb els elements de control que permetin estimar els cabals, temps, volums i contaminants associats.

5.3 Mesures per optimitzar l'ús de les infraestructures existents, inclosos els sistemes col·lectors, els volums emmagatzemats i les depuradores, amb l'objectiu de garantir que l'escorriment urbà és recollit i tractat, minimitzant l'abocament d'aigua residual urbana no tractada en masses d'aigua.

5.4 Altres mesures addicionals, incloses, si escau, l'adaptació i millora de les infraestructures de recollida, emmagatzematge i tractament de les aigües residuals urbanes existents o la creació de noves infraestructures prioritzant els SUDS, com ara cobertes ecològiques, jardins verticals, paviments permeables, jardins de pluja, embornals filtrants i canals permeables (entre d'altres), afavorint així la biodiversitat.

6.- Cronograma d'execució de les actuacions, en el que les mesures establertes a 5.2 s'hauran d'implantar durant els 3 primers anys de vigència del Pla, i la resta fins els 10 anys o en el període que s'estableixi a l'autorització d'abocament, d'acord amb el cronograma aportat al PIGSS, en el cas que la complexitat de les actuacions ho aconselli.

Serà necessari aprofitar la redacció dels PIGSS per estudiar les actuacions de prevenció de les inundacions urbanes, ja que aquestes tenen una incidència directa sobre els desbordaments del sistema de sanejament al medi receptor, i per tant en el dimensionament de les mesures correctores necessàries. De fet per exemple podrà haver actuacions, com dipòsits de retenció que tinguin una funció mixta anti-inundacions i anti-DSS.

1.6 Característiques generals de la planificació en els PIGSS

A continuació es descriuen unes característiques generals que s'han de tenir en consideració alhora de fer la planificació en el marc dels PIGSS:

- Cal evitar tant com es pugui l'entrada de l'escorriment urbà en els sistemes de col·lectors, incloent mesures de foment de la retenció natural de l'aigua o de la recollida d'aigües pluvials, i mesures d'augment dels espais verds o de limitació de les superfícies impermeables.
- Ha de basar-se en la incorporació harmoniosa al desenvolupament i millora urbana de lleres naturals, col·lectors, dispositius de control i tractament, així com dispositius de captació i desguassos. Això implicarà, per exemple, que qualsevol modificació o ampliació de la xarxa existent, es realitzi tenint en compte el conjunt de la xarxa de



clavegueram, actual i prevista pel futur, evitant per exemple el cas comú de que la construcció d'una nova xarxa en una zona, agreugi els problemes aigües baix.

- El desitjable és que el sistema de drenatge urbà no s'implanti en una urbanització una vegada desenvolupada, sinó que sigui una font de concepció en el disseny urbanístic començant, a ser possible, ja a nivell de la planificació urbanística (que hauria de regular no només el sòl sinó també el subsol).
- En aquest sentit, és imprescindible l'existència d'una adequada coordinació amb els urbanistes i projectistes d'altres infraestructures com aparcaments soterrats, ferrocarril i metro, per a aconseguir respectar les vies necessàries de drenatge, ja que d'una altra manera poden provocar-se greus problemes de molt difícil solució.
- Ha d'estudiar la viabilitat de SUDS que permeten reduir els cabals circulants en la xarxa i la seva contaminació associada.
- Ha de tenir en compte que, a més del flux de l'aigua pel sistema inferior de drenatge constituït per embornals, reixes i xarxa de clavegueram amb les seves instal·lacions subterrànies, hi ha un flux per un sistema superior (concepte anomenat de "drenatge dual"), constituït per les rieres naturals, dipòsits a cel obert i punts baixos i les estructures viàries i carrers.
- El sistema superior és el fonament d'un bon drenatge urbà, perquè haurà de ser capaç d'evacuar els cabals que no puguin ser drenats per la xarxa de clavegueram. Si es dissenya bé el sistema superior, el risc de pèrdues materials i de vides, queda pràcticament eliminat. És fonamental considerar que el sistema superior de drenatge existeix realment, independentment d'haver estat dissenyat o no, i d'haver-se tingut en compte o no en el desenvolupament urbà. L'aigua obeeirà les lleis de la gravetat buscant el punt més baix tant si edificis o persones estan en ell o no.
- Això implicarà estudiar amb detall possibles "efecte barrera" que puguin suposar les rasants decidides en nous vials respecte a zones consolidades urbanísticament. És a dir, atès que el clavegueram es dissenya perquè funcioni al màxim de la seva capacitat com a mitja una vegada cada T (període de retorn) anys (10 en general a Espanya), existiran una sèrie de pluges (de $T > 10$ anys) que produiran cabals desbordats no vehiculats pel clavegueram. L'existència de barreres urbanístiques pot suposar que aquests cabals no vehiculats inundin àrees deprimides topogràficament. La planificació haurà d'estudiar la permeabilització d'aquestes barreres.
- A més, la falta o escassetat d'embornals pot determinar també un comportament no desitjat en el sistema superior, que haurà de tenir-se en compte en la planificació.



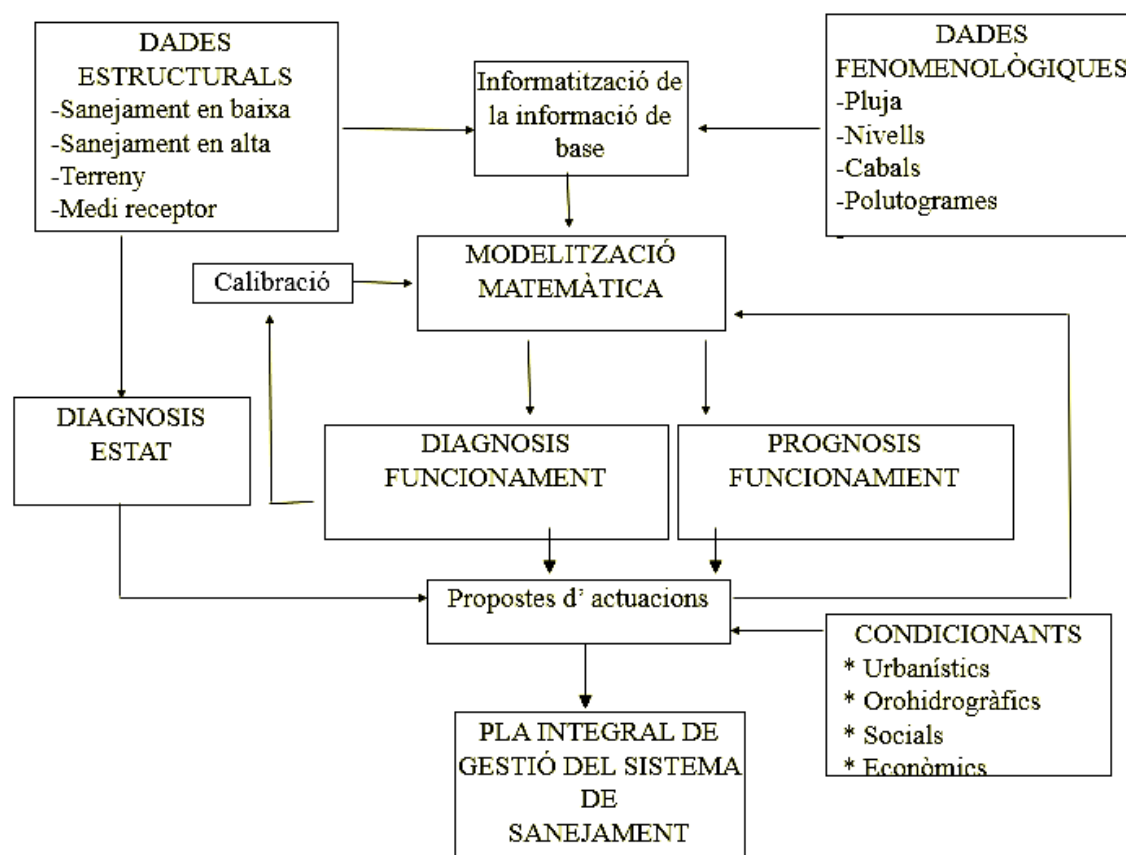
- La planificació ha de contemplar la possibilitat d'implantar tècniques de control en temps real del funcionament de la xarxa de clavegueram, que essencialment permeten reduir els problemes d'inundacions gràcies a un millor aprofitament de la capacitat de la xarxa, i disminuir l'impacte ambiental dels seus abocaments al medi receptor gràcies a una millor gestió dels cabals evacuats en casos de pluges poc intenses (DSS).
- Ha de contemplar l'estudi de les conques vessants en la seva integritat, la qual cosa en molts casos implica un àmbit hidrològic supramunicipal.
- Ha d'abordar el sistema de sanejament urbà d'una forma integral, és a dir, no només contemplant la xarxa de sanejament en baixa(clavegueram) , sinó també la xarxa de sanejament en alta (incloent EDAR) i el medi receptor. De fet, a nivell quantitatiu és evident que el comportament del medi receptor (avinguda en el riu, temporal en el mar, etc.) afecta el de la xarxa de clavegueram. Al seu torn, a nivell qualitatiu és també meridià, que de cara a reduir l'impacte ambiental del clavegueram al medi receptor en temps de pluja (pels DSS), és necessari estudiar i gestionar conjuntament clavegueram, EDAR i medi receptor.

1.7 Metodologia d'elaboració dels PIGSS

De forma general la metodologia a seguir durant la planificació que s'ha de fer en un PIGSS és:

Figura 1.1: Metodologia del PIGSS





A la següent taula es presenta en el cas més general les dades estructurals i fenomenològiques necessàries pel PIGSS.



Taula 1.1: Dades estructurals i fenomenològiques necessàries pel PIGSS

DADES ESTRUCTURALS	DRENATGE PLUVIAL /	OROHIDRO-GRÀFICS	. xarxa de drenatge natural . conques i subconques vessants (contorn, àrea, pendent mitja, longitud, etc.)	
		PEDOLÒGICS	. vegetació/ tipus de sòl/ rugositat	
		URBANÍSTICS	. impermeabilitat . SUDS . altres infraestructures existents: ferrocarril, metro, serveis (aigua, gas, electricitat, telèfon, galeries de serveis) . població o densitat . consums aigua potable població, indústries, etc. . tipus d'activitat industrial	
		XARXA	. distribució, densitat i tipologia d'embornals . tipus de xarxa (unitària/separativa) . cota terreny i cubeta en pous de registre de clavegueram . traçat xarxa i ubicació pous de registre (longituds trams) . pendents trams . secció transversal . rugositat (edat) . dipòsits de retenció . comportes . estacions de bombament . obres singulars: fosses sorres, sobreeixidors trams. i <i>long.</i> , ràpids, sifons . nivell de manteniment	
	DEPURADORA	ENTRADA	geometria, etc	
		INSTAL·LACIÓ	geometria/ connectivitat/ capacitat	
		SORTIDA	desguàs directe / emissari submarí	
	MEDI RECEPTOR	MAR	batimetria/ línia de costa (dics, espigons, etc.)/amortidors d'onatge	
		RIU	secció transversal/perfils longitudinals/rugositat	
DADES FENOMENOLÒGIQUES	DRENATGE PLUVIAL /	DE LA PLUJA	hietograma/altura total/duració/temps de començament /duració temps sec precedent/contaminació atmosfèrica associada	
		DEL FLUX A LA XARXA	hidràulics	. cabal aigües residuals . hidrogrames o limnigrames durant l'episodi pluviomètric . delimitació i freqüència zones inundables
			de contaminació	. matèries sòlides (MES, terbolesa) . matèria orgànica (DBO ₅ , DQO, COT) . nutrients: carboni, nitrogen (NTK, NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻), fòsfor (P total, PO ₄) . metalls pesats (Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg) . bacteris (CF, CT, EF, EI)
		AFLUENT	cabal/coeficient punta/ DBO ₅ / SS/ etc.	
	DEPURADORA	INSTAL·LACIÓ	cabal /velocitat ascensional/ temps de retenció/ etc.	
		EFLUENT	cabal/ DBO ₅ / SS	
	MEDI RECEPTOR	MAR	hidràulics	- nivells (marees astronòmica i meteorològica, temporals) - corrent marines - vents dominants
			de contaminació	- flotants - CF/CT/EF/ EI - nutrients (possibilitat d'eutrofització) - impacte DSS
			altres	hores de llum solar/ temperatura/ salinitat
		RIU	hidràulics	- cabal base/ hidrogrames o limnigrames en temps de pluja
			de contaminació	- oxigen dissolt/ NH ₃ / impacte DSS

Les dades fenomenològiques més importants són les pluviomètriques i també les de nivells, cabals i pol·lutogrames de la zona. Les sol·licitacions del sistema són les pluges i per a definir aquestes és important disposar de sèries històriques prou llargues i de qualitat. En aquest



apartat de dades fenomenològiques s'inclouen també les referències de problemes registrats a la xarxa o en el medi receptor per a diverses pluges.

Les dades estructurals consisteixen, entre altres, en el traçat en planta dels diferents col·lectors, les dades d'altimetria de la xarxa (cota de les tapes dels pous de registre i la seva profunditat), les corresponents seccions transversals, així com qualsevol altre element que formi part de l'estructura de xarxa de clavegueram, de la depuradora i del medi receptor.

En general sobre la cartografia disponible es realitza la definició de les subconques vessants i la determinació de la xarxa a analitzar.

Per a cada subconca vessant es determinen els seus paràmetres característics: àrea, impermeabilitat, longitud, pendent, etc.

Pel que fa a la modelització matemàtica, encara que hi ha multitud de models de simulació de xarxes de clavegueram, tant comercials com acadèmics, el seu nombre es redueix quan s'exigeix que aquests models hagin ja estat utilitzats en situacions semblants a les què es pretén abordar. A més, el model de simulació ha de permetre modelitzar l'escorriment i la propagació dels cabals resultants per la xarxa, solucionant en el millor dels casos les equacions de Saint Venant completes, de manera que es puguin estudiar xarxes mallades, punts singulars, sobreexidors, fluxos en pressió, etc.

Una fase essencial a la metodologia és la diagnosi, la qual ha de permetre un coneixement del funcionament i de l'estat de les instal·lacions en el seu conjunt: xarxa primària, xarxa secundària, elements auxiliars, equipaments de regulació, EDAR, impacte dels abocaments, sistemes d'informació i control, etc. A més ha de cobrir tant les insuficiències hidràuliques com les deficiències estructurals, els efectes contaminants en els medis receptors, els defectes de gestió, les carències de qualsevol tipus, etc.

Per a realitzar una correcta diagnosi s'han de tenir en compte els aspectes següents:

- Recopilació exhaustiva d'antecedents i d'informació
- Inspecció ocular sobre el terreny
- Seguiment d'una metodologia apropiada
- Utilització d'un model d'anàlisi i simulació
- Utilització d'altres sistemes informàtics d'aplicació funcional

En els països europeus de l'àrea mediterrània és habitual diagnosticar el comportament de la xarxa per evitar inundacions per a pluges de 10 anys de període de retorn.



Per a ajustar i contrastar la diagnosi és necessari realitzar una feina de calibratge del model ajustant els seus paràmetres de manera que els resultats que proporcioni el model es corresponguin amb la realitat. En molts casos les úniques dades de què es disposa són les incidències per inundació (salts de tapes, etc.) rebudes de diverses fonts.

Caldrà després fer un diagnosi del comportament de la contaminació a la xarxa, amb models matemàtics de la qualitat, que permetin diagnosticar com es capta la contaminació a la superfície terrestre, com es mou i reacciona dins del clavegueram, i d'aquesta contaminació es diagnostica quanta s'aboca al medi receptor pels sobreeixidors i quanta arriba a l'EDAR. Finalment en molts casos convé afegir-hi la simulació del comportament dels contaminants dins d'EDAR i la simulació del seu comportament dins del medi receptor un cop hi son abocats. Tots aquest models hauran de ser també adequadament calibrats.

Posteriorment, cal iniciar la fase de prognosi, on fruit de la diagnosi completa es pot deduir amb més facilitat tota la sèrie d'actuacions necessàries, degudament justificades i pressupostades i que s'hauran d'adaptar a tota una sèrie de condicionants urbanístics, orohidrogràfics, socials i econòmics. Les actuacions definides han de sortir de la interacció de les solucions proposades per les diferents deficiències del sistema. En aquesta fase de prognosi es comprovarà mitjançant el model de simulació el bon funcionament de les actuacions previstes.

La diagnosi i la prognosi constitueixen el nucli fonamental de la planificació, el resultat final del qual és el PIGSS.

1.8 Eines bàsiques del PIGSS

Hi ha força paràmetres i dades que interessa mesurar i recollir per a poder realitzar correctament el PIGSS, tal com es reflecteix a la Taula 1.1. En general es distingeix entre dades estructurals del sistema de sanejament: drenatge superficial – sanejament - medi receptor, on ocorre el succés que es pretén analitzar, i fenomenològics que fan referència a l'episodi de pluja que desencadena el procés, i al fenomen de propagació hidràulica i de contaminació pel sistema de sanejament, que constitueix la seva resposta a l'episodi pluviomètric.

Aquestes dades es gestionen i s'emmagatzemen en general en sistemes informàtics diferents:

- el Sistema d'Informació Geogràfica (GIS), en el cas de les dades estructurals, que són en general fixes en el temps excepte les dades de l'estat estructural.
- el Sistema Informàtic de Telecontrol, en el cas de dades fenomenològiques que tenen una variació temporal.



A l'hora de realitzar un PIGSS, en moltes ocasions no es disposa d'aquests eines, ni tan sols de les dades. En aquests casos, la recopilació d'aquestes dades constitueix una tasca bàsica doncs una bona qualitat de les dades d'entrada al model (tant físics com fenomenològics) asseguraran la bondat en els resultats que s'extreguin de l'anàlisi realitzat a través del model i, per tant, convé fer aquesta tasca de forma rigorosa i no escatimar-hi recursos. També és important tenir aquesta informació ben organitzada i emmagatzemada per poder-la utilitzar de forma àgil, per això és important disposar d'un GIS per les dades estructurals i com a mínim, una base de dades per les dades fenomenològiques.

És necessari fixar, a l'inici dels treballs, els elements que s'aixecaran de la xarxa de clavegueram, així com a quin nivell o quines dades es recopilarà de cada un d'ells. A l'apartat 1.7 es descriu la informació que convé recopilar per fer els PIGSS.

De la mateixa manera, a l'apartat 2.9 es fa una descripció de la informació fenomenològica que convé recopilar per fer els PIGSS.

Així doncs, les eines bàsiques per fer els PIGSS són:

- Sistema d'Informació Geogràfica.
- Sistema Informàtic de Telecontrol.
- Models matemàtics per a la modelització hidrològic-hidràulica.

En els següents apartats es fa una breu descripció de cadascun d'ells i de la seva utilitat.

1.8.1 GIS

Qualsevol treball que s'hagi de realitzar lligat al territori ha de fonamentar-se sobre la base del coneixement de la ubicació i característiques del medi en què es treballa. Aquest principi bàsic en la gestió, que tradicionalment es resolia amb la utilització de plànols, a l'actualitat s'ha millorat notablement en les explotacions que disposen de sistemes GIS.

Un GIS és una base de dades que permet la incorporació, manteniment i explotació d'informació geo-referenciada. A les prestacions de disseny tècnic que oferien antigament els plànols generats sobre paper o CAD, un GIS afegeix el valor de la informació alfanumèrica associada (característiques dels elements, paràmetres associats, resultats d'inspeccions...) i de les relacions existents entre elements, tant jeràrquiques com topològiques.

Tot això permet una gestió més eficaç del sanejament, ja que en la majoria d'explotacions de clavegueram el funcionament d'aquest va estretament lligat a l'orografia del terreny.



Qualsevol organisme gestor del sanejament obté uns beneficis considerables amb la incorporació d'un GIS, no només des del punt de vista tècnic sinó també des del punt de vista estratègic:

- Permet disposar del coneixement precís d'un actiu important com és la infraestructura existent.
- Incorpora una major agilitat en la distribució d'informació tant internament en l'organisme com a l'exterior.
- Constitueix una eina de suport en la presa de decisions estratègiques i d'operació, beneficis que redunden en una millor atenció al client.
- És la eina bàsica necessària per a la realització de la planificació i desenvolupament de noves infraestructures.

En el cas de xarxes de clavegueram i sanejament en alta, per la seva habitual característica de funcionament per gravetat és imprescindible el coneixement precís de l'altimetria en cada un dels components de la xarxa (pous, entroncaments...). És per això que a més de les prestacions enumerades anteriorment, l'ús de GIS és totalment recomanable per:

- Necessitat de conèixer la situació exacta i l'altimetria (cotes de solera) dels components del clavegueram, i així obtenir el pendent, que en definitiva és el factor que ens indica el comportament de l'aigua.
- El coneixement del funcionament del clavegueram, així com la previsió d'actuacions a desenvolupar, s'aconsegueix per mitjà de la utilització de models hidràulics, que necessàriament han de ser alimentats amb dades geo-referenciades i topografiades amb precisió. És a dir, el model hidràulic ha d'estar permanentment connectat al GIS.
- Les tasques de manteniment i rehabilitació del clavegueram requereixen el coneixement de la infraestructura sobre la qual es treballa i del territori en què es troba.

1.8.2 Sistema Informàtic de Telecontrol

El Sistema de Telecontrol comprèn el sistema bàsic del coneixement de les magnituds variables de la xarxa de sanejament (pluja, nivell i cabals, quantitat d'aigua, estat de les instal·lacions, abocaments al medi receptor, etc.). Aquest sistema permet la recollida, l'emmagatzematge, el registre i subministrament de la informació dinàmica del clavegueram, és a dir, la tele-supervisió, podent evolucionar a una segona funcionalitat d'operació a distància de les instal·lacions de regulació: el telecomandament.

Els elements d'un sistema de telecontrol són:



- **Sensors:** són els elements que mesuren les magnituds variables que afecten a la xarxa de sanejament. Aquests poden ser: limnímetres, cabalímetres, pluviòmetres, estacions de qualitat, etc.
- **Actuadors:** dispositius de regulació que permeten modificar les condicions de flux a l'interior de la xarxa i en els desguassos. Exemples d'actuadors serien bombaments, vàlvules, comportes, etc.
- **Estacions remotes:** microordinadors industrials programables, amb intel·ligència local, les funcions del qual són la recepció i tractament de senyals, la realització de càlculs primaris, la realització de la regulació local, el govern d'actuadors i el manteniment de la comunicació amb el centre de control.
- **Xarxa de comunicacions:** equips, línies i enllaços que permeten la comunicació bidireccional de dades entre el centre de control i les estacions remotes. Aquesta xarxa pot utilitzar línies telefòniques o enllaços per ràdio.
- **Centre de control:** conjunt d'equips informàtics i telemàtics d'emmagatzematge, càlcul i comunicació bidireccional amb les estacions remotes i amb els operadors o gestors de la explotació.

De cara a la realització d'un PIGSS, és necessari d'entrada un sistema de telecontrol bàsic. Els elements mínims serien els sensors encarregats de mesurar les dades (a l'apartat 2.9 es fa referència a aquestes dades), les estacions remotes, i una base de dades, lloc on s'emmagatzemen definitivament de forma estructurada per permetre el seu fàcil accés.

1.8.3 Models matemàtics

1.8.3.1 Generalitats

Per a la realització d'un PIGSS, és bàsic entendre perfectament el funcionament del sistema de sanejament i en les aglomeracions més grans (com després es veurà en el cas del PIGSS detallat), la seva interacció amb el medi receptor. Això implica ser capaç de predir la variació de cabals i de contaminació durant els episodis de pluja i per aquesta feina és necessària la utilització de models matemàtics de simulació més o menys complexos.

En zones permeables té una importància extrema la variació de les pèrdues per infiltració, les quals es consideren constants en les fórmules empíriques.

Els elements a modelitzar de forma més o menys complexa queden reflectits a la Figura 1.1 i Figura 1.2. En general, cal dir que l'experiència del modelitzador és bàsica per la construcció i el calibratge dels models, de manera que proporcionin resultats adequats per els estudis a realitzar en els PIGSS.



Figura 1.1: Diagrama esquemàtic d'un sistema de clavegueram unitari

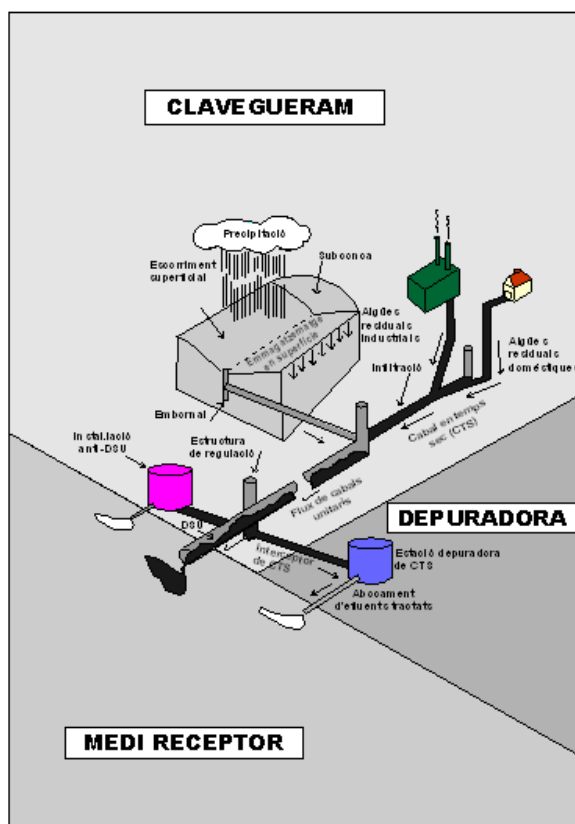
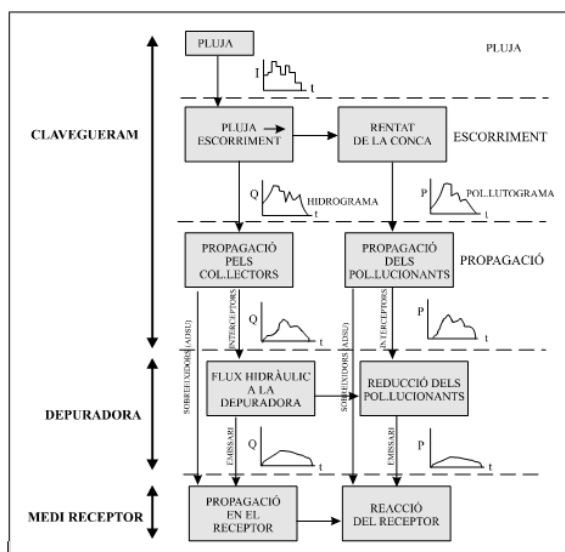


Figura 1.2: Estructura general dels models matemàtics de simulació del sanejament



1.8.3.2 Model de Clavegueram

Aquesta és una eina important per a la realització d'un PIGSS. Aquests models s'estructuren en tres nivells:



- **Determinació de la pluja.** Pot ser una cosa tan senzilla com introduir una pluja bloc o tan complex com simular una pluja amb variació espacial i temporal.
- **Model d'escorriment:** Transforma la pluja en hidrogrames d'entrada en els punts de la xarxa de clavegueram. Això implica una simulació de la funció de producció, és a dir, transformar la pluja en escorriment, i de la funció transport, és a dir, transportar l'escorriment als punts de concentració per on entraran els hidrogrames a la xarxa de clavegueram.
- **Model de propagació:** Translació pels col·lectors dels hidrogrames d'entrada. Això implica simular les laminacions que puguin existir, així com el comportament en les interseccions i punts singulars, podent alguns models simular el funcionament mixt làmina lliure-pressió, per resolució completa de les equacions de St. Vénant.

A més de simular el funcionament hidràulic del sistema enfront de precipitacions intenses, per conèixer els cabals que es presenten en diferents punts de la xarxa, alguns models també simulen paràmetres de qualitat. Es tracta de modelitzar el procés de rentat de la conca i veure quines són les concentracions de contaminants que es vehiculen fins als punts d'entrega en el medi receptor.

Hi ha diversos programes informàtics que permeten modelitzar el funcionament del clavegueram. Entre els més utilitzats en destaquen tres:

- **SWMM:** Model gratuït, desenvolupat per l'Environmental Protection Agency dels Estats Units (US-EPA).
- **Infoworks:** Model desenvolupat per Autodesk-Innovyze.
- **Mike Urban:** Model desenvolupat pel Danish Hydraulic Institute (DHI).

Tots aquests models requereixen una representació esquemàtica de la xarxa de sanejament junt amb informació d'àrees i poblacions connectades. El nivell de detall d'aquesta representació pot variar depenent del nivell de precisió requerit.

1.8.3.3 Model d'EDAR

Es diferencien dos tipologies de models per simular els efectes d'una EDAR. Aquests són:

- **Models deterministics:** Són models que es deriven d'equacions teòriques per descriure els processos físics i biològics que tenen lloc en una EDAR. Són models molt detallats que es recomanen per investigar problemes d'operacions en les EDARs fora de condicions normals d'operació.



- **Correlació estadística:** Aquests models es basen en l'ús de funcions empíriques per correlacionar la qualitat de l'efluent amb les característiques de l'operació i la qualitat d'entrada.

Per als PIGSS es recomana utilitzar correlacions estadístiques per modelitzar l'efecte de les depuradores en la reducció de la contaminació, sobretot perquè en general, les depuradores tenen moltes dades del seu afluent i el seu efluent, de manera que es pot treure aquestes correlacions de forma bastant senzilla. Només en casos més complexos o de manca d'informació, o que ja existeixi un model comercial per l'explotació de la depuradora, es recomanaria el seu ús.

1.8.3.4 Model de Riu

Dins dels PIGSS, la modelització dels rius només s'exigeix, en l'escenari de **PIGSS detallat**, a les aglomeracions grans (més de 50.000 h-e.) per tal d'estudiar l'impacte del sanejament en la qualitat del riu, com després es veurà (veure apartat 2.8).

Els principals canvis a la qualitat del riu degut als desbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja són:

- Una reducció de l'oxigen dissolt (OD) com a resultat de la seva degradació, de la resuspensió de sediments amb augment de la demanda d'oxigen i nivells baixos d'OD en els cabals abocats del sanejament.
- Un increment a les concentracions d'amoni, bacteris, DQO, sediments i metalls pesants i altres substàncies tòxiques degudes a les altes concentracions d'aquests paràmetres en els efluent del sanejament.

La magnitud de l'impacte variarà molt en funció de les característiques del riu. Entre les més importants cal destacar: cabal i qualitat del riu aigües amunt dels abocaments, el seu pendent, la seva geometria i rugositat, existència d'estructures, pH i temperatura.

Els models de riu es poden dividir en models estocàstics, determinístics i de balanç de massa. En general, els estudis necessaris en el càlcul d'actuacions anti-DSS dels PIGSS, basats en la metodologia UPM de referència a Anglaterra (com després s'explicarà amb detall), requeriran models determinístics dels rius, els quals es caracteritzen per simular la variació de cabals i de la qualitat del riu com a resposta als abocaments del sistema de sanejament. Aquests models permeten modelitzar:

- Cabals variables al llarg del riu amb seccions variables al llarg de la seva longitud.
- Efectes d'advecció i dispersió de la contaminació.



- Processos bioquímics de degradació que afecten a paràmetres importants com la DBO i l'amoní.
- Interacció dels sediments: sedimentacions, resuspensions i transport d'aquests.

1.8.3.5 Model Marítim

A l'igual que en el model de riu, dins dels PIGSS, la modelització del mar només serà necessària, com després es veurà, en l'escenari de **PIGSS detallat**, per tal d'estudiar l'impacte del sanejament en la qualitat de les zones costaneres i en concret a les zones de bany, en els sistemes de sanejament d'aglomeracions grans, de més de 50.000 h-e (veure apartat 2.8).

La principal preocupació dels desbordaments dels sistemes de sanejament al mar, és la possible contaminació bacteriològica de les zones de bany, degudes principalment a les descàrregues dels sobreexidors en temps de pluja que solen estar molt més pròxims a les platges que les sortides de les EDARS (que solen ser per emissaris submarins).

Els principals mecanismes que afecten a la concentració bacteriològica són la dilució inicial, la propagació, la dispersió de la ploma per vent i corrents marines, i el decaïment de la concentració bacteriològica.

Els models marítims poden arribar a ser de molta complexitat. A efectes d'estimar les concentracions bacteriològiques a les platges, els efectes més importants a tenir en consideració són la dispersió de la ploma degut a la influència dels corrents marins i dels corrents provocats pel vent, i l'efecte del decaïment de la concentració bacteriològica per efecte de la radiació solar.

En general, un model hidrodinàmic bidimensional juntament amb un model de dispersió bacteriològica, serà suficient pel nivell d'estudi requerit en els PIGSS. Només en aquells casos on es demostrï una forta estratificació vertical, pot requerir un model tridimensional.

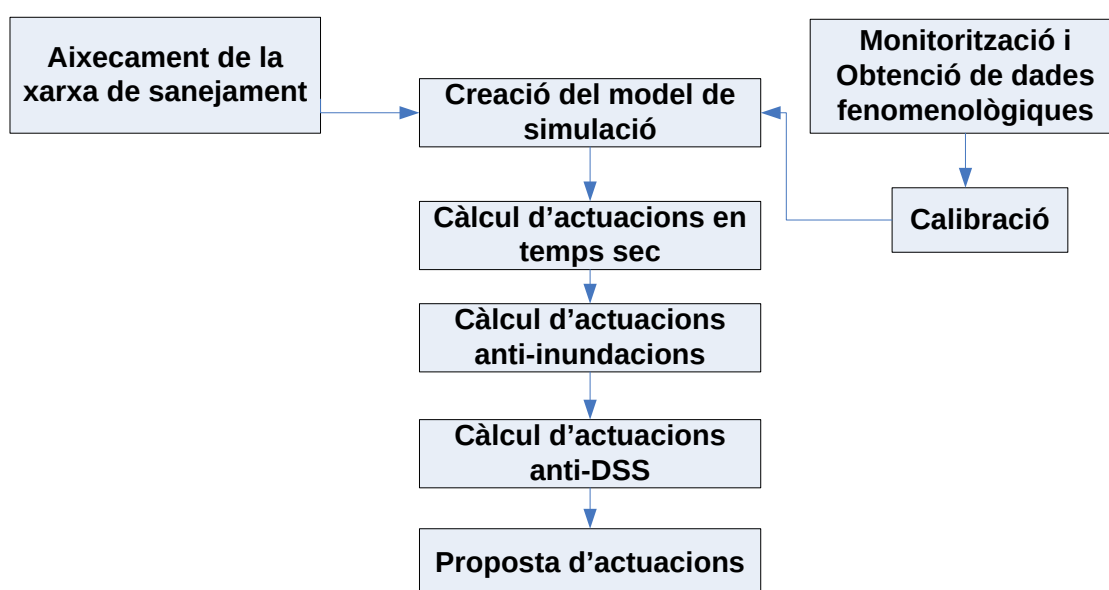


2 Guia metodològica de les principals tasques d'un PIGSS

2.1 General

En els següents apartats es presenten les principals tasques a desenvolupar en un PIGSS.

Figura 2.1: Diagrama de flux de les principals tasques d'un PIGSS



A l'apartat 2.2, es fan unes recomanacions generals per fer l'aixecament de la xarxa de sanejament, indicant quines són les dades més importants a recollir.

A l'apartat 2.4 es descriuen les fases genèriques per a la creació dels models de simulació.

En els apartats del 2.6 al 2.8 es presenten les metodologies per al càlcul d'actuacions en temps sec, anti-inundacions i anti-DSS, les quals es basen en l'aplicació dels models de simulació, de manera que es descriuran les tasques concretes que s'han de fer en els models per obtenir les actuacions descrites.

Finalment a l'apartat 2.9 es comenta l'apartat de monitorització i les dades fenomenològiques necessàries per desenvolupar el PIGSS. Malgrat que aquesta és una de les primeres tasques a realitzar en paral·lel a l'aixecament de la xarxa de sanejament (veure Figura 2.1) s'ha preferit explicar-lo al final perquè d'aquesta manera és més fàcil entendre la utilitat de les diferents campanyes i fins i tot, descartar-ne alguna en funció de la metodologia de càlcul escollida.



2.2 Aixecament de la xarxa de sanejament

A continuació es presenten unes recomanacions generals i una metodologia de treball de camp per fer l'aixecament de la xarxa de sanejament. És important assenyalar que aquestes recomanacions es fan no només tenint en compte l'objectiu d'elaborar els PIGSS, sinó que també s'han considerat altres aspectes útils per la gestió d'una xarxa de sanejament com són el manteniment i la neteja.

2.2.1 Recomanacions generals

El nivell bàsic d'informació cartogràfica necessari per a la realització d'un PIGSS ve donat pel coneixement de la posició, altimetria i relacions topològiques (connexions) dels diferents elements que conformen la xarxa de sanejament.

Donat que el funcionament del sanejament és en general per gravetat, l'obtenció de l'altimetria és essencial. Cal destacar la necessitat de conèixer les cotes absolutes i no les profunditats, i que aquest coneixement sigui del major nombre possible d'estructures presents al clavegueram, i també dels elements que aportin aigua al sistema o aboquin aigua del mateix.

D'altra banda, en la utilització d'eines GIS com a receptacle de la informació cartogràfica, és aconsellable la tipificació de certes característiques dels elements del clavegueram (seccions, morfologia de reixes...), i la sistematització en la recollida de les dades, mitjançant la utilització de fitxes d'inspecció que contemplin totes les característiques que cal recollir.

Els treballs cartogràfics es diferencien en dos grups en funció del medi en el que es troben els elements del sanejament i la tècnica d'obtenció d'informació utilitzada:

- Treballs topogràfics, per a la situació i altimetria de tapes de pou i reixes d'embornals.
- Inspeccions cartogràfiques, per a l'obtenció de les característiques estructurals i d'estat de conservació i neteja de l'interior del clavegueram. En el cas de col·lectors visitables també es podrà obtenir dades altimètriques de punts clau del seu interior (sobreeixidors, cambres...).

És molt aconsellable realitzar prèviament als treballs topogràfics, la inspecció cartogràfica, doncs aquesta permet identificar els elements externs de la xarxa així com el seu traçat i topologia, de manera que s'agiliten les tasques d'assignació de coordenades i cotes a aquests elements prèviament identificats.

2.2.2 Treballs topogràfics

Els treballs topogràfics permeten obtenir la planimetria (x,y) i altimetria (z) dels elements exteriors del clavegueram. Els mètodes que es presenten a continuació són totalment



adequats per aconseguir les precisions necessàries en xarxes de clavegueram. La selecció del mètode estarà en funció dels recursos materials i temporals, fonamentalment, de que es disposi.

Donat que la majoria de les xarxes de clavegueram i sanejament en alta estan situades en zona urbana, cal tenir en compte l'equipament de seguretat necessari per a desenvolupar feines en la via pública, tant per a la senyalització de la zona d'actuació com per la protecció del propi personal que estigui treballant.

Caldrà aixecar en el **PIGSS bàsic** al menys els eixos principals (com a mínim el 25 % de la xarxes de clavegueram municipal i el 100 % dels interceptors d'aigües residuals) i en el **PIGSS detallat**, el 100 % de les xarxes de clavegueram municipal i del sanejament en alta que vagin a una EDAR, executat per equips que baixin quan sigui necessari, segons després s'explicarà, per cada pou de registre per tal de prendre a camp les dades corresponents. En molts casos en que aquest aixecament ja està fet, només caldrà actualitzar-lo.

2.2.2.1 Planimetria

La obtenció de les coordenades de la posició de tapes de pou i embornals es pot realitzar utilitzant un sistema de coordenades absolut, o en els casos en que es disposa d'una bona cartografia de fons, per mesures relatives respecte punts ben definits de la cartografia (cantones d'illes per exemple). Al primer cas corresponen els aixecaments topogràfics amb estació total o amb GPS, mentre que en el segon les coordenades s'obtenen amb mesures realitzades amb cinta mètrica.

Les precisions planimètriques admissibles són de 5 cm per la situació de pous, mentre que en el cas d'embornals les precisions poden ser més baixes, i fins i tot es pot admetre la situació dels mateixos directament sobre plànols cartogràfics.

A continuació es presenten unes recomanacions per a cadascuna de les tècniques planimètriques presentades:

- Estació total: mètode més aconsellable en cas de que l'àmbit de treball sigui extens i no sigui possible la utilització de GPS
- Sistemes de posicionament global (GPS): a l'igual que l'estació total és aconsellable en cas de treballs extensos, però presenta dues limitacions:
 - o En zones urbanes amb edificis elevats és difícil visualitzar prou satèl·lits com per rebre senyal (és necessita veure un mínim de 4 satèl·lits)
 - o Per aconseguir bones precisions cal utilitzar la tècnica de GPS diferencial.



- Cinta mètrica: es pot utilitzar en el cas de petites zones, o en els casos en que s'obtingui la situació al mateix temps que es realitza la inspecció cartogràfica. És necessari realitzar un mínim de dues mesures relatives per a posicionar un element per intersecció de cercles.

2.2.2.2 Altimetria

L'obtenció de cotes és fonamental en xarxes que funcionen per gravetat, doncs serà necessari conèixer amb precisió els pendents. Evidentment, per aquest motiu és imprescindible que s'utilitzi un únic sistema de referència altimètric i és aconsellable que aquest estigui referit a un sistema de referència absolut.

Les precisions altimètriques admissibles són de 2 cm, condicionades per la màxima precisió que es pot obtenir en les tapes de clavegueram, sotmeses a variacions per causa del tràfic rodat.

Les cotes obtingudes en superfície, a més de possibilitar el càlcul de les cotes de solera del clavegueram, també són importants en el moment de la modelització per dos motius: determinar la cota límit per damunt de la qual es produeix la inundació del carrer i, de cara a l'escorriment superficial, els pendents dels carrers. Per això, en el cas de trams de carrer on la xarxa no tingui pous de registre és aconsellable prendre la cota de les reixes d'embornal.

L'obtenció de l'altimetria es pot realitzar amb les següents metodologies, ordenades de major a menor grau de precisió:

- Nivell automàtic: mètode més aconsellable si ja es disposa de la posició en planta. És un mètode més lent que si es treballa amb estació total. La metodologia d'ús és més senzilla que l'estació total pel fet que pot emprar-se personal menys qualificat.
- Estació total: recomanable en el cas que es vulgui obtenir (x,y,z) al mateix temps. Presenta els avantatges esmentats anteriorment.
- Posicionament per satèl·lit: presenta les limitacions comentades en l'apartat anterior.

2.2.3 Inspeccions cartogràfiques

Amb les inspeccions cartogràfiques s'obtenen les característiques de l'interior del clavegueram. En el cas de xarxes tubulars la inspecció es sol fer del que és observable des dels pous, però es demana utilitzar càmera de T.V. per tenir la informació completa de cada tram de tub.

En pous en que es produeix un eixamplament de la base, és necessari realitzar les mesures des de l'interior del mateix pou.



En el cas de col·lectors visitables la inspecció es realitza recurrent-los o amb dron. És important tenir present que s'han de conèixer les dades altimètriques de certes estructures que condicionen el funcionament del clavegueram: sobreexidors, sifons, desbordaments dels sistemes de sanejament al medi (DSS) i cambres.

La metodologia de treball és més senzilla que en el cas dels treballs topogràfics, però cal que sigui prou sistemàtica com per obtenir correctament totes les dades i definir amb exactitud la topologia de la xarxa. Per això és molt útil treballar amb fitxes de camp pre-definides per a cada element de clavegueram que serveixin a l'operari de guia i evitin oblots en la recollida de les dades.

A l'igual que en els treballs topogràfics, en treballar en zona urbana caldrà tenir en compte l'equipament de seguretat necessari per a desenvolupar feines en la via pública, tant per a la senyalització de la zona d'actuació com per la protecció del propi personal que estigui treballant. D'altra banda, en el cas de col·lectors visitables s'hauran de tenir en compte l'ús de mesures de seguretat en treballs en espais confinats.

Tal i com ja s'ha comentat, es recomana realitzar les inspeccions abans dels treballs topogràfics, per poder determinar la topologia de la xarxa i evitar confusions alhora d'assignar coordenades o cotes a elements externs del clavegueram.

A continuació es comenta la informació a obtenir de cada element del clavegueram.

2.2.3.1 Pous i trams

Les dades a recollir dels pous són:

- Ubicació del pou: Coordenades x, y del centre de la tapa.
- Altimetria: Dades de la cota de tapa, de solera, profunditat de sorrer (si en tenen) i profunditat de pou.
- Dades generals del pou: tipus (unitari, pluvial o residual), material del pou, dimensions, etc..
- Connexions del pou: node destí, sonda (profunditat entre tapa de pou i solera del tub), secció de la connexió, material, etc.

Com es deia anteriorment, ja que es fa l'aixecament i s'omple una fitxa per cada pou, convé recollir informació d'altres aspectes que tot i no ser estrictament necessaris per l'obtenció del PIGSS, si ho són per a la gestió del sanejament. Així es fa referència a temes relacionats amb la neteja i estat de rehabilitació:

- Nivell de sediments i grau de consolidació dels mateixos tant en el pou com en les connexions que hi arriben.



- Caracterització dels elements annexes al pou (tapa i pates): geometria, mides, material, tipus d' obertura de la tapa.
- Estat de conservació del pou quantificant els defectes existents (longitud o superfície afectada): fissures, deformacions, defectes en junts i revestiment interior.

Les dades recollides des del pou corresponen a aquest element però també als trams que hi connecten. En el moment d'introduir la informació a un GIS es col·locaran en l'element corresponent (cotes connexió tram, secció tram...).

2.2.3.2 Embornal

En aquest cas, si la reixa no és abatible, la obtenció de dades és més difícil que en un pou. Des de l'exterior és podrà determinar només la posició, forma, i dimensions de la reixa. És aconsellable utilitzar una catàleg de tipificació de reixes. En alguns casos serà interessant l'obtenció de la cota de la reixa.

Si es pot observar l'interior de l'embornal, cal obtenir les següents dades:

- Altimetria: cota de fons de l'embornal i de solera del tub de connexió a la claveguera.
- Identificació del punt de desguàs al clavegueram, si no es produeix en pou.
- Nivell de sediments.
- Estat de conservació.
- Existència de sífó.
- Existència de clapeta.

En el **PIGSS bàsic** només caldrà aixecar els embornals en els eixos principals , i en el **PIGSS detallat** la resta.

2.2.3.3 Clavegueró

En la gestió del clavegueram és important tenir caracteritzats aquests elements, sobretot pel que fa a la relació amb els usuaris de la xarxa de clavegueram. Es demana aquest esforç només en el **PIGSS detallat**, no en el bàsic.

Les característiques que cal recollir d'aquests són:

- Altimetria dels punts de connexió a la finca i a la claveguera, i de les connexions en l'arqueta, si n'hi ha.
- Caracterització estructural del tub i arqueta.



- Nivell de sediments.
- Estat de conservació del tub i arqueta.

2.2.3.4 Estructures hidràuliques

S'enten per estructures hidràuliques aquells elements de l'interior del clavegueram que condicionen el flux de l'aigua o tenen una rellevància hidràulica. En totes elles la caracterització altimètrica és fonamental.

Per tractar-se d'estructures interiors al clavegueram la obtenció de cotes té una dificultat superior. En cas de col·lectors visitables prou amplis es pot utilitzar l'estació total. D'altra banda, si els elements estan propers a pous de registre o si no és possible utilitzar estació total, les cotes es poden obtenir mitjançant una sonda d'aigua. Aquest mètode permet traslladar la cota de solera del pou fins el punt on es realitzen les mesures.

Les estructures més importants a tenir en compte són:

- Sobreeixidors: cal obtenir la cota de llavi del sobreeixidor, la seva longitud i la cota del nivell en que es sobreix.
- Sifons: l'ideal és saber les cotes superior i inferior dels tubs sifònics, amb la dificultat de que aquestes últimes no es poden mesurar en cas de que el sifó estigui operatiu.
- Bombaments: nombre de bombes, cabal de disseny, alçada manomètrica, etc.
- Cambres: en aquest cas és suficient conèixer les cotes de solera dels trams en el punt de connexió a la cambra i del fons de la cambra.
- Desbordaments al medi receptor (DSS): és del tot necessari saber la cota de solera en el punt d'abocament i del propi medi receptor on s'aboca, doncs és una condició de contorn del model matemàtic.

2.2.4 Pauta de treball

A mode de resum, a continuació es presenta la pauta de treball que s'aconsella seguir en iniciar l'aixecament de dades cartogràfiques d'una xarxa de clavegueram, i els recursos humans necessaris.

1. Aixecament cartogràfic des de pous i embornals. Equip: 2 operaris (3 en cas de tràfic dens).
2. Aixecament topogràfic: planimetria i altimetria de tapes de pou i reixes embornal. Equip: topògraf + 1 operari (2 en cas de tràfic dens).



3. Obtenció de cotes d'estructures hidràuliques. Equip: topògraf + 3 operaris, si s'utilitza estació total per l'interior del clavegueram; 4 operaris, si s'utilitza sonda d'aigua per l'interior del clavegueram.

2.3 Diagnòstic de l'estat de la xarxa.

Tal com s'ha avançat a 1.4 serà imprescindible realitzar un diagnòstic de l'estat, que en el **PIGSS bàsic** es farà a partir d'inspeccions de trams representatius que proporcionin la graduació de l'estat de condició estructural i operativa del tram inspeccionat. Aquestes inspeccions de trams significatius es recolzaran en una anàlisi estadística per traslladar l'estudi sobre l'estat de les infraestructures a la resta de la xarxa. El mínim de trams a inspeccionar serà un 10 % de la xarxa.

En el **PIGSS detallat** es farà a ser possible en el 100 % de la xarxa de clavegueram i de sanejament en alta, o com mínim dels seus eixos principals (com a mínim el 25 % de la xarxa), atenent al seu estat d'obsolescència o tal com prescriu la Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa), en el seu article 23, atenent al seu estat tècnic i operatiu.

Això requerirà una inspecció amb càmera de TV pel cas de xarxa no visitable, i inspecció directa amb personal de camp o amb drons al cas de xarxa visitable.

Els informes de les inspeccions per càmera de TV a cada tram de claveguera o col·lector de sanejament en alta, hauran de ser realitzats idealment amb un sistema automàtic d'anàlisi, que sempre apliqui el mateix criteri d'avaluació amb la finalitat que aquest anàlisi sigui objectiu. L'informe derivat haurà de seguir, a ser possible, l'estàndard de codificació de defectes segons normativa UNE-EN 13.508-2 i proporcionar la graduació de l'estat de condició estructural i operativa del tram inspeccionat, seguint el manual anglès Sewer Risk Management (SRM) o equivalent, segons la taula següent o similar:

Taula 2.1: Classificació estat i prioritat d'acció

CLASSIFICACIÓ DE LA CONDICIÓ ESTRUCTURAL I OPERATIVA	IMPLICACIÓ	PRIORITAT D'ACCIÓ
5	Deficiència molt greu. Fallada imminent	Immediata



4	Deficiència important	Curt termini
3	Deficiència mitja	Mig termini
2	Deficiència lleugera	Llarg termini
1	No hi ha defectes o defectes menors	No cal cap acció

A continuació poden veure's 2 exemples: una de deficiència molt greu i un altra d'important.

Figura 2.2: Exemple de deficiències de l'estat

Grade Estructural: 5
Grade Operacional: 5



Grade Estructural: 4
Grade Operacional: 3



Si el gestor disposa d'un sistema propi suficientment contrastat per la graduació de l'estat de condició estructural i operativa del tram inspeccionat, podrà ser admès per l'ACA.

Les deficiències molt greus hauran de ser resoltes en 3 anys i les importants en 10 anys, dintre de les mesures de renovació que caldrà incloure en els PIGSS bàsics al Districte de Conca Fluvial de Catalunya, com es veurà després a l'apartat 2.5.3.5.

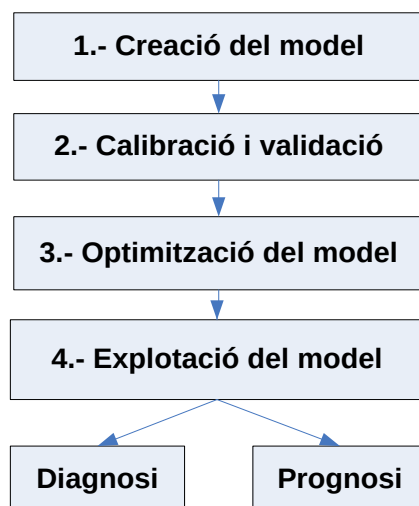
2.4 Fases de la modelització

La planificació de les actuacions que es fa en un PIGSS es fa basant-se en els resultats d'un model de simulació.

La implementació d'un model de simulació implica un cert nombre de fases, conduint un sistema real a un model operacional capaç de simular-lo. Pràcticament es tracta d'un procés iteratiu en 4 fases.

En els següents apartats es descriuen de forma genèrica aquestes fases, però és important recalcar que en aquestes, el desenvolupament d'aquestes fases depèn en gran mesura de l'objectiu del model i per tant dins dels apartats del 2.6 al 2.8, on es descriuen les metodologies a utilitzar en els PIGSS, es faran recomanacions més detallades per cada una de les fases.

Figura 2.3: Fases de la modelització



L'ordre de les fases 2 i 3 poden variar depenent del criteri tècnic del modelitzador. En qualsevol cas, l'objectiu és sempre que el model que s'utilitza per prendre les decisions (fase 4) estigui ben calibrat.



2.4.1 Creació del model

La font bàsica d'informació per la creació del model és l'aixecament de la xarxa (veure apartat 2.2). Les dades recollides i emmagatzemades al GIS permeten conèixer l'estructura de la xarxa a estudiar. Aquestes dades es traspassen directament al model de simulació i consisteixen bàsicament en el traçat en planta dels col·lectors, les dades d'altimetria de la xarxa (cota de les tapes dels pous de registre i la seva profunditat), les corresponents seccions, i tots aquells elements que formin part de l'estructura de la xarxa de clavegueram, com ara sobreeixidors, comportes, estacions de bombament, etc.

Un cop introduïdes aquestes dades en el model és important fer un repàs general de les dades per identificar possibles errors, i sobretot identificar els punts singulars (bombaments, pous, sobreeixidors, etc.), i comprovar les dades d'aquests elements bàsics en el funcionament del sistema.

El següent pas és la creació de les conques vessants i de les seves característiques hidrològiques. Aquestes s'obtenen a partir de plànols topogràfics de la zona d'estudi i permeten obtenir les condicions de contorn de la zona d'estudi, definint quines àrees aporten cabals a la xarxa de sanejament i quines no. Sobre la configuració de les conques hidrològiques, s'han de crear les diferents subconques vessants, tenint en compte la orografia del terreny, els possibles torrents que creuen la zona urbana i l'estructura de la xarxa de sanejament.

La mida d'aquestes subconques vessants és variable i depèn del criteri expert del modelitzador i del nivell de detall que es vulgui en el model. En aquesta tasca de definició de les subconques i parametrització (definició de les seves àrees, grau d'impermeabilització, població, punt d'entrada de l'aigua, etc.), de nou el GIS és una eina molt útil.

En el cas de xarxes separatives (aigües residuals i pluvials circulant per xarxes diferents), s'hauran de definir conques diferents per les aigües pluvials i per les aigües residuals.

Un cop creat el model i abans de passar a fer el calibratge i validació convé fer alguns tests d'inestabilitats. Aquests consisteixen a simular diferents escenaris i comprovar que el balanç de cabal entrant i sortint del sistema no varia en més d'un 10 % (compte que per fer aquest test s'ha d'assegurar que el temps simulat és suficient per garantir que no queda cabal dins del sistema). A més, en diferents punts de la xarxa s'obtidran gràfics de nivells i cabals per comprovar que no hi ha les típiques oscil·lacions de les inestabilitats. En cas que s'obtinguin evidències d'inestabilitats, aquestes s'han de resoldre abans de continuar amb el calibratge del model.



2.4.2 Calibratge i validació

El calibratge del model consisteix en ajustar els seus paràmetres, a ser possible els que no tinguin un sentit físic directe, a partir d'un joc de dades fenomenològiques mesurades sobre el sistema real.

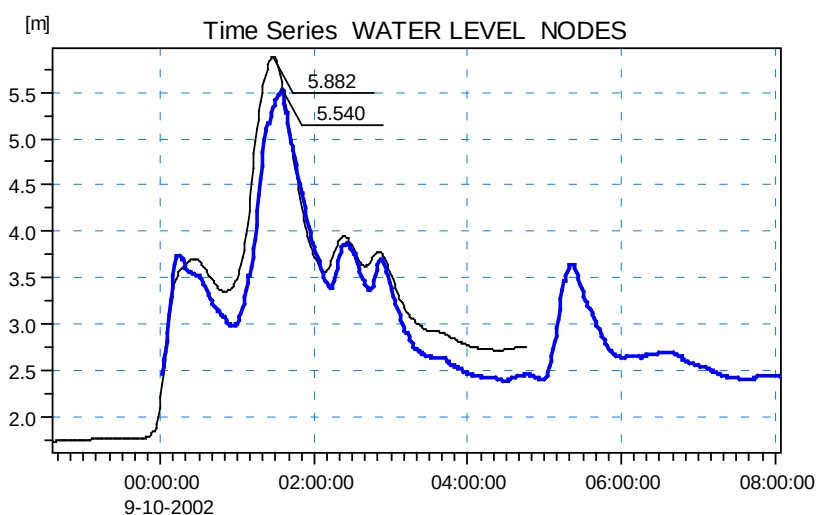
D'aquesta manera es tenen mesurades tant les entrades al model (pluviometria, posicions de comporta, funcionament dels bombaments, etc.) com la resposta real del sistema.

La fase de calibratge és un procés iteratiu en el qual es van modificant paràmetres del model fins que el resultat de la simulació s'ajusta a les dades mesurades.

En general el procés de calibratge (ajust) es fa amb dades de 2 o 3 episodis diferents, i un cop es creu que el model està ben ajustat, es valida (comprova) aquest ajust amb un nou episodi que no s'ha utilitzat a la fase de calibratge.

El calibratge es pot fer per diferents paràmetres i a diferents punts (nivells, cabals, volums, paràmetres de qualitat, etc.). La decisió sobre els paràmetres a calibrar i els punts és un procés que va íntimament lligat a l'objectiu del model. Així per exemple, si l'objectiu del model és estimar els volums de DSS anuals, no serà tant important calibrar les puntes de nivells o de cabals, i es buscarà més ajustar els volum d'aigua de l'episodi.

Figura 2.4: Exemple d'ajust en nivells en un col·lector entre el valor mesurat i el valor simulat.



La fase de calibratge és una part extremadament important sobretot en xarxes complexes, ja que sense ella, els resultats del model poden diferir bastant de la realitat i per tant les conclusions i actuacions que es desprenguin de l'ús del model poden no donar, un cop construïdes, els resultats esperats.



S'ha d'evitar fer ajustaments forçats en el model, que consisteixen en fer ajustaments arbitraris a les dades d'entrada del model (en molts casos dades físiques) per poder ajustar les dades mesurades amb els resultats del model. El risc en aquests casos és que les dades mesurades siguin errònies, o que s'estigui ajustant el model a unes condicions particulars concretes que es van donar els dies de monitorització i que no són extrapolables als escenaris que es modelitzaran en el model. Abans d'aplicar qualsevol canvi a paràmetres del model fora dels seus valors habituals, s'haurà de validar el model amb un altre episodi de característiques molt diferents per contrastar que els canvis són vàlids.

El resultat del procés de calibratge i validació del model pot donar lloc a tres opcions:

- El model o part del model està calibrat i validat per l'objectiu requerit.
- El procés de calibratge i validació identifica que el model és incorrecte però amb les dades existents no es pot resoldre.
- No és possible verificar si el model és vàlid o no.

És important tenir sempre present el tipus de decisions que es prendran en base als resultats del model i actuar en conseqüència. Per models petits, on el sobre-cost de qualsevol sobre-dimensionament de les actuacions sigui petit, no es justificaria fer campanyes de monitorització costoses. Pel contrari si les decisions a prendre en base als models (com serà el cas de la majoria de PIGSS) poden tenir un elevat cost, serà important no escatimar recursos ni en la fase de monitorització (recopilació de dades que es faran servir posteriorment pel calibratge i validació dels models, apartat 2.9) ni en la pròpia fase de calibratge i validació.

Dins de cada apartat on es descriuen les metodologies per al càlcul d'actuacions (apartats del 2.6 al 2.8.6.1) es fan unes recomanacions específiques per calibrar el model en funció dels objectius específics de cada metodologia i uns criteris generals per garantir que el model està ben calibrat en funció dels objectius perseguits. En qualsevol cas, aquests criteris són genèrics i no s'han de prendre al peu de la lletra; el tècnic encarregat de modelitzar el sistema en el PIGSS haurà de documentar les feines de calibratge i validació realitzades i justificar si els resultats són acceptables en el cas específic del seu sistema.

2.4.3 Optimització

En xarxes grans, i degut a la gran complexitat dels models i la conseqüent lentitud del càlcul, cal fer en certs casos una optimització, és a dir, una simplificació raonable de la xarxa per tal d'obtenir els mateixos resultats, però en menys temps de càlcul.

Hi ha diferents mètodes de simplificació. Els més típics són:



- Excloure tubs i col·lectors de petites dimensions o longituds, especialment aquells situats a les parts altes del model i en zones que no són d'interès, i posant els seus cabals al tub o col·lector situat aigües avall.
- Agrupar col·lectors de característiques similars (seccions, pendents, materials...) en un de sol.
- Substituir parts del sistema (subconques i col·lectors) per altres esquemes més simplificats però que tenen la mateixa resposta.
- Definició de diferents nivells de detall en un model en funció dels objectius a perseguir.

Aquesta fase d'optimització, fa uns anys era imprescindible degut a la poca capacitat de càlcul dels ordinadors, però en els darrers anys, amb l'augment espectacular de la capacitat dels ordinadors, cada cop és menys necessària, i fins i tot es comença a plantejar no optimitzar els models perquè lògicament aquesta optimització repercuteix negativament en que es té menys informació del funcionament real de la xarxa.

Al final de la fase d'optimització, és important repetir els tests d'inestabilitat i calibrar de nou el model, encara que sigui només comparant-lo amb els resultats del model detallat prèviament validat.

Actualment aquesta optimització es sol utilitzar en aquells models que s'utilitzen en estudis que requereixen la simulació de llargues series pluviomètriques. L'estudi d'actuacions anti-DSS són un exemple típic d'aquests estudis que necessiten optimització dels models per evitar esperar durant hores a que s'acabi la modelització d'un episodi de pluja.

2.4.4 Explotació

L'explotació del model és la fase operacional del procés, la seva operació pràctica, que ha de permetre obtenir els resultats de la diagnosi del funcionament de la xarxa actual, i prognosi del funcionament de la xarxa futura, un cop incorporades a la xarxa actual les obres necessàries per a solucionar les seves insuficiències.



2.5 Plantejament de les actuacions proposades.

2.5.1 Plantejament general

El Reial decret 665/2023 i la Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals urbanes(versió refosa), suposen una autèntica revolució per a la gestió dels sistemes de sanejament a Espanya, entre altres motivacions perquè finalment s'ha proposat abordar la problemàtica dels DSS amb una visió holística, considerant el sistema integral de sanejament incloent: drenatge pluvial/clavegueram-depuradora-medi receptor, donada l'evident interacció entre tots aquests subsistemes. De fet, una xarxa de clavegueram o una depuradora no poden gestionar-se racionalment sense tenir-se mútuament en compte o sense tenir en compte el medi receptor, ja que finalment no només han de funcionar bé cadascuna individualment, evacuant aigües pluvials i residuals o depurant, sinó que se'ls exigeix que aquesta gestió produeixi el mínim impacte sobre el medi receptor tant en temps sec com en temps de pluja. Tot això pot condicionar l'estratègia de funcionament dels sobreexidors de pluvials i dels interceptors d'aigües residuals i la gestió en temps de pluja de les depuradores, entre altres actuacions.

Es fonamental, en qualsevol cas, el nou enfocament del RD 665/2023 i la Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals (versió refosa), que prioritza les actuacions preventives i que eviten l'entrada d'aigües pluvials als sistemes de sanejament, com es veurà després.

En la Figura 2.5 pot veure's l'enorme gamma d'actuacions possibles ordenades seguint un ordre pràctic des d'aigües amunt de la xarxa fins al medi receptor.



Figura 2.5: Actuacions possibles en el sistema de sanejament integral

Lloc d'Actuació	Tipus d'Actuació		Objectiu
Aigües amunt de la xarxa	Tècniques de drenatge urbà sostenible	Terrat	Reducció volums d'escorriment i cabals punta, i retenció de diversos contaminants
		Rasa drenant o d'infiltració	
		Cuneta en espais verds	
		Pou d'infiltració	
		Plataforma d'infiltració	
		Àrea d'infiltració inundable	
		Calçades poroses	
		Paviments filtrants	
	Dipòsits de retenció a l'aire lliure		
	Neteja dels espais públics		Reducció de flotants i pol·lució visual
Control de la infiltració i exfiltració		Reducció o eliminació inundacions	
Campanyes d'educació i sensibilització		Reducció de flotants i pol·lució visual	
Gestió dels residus i erosió del sòl		Reducció de flotants i pol·lució visual	
Entrades a la xarxa	Embornals	de caiguda directa	Evitar inundacions locals
		sifònics	Evitar inundacions locals i olors
		desarenadors	Evitar inundacions locals i retenir sorres
	Dessorradors		Retenció de sorres i flotants
	Dipòsit de retenció a l'aire lliure		Reducció volums d'escorriment i cabals punta, i retenció de diversos contaminants
Xarxa	Col·lector		Reducció o eliminació inundacions
	Dipòsit de retenció	Enterrats	Eliminació inundacions i/o matèria en suspensió (MES)
		A l'aire lliure	
	Decantadors compactes in-line		Eliminació MES
	Actuadors	Comportes de derivació o contenció	Reducció inundacions i/o eliminació MES
		Estacions de bombament	
	Separador d'hidrocarburs		Separació d'hidrocarburs
	Dessorradors		Retenció de sorres
	Neteja del clavegueram		Eliminació de dipòsits en el clavegueram que després contaminen els medis receptors
	Desbast en sobreexidors		Retenció de flotants
	Explotació centralitzada en temps real		Reducció inundacions i/o reducció contaminació abocada en temps de pluja
Estació Depuradora	Dipòsit anti-DSU en capçalera		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
	Reforçament desbast o pretractament en temps de pluja		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
	Canvi en la gestió (by-pass, modificació del circuit de fangs, desinfecció de les aigües pluvials, etc.)		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
Medi receptor	Sistemes d'informació i alerta		Gestió d'inundacions o d'impacte ambiental
	Vaixell tipus "Pelican"		Retenció de flotants
	Barreres flotants		
	Xarxa interceptora vertical		
	Neteja del fons del medi receptor aigües avall dels punts d'abocament		Reduir pol·lució acumulada en el medi receptor, o de xoc aigües avall
	Agitació de l'aigua		Augment O2 dissolt en el medi receptor
	Insuflació de O2		
	Instal·lació zones piscícoles protegides		Refugi dels peixos en cas de pol·lució brutal
	Wetlands		Eliminació MES i matèria orgànica

Tal com s'ha explicat a l'apartat 1.4, dintre de tot el gran ventall de mesures que s'acaba de veure, caldrà proposar quines mesures s'han d'adoptar, i els estudis d'alternatives que les



justifiquen, per assolir els objectius esmentats al mateix apartat, acompanyats d'una clara identificació dels agents implicats i de les seves responsabilitats en la implantació del pla que tinguin en compte com a mínim:

1.- Mesures preventives destinades a evitar l'entrada de l'escorriment urbà en els sistemes col·lectors, incloent-hi les mesures de foment de la retenció natural de l'aigua o de la recollida d'aigües pluvials i les mesures d'augment dels espais verds o de limitació de les superfícies impermeables.

2.- Mesures d'operació (dels bombaments i tancs de tempesta existents o futurs, entre d'altres), inspecció (s'haurà de mantenir en el temps un esforç important en inspeccionar la xarxa perquè el coneixement de l'estat estigui sempre actualitzat), manteniment (que ha de ser adequat per a la xarxa, les estacions de bombament, etc.), renovació d'infraestructures (a partir del diagnòstic de l'estat efectuat en 2.3) i preparació davant un episodi de pluges, així com un sistema de monitorització dels DSS amb els elements de control que permetin estimar els cabals, temps, volums i contaminants associats.

3.- Mesures per optimitzar l'ús de les infraestructures existents, inclosos els sistemes col·lectors, els volums emmagatzemats i les depuradores, amb l'objectiu de garantir que l'escorriment urbà és recollit i tractat, minimitzant l'abocament d'aigua residual urbana no tractada en masses d'aigua.

4.- Altres mesures addicionals, incloses, si escau, l'adaptació i millora de les infraestructures de recollida, emmagatzematge i tractament de les aigües residuals urbanes existents o la creació de noves infraestructures prioritzant els SUDS, com ara cobertes ecològiques, jardins verticals, paviments permeables, jardins de pluja, embornals filtrants i canals permeables (entre d'altres), afavorint així la biodiversitat.

És evident que tot el que es prescriu en el RD 665/2023 i en la Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa), tindrà enormes implicacions en la gestió dels sistemes de sanejament a Espanya, tant en les xarxes de clavegueram com en les depuradores:

- En primer lloc, obligarà a fer un esforç enorme de planificació a través dels PIGSS, que sens dubte impulsaran: un correcte aixecament topogràfic de les xarxes de clavegueram, la realització d'un diagnòstic del funcionament i de l'estat de la xarxa, i la proposta de tota una sèrie de mesures infraestructurals i de gestió per complir com a mínim els objectius que marquin el RD 665/2023 i la Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa).



- En segon lloc, hauran de realitzar-se els projectes constructius de les mesures infraestructurals planificades i executar les actuacions amb celeritat, ja que en molts casos hauran d'estar executades abans de 10 anys, sobretot en els sistemes de sanejament d'aglomeracions urbanes importants.
- En tercer lloc, haurà d'implementar-se una explotació i manteniment del sistema integral de sanejament, previsiblement passant d'una gestió passiva a una gestió activa (en temps real) utilitzant, entre altres, la informació del sistema de monitorització del sistema de sanejament i els seus desbordaments al medi receptor (o dels sistemes d'alerta en temps real de la contaminació que d'ells derivin) prescrit per la normativa presentada. Així mateix, haurà de realitzar-se una operació dels actuadors (comportes, vàlvules i bombaments, entre altres) integrada entre el clavegueram i la depuradora i un manteniment avançat que minimitzi els problemes d'operació i allargui la vida dels actius fins on sigui raonable.
- En quart lloc, com a suport a una correcta planificació, projectes, execució de mesures, explotació i manteniment, serà necessari sens dubte implementar tota una sèrie de sistemes tecnològics de suport per a la digitalització de la gestió dels sistemes de sanejament: Sistema d'informació geogràfica (GIS) per contenir la informació gràfica i alfanumèrica de la infraestructura existent i el seu estat, i com a suport bàsic per a la resta de sistemes tecnològics; Sistema de modelització hidràulica i de contaminació del sistema de sanejament i del seu impacte en el medi receptor; Sistema de gestió d'actius o de gestió patrimonial que permeti decidir, entre altres aspectes, on, quan i com renovar una infraestructura de sanejament o realitzar una operació de manteniment preventiu; Sistema de monitorització i alerta en temps real de funcionament del sistema; i Sistema d'explotació en temps real integral de la xarxa de clavegueram, els col·lectors de sanejament en alta i la depuradora.
- En cinquè lloc, aquest enfocament holístic obligarà sens dubte a una coordinació administrativa i de gestió entre els municipis que aboquen a una depuradora, el gestor de la depuradora i l'organisme de conca, forçant l'obertura de les barreres que existeixen entre sanejament en baixa i alta, i la realització d'una correcta gestió per part de totes les administracions que d'una manera o altra intervenen en el funcionament integral del sistema de sanejament. Per exemple, s'evitaran casos d'infraestructures que aboquen al medi receptor la titularitat de les quals no és reconeguda per ningú o casos de xarxes de clavegueram on la negligència d'una de les administracions usuàries pertorba el bon funcionament integral del sistema de sanejament. La creació de Comunitats d'usuaris d'abocaments d'aigües residuals



que promou el RD 665/2023 és sens dubte una possible mesura potent per fomentar aquesta coordinació.

- Finalment, l'aposta decidida de les normatives esmentades per fomentar els SUDS, impulsarà sens dubte un desenvolupament urbanístic més sostenible de manera que el drenatge urbà haurà de passar a ser des del principi un sistema a tenir en compte en la concepció d'aquests nous desenvolupaments.

A continuació s'inclou per a més claredat el detall demanat en les actuacions suara esmentades.

2.5.2 Mesures preventives destinades a evitar l'entrada de l'escorriment urbà en els sistemes col·lectors.

Aquestes actuacions hauran d'incloure mesures de foment de la retenció natural de l'aigua o de la recollida d'aigües pluvials i les mesures d'augment dels espais verds o de limitació de les superfícies impermeables. Son actuacions transcendents per ajudar a complir els 3 grans objectius que se'ls demana als PIGSS i que s'han explicat a 1.4.

-d'una banda protegeixen els escorriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques a través, entre altres tècniques, de la implantació de SUDS que fomentin la infiltració i la renaturalització dels entorns urbans.

-d'altra banda contribueixen a que es pugui tractar a l'EDAR més aigua residual barrejada amb pluvial, i en conseqüència permeten reduir la càrrega contaminant aportada pels DSS.

-finalment son essencials per eliminar progressivament els abocaments d'aigua pluvial contaminada en sistemes separatius al fer un esforç important en origen.

Els municipis hauran de tenir en compte aquestes actuacions per decidir el seu creixement urbanístic, tal com fan des de fa anys diverses ciutats a nivell internacional.

Es important remarcar que aquestes mesures es prioritzaran sobre totes les altres en els PIGSS, es dir que dintre de les alternatives possibles caldrà sempre estudiar aquestes actuacions en origen, maximitzant sempre el seu efecte, que permet de fet treure les aigües pluvials dels sistema de clavegueram, nodrint el sistema d'aigües subterrànies i evitant l'esforç posterior en descontaminar-les.



2.5.3 Mesures d'operació, inspecció, manteniment, renovació d'infraestructures, preparació davant un episodi de pluges, i monitorització dels DSS

Es prescriuen les següents freqüències mínimes d'inspecció, neteja i renovació de la xarxa de sanejament al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya, extretes de la normativa alemanya ATV-A 147E, que hauran de quedar reflectides en diversos annexos del PIGSS, com després es veurà:

-Inspecció:

-xarxa visitable: 0,2 /any

-xarxa no visitable: 0,1/ any

-casos especials: proximitat captacions aigua potable, creuament tren, etc.: 0,5/any

-Neteja:

- 0,33/any

A més es prescriu la freqüència de renovació de la xarxa de sanejament:

-Renovació:

-0,01/any

Tot i que a efectes del compliment del RD 665, que obliga a executar les actuacions de renovació en 3 anys, es considerarà que aplica a les actuacions als trams de la xarxa que estiguin en estat molt greu, amb perill de fallada imminent, segons la diagnosi de l'estat inclosa al PIGSS bàsic. En canvi, pel que fa a les actuacions de renovació que afectin a deficiències importants caldrà executar-les abans de 10 anys.

Les freqüències indicades podran variar-se en funció d'una proposta justificada del propietari de la xarxa de clavegueram o sanejament en alta corresponent, que haurà de ser aprovada per l'ACA.

A continuació es desenvolupen amb detall els programes més significatius de les actuacions suara esmentades.

2.5.3.1 Programa d'inspecció

Es requereixen programes d'inspecció per determinar la situació actual del clavegueram i per ajudar a la planificació d'una estratègia de manteniment. Idealment les inspeccions s'han d'



realitzar en condicions de cabal baix per evitar inconvenients durant les inspeccions. La majoria de col·lectors són inspeccionats seguint uns dels següents mètodes:

- Circuit tancat de televisió (CCTV)
- Càmera perxa
- Inspecció Visual
- Dron

Les inspeccions per càmera de televisió són les més usades ja que són més eficients a llarg termini en termes de cost i les més eficaces per documentar la condició interna del clavegueram.

Les inspeccions per càmera perxa poden utilitzar-se per exemple com inspecció prèvia a la neteja, tot i que resulten limitades per obtenir un diagnòstic complet de l'estat. Es solen utilitzar per canonades de baixa prioritat, normalment aquelles que tenen menys de 20 anys, o bé quan els recursos econòmics per inspeccions són limitats.

Les inspeccions visuals són vitals per tenir un coneixement complet del sistema. Aquestes en els pous i en les canonades inclouen la superfície i l'interior. Els operadors han d'estar atents a les zones col·lapsades del terreny sobre tubs i superfícies amb acumulació d'aigües. També s'ha d'inspeccionar amb detall la condició física dels encreuaments amb rieres i les estructures en general. Per canonades grans es recomana una inspecció interna sempre seguint totes les mesures de seguretat estipulades.

Les inspeccions per dron comencen a utilitzar-se sobre tot per inspecció de grans col·lectors.

La documentació de les inspeccions és de gran importància per l'èxit dels programes de neteja, operació i manteniment.

2.5.3.2 Programa de neteja

És important tenir establerts programes de neteja que permetin inspeccionar i controlar tots els procediments, garantint el seu correcte funcionament. Unes neteges adequades dels sistemes de sanejament i dels sobreeixidors són fonamentals per minimitzar la contaminació abocada al medi receptor.

Les operacions de neteja fan referència a les feines habituals i periòdiques que es realitzen durant la vida útil de la canonada a l'objecte de mantenir el seu nivell de servei, retardant el seu deteriorament. S'inclou també en aquest apartat la neteja d'altres elements com estacions de bombament i altres elements de la xarxa.



Finalment, cal remarcar, que segons prescriu la NTB del RD 665/2023, es obligatori que el titular de l'abocament, després d'un DSS, i en el cas que aquest produeixi l'acumulació de sòlids gruixuts o flotants i altres tipus de residus associats a l'abocament en el tram de llera situat en l'entorn immediat d'aquest punt, s'encarregui de la retirada d'aquests residus després del DSS.

2.5.3.2.1 Objectius

Un servei de neteja de clavegueram té com a objectius generals:

- Garantir un nivell de servei adequat, prevenint males olors, disminucions de la secció útil i obstruccions físiques i/o hidràuliques.
- Disminuir la contaminació abocada al medi receptor degut als desbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja (contaminació causada en part per l'arrossegament dels sediments acumulats a l'interior de la xarxa de clavegueram).
- Millorar l'estat global de sedimentació a la xarxa.

D'altra banda, si el sistema de sanejament és més complex, caldrà fer una gestió avançada i eficient del servei de neteja del clavegueram que haurà d'assolir uns objectius genèrics basant-se en els següents criteris d'actuació:

- Racionalització de les tasques de neteja.
 - o Millora del coneixement de la xarxa.
 - o Metodologies organitzades de neteja.
 - o Dedicació dels recursos on són més necessaris.
- Optimització de l'ús dels recursos disponibles.
 - o Control en l'evolució de les neteges.
 - o Millora dels rendiments d'extracció i operativitat.
 - o Captura d'oportunitats de millora orientades a promoure l'estalvi de recursos i/o la millora dels sistemes.
- Potenciació de la innovació tecnològica.



2.5.3.2.2 Descripció

Estratègies de neteja avançada de xarxes de clavegueram

En termes generals, es considera insuficient aplicar un sistema de neteja únicament correctiu que es limiti a desobstruccions de canonades un cop rebuda una reclamació. Un manteniment preventiu eficaç és una peça clau per garantir l'adequat funcionament de la xarxa de clavegueram. En aquest sentit, existeixen diferents estratègies de gestió de la neteja preventiva del clavegueram, que es presenten de manera breu a continuació.

Tradicionalment, s'estableix una freqüència de neteja determinada de la zona d'actuació, per exemple, anual. Aquest sistema és de fàcil aplicació i seguiment, i no calen tecnologies de gestió associades. Té l'inconvenient de no considerar l'estat real de sedimentació ni els factors que intervenen en els processos de deposició. A més a més, tracta d'una manera generalista la xarxa, quan és conegut que la sedimentació afecta més a uns sectors de la xarxa que a altres.

Un altre factor condicionant és, sens dubte, l'econòmic, donat que el pressupost que es vol assignar a les tasques de neteja molts cops es limitat, i és necessari trobar l'organització del treball que permeti assolir un millor estat de sedimentació de la xarxa ajustant-se al pressupost determinat per aquesta tasca.

Per aquest motiu, apareixen noves metodologies que es coneixen com a **estratègies de neteja avançada de clavegueram**. El principi bàsic que persegueixen és orientar els esforços allà on són necessaris, evitant fer una neteja cega indiscriminada.

Aquestes estratègies de neteja avançada parteixen d'un coneixement exhaustiu del sistema, la racionalització de la organització de les tasques i l'aplicació de tecnologies de suport a la gestió de la mateixa.

A partir d'una divisió detallada en zones de xarxa de clavegueram, i a través d'una diagnosi exhaustiva dels factors que incideixen en els processos de sedimentació, s'arriba a establir una freqüència de neteja adequada per cada part de la xarxa de clavegueram. Els factors considerats en aquesta diagnosi de l'estat de neteja poden ser tant "teòrics" (pendent, material de la canonada, antiguitat), com "empírics" (històric d'incidències, resultats de les inspeccions de camp). Les freqüències de neteja són actualitzades periòdicament en funció de les noves dades disponibles, de manera que s'aconsegueix un sistema viu que es retro-alimenta a mesura que es desenvolupen les feines.

Una altra possibilitat és treballar amb freqüències de neteja variables, en funció dels resultats de la inspecció prèvia de la xarxa. Aquesta inspecció de la xarxa és visual i només en un nombre determinat i limitat de punts, per tal de controlar els costos en equips d'inspecció. La



tria d'aquests punts d'inspecció és el punt clau per tal de garantir que siguin representatius del global de la xarxa. Per aquest motiu, es porta a terme una tria estadística selectiva en funció de criteris basats en la criticitat del punt, característiques hidràuliques, estat de sedimentació, temps des de la darrera inspecció.

Un cop feta la inspecció prèvia a la neteja, en la que es prenen les dades pertinents, es determinen quines són les necessitats actuals de neteja de la xarxa. Aquestes necessitats de neteja s'estableixen en funció de criteris com el grau d'obstrucció detectat als col·lectors, l'estat dels embornals, la detecció de males olors procedents del clavegueram, la presència de restes d'obra o residus d'origen industrial o la detecció de retencions que puguin venir derivades de dipòsits a la xarxa.

Seguidament, es netegen aquells trams que s'ha determinat que era necessari netejar i, un cop finalitzada, es realitza una comprovació final per tal de donar el vist-i-plau a les neteges realitzades.

D'aquesta manera, al llarg de diferents rondes d'inspecció i neteja es va acumulant informació sobre l'estat de la xarxa i s'aconsegueix inspeccionar la globalitat de la xarxa. Com en el cas anterior, s'aconsegueix un sistema viu que es retro-alimenta a mesura que es desenvolupen les feines i que optimitza la despesa en equips de neteja, garantint un bon estat global de la xarxa.

En qualsevol cas, tal com estableix el RD 665/2023, després de cada pluja que produeixi un DSS, serà imprescindible que el titular del sobreeixidor netegi l'entorn del sobreeixidor.

Organització de les operacions de neteja

Segui quina sigui l'estratègia de neteja adoptada, les operacions de neteja a portar a terme necessiten d'una estructura i organització que permeti no només la realització de les feines, sinó també el seu seguiment i control.

La neteja de la xarxa de clavegueram s'ha d'organitzar des de tres fronts diferents:

- Neteges ordinàries, en funció de la programació anual establerta en base a l'estratègia de neteja adoptada. Es treballa en base a recorreguts preestablerts de trams. Amb caràcter general, a l'hora de confeccionar els recorreguts es tenen en compte els següents aspectes:
 - a. Els trams integrants d'un recorregut poden netejar-se amb un mateix mètode de neteja.
 - b. La duració estimada de cada recorregut ha de ser homogènia i coneguda (diària, setmanal).



En l'elaboració dels recorreguts es té en compte factors com el sentit de la neteja (seguint el corrent natural) així com altres factors aliens al clavegueram, però claus per la realització de les feines, com poden ser la accessibilitat dels vehicles, el sentit i intensitat del trànsit, o la possibilitat de realitzar talls de circulació. En els casos que sigui necessari, es realitzen les feines en horari nocturn o en dia festiu.

D'altra banda, la neteja dels embornals, que és de vital importància, pot ser realitzada al mateix temps que la neteja de canonades o de manera independent. Sempre que sigui possible, es recomana aprofitar les operacions de neteja de canonades, per la neteja al mateix temps dels embornals que estan connectades a elles.

Com a criteri general, en el cas de que la freqüència de neteja de la xarxa sigui inferior a anual, es recomana procedir a campanyes extensives de neteja d'embornals prèvies a l'època de pluges.

Neteges especials.

Dins d'aquest epígraf s'inclouen aquells punts que o bé per les seves característiques físiques, o bé per la seva dificultat de neteja, mereixen un tractament diferenciat de les neteges ordinàries. Alguns exemples d'aquest tipus de neteja són las fosses sorreres en capçalera (entrades a la xarxa de clavegueram), fosses de decantació al interior del clavegueram, sifons, clapetes, estacions de bombament, punts baixos, grans col·lectors on no es poden aplicar els mètodes de neteja convencionals, o zones amb especial incidència de mals olors procedents de la xarxa de clavegueram.

Neteges extraordinàries.

Donat que és inevitable en tot servei de sanejament l'aparició de situacions que s'han d'atendre amb caràcter urgent, cal preveure la disponibilitat d'equips de treball per les neteges extraordinàries, també conegudes com a correctives. Les neteges a l'àrea afectada per un DSS a cada sobreixidor després de la pluja es podrien incloure aquí.

Metodologies de neteja i mitjans

Els mètodes de neteja a utilitzar seran diferents en funció de les característiques de la canonada en tot allò referent a dimensions i estat de sedimentació de la mateixa.

En termes generals, la tecnologia més utilitzada i extensa és la neteja per aigua a pressió i l'aspiració dels fangs (aspiració - impulsió).

Aquesta tècnica de neteja és especialment recomanada per conduccions no visitables, en les que es considera el mètode més eficaç, ràpid i higiènic. En col·lectors visitables també tenen



aplicabilitat, però la seva efectivitat dependrà en gran mesura del tipus de secció de la conducció (i en especial, de la cubeta), així com del tipus de tovera que s'utilitzi.

En relació a la neteja per aigua a pressió, hi ha diferents tipologies d'equips en funció de la seva grandària i capacitat de la cisterna, les característiques de la cuba (cuba única compartimentada, o cuba per llots i cartutxeres per aigua neta). En referència a les compartimentacions i el tipus d'aigua utilitzada per la neteja cal diferenciar els següents:

- Equip jet (impulsió). Només disposa de l'equip d'impulsió de aigua a pressió, cosa que redueix el cost de l'equip. Se solen utilitzar en desobstruccions de claveguerons particulars i feines similars. Els fangs generats no s'extreuen de la claveguera, sinó que s'envien aigües avall.
- Equip combinat d'aspiració – impulsió. El compartiment d'aigua neta i el de fangs extrets són independents, de tal manera que el vehicle pot necessitar recarregar el compartiment d'aigua neta diverses vegades durant el transcurs de la jornada laboral.
- Equip combinat d'aspiració – impulsió amb recirculació. Aquesta és la tecnologia més moderna i eficaç, ja que el camió és capaç d'extreure per filtració aigua dels fangs extrets, i utilitzar aquesta en funció d'impulsió de l'aigua a pressió per netejar. D'aquesta manera, l'aigua és reciclada i es reutilitza per noves neteges, evitant l'ús d'aigua potable, i millorant els rendiments de treball ja que el temps destinat a la recàrrega del compartiment d'aigua neta es minimitza.

En determinades ocasions, com per exemple grans col·lectors, podrà ser necessari utilitzar diversos mètodes de manera conjunta, o bé recórrer a solucions alternatives específiques.

Altres mètodes de neteja existents són la neteja per extracció pneumàtica, la neteja manual per arrossegament i extracció o la neteja per descàrrega d'aigua.

Per altra banda, es recomana disposar de vehicles especials de reduïdes dimensions, que permeten una major maniobrabilitat i una millora dels rendiments. Aquests equips de grandària reduïda són apropiats no només per agilitzar la neteja d'embornals sinó també per la neteja (d'embornals o altres elements de la xarxa de sanejament) de zones amb problemes d'accessibilitat (com cascs antics de les ciutats amb carrers estrets, carrers per als vianants, jardins, etc.).

Recomanacions

Per tenir un correcte coneixement de la xarxa i el seu estat és necessari l'ús d'eines com bases de dades per emmagatzemar les dades referents a la inspecció i neteja i, en la mesura



que es pugui, GIS, que permeten integrar aquesta informació en format gràfic i referenciat. Aquesta informació permet tenir un coneixement exhaustiu de l'estat i el comportament de la xarxa, explotar la informació per tal de planificar, assignar pressupost, fer el seguiment de la planificació, avaluar indicadors de grau de servei, etc.

En qualsevol cas, l'estratègia a utilitzar en cada cas s'establirà en funció de les característiques particulars de l'àmbit d'actuació. Alguns criteris a tenir en compte en aquest procés de decisió són la tipologia, extensió i estat de la xarxa, disponibilitat de dades històriques i mitjans d'inspecció, assignació de pressupost a les tasques de neteja, etc. Com a cas general, l'opció a recomanar inicialment es basa en sectoritzar la xarxa i establir freqüències de neteja variables, basades en la diagnosi de l'estat de la xarxa i/o inspeccions visuals a camp, fent control de tot el procés a través d'indicadors de seguiment.

En xarxes on es disposa de poca informació, es recomana inicialment començar establint una freqüència de neteja determinada i a mesura que es va coneixent la xarxa i els seus elements, anar adaptant la freqüència a les necessitats reals fins a desenvolupar una estratègia avançada.

En la majoria dels casos, qualsevol mesura preventiva que s'adopti no implica prescindir de la necessària neteja del clavegueram, encara que pot contribuir en gran mesura a la disminució de la mateixa i a una millora de l'estat global de la xarxa. En aquest sentit, cal destacar la importància d'impulsar mesures preventives com les que s'enumeren a continuació:

- Mesures de control de sedimentació en origen:
 - o Pràctiques efectives de control de l'erosió per construccions, parcs i jardins a l'àrea de drenatge.
 - o Neteja viària exhaustiva, a través d'escombrat, recollida i/o aspiració dels residus, evitant així l'entrada de pols, sorra, fulles, etc al sistema de clavegueram.
 - o Correcta coordinació dels serveis de neteja viària i de clavegueram.
 - o Incorporació de dispositius de retenció de sòlids:
 - Foses de retenció en capçalera.
 - Foses de sedimentació a la xarxa de clavegueram.
 - Sorrers a parcs, descampats, obres, etc.
 - Embornals amb sorrers laterals.
- Mesures de planificació i disseny de xarxes de clavegueram:



- o Disseny de les canonades de la xarxa amb una velocitat tal que, a cabal mig, siguin auto-rentables.
- o Afavorir la connexió al clavegueram d'embornals en zona de risc diari, de fonts o desguassos intermitents de fonts, de rentats de filtres, piscines, etc., amb l'objectiu de subministrar a la canonada un cabal que contribueixi al seu auto-rentat i manteniment, especialment en època seca.
- Mesures d'explotació i manteniment:
 - o La mateixa neteja a la xarxa és en si mateixa una bona mesura preventiva.
 - o Política exhaustiva de control d'abocaments a la xarxa de clavegueram, amb especial incidència als abocaments il·legals de restos d'obres i efluent industrial.
 - o Ús de la capacitat de decantació dels dipòsits de retenció d'aigües pluvials per evitar resuspensions dels sediments acumulats en la xarxa de clavegueram al buidar un dipòsit. Tot plegat en funció de la facilitat d'extracció des del dipòsit, de les molèsties que pot ocasionar als veïns, etc.

Finalment, destacar la necessitat de gestionar els residus extrets en els treballs de neteja de la xarxa de la manera adequada, segons la legislació vigent en aquesta matèria.

2.5.3.3 Programa de manteniment

El clavegueram cal netejar-lo i també mantenir-lo adequadament. Dins del PIGSS es planteja que com a mínim es tingui en bon estat de conservació aquells punts crítics pel correcte funcionament de la xarxa.

2.5.3.3.1 Objectius

Els principals objectius del programa de manteniment són els següents:

- Mantenir un correcte estat de conservació de la xarxa de sanejament i els elements que la conformen.
- Tenir un coneixement exhaustiu del funcionament de la xarxa.
- Optimització dels costos de manteniment i explotació dels elements de la xarxa de clavegueram i de les estacions depuradores.
- Protecció del medi receptor i de les infraestructures urbanes de sanejament, xarxa i depuradores, evitant les infiltracions d'aigües blanques al sistema (incrementen els



costos d'explotació de la EDAR) i les ex-filtracions d'aigües residuals (contaminen el nivell freàtic).

2.5.3.3.2 *Desenvolupament del Pla*

S'ha de desenvolupar una rutina de manteniment que inclogui manuals de funcionament dels elements de la xarxa. El programa ha de centrar-se en el manteniment preventiu per evitar trencaments en els moments crítics o períodes de fortes pluges.

Pel manteniment en casos d'emergència s'ha d'acordar un llistat dels punts crítics del sistema de sanejament. Aquests elements són aquells que afecten al correcte funcionament del clavegueram condicionant els volums i les càrregues contaminants en els DSS. Cal detectar i conèixer les estructures reguladores, comportes, bombaments, sobreexidors i altres elements singulars. Aquest llistat ha de portar annexat una fitxa de cada element amb les característiques més importants. Ha d'existir un protocol per actuar en cas d'emergència.

S'ha d'establir uns calendaris i procediments per inspeccionar els elements crítics segons s'ha descrit en l'apartat anterior del programa de neteja. S'ha de guardar el registre d'inspeccions, d'incidències i de substitucions d'elements/materials per actualitzar les procediments i plantejar millores quan calgui. Per exemple, una inspecció ha d'identificar quan hi ha sobreeximents, si hi ha sedimentació acumulada que cal netejar per preparar el sistema per la propera pluja, o, en temps sec, control d'elements de bombament i monitorització, sedimentació excessiva, infiltracions/ filtracions, deteriorament estructural de les canonades que necessitin ser reparades, etc.

2.5.3.3.3 *Recomanacions*

Les inspeccions periòdiques, el manteniment regular, reparacions oportunes de les instal·lacions, incloent comportes, bombaments, etc. ajuden a millorar la relació cost-efectivitat en el control dels DSS. L'eliminació dels sediments i obstruccions en general ajuden a millorar la capacitat d'emmagatzematge del sistema i en episodis de pluja es podrà augmentar el volum a tractar en l'EDAR.

2.5.3.3.4 *Consideracions generals*

Una organització efectiva del Programa de neteja i manteniment, l'assignació de recursos i personal suficient i de l'equipament necessari per les inspeccions i una freqüència adequada i les reparacions necessàries necessiten d'un pressupost adequat, per això és important desenvolupar-lo d'una manera coherent i optimitzada.

La implementació del Pla de neteja i manteniment preventiu i correctiu de la xarxa de sanejament permet obtenir bons resultats en la reducció del número d'intervencions per



emergències i millora la qualitat del servei ja que evita les reclamacions per obstruccions i redueix el volum de sediments (amb la seva contaminació associada) abocat al medi receptor. La detecció de residus acumulats en punts crítics permet millorar la capacitat hidràulica dels col·lectors per augment de la secció hidràulica, reduir els problemes per corrosió per supressió de les fonts generadores d'àcid sulfhídric i finalment prolongar la vida útil dels tubs.

2.5.3.4 Programa d' operació.

L'explotació i operació de sistemes de clavegueram/sanejament ha evolucionat en els darrers anys des d'un conjunt d'elements que operen de manera pràcticament natural o sense control especial, fins a sistemes de control en temps real cada cop més sofisticats, recolzats en elements d'adquisició de dades, reguladors com estacions de bombament , comportes o vàlvules, telecontrol i modelització del comportament del sistema, entre altres. El sistema de sanejament està format per un conjunt important d'elements de captació, emmagatzematge, transport, tractament i descàrrega de les aigües residuals i pluvials, que ha d'operar davant de situacions molt diverses, des de condicions de temps sec, passant per situacions de pluges habituals que no generen dificultats , intermitges que poden provocar disfuncionalitats i molèsties d'impacte contaminant al medi receptor, fins a situacions extremes poc freqüents que poden provocar danys a les persones, els seus béns o a la infraestructura urbana.

Per a una explotació integral dels sistemes de sanejament es requereix un conjunt d'instal·lacions, components i equipaments: xarxes domiciliàries privades, xarxa de clavegueram pública, interceptor d'aigües residuals (xarxa sanejament en alta), EDAR, elements de captació, infiltració i regulació; instal·lacions de regulació, sistemes d'informació i control, i equipaments auxiliars.

Tot i que el sistema està format per elements molt diversos, en molts casos dissenyats i construïts per diferents institucions, l'operació eficient i eficaç del sistema requereix que es consideri com un tot i es tingui una operació i explotació coordinada i integrada.

En el programa d'operació s'haurà de plantejar que es farà dins l'operació del clavegueram municipal, que es farà dins l'operació de l'EDAR i els seus interceptor d'aigües residuals, i com es plantejarà l'operació integrada, ja que per exemple els tancs de tempesta que es construeixin no podran buidar-se cap a l'EDAR, fins que aquesta ho admeti, i es possible que tot el que s'emmagatzemi als tancs de tempesta no pugui anar a l'EDAR, i s'hagi d'enviar al medi receptor previ tractament en el propi tanc, tenint present que per exemple



en sistemes que afecten a platges caldrà estudiar molt bé quina es la millor estratègia per buidar del tanc el que no pugui a anar a la EDAR, per la incidència negativa que pot tenir a les aigües de bany un cop s'ha acabat la pluja.

2.5.3.5 Programa de renovació

2.5.3.5.1 Plantejament general

A partir del diagnòstic de l'estat explicat a 2.3 serà necessari planificar les actuacions de renovació i rehabilitació de la xarxa i en general del sistema de sanejament atenent al seu estat tècnic i operatiu, i al seu grau d'obsolescència.

Avui en dia es aconsellable fer-ho amb el suport d'un sistema avançat de gestió d'actius que ens ajudi a decidir on, quan i com, fer una actuació de renovació d'un tram de la xarxa.

Caldrà identificar clarament les actuacions molt urgents, ja que hauran de ser executades en 3 anys, a partir de la finalització del **PIGSS bàsic**. A més caldrà identificar també les actuacions importants, que hauran de ser executades en 10 anys. La resta hauran de planificar-se però sense establir un termini concret d'execució, que dependrà de l'evolució del seu estat de salut.

2.5.3.5.2 Mesures per la reducció de la infiltració a les xarxes de sanejament

Per la seva importància es dedica un apartat a algunes de les mesures de renovació/rehabilitació de la xarxa, com son les destinades a la reducció de la infiltració a les xarxes de sanejament.

Es denomina aigua d'infiltració l'aigua del subsòl que penetra en una xarxa de clavegueram, fonamentalment a través de conduccions defectuoses, junts de canonades, connexions i parets dels pous de registre. En ocasions, les aigües que s'infilten poden procedir directament d'aigües superficials, en conduccions molt pròximes a rius, sobretot en èpoques de nivells alts, o d'aigües marines, en èpoques de mareas altes significatives. Els problemes fonamentals que generen les aigües d'infiltració són:

- Redueixen la capacitat hidràulica de les infraestructures de la xarxa de sanejament per transportar aigües residuals.
- En temps de pluja generen sobrecàrregues de les conduccions del clavegueram.
- Alteren el funcionament de les depuradores d'aigües residuals, reduint-ne l'eficiència, i la capacitat d'admetre aigües de pluja.



- Redueixen la vida útil de les infraestructures del sistema.
- Generen la necessitat de realitzar ampliacions en tots aquells elements el dimensionament dels quals és essencialment hidràulic: clavegueres, estacions de bombament i dipòsits de tempestes.
- Augmenten els costos d'operació i manteniment. Augmenten les necessitats energètiques i de manteniment en els bombaments i en les EDAR.

La infiltració és permanent durant les vint-i-quatre hores del dia i sol variar al llarg de l'any d'acord amb l'altura del nivell freàtic per damunt de les clavegueres. El seu valor es pot estimar restant la component del cabal en vint-i-quatre hores d'origen domèstic i industrial, del cabal total en vint-i-quatre hores durant períodes de temps sec. Les taxes d'infiltració solen estimar-se, generalment, a partir dels cabals mesurats a la xarxa durant la matinada, quan el consum d'aigua és mínim i el cabal circulat està constituït bàsicament per infiltració. Un programa de mesures per reduir la infiltració es pot estructurar en tres fases:

- Anàlisi de fonts u origen de les infiltracions.
- Avaluació d'un anàlisi cost-benefici per valorar la viabilitat de les reparacions o modificacions necessàries.
- Rehabilitació dels elements de la xarxa de clavegueram que ho requereixin.

2.5.3.6 Programa d'actuacions de preparació davant d'un episodi de pluja

Aquí es poden plantejar diverses mesures per ajudar a que el sistema estigui més preparat davant d'un episodi de pluja, i els seus DSS impactin menys en el medi receptor.

En aquest sentit es poden proposar les següents actuacions:

- Neteja viària i de zones verdes: els residus i materials presents en els carrers es poden eliminar gràcies a la neteja mecànica o manual del carrer o mitjançant el baldeig dels carrers, idealment realitzat amb aigua regenerada o aigua subterrània no potable, durant els períodes de temps sec. La neteja freqüent dels carrers en àrees crítiques pot ser necessària per tal de reduir els flotants presents en els DSS.
- Reforç de la neteja dels sistemes de sanejament després de períodes secs prolongats per tal d'evitar la resuspensió de sediments en temps de pluja.
- Buidat dels sediments presents en els tancs de tempesta abans que es produeixi una pluja que en pugui produir la resuspensió.
- Neteja especial dels tamisos/reixes dels sobreeixidors abans que es produeixi una pluja



2.5.3.7 Programa de monitorització

Pel que fa a les actuacions de monitorització, fins ara, els operadors l'han realitzat, com a molt a nivell bàsic, dels desbordaments en temps de pluja, basat principalment en la mesura del nombre i durada dels esdeveniments de desbordament del sistema de sanejament al medi receptor. Tot i això, avui en dia existeix la consciència que, per realitzar una correcta gestió en temps de pluja dels sistemes de sanejament, és essencial una monitorització adequada dels paràmetres de quantitat i qualitat en els col·lectors i els seus desbordaments.

En aquest sentit, el RD 665/2023 introdueix nous i majors requisits de monitorització dels desbordaments, exigències que queden exposades en l'article 259 quarter i en l'apartat 8 de la norma tècnica bàsica, centrant-se les seves principals novetats en:

- **Exigències en el control quantitatiu:** Ja no només és necessari monitoritzar el nombre i el temps de durada dels esdeveniments, com es venia realitzant fins ara, sinó que s'està obligat a facilitar un volum associat a cada esdeveniment de desbordament. Això implicarà l'adaptació dels equips existents o la instal·lació de nous equips de sensorització que de forma directa o indirecta aportin dades de cabal desbordat per a ser posteriorment traduït a volum.
- **Exigències en el control de qualitat:** Aquesta és la principal novetat introduïda pel RD 665/2023, ja que serà necessària la instal·lació de mesuradors en continu o presa de mostres puntuals de l'abocament durant els episodis de precipitació que, almenys, aportin dades de pH, conductivitat i terbolesa, podent-se estimar els sòlids en suspensió a partir d'aquest últim paràmetre. A diferència de la monitorització en quantitat, la pràctica absència d'aquests equips de qualitat en els desbordaments existents comportarà una forta inversió en el seu estudi i implantació durant els pròxims anys al país.

Tots dos controls, quantitat i qualitat, hauran de disposar-se en els elements més representatius del sistema de sanejament, podent-se recolzar en les modelitzacions hidrològic-hidràuliques en el cas de proposar-se una mesura indirecta a l'ACA.

Cal afegir a més, que a part d'aquest programa de monitorització, caldrà fer un esforç important de pressa de dades fenomenològiques al principi del PIGSS per tal de poder calibrar els models matemàtics. En l'apartat 2.9 es desenvolupa amb detall aquest aspecte.

Els Programes d'inspecció, neteja i manteniment i monitorització s'hauran d'haver impulsat amb les licitacions corresponents, com a màxim 3 anys després de l'entrega del PIGSS bàsic, tal como estableix el RD 665/2023.



2.5.4 Mesures per optimitzar l'ús de les infraestructures existents, inclosos els sistemes col·lectors, els volums emmagatzemats i les depuradores.

Per una protecció adequada del medi receptor és fonamental optimitzar el funcionament de tot el sistema de sanejament, maximitzant el cabal enviat a la depuradora en episodis de pluja per reduir la magnitud i la freqüència dels DSS.

Hi ha un seguit de mesures que es poden plantejar:

- Determinar la capacitat dels interceptors i de les estacions de bombament que porten aigua a la EDAR. Comprovar l'explotació dels elements, com se'ls fa funcionar, i que treballant a la màxima capacitat funciona correctament.
- Analitzar dades històriques en episodis de pluja i en períodes secs per comparar i extreure relacions.
- Comparar els cabals circulants en l'actualitat amb la capacitat màxima de disseny de les instal·lacions. Determinar la capacitat individual de cada element i comprovar si hi ha un excés de capacitat en algun punt.
- Comprovar la capacitat d'absorbir més cabal i càrrega en temps de pluja per part dels elements existents complint els límits d'abocament.
- Comprovar si existeixen elements no operatius que es puguin utilitzar per emmagatzemar aigua.

En qualsevol cas, serà essencial tenir un control en temps real integrat del sistema de sanejament, coordinant els sistemes, habitualment fragmentats i no del tot coordinats, d'operació en temps real del clavegueram i el de l'EDAR. Donat que en molts casos només existirà el sistema de control en temps real de l'EDAR, serà important d'implementar i afegir-hi un sistema de control en temps real del clavegueram, al menys en aglomeracions importants.

Aquest sistema de control en temps real integrat no sols servirà per optimitzar el funcionament del sistema de sanejament actual, si no també el futur, amb totes les seves ampliacions i millores, per exemple derivades de l'apartat següent.



2.5.5 Altres mesures addicionals, incloses, si escau, l'adaptació i millora de les infraestructures de recollida, emmagatzematge i tractament de les aigües residuals urbanes existents o la creació de noves infraestructures prioritzant els SUDS

Dintre d'aquestes actuacions hi entrarien moltes de les actuacions plantejades a 2.5.1 en tot el sistema de sanejament integral, començant aigües amunt de la xarxa i acabant al medi receptor.

Entre les actuacions caldrà analitzar també les possibilitats reals d'ampliació en alguns casos dels tractaments primaris de les EDAR's existents, per tenir la possibilitat de depurar més aigües pluvials a nivell de tractament primari.

Cal remarcar que enviar més cabal a la EDAR, a través de les actuacions plantejades a 2.5.3 i 2.5.4, permet reduir els abocaments al medi, especialment interessant com més sensible és aquest. Per tal de maximitzar el cabal tractat en depuradora en temps de pluja cal analitzar la capacitat dels interceptors i de la EDAR comparant els cabals circulants en temps sec i la capacitat màxima del sistema, analitzant quin cabal extra es pot tractar i valorant la necessitat o no de futures ampliacions. Actuacions típiques a realitzar inclouen recreixements dels llavis de sobreeixidors cap al medi receptor, o ampliacions de la capacitat de les estacions de bombament, actuacions que amb costos relativament baixos aconseguirien reduccions significatives dels volums d'aigua abocats al medi receptor sense tractament.

Cal remarcar que el tractament primari necessari, segons estableix el RD 665/2023, per als sobreeiximents de les xarxes unitàries en temps de pluja es pot dur a terme mitjançant un procés físic o fisicoquímic que inclogui la sedimentació de sòlids en suspensió, o altres processos en què la DBO₅ de la mescla de les aigües residuals i escurriments urbans que hi arribin es redueixi, almenys, en un 20%, abans del sobreeiximent, i el total de sòlids en suspensió es redueixi, almenys, en un 50%.

Un tanc de tempestes és vàlid com a tractament primari si compleix les seves funcions de decantació i tamisat dels excedents. En el projecte s'haurà d'indicar quin és el llindar a partir del qual es poden vessar cabals per considerar-se que estan tractats per decantació. Per tant, es pot considerar com a tractament primari el que les aigües reben en un tanc de tempestes si aquestes es mantenen retingudes en aquest el temps suficient per decantar amb els rendiments exigits anteriorment, els mateixos establerts en la Directiva europea de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa). Així, si es dimensionen els tancs de tempestes amb criteris de decantació primària, tota l'aigua sobreeixida és aigua tractada.



Pel que fa als sobreiximents de pluvials de les xarxes separatives, es considera segons les directrius del MITERD sobre el RD 665/2023, que aquestes aigües pluvials han rebut un tractament adequat quan, com a mínim, s'eliminin els sòlids gruixuts i els flotants. Per a això, com a mínim, s'haurà de garantir l'eliminació de partícules decantables iguals o superiors a 10 mm i emprar tamisos, o un altre tipus de reixes, amb un pas igual o inferior a 10 mm. Aquelles bones pràctiques en la gestió i conservació de les xarxes pluvials, com ara la derivació de les primeres aigües als sistemes unitaris, una neteja viària recurrent, la instal·lació de SUDS en origen, etc., que demostrin igualar o superar els requisits de sòlids i flotants anteriorment indicats, podran ser acceptades per l'ACA com a tractament adequat dels desbordaments de pluvials.

2.6 Metodologia per al càlcul d'actuacions en temps sec

2.6.1 Definició de l'objectiu

L'objectiu en aquesta tasca és comprovar que en les condicions habituals de funcionament del sistema de sanejament (en absència de pluja), el sistema és capaç de tractar totes les aigües residuals generades actualment i en els pròxims anys. En cas que es comprovi que no és factible, s'hauran de definir les actuacions necessàries per assegurar que es compleix.

2.6.2 Creació del model

Per al càlcul d'actuacions en temps sec, és suficient fer un model hidràulic sense necessitat de modelitzar la qualitat de les aigües residuals.

A part de les dades de l'aixecament de la xarxa esmentades anteriorment, les dades bàsiques necessàries per a la creació del model de residuals són:

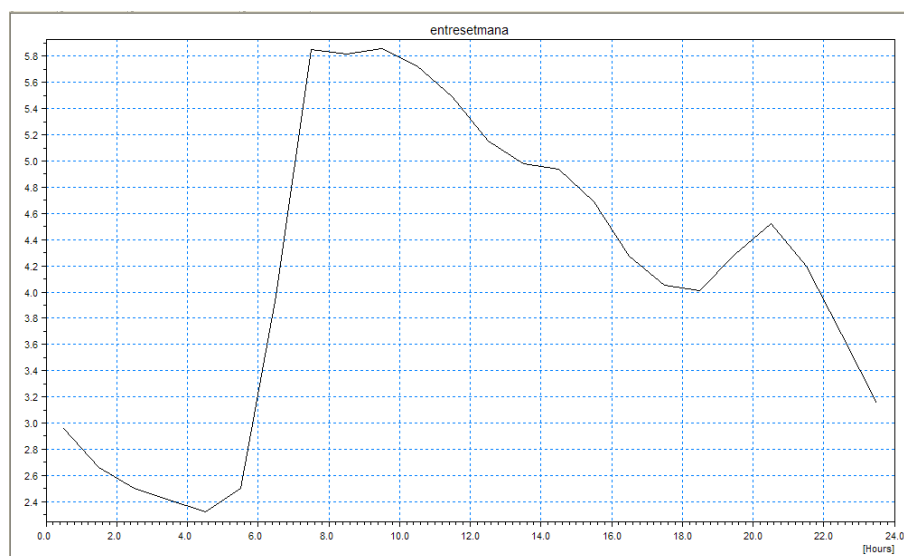
- Distinció de zones en diferents tipologies segons la seva caracterització de les aigües residuals. Així per exemple, típicament es solen diferenciar en residencial densa, residencial poc densa, zona industrial i zona rural - boscos.
- Població (usuaris) o densitat a cada zona. És important tenir en compte que els sistemes de sanejament de municipis molt turístics, la població pot variar enormement entre estiu i hivern i aquesta variació s'ha de tenir en consideració en el model, simulant per exemple el cas més desfavorable per a la diagnosi i la prognosi.
- Dotació: cabal mig d'aigua per habitant. Es sol calcular a partir de les dades de consum d'aigua proporcionades per la companyia d'aigües. El volum d'aigua residual és igual



al volum registrat menys les pèrdues per regs, consum humà, etc. La dotació és molt variable en funció dels municipis i també segons les diferents zones definides anteriorment. També es podria valorar a partir de les dades d'entrada de la EDAR.

- Dades mesurades de consums per grans comerços i indústries
- Gràfic de distribució de consum diari, setmanal i anual: S'han d'analitzar els gràfics de consum i de tractament d'aigua diaris, setmanals i anuals, per veure les variacions que es produeixen i tenir-les en compte en el model.
- Dades d'estacions de bombament: En els sistemes amb estacions de bombament (sobretot si aquestes estan situades en els interceptors) les dades de funcionament d'aquests bombaments són bàsiques per poder modelitzar correctament el sistema en temps sec.
- Dades de ratis d'infiltració – exfiltració, tenint en consideració que aquestes poden variar significativament segons l'època de l'any.
- En xarxes separatives, de diàmetres petits o en xarxes de clavegueram i sanejament en alta amb poc pendent de tubs, dades de grau de sedimentació (es poden obtenir d'inspeccions visuals o per CCTV). En aquests casos, les sedimentacions poden provocar obstruccions o disminuir radicalment les seccions per al pas de l'aigua de manera que si no es tenen en compte, els resultats del model poden ser completament erronis.

Figura 2.6: Exemple típic de variació diària de cabals residuals en un dia laborable.



Com ja s'ha dit, abans de passar al calibratge i validació del model s'han de fer alguns tests senzills per comprovar l'estabilitat del model. En el cas d'un model en temps sec, el test consistiria en simular un dia complet i comprovar que el balanç de volums no varia en més d'un 10 % i que no hi ha oscil·lacions en els gràfics de nivells i cabals a diferents nodes del model.

2.6.3 Calibratge i validació

El calibratge del model en temps sec consisteix en ajustar el volums i cabals diaris amb els modelitzats en el model.

En temps sec es tenen moltes dades de cabals a la depuradora que es poden utilitzar per calibrar el model, així el que es farà primer és ajustar les dotacions fins que el volum d'aigua diari s'ajusti entre el real i el modelitzat, per acte seguit modificar el perfil diari de cabals fins ajustar els cabals màxims diaris.

Com es comentava en l'anterior apartat, les dades de funcionament habitual dels bombaments són bàsiques per poder aconseguir un bon ajust. Altres problemes que es poden trobar que ens dificultin les tasques de calibratge i validació és la infiltració o exfiltració d'aigües. La identificació d'aquests problemes es pot fer analitzant canvis en els patrons de les dades mesurades en llargues series temporals quan aquests canvis no es justifiquen per un augment o disminució de població ajudats per inspeccions de les xarxes.

El criteri genèric perquè un model sigui conforme en temps sec seria:

1. Comprovar que els temps de pics i valls modelitzats i mesurats no varien en més d'una hora.
2. Els cabals màxims haurien d'estar en un rang de $\pm 10\%$
3. El volum hauria d'estar en un rang de $\pm 10\%$

2.6.4 Optimització

L'explotació del model per al càlcul de les actuacions en temps sec, no requereix de la simulació de llargues series temporals. Sol ser suficient la simulació de 36 hores aproximadament, per la qual cosa, a no ser que la xarxa sigui molt extensa i de gran complexitat no es sol requerir llargs temps de càlcul. Així doncs, en general no es recomanaria l'optimització del model per aquesta tasca.

En tot cas, si interessés fer aquesta optimització igualment, s'hauria de mantenir la precisió del model a la zona de l'interceptor i sobreeixidors i es podria simplificar el model a la zona més aigües amunt agrupant conques i simplificant trams i pous. Un cop optimitzat el model,



s'hauran de comparar els resultats del model optimitzat amb el del model original per garantir que no hi ha pèrdua de qualitat en els resultats obtinguts.

2.6.5 Diagnosi

La diagnosi consisteix en estudiar el funcionament actual del sistema de sanejament en temps sec.

Per això cal definir les pitjors condicions actuals de funcionament del sistema, és a dir, buscar l'època de l'any en que els cabals són majors, i comprovar que sota aquestes condicions, el sistema de sanejament és capaç de tractar el 100 % de les aigües residuals generades sense que es produeixin abocaments al medi.

En general els explotadors de les EDARS ja saben per experiència si tenen prou capacitat de tractament i aquesta fase és una comprovació del que ja se sap.

2.6.6 Càlcul d'actuacions (prognosi)

En el cas que la diagnosi hagi donat que el sistema actual no té prou capacitat per tractar el 100 % de les aigües residuals, el primer que es farà en aquesta fase és planificar les actuacions per garantir el tractament d'aquestes aigües residuals, i aquestes actuacions tindran un caràcter prioritari davant de qualsevol altra actuació del PIGSS.

A continuació es modificarà el model de diagnosi per crear el de prognosi, amb les condicions futures del sanejament. Això inclou els canvis de població i de creixement urbanístic previst així com les millores en el sanejament que estiguin planificades per l'ACA o previstes pel gestor de l'EDAR.

L'horitzó futur serà el previst en el Pla d'Ordenació Urbana Municipal (POUM) dels municipis sanejats i que sol ser entre 20 i 30 anys i els creixements urbanístics i poblacionals els previstos en aquest Pla. En cas que no existeixi POUM es considerarà l'horitzó de 25 anys i els creixements s'estimaran amb el millor criteri tècnic.

Amb aquestes condicions es comprovarà si el sistema de sanejament actual, amb les millores previstes per l'ACA i pel gestor de l'EDAR, té prou capacitat per tractar les aigües residuals que es generaran en els pròxims anys, i si no és així es planificaran les actuacions necessàries per garantir-ho.

Les actuacions més habituals per augmentar la capacitat de tractament en temps sec van des de petites actuacions com aixecaments de cotes de sobreexidors o augments de capacitat d'estacions de bombament, fins a actuacions de major envergadura i cost com són augment de capacitat d'interceptors o d'EDARS.



2.7 Metodologia per al càlcul d'actuacions anti-inundacions

2.7.1 Introducció

En un principi els objectius de protecció de les inundacions urbanes tenen poca relació amb els objectius de protecció ambiental, però és indubtable que les actuacions per assolir ambdós objectius es fan sobre la mateixa xarxa de sanejament, de manera que les actuacions que es facin per resoldre una problemàtica tenen una influència i un impacte en l'altra.

És per això que es demana aprofitar la redacció dels PIGSS per estudiar les actuacions de prevenció de les inundacions urbanes i la seva interacció amb els DSS, només en els eixos principals (mínim un 25 % de la xarxa), recomanant fer l'anàlisi de tota la xarxa dins del **PIGSS detallat**. Es tracta de no invalidar els estudis anti-DSS si després com a conseqüència d'actuacions anti-inundacions canvia radicalment el funcionament del clavegueram. Fins i tot es podrà donar el cas, que una determinada actuació anti-inundació, per exemple un dipòsit de retenció, pugui col·laborar a aconseguir els objectius de reducció del impacte contaminant dels DSS, que després s'explicaran.

En qualsevol cas, si es decideix d'entrada fer el **PIGSS detallat**, l'obligació de construir les actuacions anti-DSS en 10 anys per complir l'objectiu marcat per la NTB i el RD 665/2023, només aplicarà a les actuacions anti-inundacions que siguin necessàries per complir aquest objectiu ambiental.

2.7.2 Definició de l'objectiu

No és viable dissenyar una xarxa de sanejament perquè mai hi hagi inundacions, s'ha de marcar un criteri de seguretat de manera que es garanteixi que fins que no s'assoleix aquest criteri no hi ha inundacions. La forma més comuna de fer-ho és mitjançant l'elecció d'una pluja d'un cert període de retorn (T).

Es diu que una pluja és de T anys de període de retorn quan de mitja es produeix un episodi de pluja igual o superior a aquest cada T anys.

Actualment no existeix cap tipus de legislació estatal sobre el període de retorn a considerar en el disseny de xarxes de clavegueram i sanejament en alta, de manera que correspon al propi municipi l'elecció del període de retorn pel qual es vol protegir.

Per a l'elecció del període de retorn convé tenir en compte els següents factors:

- Homogeneïtat en la seguretat de la xarxa: és altament recomanable que tota la xarxa tingui un període de retorn similar. L'elecció de períodes de retorn diferents segons la zona de la ciutat provocaria que unes zones de la ciutat s'inundessin molt més



freqüentment, i es donaria la sensació a la població que s'afavoreixen més uns barris davant d'altres.

- **Economia:** És evident des d'un punt de vista de seguretat, que quan major sigui el període de retorn millor. No obstant, majors períodes de retorn porten associats majors costos de construcció, de manera que per escollir el T, s'haurien de tenir en compte els costos associats a la inundació dels carrers un cop cada T anys i comparar-los amb els costos associats a la construcció d'una xarxa de major capacitat.

Dels factors anteriors es desprèn que l'elecció de T hauria de ser el resultat d'un anàlisi d'optimització econòmic que tingués en compte els possibles danys associats amb les inversions necessàries per evitar-los. Com aquests anàlisis no són senzills, a la pràctica es fa servir el valor habitual de 10 anys de període de retorn, malgrat que a vegades s'especifiquen valors superiors (a València per exemple és de 25 anys) o inferiors (entre 5 i 10 anys).

La única normativa referent al tema a Espanya és la UNE-EN 752-4 on es recomanen els períodes de protecció descrits a la següent taula:

Taula 2.2: Períodes de retorn recomanats segons la normativa UNE-EN 752-4.

Tipus de zona	Període de retorn Sense sobrecàrrega a la xarxa	Període de retorn Sense inundacions
Àrees rurals	1	10
Àrees residencials (suburbanes)	2	20
Centres de ciutat, zones industrials i àrees comercials:		
• Amb control d'inundació (amb risc d'inundació conegut)	2	30
• Sense control d'inundació (sense risc d'inundació conegut)	5	-
Passos inferiors, metro, etc.	10	50

Així doncs, en base a les recomanacions aquí expressades, l'Administració Actuant haurà de definir de forma consensuada amb els municipis el període de retorn de protecció contra inundacions. En general, en hidrologia urbana, es treballa amb períodes de retorn de 10 anys.



A nivell de rius o rieres que travessen el municipi endegats, cal considerar períodes de retorn majors, per estar del costat de la seguretat tant en cabals com en nivells de l'aigua, ja que són condicions de contorn pel clavegueram.

2.7.3 Creació del model

Per a la creació del model per l'estudi de les inundacions es partirà del model complet generat per les aigües residuals i es completarà amb la següent informació:

- Distinció de zones amb diferents tipologies de terreny, segons les seves característiques drenants i d'impermeabilitat: zones rurals, zones verdes, zones residencials poc denses, zones urbanes, etc. Les característiques a definir per aquests terrenys són principalment paràmetres de pèrdues (impermeabilitats, emmagatzematge superficial, etc.). Els paràmetres específics necessaris dependran del model d'escorriment escollit pel modelitzador.
- Informació de les conques hidrològiques generals i delimitació de les subconques vessants, considerant el seu punt d'entrada a la xarxa de sanejament tenint en consideració els elements de captació existents i les tipologies de terreny predefinides.
- Dades de funcionament dels actuadors del sistema en temps de pluja (sobretot bombaments, però en cas de que existeixin també s'han de considerar moviments de comporta, vàlvules, etc.).
- Identificació de punts connectats a la xarxa que es troben a cota inferior que els pous. Aquests punt s'han d'identificar i ficar en el model doncs seran els primers llocs per on es produiran inundacions. Típicament poden ser soterranis connectats a la xarxa, o embornals que drenen un punt baix, etc.
- Dades de condició de contorn: En alguns sistemes, aquestes condicions de contorn poden tenir gran influència en les condicions de funcionament de la xarxa de sanejament. És important identificar quines tenen influència a cada sistema de sanejament i considerar-les correctament. Alguns exemples de condicions de contorn són els nivells de desguàs a riu o mar (que poden restringir les sortides del sistema), cabals provinents de fora del sistema (cabals de regadiu o infiltracions que entren al sistema), etc.
- Camins preferencials de l'aigua superficial, recorreguts de les inundacions i punts baixos superficials: S'han de tenir ben identificats i modelitzats aquestes camins i punts baixos per dos motius principals:



- o En sistemes amb pocs punts d'entrada de l'aigua al sistema (pocs embornals) hi ha un cert percentatge d'aigua pluvial que escorre superficialment per aquests camins, podent provocar inundacions en punts baixos, no per manca de capacitat del sistema, sinó per manca de punts d'entrada.
- o En sistemes amb poca capacitat, els punts de sortida d'aigua de la xarxa poden no coincidir amb punts d'inundació. Aquestes aigües també escorreran superficialment fins a acumular-se en els punts baixos provocant inundacions en aquests punts.
- Dades d'infiltracions, temps sec, sedimentacions, etc. poden ser necessàries, o per contra es poden simplificar i no considerar en el model en funció de la seva influència en l'estudi d'inundacions del sistema. Davant del dubte, pot ser convenient fer un estudi de sensibilitat i veure com poden influir aquests paràmetres en els resultats finals del model.

Com es deia en apartats anteriors, al final de la fase de creació del model s'han de fer alguns tests d'inestabilitat. En un model d'inundacions, aquests tests poden consistir en la simulació de tres pluges tipus (una real o inventada amb dos pics, una d'un any de període de retorn i una de 10 anys) i comprovar que el balanç de volums és inferior al 10% i que les sèries de cabals i nivells a diferents punts del sistema no presenten oscil·lacions rares.

Cal considerar les possibles afeccions del canvi climàtic que provocarà una pujada del nivell del mar i increment de les intensitats de precipitació.

2.7.4 Calibratge i validació

El calibratge del model en temps de pluja consisteix en ajustar els cabals o nivells mesurats durant els episodis monitoritzats (veure apartat 2.9) amb els simulats en el model.

També forma part del calibratge del model, recollir l'experiència de tècnics municipals i habitants de la zona d'estudi que poden donar informació històrica molt valuosa de les zones que s'inunden amb freqüència i que s'haurien de poder reproduir amb el model, ja sigui utilitzant les dades pluviomètriques reals mesurades, o aproximant la pluja de període de retorn que provoca les inundacions descrites.

En general els passos a seguir en un procés de calibratge i validació són:

- Comprovació de les dades de les campanyes de monitorització:
- Calibratge i validació del model a partir de les campanyes de monitorització.
- Verificació amb dades d'inundacions històriques.



- Conformitat del model per estimar les inundacions d'un sistema.

2.7.4.1 Comprovació de les dades de les campanyes

Abans d'utilitzar les dades de nivells / cabals pel calibratge dels models, aquestes s'han de revisar i fer algunes comprovacions generals com poden ser per exemple, comparar valors entre estacions similars en un mateix episodi, o correlacions de volums mesurats en episodis diferents. Aquestes senzilles comprovacions han de servir per confirmar que les dades han estat correctament mesurades i que poden ser vàlides per ser utilitzades en el calibratge i validació.

A l'apartat 2.9, es donen uns certs criteris generals per validar que una campanya de monitorització és vàlida per poder utilitzar les dades en el calibratge de models.

2.7.4.2 Calibratge i validació del model a partir de les campanyes de monitorització.

El següent pas, consisteix en modificar alguns paràmetres del model per ajustar les dades mesurades amb les modelitzades. De nou aquí es donen algunes pautes genèriques sobre com fer aquesta tasca, però ha de ser el criteri expert del modelitzador el que en funció de la problemàtica detectada en el seu model actuï en conseqüència.

En general la fase de calibratge es farà amb dos episodis de pluja i un cop ajustats els paràmetres del model es validarà amb un tercer episodi.

A l'igual que en el calibratge en temps sec, el primer que es farà, serà ajustar els volums d'aigua que circulen per la xarxa modificant principalment paràmetres de pèrdues dels terrenys fins un rang de valors lògics, i posteriorment ajustant el percentatge d'escorriment que entra a la xarxa i el que circula en superfície. Un cop es té el volum ajustat, es busca l'ajust dels pics de cabals o de nivell, modificant paràmetres que afectin als temps de concentració de les conques principalment.

Els criteris general per validar un model es presenten a continuació. En general s'ha de comparar la forma dels gràfics de nivell i cabal dels diferents punts mesurats, i s'ha de comprovar que els observats i els modelitzats són similars tant en forma com en magnitud fins que aquests tornen als valors lògics de temps sec. Addicionalment, per dos dels tres episodis (sent un d'ells l'episodi de validació) es comprovarà que:

- Els temps en que es produeixen els pics són similars oscil·lant entre un ± 25 % de la duració de l'episodi.
- Els pics de cabal / nivell significatius es troben en un rang entre +30 % i -15 %
- Els volums de cabal es troben en un rang entre +20 % i -10 %.



Com ja s'ha comentat en altres apartats, aquests són criteris generals. La idea important aquí, és que és millor que el model sobreestimi els cabals, nivells i volums, abans que infravalorar-los, doncs això garantirà que els resultats del model es troben del costat de la seguretat.

2.7.4.3 Verificació amb dades d'inundacions històriques.

Les dades recollides d'inundacions històriques també s'utilitzaran per verificar la bondat del model. S'ha d'investigar tota aquella informació disponible referent a salts de tapes, serveis d'emergència per finques inundades, etc.

És important recalcar que el calibratge fet a partir de campanyes de monitorització permetrà justificar que el model està ben ajustat per aquesta tipologia de pluges mesurades, però que difícilment, entre els episodis monitoritzats n'hi haurà cap que hagi provocat inundacions. És per això que aquesta fase del calibratge és important, doncs l'objectiu del model és assegurar que es comporta de forma similar a la realitat en episodis de pluges significatius.

En els casos en que es tinguin registres històrics de pluviometria, s'utilitzaran aquestes dades reals. Quan no es tinguin, i segons la freqüència en que es doni cada episodi d'inundació, es comprovarà que el model és capaç de reproduir els punts d'inundació per pluges sintètiques de 1, 5 i 10 anys de període de retorn.

La verificació consistirà en comparar les prediccions del model amb els informes d'inundacions històriques es tinguin. Totes les inundacions històriques han de ser reproduïdes pel model en la seva ubicació, la seva gravetat i freqüència. De la mateixa manera, qualsevol inundació prevista en el model (sobretot per períodes de retorn baixos, és a dir, les que s'haurien de donar amb certa freqüència) s'haurà d'investigar si hi ha constància de que es produeix a la realitat.

Qualsevol discrepància entre el model i les dades reals d'inundacions històriques s'haurà d'investigar per comprovar si hi ha qualsevol error en les dades d'entrada del model i així poder arreglar-lo.

2.7.4.4 Conformitat del model per estimar inundacions

Quan els criteris anteriorment descrits es compleixin, es podrà garantir que el model és conforme per estimar les inundacions actuals (fer la diagnosi) i estudiar les actuacions necessàries per evitar-les (prognosis).

De totes maneres, com ja s'ha dit en repetides ocasions, els criteris de validació dels models presentats en aquest document han de servir de valors guia i ha de ser el criteri expert del modelitzador que justifiqui si el model és vàlid per fer la diagnosi i prognosis. Podria passar que el model sobreestimés cabals, nivells i volums molt per sobre dels valors recomanats, però que tot i això, no hi hagi inundacions, o hi ha petites inundacions que es resolen amb



actuacions de baix cost que no justifiquen més costos en campanyes de monitorització i calibratge del model.

En qualsevol cas, com ja s'ha dit, dins del PIGSS hi haurà un apartat de calibratge, on es detallin les tasques realitzades, es presentin els gràfics comparatius i els rangs pels diferents paràmetres, i es justifiquin les causes o les hipòtesis per les quals es creu que hi ha aquestes diferències. Si aquestes diferències són significatives, pot requerir un estudi de sensibilitat per veure com afecta això als resultats del model i justificar que el model malgrat aquestes diferències amb les hipòtesis realitzades, és vàlid per l'objectiu d'identificar i resoldre les inundacions que es persegueix.

2.7.5 Optimització

En aquest apartat, a l'igual que en el de modelització per al càlcul d'actuacions en temps sec, la recomanació seria no fer optimització, doncs en general es modelitzarà una o dues pluges de disseny de diferents períodes de retorn, de manera que per molt gran que sigui el sistema, els temps de càlcul solen ser raonables amb els ordinadors i els models actuals.

En cas que es vulgui optimitzar el model, els criteris generals esmentats a l'apartat 2.4.3 són d'aplicació aquí, sobretot en el tema d'aplicar diferents nivells de detall en la modelització. Com que aquí el que es persegueix és tenir ben caracteritzats els punts d'inundació, les zones perifèriques del model (molts cops són zones rurals o zones on no hi ha inundacions) es poden modelitzar de forma més simplificada (amb mides de subconques més grolleres, només eixos principals, menys pous, etc.), mentre que la part urbana i sobretot els punts d'inundacions s'han de modelitzar amb molt més detall que per tenir-los ben caracteritzats.

2.7.6 Diagnosi

La diagnosi consisteix en estudiar el funcionament actual del sistema de sanejament sota les condicions d'una pluja de període de retorn T pel qual es vol protegir. D'aquesta manera es coneixerà quines són les àrees actualment inundables.

2.7.6.1 Construcció de la pluja de disseny

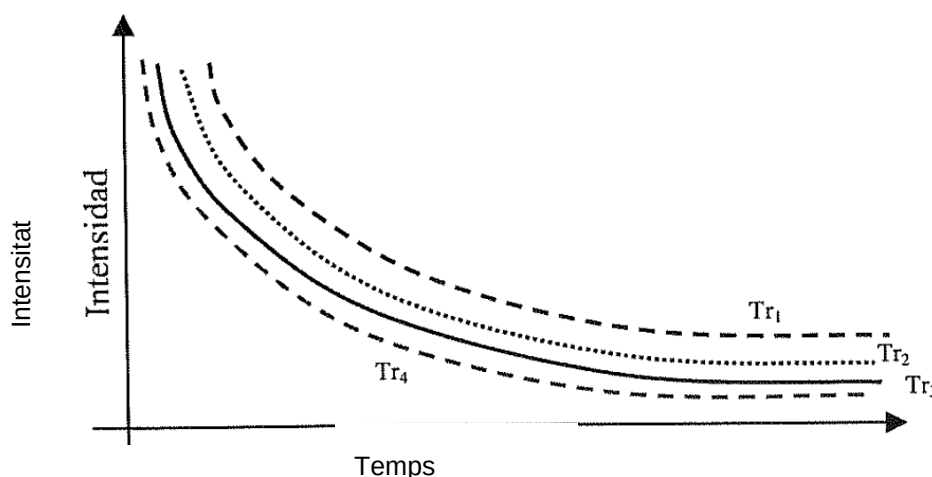
Hi ha diferents metodologies per construir la pluja de disseny corresponent a un període de retorn T . Aquí es descriu de forma molt breu una de les més habituals, però es recomana consultar qualsevol llibre d'hidrologia on aquesta i altres metodologies es troben explicades amb tot detall.

Els passos a seguir per a la construcció de la pluja de disseny de T anys són:



1. Obtenció de la corba IDF (Intensitat – Duració Freqüència) per la zona d'estudi. Aquestes són una relació entre les intensitats mitges màximes esperables per cada duració de precipitació per un període de retorn considerat. El procés per calcular-les és:
 - a) Considerar totes les precipitacions del pluviòmetre més pròxim a la zona d'estudi amb registres al llarg d'un gran nombre d'anys (mínim 20 anys) i amb intervals de registre de 10 minuts màxim.
 - b) Ordenar les precipitacions, classificant-les en base a diferents intervals de referència (10, 15, 20, 25 minuts, etc.)
 - c) Obtenir per cada interval de referència la sèrie d'Intensitats Mitges Màximes Anuals per cada any de registre.
 - d) Obtenir a partir d'una distribució d'extrems (com per exemple una llei de tipus Gumbel) per cada interval de referència, les Intensitats Mitges Màximes Anuals per cada període de retorn.
 - e) En base a les dades anteriors, definir la família de corbes IDF agrupant els punts amb igual període de retorn.

Figura 2.7: Exemple de corba IDF

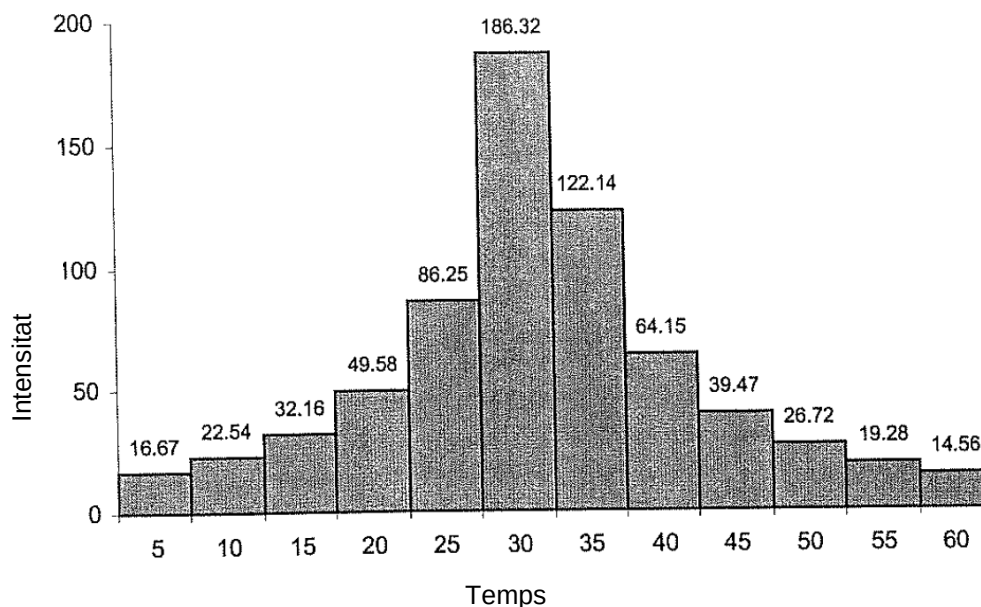


2. Construcció de la pluja de disseny utilitzant el mètode dels blocs alternats. Els processos de càlcul són:
 - a) S'escull la corba IDF corresponent al període de retorn seleccionat



- b) S'agafen les dades de la intensitat de la pluja per diferents duracions t , $2t$, $3t$, etc. i es calcula la precipitació per cada interval multiplicant les intensitats per la duració de la pluja.
- c) Es calcula la precipitació de cada bloc de la pluja de disseny com:
 - i. $P_{\text{bloc1}} = I_t \cdot t$
 - ii. $P_{\text{bloc2}} = I_{2t} \cdot 2t - P_{\text{bloc1}}$
 - iii. $P_{\text{bloc3}} = I_{3t} \cdot 3t - P_{\text{bloc1}} - P_{\text{bloc2}}$
 - iv. ...
- d) Es distribueixen els blocs de forma alternada al voltant del bloc de major intensitat, un a cada costat, o es redistribueixen en el temps donant-li una forma a la pluja de disseny similar a la de les precipitacions de la zona.

Figura 2.10: Exemple de pluja de disseny calculada amb el mètode de blocs alternats



2.7.6.2 Variació de la pluja de disseny amb el canvi climàtic.

Serà necessari estudiar els valors dels coeficients de canvi climàtic, definits com la ràtio entre les intensitats màximes futures i les actuals, per a determinats períodes de retorn i interval de temps. Aquests resultats s'obtidran normalment per tècniques de downscaling espacials i temporals estadístiques sobre un conjunt de sèries pluviomètriques futures, proporcionats per diversos models de circulació atmosfèrica generals, forçats per exemple pels escenaris RCPS 4.5 i 8.5 i prèviament validats per un període de control històric.



2.7.6.3 Hipòtesis de càlcul

És complicat fer recomanacions genèriques respecte aquest apartat, doncs les hipòtesis a considerar dependran molt del sistema de sanejament objecte d'estudi, però la principal idea a l'hora de fer hipòtesis per al càlcul de la diagnosi és quedar-se sempre en el costat de seguretat a l'hora d'estimar els punts d'inundacions. Això pren especial rellevància a l'hora de considerar les condicions de contorn del model, per exemple pel que respecta a sistemes de sanejament que aboquin a riu. S'ha d'estudiar si hi ha la possibilitat de que els punts d'abocament quedin parcialment obstruïts degut a crescudes del riu, i en aquests casos, fer una hipòtesis conservadora, que podria ser suposar que el nivell del riu és el que correspon al mateix període de retorn considerat per al sistema de sanejament.

2.7.6.4 Resultats de la diagnosi

Amb el model ja correctament parametritzat es modelitza la transformació pluja –escorriment per la pluja de T anys de període de retorn, i els cabals generats es mobilitzen pel sistema de sanejament, detectant-se els punts d'insuficiència de la xarxa (aquells punts on la xarxa no té prou capacitat per desguassar els cabals generats i per tant es produeixen salts de tapa), i aquells punts on es produeixen inundacions, que poden no correspondre's amb els salts de tapa, especialment quan aquests salts es produeixen en zones amb pendent superficial fort.

En el PIGSS es marcaran de forma clara en un plànol de diagnosi, l'estat de funcionament del sistema marcant de forma clara com a mínim els salts de tapa i les zones d'inundacions. Addicionalment es poden marcar els eixos que funcionen a pressió i els que funcionen a làmina lliure i els cabals màxims dels eixos.

2.7.7 Càlcul d'actuacions (prognosi)

La prognosi, consisteix en planificar les actuacions necessàries per resoldre els problemes d'insuficiències i d'inundacions actuals i també les que es puguin generar en un futur. Aquest és un procés iteratiu de testejar varies solucions alternatives fins a decidir la que sigui més eficaç.

Les possibles actuacions a considerar a la prognosi són varies i sobretot es poden agrupar en:

- Augment dels sistemes de captació (especialment en punts baixos i zones d'inundació).
- Augment de capacitat d'eixos existents.
- Desdoblament d'eixos existents.



- Construcció de dipòsits de laminació.
- Creació de Sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS).

L'objectiu d'eliminar les inundacions, es pot aconseguir en general amb qualsevol de les actuacions descrites, així el tècnic encarregat de l'execució del PIGSS haurà de decidir la millor actuació en base a les següents premisses:

- Que la inversió (tant en execució com en manteniment i explotació) sigui la mínima possible, aprofitant al màxim la capacitat de la xarxa actual.
- Que l'impacte sobre la qualitat del medi receptor sigui mínim. En aquest sentit, l'impacte s'avaluarà en el següent apartat, però convé tenir-ho present doncs en aquest procés podria requerir replantejar alguna de les actuacions anti-inundacions previstes, perquè augmenta de forma excessiva l'impacte en el medi.

En qualsevol cas, s'haurà d'assegurar que els nivells i les velocitats de l'aigua en superfície no siguin perillosos per les persones. Aquests paràmetres els definirà cada municipi ja que és competència seva.

2.7.7.1 Hipòtesis de càlcul

De forma similar a com es feia en temps sec, per al càlcul de les actuacions anti-inundacions, s'haurà de modificar el model de diagnosi per incloure les condicions futures del sistema de sanejament, sobretot pel que respecta a futurs creixements urbanístics que solen portar associats augments d'impermeabilitzacions i, consegüentment, augments en els cabals generats i, per tant, risc d'aparició de noves zones d'inundació o d'increment de la gravetat de les ja detectades. De nou el principi és ser conservador i quedar-se del costat de la seguretat.

Les dades de creixements urbanístics i augments de població (si es considera que tenen afecció pel tema de les inundacions) es poden obtenir dels POUM, o d'entrevistes amb tècnics municipals amb un horitzó entre 20 i 30 anys.

2.7.7.2 Resultat de la prognosis

Amb el model parametritzat per la situació futura es modelitza la transformació pluja – escorriment per la pluja de T anys de període de retorn i els cabals generats es mobilitzen pel sistema de sanejament, i es comencen a planificar les actuacions. Aquest és un procés iteratiu, on s'ha de començar a resoldre les insuficiències de capacitat situades més aigües amunt del sistema i continuar aigües avall fins a resoldre-les totes.

És important també considerar les aigües d'escorriment que en diagnosi no entren a la xarxa, però que poden provocar també problemes d'inundacions. Una possible solució és considerar



que en prognosi totes les aigües d'escorriment entren a la xarxa, però llavors s'han de planificar l'augment de les estructures de captació perquè això sigui realment així.

Al final d'aquest procés iteratiu es té el llistat de les actuacions necessàries per resoldre els problemes d'inundacions, les seves característiques bàsiques i el seu cost tant d'execució com de manteniment i explotació. També és necessari prioritzar aquestes actuacions i per això es pot requerir fer algunes simulacions per veure les millores que provoquen algunes actuacions individuals o en diferents escenaris temporals intermitjos (a 5 i 10 anys vista per exemple).

2.8 Metodologia per al càlcul d'actuacions anti-DSS

2.8.1 Definició d'objectius i metodologies

Per al càlcul de les actuacions anti-DSS es defineixen 4 tipus d' objectius de reducció de la contaminació dels abocaments per desbordament del sistema de sanejament en episodis de pluja, tal com s'ha enumerat a l'apartat 1.4:

-Objectius indicatius sobre la protecció dels escorriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques a través, entre altres tècniques, de la implantació de SUDS que fomentin la infiltració i la renaturalització dels entorns urbans.

-Objectius indicatius sobre el percentatge d'aigua residual urbana, incloent l'escorriment urbà, que el sistema de sanejament és capaç de tractar en diferents escenaris de precipitació (objectiu de rendiment hidràulic).

-Objectius indicatius sobre la relació entre la càrrega contaminant generada en condicions de temps sec i la càrrega abocada pels DSS.

-L'eliminació progressiva dels abocaments no tractats de l'aigua d'escorriment urbà recollida en sistemes de sanejament separatiu, a menys que es pugui demostrar que aquests abocaments no causen impactes negatius en la qualitat de les aigües receptores.

A més a més, al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya, en els sistemes de sanejament de aglomeracions grans (més de 50.000 h-e.) es recomana estudiar a nivell de planificació en els **PIGSS detallats** (sense ser d'obligat compliment):

-Estàndards intermitents de qualitat ambientat (EIQA) que persegueixen garantir la qualitat del medi receptor en episodis de pluja i s'apliquen a ecosistemes de rius on es vol garantir la



presència de vida piscícola i a zones de bany, on es vol garantir la bona qualitat de les aigües de bany durant un mínim d'hores. En l'apartat 2.8.6 es descriuen amb més detall aquests objectius juntament amb les metodologies associades.

2.8.2 Objectiu de rendiment hidràulic. Norma tècnica bàsica pel control dels DSS (NTB)

2.8.2.1 Plantejament general.

Es l'objectiu anti-DSS més important i imprescindible de complir segons el RD 665/2023.

Durant els més de deu anys que han transcorregut des de la publicació del RD 1290/2012 fins a l'aprovació del RD 665/2023, el sector del sanejament a Espanya ha patit la manca de normes tècniques que facilitessin el disseny i l'execució de les obres i instal·lacions necessàries per a una correcta gestió de les aigües d'escorriments urbà. Han estat molts anys sense especificacions comunes que permetessin als Organismes de Conca establir adequadament els condicionants de les autoritzacions d'abocament.

L'annex XI de l'actual modificació del RDPH ve a donar resposta a aquest buit tècnic-legal que tots: Organismes de Conca, Administracions Locals i Operadors públics i privats han hagut de sortejar fins ara, o almenys a establir les bases d'unes futures normes més properes quan el sector hagi avançat en moltes de les carències que actualment té quant a la gestió dels sistemes de sanejament en episodis de pluja. En les seves escasses 10 pàgines s'ha condensat molts dels criteris bàsics que permetran un canvi substancial en la gestió del drenatge urbà actual, i que poden resumir-se en els següents punts:

- 1.- La NTB, igual que la resta de la modificació del RDPH, considera abocaments per Desbordaments del Sistema de Sanejament (DSS) en episodis de pluja els que procedeixen dels sistemes de sanejament unitari o separatiu pluvial. Aquesta és una de les grans modificacions reguladores, ja que fins ara només era necessari el control dels DSS procedents de sistemes de sanejament unitari.
- 2.- La NTB parteix de la consideració de la interconnexió entre la superfície urbana d'escorriments, la xarxa de sanejament, les infraestructures de regulació, l'EDAR i el medi receptor, de manera que el disseny de qualsevol d'aquests elements tindrà en compte el conjunt del sistema. L'enfocament holístic és una de les premisses d'aquesta nova normativa.
- 3.- En la NTB s'estableixen els criteris tècnics bàsics per a la tramitació de les autoritzacions dels abocaments per DSS en episodis de pluja, així com els necessaris per a l'elaboració dels PIGSS, permetent al seu torn valorar la seva adequació als objectius ambientals del medi receptor.



4.- El que es dicta a la NTB pot complementar-se amb metodologies alternatives convenientment justificades pels titulars o altres que estableixin les Comunitats Autònomes.

5.- En aquesta Norma, la millora en la gestió del drenatge urbà s'aconsegueix mitjançant actuacions que minimitzin o millorin l'emissió en quantitat i qualitat de les aigües desbordades en temps de pluja, independentment del medi receptor i el seu estat, és a dir, no s'empren paràmetres d'immissió. Per aconseguir-ho, utilitza el denominat Rendiment Hidràulic que conceptualment pot definir-se com la quantitat de pluja que és capaç de gestionar-se adequadament en el conjunt d'infraestructures de l'aglomeració urbana, considerant el volum de les aigües residuals domèstiques en temps sec:

$$\eta_{HIDSS} = \frac{V_{TOT} - V_{VDSS}}{V_{TOT}}$$

On:

- η_{HIDSS} → Rendiment hidràulic del sistema de sanejament.
- V_{TOT} → Volum de la precipitació més el volum d' aigua residual.
- V_{VDSS} → Volum abocat pel DSS en temps de pluja.

Obligatòriament, el rendiment hidràulic haurà de ser calculat mitjançant l'ús de models hidrològic-hidràulics, ja que el procediment simplificat indicat a la NTB només servirà per a un predimensionament. La precipitació de càlcul serà la precipitació diària en la sèrie d'estudi no superada el 80% dels dies, Pd80%, seleccionant-se almenys les estacions pluviomètriques de 10 anys de durada, obtenint-se la Pd80% mitja de l'estació com la mitja de tots els anys. Per a la modelització s'empraran 10 episodis tipus de precipitació Pd80% representatius de la conca amb intervals màxims de quinze minuts; s'obtindran tots els volums de cada episodi i es calcularà el rendiment hidràulic associat. El rendiment hidràulic del sistema resulta de la mitja dels obtinguts en les simulacions dels deu episodis.

És important advertir que podran descomptar-se dels balanços els volums associats a sistemes separatius que no causin impactes negatius significatius en la qualitat de les aigües receptores. Altrament, en termes de quantitat, l'exigència en la gestió dels sistemes separatius i unitaris seria exactament la mateixa.

Es considera que no causen impactes negatius significatius els següents casos:

- teulades o cobertes en zones residencials o industrials amb una atmosfera neta, sense revestiments de metall.



- camins o vials sense tràfic rellevant (carrils bici, per exemple), pistes esportives, garatges o zones impermeables associades a edificacions unifamiliars, places o zones d'ús lúdic.
- pistes o carreteres de tràfic molt dèbil (IMD<300 v/d), incloent zones d'aparcament i espais comuns en zones residencials menors de 50 habitatges.
- zones d'estacionament de cotxes, no residencials amb canvis poc freqüents (per exemple, escoles u oficines)

Els DSS en episodis de pluja procedents d'aglomeracions urbanes incloses en els supòsits de l'article 259 quinquies 2.a) (>50.000 h-e) hauran de garantir un rendiment hidràulic igual o superior a 0,6, mentre que els procedents d'aglomeracions urbanes incloses en els supòsits de l'article 259 quinquies 2.b) (>10.000 <50.000) hauran de garantir un valor igual o superior a 0,5.

En el cas d'altres aglomeracions urbanes diferents (art. 259 quinquies.2.c.), es deixa al criteri de l' Organisme de Conca el valor exigít per al rendiment hidràulic. **A les aglomeracions del Districte de Conca Fluvial de Catalunya afectades per aquest article, se'ls exigirà el mateix rendiment (0,5) que a les aglomeracions mitjanes (entre 10.000 i 50.000 h-e) .**

6.- Per evitar que els DSS aboquin sòlids gruixuts i flotants al medi receptor, la NTB indica la necessitat d'instal·lar sistemes de retenció mitjançant tamisos/reixes en el llavi del sobreexidor de pas no superior a 10 mm, havent d'estar sempre operatius després de cada episodi de pluja.

7.- Amb la intenció d'obtenir informació sobre la qualitat de l'aigua desbordada en els sistemes de sanejament, la NTB requereix calcular un indicador de càrrega contaminant que relacioni la càrrega contaminant anual dels VDSS en episodis de pluja respecte a la càrrega contaminant anual de les aigües residuals gestionades en temps sec, emprant per a això la següent expressió:

$$\eta_{CARGA\ CONTAMINANTE} = \frac{Volumen_{VDSS} \left(\frac{m^3}{año} \right) \times Carga \left(\frac{mg}{l} \right)}{Volumen\ Gestionado\ en\ tiempo\ seco \left(\frac{m^3}{año} \right) \times Carga \left(\frac{mg}{l} \right)}$$

8.- La NTB especifica la necessitat d'un control quantitatiu i qualitatiu dels DSS mitjançant la seva monitorització.

Per últim, cal indicar que les mesures proposades per la NTB que derivin en noves obres estructurals hauran de realitzar-se a partir dels estudis cost-eficàcia i cost-benefici necessaris que permetin avaluar si determinades mesures poden ser inviables o tenir un cost desproporcionat en l'assoliment dels objectius mediambientals de les masses d'aigua.



Als apartats següents s'explica amb detall com calcular el rendiment hidràulic que exigeix la normativa i quines pluges de disseny utilitzar.

2.8.2.2 Definició del rendiment hidràulic.

Atès que l'activitat urbanitzadora és una de les actuacions antròpiques de major impacte sobre el DPH, les aigües de escurament originades en els episodis de pluja han de ser objecte de protecció, evitant en la mesura del possible la seva contaminació i prioritant el respecte al cicle hidrològic natural a través de l'impuls de tècniques d'infiltració i de drenatge urbà sostenible per a la seva revalorització.

Per valorar l'eficàcia de les mesures implantades en el sistema de sanejament associat a cada aglomeració urbana, per tal de reduir la contaminació pels VDSS en episodis de pluja (Vessaments per desbordaments del sistema de sanejament produïts al domini públic hidràulic en episodis de pluja, que provenen dels sistemes de sanejament unitari o separatiu pluvial.), s'emprarà un control mínim exigible a través de l'indicador "rendiment hidràulic del sistema de sanejament", tant en sistemes unitaris com en sistemes separatius pluvials. Aquest rendiment hidràulic es pot definir conceptualment com la quantitat de pluja que és capaç de gestionar-se adequadament en el conjunt d'elements de l'aglomeració urbana, considerant també el volum de les aigües residuals domèstiques en temps sec, tot això definit per a una precipitació de càlcul o disseny.

Aquest rendiment hidràulic es calcula com el quocient entre:

- La suma del volum de precipitació que no genera escurament, principalment a causa de la infiltració i que, per tant, no s'incorpora a les xarxes de clavegueram, i el volum total gestionat per l'EDAR del sistema de sanejament de l'aglomeració o aglomeracions urbanes amb almenys un tractament primari en sistemes de sanejament unitari o amb un pretractament en sistemes de sanejament separatiu.
- La suma del volum total de la precipitació de càlcul i del volum de l'aigua residual domèstica en temps sec de l'aglomeració o aglomeracions urbanes, incloent les aigües industrials associades al sistema de sanejament. Al seu torn, es pot descompondre en el volum d'aigua infiltrada més el volum d'escurament urbà generat en l'episodi tipus de precipitació i el volum de l'aigua residual domèstica tractada en temps sec.

$$\eta_{HD} = \frac{V_{Infiltrado} + V_{Gestionado en la EDAR}}{V_{Precipitación} + V_{Aigua residual domèstica}} = \frac{V_{Infiltrado} + V_{Gestionado en la EDAR}}{V_{Infiltrado} + V_{Escurament} + V_{Aigua residual domèstica}}$$

De forma que per al càlcul, es tindran en compte les següents definicions:



- a) **VPRE:** Volum de la precipitació. És el volum associat a la precipitació de càlcul, obtingut a partir del producte entre la superfície de la conca objecte d'estudi i el valor de precipitació areal de càlcul.
- b) **VINF:** Volum infiltrat. És el volum de precipitació que no genera escorriment i que no s'incorporarà a la xarxa de clavegueram, principalment a través de la infiltració al terreny. Igualment, s'inclouran en aquest factor altres pèrdues associades a la intercepció, evaporació o altres variables del cicle hidrològic.
- c) **VEP:** Volum de l'escorriment urbà d'origen pluvial per a la precipitació de càlcul, descomptant les pèrdues d'aigua per la infiltració i altres processos hidrològics considerats.
- d) **VARD:** Volum d'aigua residual domèstica en temps sec. És el volum d'aigua residual domèstica de l'aglomeració, incloent les aigües industrials tractades en temps sec.
- e) **VARUT:** Volum de la barreja d'aigua residual urbana (barreja de l'aigua residual domèstica i de l'escorrentia urbana) tractada adequadament a l'EDAR durant l'episodi de precipitació, considerant almenys el que ha rebut un tractament primari en sistemes de sanejament unitari o un pretractament en sistemes de sanejament separatiu, a causa de la capacitat addicional de l'EDAR respecte al cabal ordinari associat al temps sec.
- f) **VALM:** Volum de la barreja d'aigua residual domèstica i d'escorrentia urbana que pot ser tractada adequadament a l'EDAR gràcies a la capacitat de regulació i emmagatzematge existent en el sistema de sanejament, que permet el tractament de les aigües un cop finalitzat l'episodi (col·lectors, EBAR, tancs de tempesta, elements d'emmagatzematge a les EDAR i altres elements).
- g) **VTG:** Volum total de la barreja d'aigua residual domèstica i d'escorrentia urbana gestionada a l'EDAR i la capacitat d'emmagatzematge anteriorment descrita.
- h) **VVDSS:** Volum dels vessaments per desbordaments del sistema de sanejament. Volum que no pot ser tractat adequadament per les EDAR del sistema de sanejament i és vessat al domini públic amb els condicionants establerts en aquesta normativa.
- i) **VCIR:** Volum circulant total pel sistema de sanejament, que prové de la suma de l'aigua residual domèstica i l'escorrentia urbana d'origen pluvial, i que al seu torn correspondrà amb la suma de l'aigua residual urbana tractada durant l'episodi de precipitació, la gestionada posteriorment gràcies a la capacitat de regulació del sistema, i la provinent dels desbordaments.



$$\begin{aligned}
 V_{PRE} &= V_{INF} + V_{EP} \\
 V_{TOT} &= V_{PRE} + V_{ARD} \\
 V_{TG} &= V_{ARUT} + V_{ALM} \\
 V_{TOT} &= V_{TG} + V_{VDSS} + V_{INF} \\
 V_{EP} &= V_{REG} + V_{VDSS} \\
 V_{CIR} &= V_{TG} + V_{VDSS} = V_{ARUT} + V_{ALM} + V_{VDSS}
 \end{aligned}$$

La figura següent representa els volums suara esmentats i la relació entre ells:

Entradas de agua al sistema			Elementos del sistema de gestión		
V _{TOT}	V _{ARD}		V _{CIR}	V _{ARU T}	V _{TG}
				V _{ALM}	
	V _{PRE}	V _{EP}		V _{VDSS}	
		V _{INF}	V _{INF}		

Per tant, en funció de la tipologia del sistema de sanejament, el rendiment hidràulic es calcularà de la següent manera:

$$\begin{aligned}
 \eta_{HID SS Unitario} &= \frac{V_{TOT} - V_{VDSS}}{V_{TOT}} = \frac{V_{INF} + V_{TG}}{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD}} = \frac{V_{INF} + V_{ARUT} + V_{ALM}}{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD}} \\
 &= \frac{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD} - V_{VDSS}}{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD}}
 \end{aligned}$$

$$\eta_{HID SS Separativo (V_{ARD}=0)} = \frac{V_{TOT} - V_{VDSS}}{V_{TOT}} = \frac{V_{INF} + V_{ALM}}{V_{INF} + V_{EP}} = \frac{V_{INF} + V_{EP} - V_{VDSS}}{V_{INF} + V_{EP}}$$

En un sistema de sanejament associat a una EDAR format tant per conques unitàries com per conques separatives, cal calcular el rendiment hidràulic del sistema en conjunt.

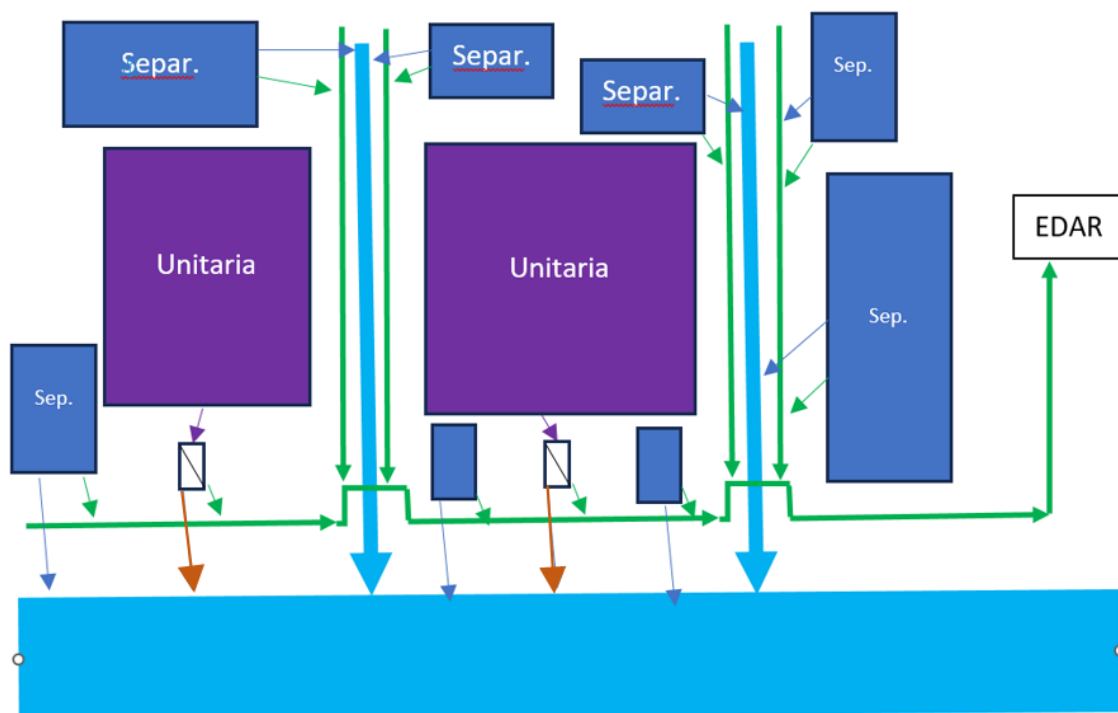
Segons s'indica a la instrucció de l'apartat 4 de la Norma Tècnica Bàsica, el rendiment hidràulic del sistema de sanejament es defineix com la quantitat de pluja que pot gestionar-se adequadament en el conjunt dels elements de les aglomeracions urbanes, ja siguin de sistemes unitaris o separatius pluvials.

Tot i que aquesta definició i formulació són adequades quan la tipologia del sistema de sanejament és estrictament unitària o separativa, no s'ha d'interpretar que cal calcular rendiments hidràulics independents en sistemes on coexisteixen conques unitàries i separatives. Aquests sistemes, anomenats mixtos, s'han de considerar i calcular com un únic sistema. Això implica analitzar de manera específica les solucions de tractament adequades a cada tipologia, però calcular el rendiment hidràulic de manera global, atenent a un enfocament holístic del problema.



Tot i que és comú trobar sistemes separatius purs en petites urbanitzacions, és poc probable que aquesta situació es repeteixi en una ciutat de certa extensió. El més habitual són sistemes complexos on es combinen xarxes unitàries i separatives.

L'esquema descrit seria un exemple clar d'un sistema complex en una ciutat inicialment unitària que s'ha anat ampliant amb nous sectors o zones de xarxes separatives. Fins i tot petites àrees antigues amb xarxa unitària, en estar properes a cursos fluvials, s'han reurbanitzat amb xarxes separatives. Hi han múltiples zones amb xarxes separatives distribuïdes al voltant de la zona unitària, però tot acaba desembocant a la mateixa EDAR.



En aquests casos, s'ha de plantejar un únic càlcul del rendiment hidràulic. Al numerador, segons el sistema de sanejament, es diferenciarà el tractament adequat de les aigües: decantació primària per al sistema unitari i pretractament per a les xarxes separatives.

L'expressió del rendiment hidràulic per a aquests sistemes mixtos seria la següent:

$$n_{HID SS Mixto} = \frac{V_{TOT} - V_{VDSS}}{V_{TOT}} = \frac{V_{INF} + V_{Gestionado}}{V_{Precipitación} + V_{ARD}} = \frac{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD} - V_{VDSS}}{V_{INF} + V_{EP} + V_{ARD}}$$

On:

- **VGestionat = VGest SS unitari + VGest SS separatiu**



- **VGest SS unitari** = Volum d'aigua del sistema de sanejament unitari gestionat adequadament. Les aigües han rebut, com a mínim, un tractament primari.
- **VGest SS separatiu** = Volum d'aigua del sistema de sanejament separatiu gestionat adequadament. Les aigües han rebut, com a mínim, un pretractament.

Aquesta mateixa qüestió, si l'analitzem des de la perspectiva de les conques d'aportació dels diferents sistemes, podem afirmar que:

- Si existeix una xarxa separativa a la capçalera i la seva xarxa de pluvials connecta amb una xarxa unitària aigües avall, el sistema de sanejament és considerat unitari.
- Si existeix una xarxa de pluvials a la capçalera que pugui ser considerada com a pluvials que no contaminen de manera significativa el medi ambient i que té un punt de vessament directe al medi receptor, independent del sistema unitari, es permetrà el vessament al medi. Els volums del vessament directe es descomptaran dels VDSS de les unitàries i es tindran en compte els volums de pluja i residuals de la capçalera per al càlcul del rendiment.
- Si existeix una xarxa de pluvials a la capçalera que pugui ser considerada com a pluvials que sí contaminen significativament el medi ambient i que té un punt de desbordament independent al medi receptor, per tal de descomptar els volums del desbordament de pluvials dels VDSS de les unitàries, és necessari tractar les aigües de la xarxa separativa amb un pretractament. En cas contrari, seran considerades com a vessaments per desbordament juntament amb les unitàries. Independentment d'això, sempre es tindran en compte per al càlcul del rendiment els volums de pluja i residuals de la capçalera.

2.8.2.3 Plugues de disseny utilitzades per calcular el rendiment hidràulic.

A continuació es reflecteix el que indica la NTB dins el RD 665/2023.

La concentració de la contaminació dels VDSS (vertidos por desbordamientos del sistema de saneamiento) en episodis de pluja arriba a nivells significatius durant els primers moments de les precipitacions, ja que es produeix el rentat principal dels contaminants existents a les superfícies, transportant-los a la xarxa de sanejament i, en el cas dels sistemes unitaris a més es produeix la resuspensió dels residus dipositats als col·lectors en moments de cabals baixos. Per tot això, els pics de concentració de contaminants dels VDSS no solen estar associats a episodis extrems de precipitació, sinó que estan més relacionats amb pluges



habituals que sobrepassen el cabal de tractament primari de l'EDAR o la capacitat màxima de disseny de trams de col·lectors, per als sistemes de sanejament unitari, o generen escurriments urbans en els sistemes de sanejament separatiu.

Per aquest motiu, s'estableix com a precipitació de càlcul indicativa per a l'anàlisi del rendiment hidràulic del sistema de sanejament la precipitació diària en la sèrie d'estudi no superada el 80% dels dies en què la precipitació és superior a 1 mm (d,80%). I s'obtindrà a partir de les dades reals i estudis pluviomètrics existents amb sèries diàries obtingudes de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET), dels Sistemes Automàtics d'Informació Hidrològica (SAIH) dels organismes de conca i d'altres fonts de dades de precipitacions existents.

Aquest valor de Pd,80% s'obtindrà a partir de pluges reals mitjançant el següent procediment:

a) En una primera fase es seleccionaran les estacions pluviomètriques o pluviògrafs disponibles a l'àmbit d'estudi i el període d'estudi, que haurà de ser d'almenys 10 anys de durada. Posteriorment s'establiran, en cas que hi hagi més d'una estació pluviomètrica disponible, les ponderacions associades a cada estació per obtenir la precipitació areal de cada conca objecte d'estudi a través dels coeficients de Thiessen o altres tècniques d'interpolació.

b) Per a cada estació seleccionada, en cada any s'ordenaran els valors de la precipitació dels dies amb pluges del període d'estudi seleccionat de menor a major (eliminant aquells dies amb precipitació inferior o igual a 1 mm) i es determinarà el valor de precipitació no superada el 80% dels dies cada any i posteriorment es calcularà la Pd,80% mitjana d'aquesta estació com la mitjana de tots els anys.

c) El valor de Pd,80% finalment a emprar serà el valor mitjà de totes les estacions seleccionades aplicant els coeficients de Thiessen o altres tècniques d'interpolació estadístiques associades a cada conca objecte d'estudi, de manera que es garanteixi que el valor final de precipitació reflecteixi un volum representatiu de la pluja a l'entorn del sistema de sanejament.

Un cop disponible la informació cartogràfica digital i, a partir de la informació de la conca hidrogràfica, s'haurà d'implantar un model numèric que permeti, a partir del volum de precipitació obtingut (Pd,80%), realitzar el següent procés:

a) Es dissenyaran, almenys, 10 episodis tipus de precipitació que es considerin representatius del règim de precipitació existent i sobre els quals es suposarà una durada de l'episodi que es consideri representativa del funcionament del sistema de sanejament, amb intervals de precipitació com a màxim quinzeminutals, de manera que es pugui caracteritzar el funcionament hidràulic del sistema de sanejament per a aquests episodis tipus.



b) A partir de la simulació hidrològica i hidràulica d'aquests 10 episodis tipus, s'obtindrà per a cadascun d'ells:

1. El volum associat a la precipitació total a la conca, el volum d'escorriment urbà d'aigua pluvial associat (VE) i el volum d'aigua infiltrada (VINFI), que podrà englobar, si cal, el volum associat a altres processos hidrològics que generin pèrdues de pluja, com ara l'evaporació o la intercepció.
2. El volum d'aigua gestionada per l'EDAR (VTP) del sistema de sanejament a partir de la suma dels volums gestionats.
3. El volum abocat pels desbordaments del sistema de sanejament a l'episodi de pluja (VVDSS), abans del pretractament en sistemes de sanejament separatiu o abans del tractament primari en sistemes de sanejament unitari, i amb això, el rendiment hidràulic del sistema de sanejament per a cada episodi tipus s'obtindrà aplicant la fórmula indicada a l'apartat 2.8.2.2. En aquest procés, es podran descomptar dels balanços els volums associats a aquelles superfícies associades a sistemes separatius d'escorriment urbà o altres zones que no causin impactes negatius significatius en la qualitat de les aigües receptores.

c) El rendiment hidràulic del sistema de sanejament serà el valor mitjà dels obtinguts a les simulacions dels deu episodis tipus o representatius seleccionats.

Tal com expliquen les directrius del MITERD sobre el RD 665/2023 i la NTB, cal afegir les següents consideracions al que estableix la NTB:

- No s'utilitzaran patrons de pluja sintètics, sinó que s'empraran les pluges diàries registrades per pluviòmetres.
- Per al càlcul del rendiment hidràulic existent, s'empraran les pluges diàries registrades per pluviòmetres. La durada de l'esdeveniment serà de 24 hores, corresponent al dia en què el volum de pluja assoleix la PD80. Es podran considerar dies amb pluges lleugerament per sobre o per sota d'aquest valor, garantint una bona selecció d'esdeveniments, amb un mínim de 10 episodis.
- Per al càlcul del rendiment hidràulic que assoleix el valor del 60%, s'empraran almenys 10 episodis de pluges diàries registrades per pluviòmetres que assoleixin la PD80. La durada de l'esdeveniment podrà ser:
 - o Les 24 hores del dia en què el volum de pluja assoleix la PD80, o bé
 - o El temps des de l'inici de la pluja que assoleix la PD80 fins al necessari per al buidatge dels elements de laminació/retenció dissenyats per complir amb el



rendiment hidràulic, simulant així la gestió del sistema fins a arribar a una situació de temps sec.

En aquells casos en què una aglomeració estigui composta per la unió de múltiples poblacions independents, i amb diferents sistemes o subsistemes de sanejament o els sobreeximents dels quals vagin a diferents medis receptors i masses d'aigua, el càlcul del rendiment hidràulic tindrà en compte aquestes singularitats i justificarà l'alternativa de càlcul seleccionada.

Aquests models s'utilitzaran addicionalment per a l'elaboració dels informes anuals d'abocaments i estaran integrats, en la mesura del possible, amb informació digital del sistema de sanejament per millorar-ne el funcionament i la calibració associada.

En el cas que existeixi suficient informació hidrològica de manera contínua en un conjunt representatiu de pluviòmetres a la zona, es recomana canviar al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya la metodologia anteriorment descrita per la simulació hidrològica contínua d'almenys deu anys de durada que es considerin representatius del règim pluviomètric existent, incloent-hi, si escau, les projeccions climàtiques existents. El rendiment hidràulic es calcularà com el valor mitjà d'almenys 10 episodis representatius que es seleccionin de la sèrie històrica disponible, agafant preferiblement l'episodi amb més Pd de cada any.

2.8.2.4 Variació amb el canvi climàtic de les pluges de disseny utilitzades per calcular el rendiment hidràulic.

Estudis de detall realitzats a la ciutat de Barcelona en el marc del seu PDISBA de 2019 (Pla Director Integral del Sanejament de Barcelona) mostren que els volums de precipitacions anuals actuals i futurs, amb escenaris de canvi climàtic, són similars, mentre que el nombre d'esdeveniments anuals disminueix lleugerament en el futur, concloent que els escenaris de precipitacions futurs per a l'anàlisi del impactes dels DSS no suposen un empitjorament respecte a la situació actual. En principi, es suposarà que això es vàlid per tot el Districte de la Conca Fluvial de Catalunya, excepte que estudis locals similars als realitzats a Barcelona, aconsellin un plantejament diferent.

2.8.2.5 Altres requisits bàsics afegits al compliment del rendiment hidràulic a la NTB.

Tal com estableix la NTB dins del RD 665/2023, a més del compliment del llinar límit de control de rendiment hidràulic del sistema de sanejament, cal prendre totes les mesures necessàries per evitar el deteriorament i contaminació del DPH, i en especial:

- a) En temps sec no s'admetran DSS



- b) Com a criteri general, i exceptuant casos justificats, no es permetran DSS quan no estiguin justificats per les característiques de l'aiguat que els hagi produït, en relació als llindars mínims de la NTB.
- c) No s'admetrà la incorporació d'aigües d'escoriment procedents de zones exteriors a l'aglomeració urbana o d'altre tipus d'aigües que no siguin les pròpies per les que es va dissenyar, excepte en casos degudament justificats.
- d) De forma generalitzada s'instal·laran sistemes de retenció de residus sòlids gruixuts i flotants en el sistema de sanejament per tal de reduir la degradació visual o superficial en el medi receptor. S'implantaràn en el llavi del sobreeixidor tamisos/reixes amb un ranurat/llum lliure no superior a 10 mm, essent necessari justificar davant l'ACA altre tipus de solucions, de manera que no produeixin l'entrada en càrrega del sistema integral de sanejament

S'hauran de mantenir completament operatius després de cada episodi de pluja(considerant episodis independents els de períodes de 24 h sense DSS segons les directrius del MITERD), podent-se instal·lar sistemes de seguretat que evitin l'obstrucció d'aquestes solucions, els quals entraran en funcionament quan es produeixi la colmatació i obstrucció del 30 % de la superfície ocupada pels sistemes de retenció de residus sòlids gruixuts i flotants(segons precisen les directrius del MITERD vol dir que a cadascun dels cabals de càlcul dels tamisos se'ls hi aplicarà un coeficient de majoració d'un 30 %, atenent a la possible obturació del tamís). En qualsevol cas, serà imprescindible que l'obra civil i els sistemes de seguretat instal·lats, permetin evacuar en làmina lliure el cabal de disseny anti-inundacions del col·lector (habitualment a Espanya entre $T=10$ i $T=25$ anys), en el supòsit de colmatació total del sistema de retenció de residus sòlids gruixuts i flotants.

A l'article 7.1 de l'Annex XI s'indica que es disposaran tamisos per a l'eliminació dels flotants, sense fer referència al cabal de disseny d'aquests tamisos.A les directrius elaborades pel Ministerio per la Transición ecológica y el reto demográfico (MITERD), per donar resposta a aquesta indefinició, es proposen dues possibles alternatives per al càlcul del cabal de disseny:

1. Cabal obtingut mitjançant l'ús d'hietogrames.

Es podran emprar per al disseny dels tamisos dos tipus de pluges, a saber:

- **Pluja sintètica de període de retorn de 0,5 anys.** Consisteix a utilitzar el patró de pluja sintètic, emprat per al dimensionament dels col·lectors de sanejament de l'aglomeració urbana, per a un període de retorn $T=0,5$. Per a la



determinació d'aquest cabal de disseny s'utilitzarà la sèrie representativa pluviomètrica definida a l'apartat anterior.

- **Pluja de Pd80.** Consisteix a assumir com a pluja de disseny, del període d'estudi de 10 anys de durada, la del pluviòmetre del dia Pd80 que generi el cabal més gran al punt de desbordament.

2. Cabal variable en funció del volum desbordat.

Es tracta de no imposar un cabal de disseny a aquests elements. El cabal de disseny seleccionat per a cada punt de desbordament garantirà que la suma dels volums tamisats compleix amb els percentatges justificatius de la instal·lació del tamís en un 70, 60, 50, 40 o 30 % (segons la taula següent). D'aquesta manera, el disseny dels tamisos s'adaptarà al volum desbordat a cada punt.

Taula 2.3: Taula percentatges de volum que cal tamisar segons grandària sistema

Tipo de sistema	Tamaño del Sistema	Desbordamientos de Sistemas unitarios					Desbordamientos de Sistemas Separativos (*)				
		Equipos para la eliminación de sólidos gruesos y flotantes		Equipos para la medida de cantidad de agua desbordada		Equipos para la medida de la calidad del agua	Equipos para la eliminación de sólidos gruesos y flotantes		Equipos para la medida de cantidad de agua desbordada		Equipos para la medida de la calidad del agua
		Instalación de tamices	Instalación de deflectoras	Número, tiempo y volumen	Número y tiempo	PH, conductividad y turbidez	Instalación de tamices	Instalación de deflectoras	Número, tiempo y volumen	Número y tiempo	PH, conductividad y turbidez
Con PIGSS	> 50.000 he	70%	30%	70%	n/a	70%	60%	40%	60%	n/a	40%
	10.000-50000 he	70%	30%	70%	n/a	70%	60%	40%	60%	n/a	40%
	1.000-10.000 he	50%	50%	50%	n/a	50%	40%	60%	40%	n/a	20%
Sin PIGSS	< 1000 he	30%	70%	30%	n/a	30%	n/a	100%	20%	n/a	20%
	10.000-50000 he	50%	50%	n/a	50%	30%	n/a	100%	n/a	40%	n/a
	1.000-10.000 he	30%	70%	n/a	30%	n/a	n/a	60%	n/a	20%	n/a
	< 1000 he	n/a	100%	n/a	n/a	n/a	n/a	40%	n/a	n/a	n/a

Notes aclaridores de la taula:

- Als sistemes amb obligació de redactar PIGSS, els percentatges indicats fan referència al volum vessat calculat per al rendiment hidràulic mitjà en situació actual. (Exemple, els DSUs d'un sistema de > 50.000 ha en què s'instal·laran tamisos seran aquells en què la suma del volum vessat en episodis de pluja de tots ells suposi un 70% del volum total vessat pel sistema.)
- Als sistemes sense obligació de redactar PIGSS, els percentatges indicats fan referència a la superfície de conca urbana d'aportació d'escoriment al sistema de sanejament. (Exemple, els DSUs d'un sistema de > 1.000 ha en què s'instal·laran tamisos seran aquells en què la suma de la superfície d'aportació en episodis de pluja suposi un 30% de la conca total del sistema.)



- *n/a* → *no aplica*.
- (*) → *Aigües pluvials amb nivell mitjà i alt de risc de contaminació*.
- **La taula també s'utilitzarà per decidir on fer la monitorització de la quantitat i de la qualitat**

Després d'un DSS, i en el cas que aquest produeixi l'acumulació de sòlids gruixuts i flotants i altres tipus de residus associats a l'abocament en el tram de llera situat en l'entorn immediat d'influència d'aqueix punt, el titular de l'autorització d'abocament serà responsable de la seva retirada. El PIGSS bàsic establirà els condicionants i protocols d'actuació per tal de retirar els residus en temps i forma adequats, justificant la disponibilitat de les autoritzacions pertinents.

2.8.3 Objectiu indicatiu sobre la relació entre la càrrega contaminant generada en condicions de temps sec i la càrrega abocada pels DSS. Directiva europea de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa).

La Directiva europea 2024/3019 de tractament de les aigües residuals urbanes (versió refosa), reflecteix la preocupació per la contaminació de les aigües procedents dels DSS i per la contaminació que pot arribar als rius com a conseqüència de l'arrossegament de matèria orgànica, brossa, micro-plàstics, etc., per part de l'escorriment pluvial.

Les mesures més destacables relacionades amb el drenatge urbà que incorpora aquesta directiva son:

- **Obligatorietat de realitzar plans integrals de gestió del sistema de sanejament** (similars als exigits per la modificació del RPDH) en els quals es tingui en compte el sistema complet d'EDAR i col·lectors. El contingut d'aquests plans ha de recollir no només els sistemes unitaris, sinó també els sistemes separatius.
- **Implantació d'objectius de contaminació màxima en els DSS.** Aquests objectius de contaminació en els desbordaments produïts per les aigües de pluja es realitzaran amb la imposició per part dels estats membres d'un límit en el quocient entre la càrrega contaminant abocada en els DSS i la càrrega contaminant total en temps sec que arriba a l'EDAR de l'aglomeració. Per animar els estats membres a prendre's seriosament els DSS, es fixa un valor de referència per a aquest indicador d'un 2%.



Els paràmetres a tenir en compte en aquest indicador seran DQO, DBO5 i SS, i si es rellevant la càrrega de nutrients es tindrà en compte també N i P. En qualsevol cas, serà un valor indicatiu que haurà de fixar cada estat membre en el procés de transposició nacional.

Donada la naturalesa de la pluviometria a Espanya, el valor indicatiu assenyalat es percep difícil d'assolir, i per això es recomana al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya que s'estudii en el **PIGSS detallat**, sense establir de moment l'obligatorietat de complir-lo en 10 anys, tal com si que es demana en el cas del rendiment hidràulic i els municipis esmentats que han de fer el PIGSS al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya a curt termini. Es dir les actuacions planificades hauran d'estudiar-se també per complir aquest objectiu, però sense que sigui obligatòria la seva construcció en 10 anys, com si que passa amb el rendiment hidràulic. Tot plegat, a efectes de la reserva d'espai per la construcció de les actuacions previstes.

Tal com estableix la NTB, per avaluar la càrrega contaminant abocada pel sistema de sanejament en episodis de pluja, conforme al que s'estableix en els PIGSS, s'empraran estàndards d'emissió de contaminants en zones urbanes, que seran detallats a partir de la presa de mostres puntuals a realitzar durant la fase de redacció del Pla integral de gestió. Aquesta càrrega es caracteritza per a la DBO5, sòlids en suspensió i altres indicadors de càrrega associats, podent-se realitzar estimacions a partir de la mesura de la terbolesa, la conductivitat o altres variables que siguin susceptibles d'automatització en la seva mesura.

La càrrega total abocada pel sistema de sanejament s'estima a partir dels volums anuals mitjans d'abocaments per sobreiximents i les concentracions mitjanes estimades a partir de la presa de mostres puntuals realitzada. Ara bé, tal com estableix la NTB, la presa de mostres al punt de control destinada al control del compliment dels objectius ambientals en el medi receptor es realitzarà en condicions hidrometeorològiques representatives del règim mitjà de cabals per a cada època de l'any, d'acord amb els criteris regionals que estableixi l'organisme de conca. No es consideraran representatives del règim de cabal les mostres preses durant episodis de precipitació superiors al 80% dels dies en les aglomeracions urbanes situades immediatament aigües amunt de la massa d'aigua objecte de mostreig. Això mateix es lògic tenir-ho present per calcular la càrrega contaminant abocada i el rendiment de càrrega contaminant que veurem a continuació.

Posteriorment, es calcularà l'indicador (**CARGA CONTAMINANTE**) que relacioni la càrrega contaminant anual dels abocaments per sobreiximents del sistema de sanejament en episodis de pluja respecte a la càrrega contaminant anual de les aigües residuals gestionades en temps sec:



$$\eta_{\text{CARGA CONTAMINANTE}} = \frac{\text{Volumen } v_{DSS} \left(\frac{m^3}{\text{año}} \right) \times \text{Carga} \left(\frac{mg}{l} \right)}{\text{Volumen Gestionado en tiempo seco} \left(\frac{m^3}{\text{año}} \right) \times \text{Carga} \left(\frac{mg}{l} \right)}$$

2.8.4 Objectius indicatius sobre la protecció dels escurriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques

Es plantejarà maximitzar la infiltració, especialment en les conques no urbanitzades per tal de protegir els escurriments provinents de les aigües de pluja per evitar la seva contaminació i fins i tot la seva barreja amb les aigües residuals domèstiques a través, entre altres tècniques, de la implantació de SUDS que fomentin la infiltració i la renaturalització dels entorns urbans.

2.8.5 Objectius d'eliminació progressiva dels abocaments no tractats de l'aigua d'escurriments urbà recollida en sistemes separatius que causen impactes negatius en el medi receptor

Es plantejarà l'eliminació progressiva dels abocaments no tractats de l'aigua d'escurriments urbà recollida en sistemes de sanejament separatiu a menys que es pugui demostrar que aquests abocaments no causen impactes negatius en la qualitat de les aigües receptores.

Si s'instal·la un pretractament previ d'aquest abocaments es podran seguir mantenint. Dins d'aquests pretractaments s'admetrà la instal·lació de SUDS.

En general es considerarà que en els següents casos les aigües d'escurriments pluvial presenten un baix nivell de contaminació, i per tant es poden seguir abocant sense pretractament:

- Teulades o cobertes en zones residencials o industrials amb una atmosfera neta sense revestiments de metall.
- Camins o vials sense tràfic rellevant (carrils bici, per exemple), pistes esportives, garatges o zones impermeables associades a edificacions unifamiliars, places o zones de lleure.
- Pistes o carreteres amb tràfic molt dèbil (IMD<300 v/d), incloent zones d'aparcament i espais comuns en zones residencials de menys de 50 habitatges.



- Zones d'aparcament de cotxes no residencials amb canvis poc freqüents (per exemple, escoles u oficines)

Per aquells casos en els que la IMD de vehicles no sigui una dada de fàcil obtenció, podrà emprar-se la següent taula 2.4 simplificada.

Els volums associats als escurriments pluvials amb un nivell baix de contaminació, o el que es el mateix, aquells que no impacten negativament en la qualitat del medi receptor, es consideraran com volums correctament gestionats pel sistema de sanejament, i per això, s'hauran de tenir en compte com a tals en el càlcul del rendiment hidràulic.

Taula 2.4: Estimació IMD

<i>IMD vehicles</i>	<i>Tipus de carrer</i>	<i>Tipus de via</i>	<i>Us del carrer</i>	<i>Us de la via</i>
< 300	<i>Un sol carril</i>	-	- Residencial de planta baixa+primera - Zones comercials petites. -Aparcaments residencials i comercials < 50 vehicles	-
<2.000	<i>Un carril per sentit</i>	-	- Residencial fins a 5 plantes. -Zones comercials mitjanes. -Aparcaments residencials i comercials < 200 vehicles	-
>2.000	<i>Dos, o més, carrils per sentit</i>	-	-Residencial en alçada -Grans zones comercials. -Aparcaments residencials i comercials > 200 vehicles	-
<15.000	-	<i>Calçada única</i>	-	<i>Carretera convencional o periurbana</i>



>15.000	-	Doble calçada	-	Autovies o circumval·lacions urbanes
---------	---	---------------	---	--------------------------------------

Pel que fa a la resta de casos, com s'ha vist a 2.5.5, es considera que les aigües pluvials procedents d'un sistema separatiu han rebut un tractament adequat quan, com a mínim, s'eliminin els sòlids gruixuts i els flotants. Per a això, com a mínim, s'haurà de garantir l'eliminació de partícules decantables iguals o superiors a 10 mm i emprar tamisos, o un altre tipus de reixes, amb un pas igual o inferior a 10 mm. Aquelles bones pràctiques en la gestió i conservació de les xarxes pluvials, com ara la derivació de les primeres aigües als sistemes unitaris, una neteja viària recurrent, la instal·lació de SUDS en origen, etc., que demostrin igualar o superar els requisits de sòlids i flotants anteriorment indicats, podran ser acceptades per l'ACA com a tractament adequat dels desbordaments de pluvials.

Tot i això, cal tenir present que els contaminants propis de les aigües d'escorriment contaminades, com els hidrocarburs o els metalls pesants, tendeixen a adherir-se a la fracció particulada dels sòlids. Per tant, el tractament dels sòlids en suspensió implica la captació d'aqueixos contaminants més específics.

Per tot això, la captació i el tractament d'un cert volum d'aigua i d'una certa massa de sòlids en suspensió pot ser garantista pel que fa a la resta de paràmetres, en particular als vinculats al consum d'oxigen, els nutrients i la contaminació microbiològica. Es proposa doncs com estàndard pel dimensionament de les SUDS com pretractament de les aigües d'escorriment, l'eliminació del 80 % de la massa promig anual de sòlids en suspensió (SS).

Per tal d'aconseguir aquest objectiu es considera que el volum de disseny de les SUDS ha de ser, com a mínim, el necessari per tractar la pluja Pd,80 %.

S'admetran també, i son plenament recomanables, altres tipus de mesures que aconseguixin el mateix grau d'eliminació del sòlids en suspensió.

En qualsevol cas, sempre que les aigües pluvials contaminades formin part d'un sistema que ha d'elaborar un PIGSS, les actuacions necessàries s'hauran d'estudiar amb una visió holística i integral dins del PIGSS.



2.8.6 Estàndards intermitents de qualitat ambiental (EIQA)

2.8.6.1 Definició de l'objectiu

A més dels objectius anteriors, es recomana addicionalment al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya que pels casos de les aglomeracions més grans de 50.000 h-e s'estudii en el PIGSS el compliment d'estàndards d'immissió o impacte al medi receptor (anomenats EIQA o Estàndards intermitents de qualitat ambiental), sense establir de moment l'obligatorietat de complir-lo en 10 anys, tal com si que es demana en el cas del rendiment hidràulic i els municipis esmentats que han de fer el PIGSS al Districte de la Conca Fluvial de Catalunya a curt termini. Es dir, les actuacions planificades hauran d'estudiar-se també per complir aquest objectiu, però sense que sigui obligatòria la seva construcció en 10 anys, com si que passa amb el rendiment hidràulic. Tot plegat, a efectes de la reserva d'espai per la construcció de les actuacions previstes.

En el cas que aquestes aglomeracions grans aboquin a rius efímers (sense cabal permanent durant tot l'any o una part d'ell) es recomana que compleixin l'EIQA del tram de medi receptor més proper aigües avall, afectat per una altra aglomeració gran.

2.8.6.2 Objectius EIQA per la vida piscícola als rius

Els objectius de qualitat que es defineixen es basen en els aplicats a Anglaterra en la metodologia del UPM (Urban Pollution Management).

A partir d'estudis toxicològics es defineixen uns estàndards que tenen per objectiu garantir que no hi hagi mortalitat de peixos pels episodis de contaminació en temps de pluja. Aquests estudis generen una formulació d'estàndards intermitents per l'oxigen dissolt i l'amoni no ionitzat, i s'expressen en concentracions i duracions associats a un rang de períodes de retorn per episodis independents.

Es desenvolupen tres jocs d'estàndards en funció de l'ecosistema del medi receptor:

1. Ecosistemes desitjables per l'existència sostenible de salmònids.
2. Ecosistemes desitjables per l'existència sostenible de ciprínids.
3. Ecosistemes marginals per la pesca de ciprínids.

Pels ecosistemes 1 i 2, els estàndards proporcionen protecció per tot tipus d'estadis de vida (peixos, invertebrats, plantes) associats amb el tipus d'ecosistema. Per l'ecosistema 3, els estàndards proporcionen protecció adequada per peixos resistents adults, amb la possible excepció d'espècies de peixos més sensibles.

Els estàndards per OD es presenten a la Taula 2.5 i els de l'amoni total a la Taula 2.6



Taula 2.5: Estàndards intermitents per oxigen dissolt

Període de retorn	Concentració màxima d'OD (mg/l)								
	Salmònids			Ciprínids			Ecosistemes marginals de ciprínids		
	1 h	6 h	24 h	1 h	6 h	24 h	1 h	6 h	24 h
1 mes	4	5.5	6	4	5	5.5	3	3.5	4
3 mesos	4.5	5	5.5	3.5	4.5	5	2.5	3	3.5
1 any	4	4.5	5	3	4	4.5	2	2.5	3

Taula 2.6: Estàndards intermitents per nitrogen amoniacal

Objectiu de vida piscícola	Condicions de referència pH = 7,8	Objectius d'amoni total per una pluja freqüent (Període de retorn 1 mes)			Objectiu d'amoni total en temps sec mg NH4/l
		Màxim durant 1h	Màxim durant 6h	Màxim durant 24h	
Salmònids	T= 15 °C	3,8	1,5	1,1	1,0
Ciprínids	T= 20 °C	6,2	3,1	1,2	1,0
Ciprínids tolerants		7,2	4,1	2,1	1,0
Objectiu de vida piscícola	Condicions de referència pH = 7,8	Objectius d'amoni total per una pluja menys freqüent (Període de retorn 3 mesos)			Objectiu d'amoni total en temps sec mg NH4/l
		Màxim durant 1h	Màxim durant 6h	Màxim durant 24h	
Salmònids	T= 15 °C	5,6	2,1	1,5	1,0
Ciprínids	T= 20 °C	9,2	5,1	2,1	1,0
Ciprínids tolerants		10,3	6,2	3,3	1,0
Objectiu de vida piscícola	Condicions de referència pH = 7,8	Objectius d'amoni total per una pluja poc freqüent (Període de retorn 1 any)			Objectiu d'amoni total en temps sec mg NH4/l
		Màxim durant 1h	Màxim durant 6h	Màxim durant 24h	
Salmònids	T= 15 °C	6,2	2,4	1,8	1,0
Ciprínids	T= 20 °C	10,3	6,2	2,7	1,0
Ciprínids tolerants		12,3	8,2	5,7	1,0

Per interpretar els estàndards presentats en aquest apartat és important entendre el concepte de període de retorn. Així per exemple, si s'agafa l'objectiu per ciprínids i el valor de 4 mg/l de

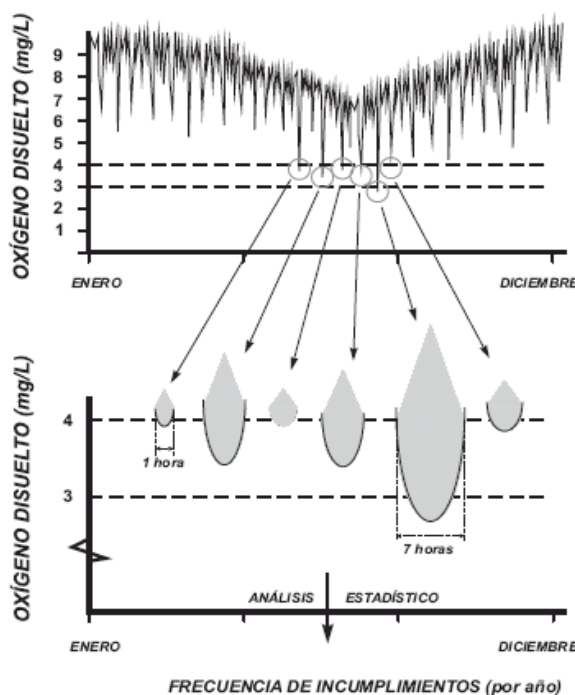


duració 1 hora i període de retorn 1 mes, significa que la concentració a qualsevol punt del riu, pot ocasionalment baixar per sota de 4 mg/l en períodes més llargs d'una hora sempre que l'interval mig entre aquests episodis no sigui menor a un mes. És a dir, que per un any mig, podrien haver com a màxim 12 episodis d'aquests. Seguint amb el mateix exemple, el valor de 4 mg/l també és un estàndard per duració 6 hores i període de retorn 1 any. Això significa que les duracions dels 12 episodis anteriors en que es permet baixar la concentració per sota de 4 mg/l, només 1 d'ells pot superar les 6 hores de duració.

La Figura 2.8 il·lustra la interpretació dels EIQA a partir d'una sèrie de valors d'OD per un any mig.

Per comprovar que un ecosistema sotmès a DSS compleix els objectius per la vida de salmònids, ciprínids o ciprínids marginals, s'haurà de comprovar que es compleixen cada un dels valors per OD i amoni no ionitzat de la Taula 2.3 i Taula 2.4.

Figura 2.8: Exemple d'anàlisi estadístic a realitzar per aplicar els EIQA



En aquest cas cal considerar pel càlcul totes les pluges, sense descartar les més grans que la Pd,80%.

2.8.6.3 Objectius EIQA per les zones de bany

Els objectius definits per les zones de bany no responen a un criteri ambiental sinó a un criteri soci-econòmic, com és el de limitar el temps durant el qual les platges no serien aptes pel bany, en superar-se les concentracions de contaminació bacteriològica definides al Reial Decret 1341/2007 sobre la gestió de la qualitat de l'aigua de bany.



Tal com proposa l'UPM es fixa un límit del 1.8% de la durada de la temporada de bany.

En aquest cas cal considerar pel càlcul totes les pluges, sense descartar les més grans que la Pd,80%.

A la taula següent es presenten els valors de concentració i l'estàndard prescrit.

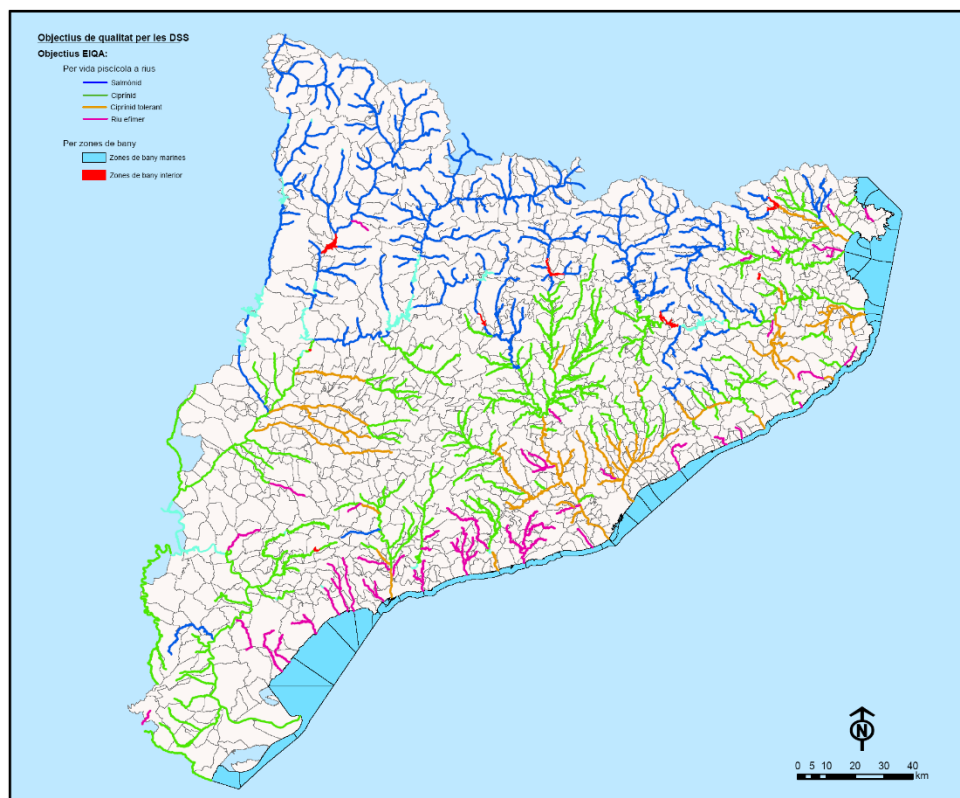
Taula 2.7: EIQA per zones de bany

Paràmetre	Límit de concentració (UFC / 100 ml)		Duració total per temporada de bany en que el límit es pot sobrepassar (valor orientatiu)
	Aigües costaneres i de transició	Aigües interiors	
Enterococs Intestinals	185	330	1.8 %
Escherichia Coli	500	900	1.8 %

2.8.6.4 Objectius EIQA per Districte de Conca Fluvial de Catalunya

A la figura següent es representen les masses d'aigua de Catalunya classificades segons els objectius que es persegueixen, extreta del Programa de Reducció de l'impacte de les descàrregues dels sistemes de sanejament en temps de pluja, elaborat al 2010 per l'ACA.

Figura 2.9: Objectius de qualitat pels desbordaments dels sistemes de sanejament



2.8.7 Creació dels models

En el cas del PIGSS bàsic s'haurà de treballar amb els models de clavegueram i el de l'EDAR, mentre que en el cas del PIGSS detallat, per estimar l'impacte dels sistemes de sanejament al medi receptor, no només és necessari modelitzar el sistema de sanejament (tant en baixa com en alta, incloent l'EDAR) sinó també el medi receptor (ja sigui riu o medi marí) tant en quantitat (hidràulica) com en qualitat. En aquest apartat es descriuran els diferents models i les diferents opcions per crear-los.

2.8.7.1 Model de clavegueram

La base del model necessari per l'estudi d'actuacions anti-DSS serà el desenvolupat per al càlcul de les actuacions anti-inundacions.

Com l'objectiu d'aquest model ha de ser estimar els volums que s'aboquen al medi, s'haurà de posar especial atenció als següents punts:

1. La modelització de l'interceptor i de les estructures de descàrrega dels sistema de sanejament, incloent la modelització de les aigües residuals.
2. La modelització de l'escorriment pluvial, l'entrada d'aigua a la xarxa i el posterior transport d'aquesta pel sistema de sanejament.
3. La modelització de l'escorriment pluvial que discorre en superfície sense entrar a la xarxa de sanejament.

Els punts 1 i 2 ja estaran correctament modelitzats i calibrats gràcies a les feines realitzades en els models per al càlcul de les actuacions en temps sec i anti-inundacions. El punt que s'haurà de treballar més és el tercer, que en part s'havia considerat per al càlcul de les actuacions anti-inundacions, però ara l'objectiu no és conèixer si les aigües superficials provoquen inundacions sinó saber per on recorren i quina fracció arriba al medi receptor de forma clara i ràpida i quina per contra no hi arriba (va a zones permeables, camps de conreu, etc.). Per això serà important estudiar la orografia del terreny, conèixer els cursos d'aigua urbans preferents i on desemboquen aquests cursos d'aigua. Si es considera que no té un efecte important en la qualitat del medi receptor es podrà desestimar aquesta font de contaminació, però haurà de quedar justificat.

Però a més del model hidràulic s'haurà de modelitzar la part de qualitat. En funció del medi receptor i de l'objectiu que es persegueixi, els paràmetres a modelitzar seran diferents. Així en el cas de protecció per vida piscícola, s'haurà de parametritzar el model per poder simular



oxigen dissolt i amoni-amoníac, mentre que en el cas de protecció per zones de bany, s'haurà de parametritzar per poder simular contaminació bacteriològica (EI o EColi).

Així doncs, la part nova en aquesta tasca consistirà en la creació del model de qualitat. Aquest model de qualitat pot ser molt senzill basant-se en el model hidràulic i considerant concentracions mitges dels diferents paràmetres a modelitzar o pot requerir fer un model de qualitat ja més detallat per estimar el pol.lutograma. En general es pot dir que els models detallats poden ser necessaris en aquells sistemes grans i complexos sobretot situats en zones planes, on la qualitat dels abocaments es pot veure molt afectada per l'arrossegament dels sediments existents a la conca i al sistema, o per la importància de la interrelació amb l'EDAR (per exemple si es sap que en episodis de pluja la qualitat de l'efluent de l'EDAR empitjora considerablement sent un factor greu d'afecció a la qualitat del medi receptor).

En el cas d'un model basat en concentracions mitges, no s'intenta representar les variacions en concentracions que es produeixen degudes als diferents processos físics que es donen a la conca i a la xarxa (diposició i erosió de sediments i contaminants, transport de sediments, advecció i dispersió de contaminants, reaccions químiques, etc.). Però s'ha de tenir present que aquestes concentracions mitges poden variar enormement entre episodis i entre conques, així doncs l'ús d'un model de qualitat simplificat com aquest s'haurà de poder validar en base a les campanyes de mesures realitzades.

Per contra un model detallat de qualitat sí intenta representar els fenòmens físics que es donen a la conca, permetent obtenir com a resultats els pol.lutogrames de la contaminació abocada al medi. Un dels fenòmens que més influència tenen a la qualitat de la contaminació abocada són els sediments, per tant s'haurà d'estudiar si aquests tenen prou influència perquè s'hagi d'incloure en el model els processos de transport dels sediments. En aquest cas, serà necessari definir tenir ben caracteritzats els sediments existents a la xarxa i les característiques d'aquests (amb la seva càrrega contaminant associada) que afectaran a la seva velocitat d'erosió i sedimentació.

És important comprovar en aquests models de qualitat, la seva estabilitat, doncs com més complex es torna el model, més probabilitats hi ha de trobar-nos amb aquests problemes.

2.8.7.2 Model d' EDAR

Com es comentava a l'apartat 1.8.3.3, en general, es recomana la utilització de correlacions estadístiques entre l'afluent i l'efluent per modelitzar l'efecte de la depuradora en els PIGSS.

Només en el cas que ja existeixi un model de l'EDAR o per casos de sistemes més complexos, on no es pot obtenir una regla clara sobre el rendiment de la depuradora sota condicions



variables de cabals i es vol entendre el motiu d'aquest comportament estrany de la depuradora, pot justificar-se la creació d'un model de l'EDAR.

Per la creació del model s'ha de fer un esquema senzill de l'EDAR que representi els processos clau de funcionament de l'EDAR (bombaments, sobreeixidors, tancs de sedimentació, etc.) i reunir les dades clau de funcionament de cada procés (cabals màxims, volums, eficiència, etc.).

2.8.7.3 Model de riu

Per la modelització del riu, el primer que cal fer és seleccionar el software de modelització assegurant-se que ens permetrà modelitzar i resoldre els objectius que es persegueixen durant l'estudi, així cal definir aproximadament els límits i les condicions de contorn aproximades que tindrà el model, les seves entrades, si caldrà modelitzar estructures, etc. de manera que ens permeti identificar els requeriments de software i de dades que es necessiten.

El següent pas ha de ser identificar i recopilar les dades necessàries per crear el model. Fora de les dades necessàries pel calibratge i validació (de les quals es parlarà en l'apartat 2.9) les dades per crear el model inclouen geometria i seccions del riu, estimacions de rugositats, dades d'estructures que hi pugui haver (ponts, rescloses, etc.) dades de possibles afluents i punts d'abocaments de desbordaments del sanejament, ja siguin sobreeixidors, ja siguin efluents de l'EDAR.

També serà important recopilar si hi ha dades d'estacions d'aforament i de qualitat, i en general qualsevol aportació dels tècnics que ens puguin informar sobre punts i incidències de mala qualitat en el riu, etc.

La creació del model de riu comença un cop recopilada tota aquesta informació decidint l'àmbit del model. La frontera aigües amunt del model ha d'estar com a mínim per sobre de tots els punts importants d'abocaments del sanejament al riu, i pot arribar fins a trobar una estació d'aforament amb diferents anys de dades recollides amb freqüència horària com a màxim. En cas de no tenir-se dades d'una estació d'aforament, serà necessari simular els cabals de la conca fluvial per un any de pluviometria mitja del riu. La frontera aigües avall del riu ha d'anar prou lluny per incloure la zona on es produeix el pitjor impacte degut als desbordaments del sanejament (DSS). Aquesta frontera aigües avall a vegades pot ser molt òbvia (per exemple una confluència amb un riu de molt més cabal on es produirà gran dilució), però com a idea general, es pot dir que per rius de poc pendent, la zona que tindrà un pitjor impacte serà probablement on hi hagi l'abocament del punt d'abocament més important, mentre que per



rius amb fort pendent, la zona amb un pitjor impacte, segurament no es donarà fins que el riu s'aplaní molt més aigües avall o al darrera d'una resclosa.

Identificats els límits del model, s'hauran d'introduir les característiques del riu (seccions, rugositats, ponts, rescloses, etc.) i finalment incloure les condicions de contorn del model (entrades de cabals i pol.lutogrames per rius tributaris i per abocaments del sanejament, cabals i contaminació aigües amunt, etc.).

Construït el model serà important també aquí fer unes comprovacions de la seva estabilitat sota diferents escenaris de simulacions.

2.8.7.4 Model marítim

Com es comentava anteriorment, l'objectiu de l'estudi de l'EIQA en el medi marítim és veure el possible impacte de la contaminació bacteriològica causada pels abocaments dels sistemes de sanejament en les zones de bany.

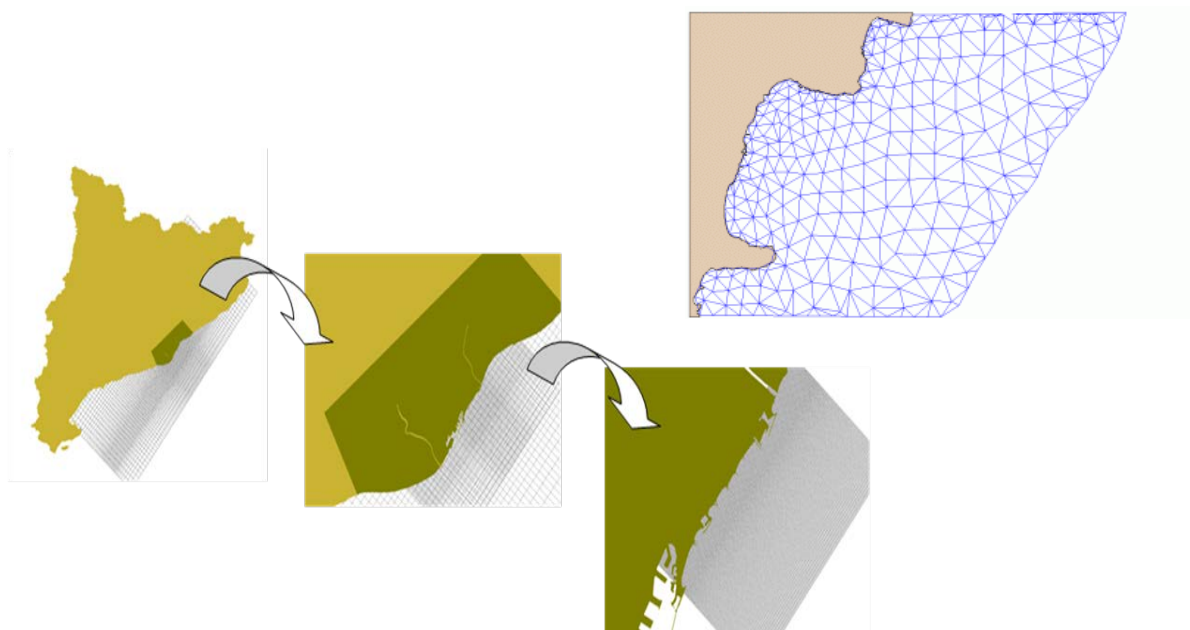
El model marítim es compon de dos models, d'una banda el model hidrodinàmic, que genera els nivells i corrents en funció dels diferents forçaments (marea, vent, abocaments, gradients de densitat, etc.) i, d'altra banda, el model de qualitat de l'aigua que s'encarrega de modelitzar l'evolució de les propietats de l'aigua, entre altres la contaminació bacteriològica.

Per a construir el model s'ha de construir una sèrie de malles imbricades, de manera que les cel·les tinguin més detall o siguin més petites a mesura que ens aproximem cap a la zona d'interès (platges o zona de bany). Això és necessari perquè els corrents que es generen a prop de la platja estan influenciades per molts factors, actuant alguns d'ells a una escala regional, molt més gran que la pròpia zona de bany. Així, els corrents generats per la marea o el vent han de tenir en compte una zona molt més ampla, fins i tot de desenes de km. Modelitzar amb el mateix detall (ample de cel·la) el fenòmens locals de la platja i els fenòmens regionals de generació de corrents per marea o vent és, a dia d'avui impossible per limitacions computacionals. Per això, es fa servir la tècnica de malles nidades esmentada.

Les malles poden ser bidimensionals o tridimensionals. En principi, per l'objectiu dels estudis a realitzar dins un PIGSS, un model bidimensional podria ser suficient, sempre que els corrents dominants siguin provocats per marees (cosa que no es dona en el Mediterrani) o per vent a gran escala. Quan es donin forts fenòmens d'estratificació (que pot ser el cas en abocaments suficientment importants d'aigua dolça) es més recomanable la creació d'un model tridimensional. Hi ha diferents tipologies de malles que es poden utilitzar, rectilínies curvilínies o triangulars d'elements finits.



Figura 2.10: Exemple de malla rectilínia imbricada i de malla triangular d'elements finits.



La construcció de la malla que representi correctament la batimetria i la línia de costa amb una precisió adequada no és una feina fàcil i requerirà la participació d'un modelitzador amb experiència. L'extensió de la zona de mar a cobrir per la malla del model implica un compromís entre descriure amb molt detall la zona objecte de l'estudi i cobrir una gran àrea per assegurar que el model contempla tots els fenòmens que poden afectar a la qualitat de l'aigua (descàrregues de rius propers per exemple). En general es pot dir que la resolució mínima la marcaran els canals estrets que poden ser importants per la modelització de la contaminació, i la seva extensió haurà de cobrir com a mínim la ploma de la contaminació. En general, una resolució de cel·la entre 50 i 100 m pot ser suficient a la majoria de casos.

En el model hidrodinàmic, els paràmetres d'ajust més importants són els d'advecció/difusió i els de rugositat dels fons.

Un cop es té un model hidrodinàmic estable, es pot passar a la construcció del model de qualitat. Aquests models són de dos tipus, eulerians i lagrangians i els dos són vàlids per la modelització bacteriològica objecte d'aquests estudis. En qualsevol cas, per a la seva construcció hi juga un paper important la modelització de la difusió del contaminant (donada per la hidrodinàmica) i de la mortalitat de les bactèries que es veu afectada principalment per la radiació solar i la salinitat.

De nou, al finalitzar la construcció del model marítim (hidrodinàmica i qualitat) serà necessari fer tests d'estabilitat sota diferents condicions de vent, corrents i d'entrades de contaminació i cabals.



2.8.8 Calibratge i validació

Del primer que cal avisar en aquest apartat és de la dificultat d'estimar la contaminació en tots els models anteriorment descrits. Els motius són diversos, però cal destacar-ne quatre de principals molts lligats entre ells:

- Els processos físics involucrats en la dinàmica d'acumulació, mobilització i transport dels contaminants durant els episodis de pluja no són prou coneguts, especialment pel que fa a les xarxes de clavegueram i sanejament en alta, i sobretot als processos de resuspensió de sediments que poden aportar fins un 50 % de la contaminació abocada.
- Incertesa, escassetat i variabilitat de les dades. Els models de simulació depenen completament de les dades d'entrada, de manera que si aquestes són insuficients o de poca qualitat, la credibilitat del model se'n ressent. Així, els models requereixen conèixer les càrregues contaminants en el temps zero d'inici de la simulació, és a dir, que faria falta conèixer les condicions inicials de contaminació de les conques, xarxes, riu i medi marítim, cosa inabordable degut a la gran variabilitat espacial i temporal de les càrregues de contaminació. Fins i tot en el cas de programar extenses campanyes de presa de mostres, les incerteses són enormes degudes als mateixos processos de presa de mostres, conservació i anàlisi de les mateixes. Com exemple d'aquestes dificultats, indicar que un estudi que comparava els valors proporcionats per diferents laboratoris donaven diferències de fins un 40 % a algunes de les analítiques.
- Dins d'un mateix model (de sanejament, riu o marítim), els processos de contaminació estan íntimament lligats als processos hidràulics, de manera que els errors que es produeixen en el procés hidràulic es propagaran i s'augmentaran en el procés de qualitat. Això vol dir que fins que no es tingui un model hidràulic correctament calibrat (i això pot suposar errors d'un 20 %), no es pot passar a calibrar la part de qualitat, i conscients, de que com a mínim l'error esperable serà d'un 20 % en els paràmetres de qualitat.
- També és important assenyalar que en els estudis d'impacte on els resultats d'un model són les dades d'entrada del següent (els resultats del model de clavegueram, són dades d'entrada del model de depuradora, i aquests del model de riu o marítim), els errors o les incerteses també es propaguen.

Amb això no es vol dir que no s'hagi de fer un esforç per prendre dades i per calibrar aquests models, senzillament es vol recalcar la idea de la dificultat de tenir bons ajustos entre les dades mesurades i les modelitzades. Així a diferència dels apartats anteriors en aquest apartat no es faran recomanacions sobre els percentatges d'errors acceptables en aquesta fase; aquí és



on l'experiència del modelitzador serà molt important per avaluar si els models creats i calibrats són útils per l'objectiu marcat en els PIGSS o si per contra, cal millorar-los agafant més analítiques o entenent altres processos que no s'han tingut en compte.

El procés de calibratge dels models ha de seguir l'ordre lògic del cicle de l'aigua, s'ha de començar calibrant el model de clavegueram, continuar amb el de depuradora i finalment ajustar el del medi receptor (riu o mar), i s'ha de partir primer dels models hidràulics el més ben calibrats possibles, continuar amb el calibratge dels models de qualitat en condicions de temps sec, i finalment calibrar la qualitat en temps de pluja.

També serà important abans de començar les tasques de calibratge dels models fer unes comprovacions de les dades obtingudes a les campanyes de monitorització a efectes de comprovar que els valors mesurats són raonables.

En els següents apartats es fan una sèrie de recomanacions genèriques pel calibratge de cada un dels models.

2.8.8.1 Calibratge del model de clavegueram

En aquesta etapa es parteix del model hidràulic en temps sec i en temps de pluja ja calibrat, en les fases anteriors del PIGSS. Així doncs en aquesta fase l'esforç es centra en el calibratge de la part de qualitat.

Com es comentava a l'apartat 2.8.7.1, hi ha dos opcions per crear el model de qualitat:

- Model basat en concentracions mitges de paràmetres de contaminació.
- Model detallat de qualitat.

Pel cas de fer un model basat en concentracions mitges, en aquesta fase de calibratge, no s'intenta ajustar la forma del pol.lutograma, sinó el volum de contaminació abocat al medi per cada sobreixidor i episodi. Així doncs caldrà trobar un valor de concentració mitja o formulació per obtenir-la que tingui en consideració els diferents factors que poden afectar aquest valor. Els principals són:

- Característiques de les conques. Les concentracions es veuen afectades segons les conques, això pot requerir tipificar-les i caracteritzar cada una d'elles, un exemple seria segons conques industrials, urbanes poc denses i urbanes molt denses.
- La intensitat o el volum de l'episodi de pluja també tindrà influència en la concentració mitja.
- El temps transcorregut des de l'últim episodi de pluja transcorregut.



Per aquests models, el procés de calibratge consistirà en trobar una concentració mitja en base a bibliografia i analítiques realitzades i comprovar el seu ajust en diferents condicions de les esmentades anteriorment. Lògicament la construcció d'aquests models és molt més senzilla, però sol requerir agafar més analítiques.

Per contra, en un model detallat de qualitat ja es pot fer un esforç per intentar ajustar el pol.lutograma resultant del model amb el mesurat. No s'ha de perdre de vista les dificultats esmentades anteriorment i l'objectiu final del model, de manera que serà més important poder ajustar la contaminació abocada per un punt i un episodi que la forma del pol.lutograma. Les principals recomanacions a realitzar aquí són:

- Començar calibrant el model en temps sec. Sol ser més senzill, doncs les variacions de concentracions acostumen a seguir uns patrons ben definits i és fàcil obtenir dades per fer el calibratge.
- Calibrar el model en temps de pluja, ajustant els paràmetres sobretot de neteja de contaminants de la conca i d'advecció per la xarxa, i en un primer moment simplificant la contaminació associada als sediments, però si no és possible obtenir ajusts raonables, pot ser necessari l'ajust del model de transport de sediments. En aquest cas, els paràmetres més importants a estimar són, la fracció de contaminació associada als sediments, l'estat inicial de sedimentació de la xarxa i les característiques dels sediments sobretot els referents a velocitat de sedimentació i tensions tangencials.

Convé no oblidar-se del flux superficial (la part de l'escorriment que no entra a la xarxa de clavegueram). Si en la fase de creació del model s'ha cregut que aquest escorriment pot tenir un impacte no menyspreable en el medi, s'haurà d'intentar calibrar el millor possible. La complexitat resideix en que no es podran mesurar dades de cabals al carrer, però es farà amb el millor criteri tècnic i si es disposarà d'analítiques sobre la qualitat d'aquest escorriment superficial, de manera que es podrà obtenir una concentració mitja a considerar en el model.

2.8.8.2 Calibratge del model de depuradora

En el cas que el model de depuradora s'obtingui a partir de correlacions entre les concentracions afluents i efluents, la comprovació consistirà en veure l'ajust que proporciona per una sèrie de dades que no s'hagin utilitzat en el procés d'obtenció de la correlació. Convindrà estudiar amb detall si aquestes correlacions són diferents en temps sec i en temps de pluja i fer dos ajusts diferents per aquests casos.

En el cas d'un model de depuradora determinístic, la comprovació ja es pot fer en base a la forma dels pol.lutogrames mesurats a la sortida de l'EDAR. Convé fixar-se en els valors mitjos



i màxims així com el valor mig obtingut. Es començarà calibrant el model en temps sec, per continuar el calibratge en temps de pluja. La validació es farà amb dades d'un episodi de pluja que no s'hagi utilitzat en la fase de calibratge.

2.8.8.3 Calibratge del model de riu

El calibratge del model de riu començarà amb el calibratge hidràulic en temps sec, ficant un cabal base al riu.

El següent pas ha de ser el calibratge hidràulic en temps de pluja, que es dividirà en dues fases en funció de si el model té una part hidrològica amb la inclusió de les conques, o hi ha una estació d'aforament de manera que els cabals d'entrada al model aigües amunt són coneguts. Si no hi ha una estació d'aforament i es necessita modelitzar tota la conca fluvial, les dades d'entrada seran la precipitació a la conca i s'hauran d'ajustar els paràmetres de les conques i rugositats del canal del riu fins ajustar el volum i la forma de l'hidrograma. En el cas d'existir estació d'aforament, el model serà més senzill i també el procés de calibratge, doncs les dades d'entrada seran els cabals aigües amunt i només s'haurà d'ajustar les rugositats del canal per ajustar la forma i el cabal punta de l'hidrograma mesurat.

Els criteris generals de validació del model hidràulic de clavegueram són també d'aplicació aquí, i com sempre, s'han de reservar les dades d'una de les campanyes de mostres per fer la validació.

L'últim pas serà el calibratge del model de qualitat. Es començarà ajustant la qualitat base del riu en temps sec, i posteriorment s'ajustarà per temps de pluja, començant modificant els paràmetres d'advecció i dispersió i continuant pels paràmetres que regulen els processos que es donen al riu per modelitzar temperatura, OD, etc.

2.8.8.4 Calibratge del model marítim

El calibratge d'un model marítim és més complexa, doncs hi juguen molts factors i dades d'entrada com són la marea, el vent, gradients de densitat, l'onatge, la radiació solar, etc. A més a més, hi ha molt poques dades mesurades al mar, fins i tot només d'algun punt del domini del model, de manera que és molt difícil calibrar el model basant-se només en aquestes dades puntuals.

En qualsevol cas, els passos a seguir són els mateixos que en els models anteriors, començar per ajustar el model hidrodinàmic, continuar pel model de qualitat en temps sec ajustant la qualitat de base del medi marí (la qual parlant de contaminació bacteriològica hauria de ser bona, però convé confirmar-ho), i finalment ajustar l'empitjorament de la qualitat en temps de pluja deguda a la contaminació abocada pels sistemes de sanejament i la seva evolució en el mar.



L'evolució de la contaminació en el mar depèn fonamentalment de la dispersió (funció dels paràmetres del model hidrodinàmic) i de la mortalitat de les bactèries (paràmetres del model de qualitat).

2.8.9 Optimització

En els estudis anti-DSS l'optimització del model té més sentit davant la necessitat de simular llargues sèries pluviomètriques, de manera que en el procés iteratiu de simular diferents escenaris per verificar que es compleixen els objectius de qualitat, si els models no estan gaire optimitzats, els temps de càlcul poden ser excessius.

Així doncs, l'optimització dels models seria recomanable sobretot pel cas del model de clavegueram, mentre que en els altres models (sobretot el marítim i de riu) l'optimització ja es farà en el mateix moment de creació del model, intentant no fer-los de manera que tinguin un cost computacional excessiu (sobretot en el cas dels models marítics que acostumen a ser més lents degut a la seva complexitat). Al cas del model de clavegueram, si es parteix de l'utilitzat pel càlcul de les actuacions anti-inundacions, aquesta optimització no es pot fer en el moment de creació del model.

Així doncs, el primer que caldrà fer és avaluar els temps de càlcul estimat que es pot tardar fent la simulació de la sèrie pluviomètrica, i si el temps es considera raonable per poder-hi treballar, la fase d'optimització es podrà obviar. En cas contrari, s'haurà de simplificar el model amb les metodologies descrites a l'apartat 2.4.3.

Com que l'interès es troba en els cabals abocats al medi, la simplificació es pot donar sobretot a les parts de la xarxa situades més aigües amunt, lluny dels punts d'abocament cap al medi receptor. Igualment zones inundables que podien haver-se simulat amb molt detall, ara ja no són necessàries de manera que es poden simplificar.

Com sempre després de fer l'optimització, caldrà comprovar els resultats d'aquest model amb els del model detallat per comprovar que els cabals i nivells generats són equivalents en els punts d'interès.

2.8.10 Diagnosi

La diagnosi, consisteix en estudiar l'impacte del sistema de sanejament actual en el medi receptor sota les condicions climatològiques habituals. Aquestes condicions climatològiques normals que poden ser un any de pluviometria mitja en el cas d'estudis d'impactes a rius o 3 estius de pluviometria i condicions marítimes mitges en el cas d'estudis d'impacte al medi marí.



2.8.10.1 Sèrie pluviomètrica

Les condicions climatològiques normals per les que es modelitzarà la diagnosi són diferents en el cas d'estudis per vida piscícola als rius que en el cas d'estudis per zones de bany.

Per als estudis de protecció de la vida piscícola a rius, les condicions climatològiques a modelitzar seran les corresponents a un any de pluviometria mitja tant per la conca urbana on hi ha el sistema de sanejament com per la conca fluvial. Això significarà que s'ha de buscar el pluviòmetre més pròxim a la zona d'estudi amb intervals de registre màxims horaris i buscar els registres d'un any de pluviometria mitja. Per això no només s'ha de considerar que el volum de precipitació anual sigui mig, sinó també que el nombre i les intensitat de les precipitacions en aquest any siguin les habituals, és a dir, que aproximadament hi hagi una pluja de T igual a 1 any, una dotzena de T= 1 mes, i que el nombre de dies de precipitació sigui proper a la mitja també.

Per als estudis de protecció de la qualitat de les zones de bany, el que cal considerar és pluviometria mitja que afecta a la temporada de any (de juny a setembre). Les consideracions seran les mateixes però per 3 temporades de bany de pluviometria mitja.

2.8.10.2 Hipòtesis de càlcul

En general les hipòtesis a considerar per la simulació de la diagnosi han de ser les condicions habituals o mitges tant pel que fa al funcionament dels sistema de sanejament (bombaments, EDARS, etc.) com a les condicions del medi receptor.

La dificultat sobretot es troba a l'hora de considerar les condicions habituals del medi receptor. En aquest punt, el millor és seguir la mateixa metodologia de treball que per la pluviometria, i buscar les condicions reals en que es trobava el medi receptor l'any o les temporades de bany agafades amb pluviometria mitja per simular el sistema de sanejament. En el cas que no es tinguin les dades dels mateixos anys, una altra alternativa és buscar les condicions normals (en un any mig o 3 temporades de bany mitges) del medi receptor, encara que no coincidissin amb el mateix any de la pluviometria mitja.

A la pràctica, per als rius s'hauria de buscar les dades de cabals de l'estació d'aforament aigües amunt (i en cas que no hi fos de pluviometria a la conca fluvial), i per al medi marítim, condicions de vent i corrents habituals.

2.8.10.3 Resultats de la diagnosi

Amb els diferents models parametritzats, es seguiran els següents passos:

- Es modelitzarà el sistema de clavegueram per la sèrie pluviomètrica considerada (un any mig o 3 temporades de bany), obtenint els hidrogrames i pol.lutogrames de



l'escorriment superficial que arriba al medi receptor (cas que no s'hagi simplificat prèviament), dels abocaments del sistema de clavegueram i de l'interceptor que porta les aigües a l'EDAR.

- Es modelitzarà l'EDAR amb els cabals i pol.lutogrames que li arriben de l'interceptor (obtinguts del model de clavegueram), i s'obtindran els cabals i pol.lutogrames de l'efluent de l'EDAR.
- Es modelitzarà el medi receptor (riu o medi marí) amb les entrades de cabals i pol.lutogrames dels anteriors models (escorriment superficial, descàrregues directes del clavegueram i efluent de l'EDAR), obtenint-se la qualitat del medi receptor a diferents punts.
- Elecció dels punts a controlar la qualitat del medi receptor. Pel cas de vida piscícola als rius els punts són els de pitjor qualitat per OD i per amoni no ionitzat, mentre que per zones de bany serà el punt on l'ACA agafa la mostra setmanal que sol ser el punt de més afluència de banyistes.

Per protecció de vida piscícola, dels punts del riu seleccionats anteriorment s'obtenen les sèries temporals d'OD i $\text{NH}_3\text{-N}$ i es comprova quin grup d'estàndards de la Taula 2.3 i Taula 2.4 es compleix o si no se'n compleix cap i es compara amb l'objectiu definit per la massa d'aigua de l'estudi.

- Per les zones de bany, es calcularà el percentatge de temps en que s'incompleix la Directiva d'Aigües de Bany i es compararà amb el 1.8 % objectiu.

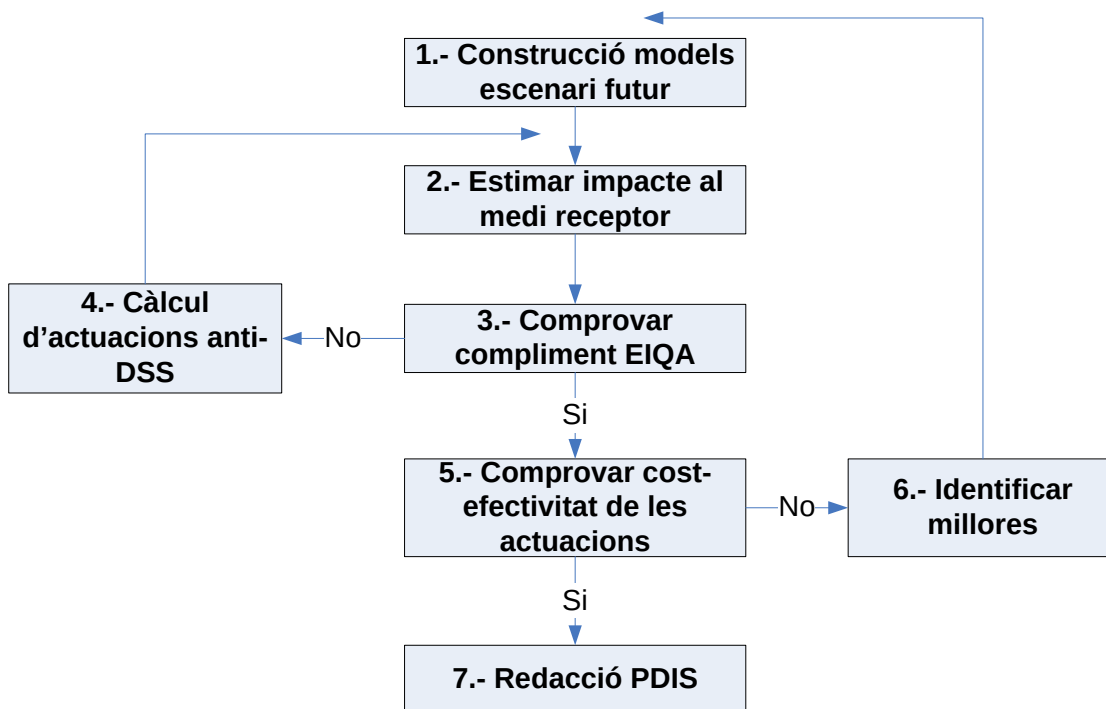
2.8.11 Càlcul d'actuacions (prognosi)

En la prognosi es calcularan les actuacions necessàries per assolir els objectius de protecció marcats. Fins i tot si els resultats de la diagnosi són que actualment ja es compleixen els objectius de protecció marcats, en aquesta fase de prognosi, s'haurà de comprovar que en el futur, amb totes les actuacions previstes en el sistema de sanejament (actuacions en temps sec i anti-inundacions) i amb els canvis que puguin estar previstos en el medi receptor, es compleixen els objectius. De ser així, la fase de prognosi estarà acabada i significarà que no s'han de fer actuacions anti-DSS, doncs el seu impacte tant l'actual com el futur no és significatiu. En cas contrari s'hauran de dimensionar les actuacions que permetin assolir els objectius de qualitat marcats en el medi receptor.

En el següent esquema es presenten les diferents fases per al càlcul de la prognosi.



Figura 2.3 Diagrama de flux de les principals tasques d'un PIGSS



2.8.11.1 Construcció models escenari futur

En aquesta fase s'han de modificar els models de diagnòstic per incloure les actuacions futures previstes. Això vol dir entre altres coses considerar:

- Els creixements urbanístics i els augments de població previstos.
- Les actuacions previstes en temps sec
- Les actuacions anti-inundacions previstes.
- Canvis previstos en el futur del medi receptor (per exemple, si està previst en el futur la construcció d'una depuradora aigües amunt, s'ha de considerar la millora de la qualitat prevista en temps sec del medi receptor). Només en el **PIGSS detallat**.

2.8.11.2 Estimar impacte al medi receptor

En el **PIGSS detallat** es repetiran els passos de la diagnòstic però per al nou escenari futur dels models, així el model de medi receptor (riu o mar) es fa córrer amb els nous abocaments del sistema de sanejament considerats i s'estima l'impacte per la vida piscícola o per les zones de bany en aquestes condicions.



2.8.11.3 Comprovació del compliment dels EIQA

En els **PIGSS detallats** en aquesta fase es comprova si es compleixen els objectius de qualitat definits per aquesta massa d'aigua, de la mateixa manera que s'havia fet a la diagnosi. Si es compleix l'objectiu, significarà que no cal fer actuacions anti-DSS.

2.8.11.4 Càlcul d'actuacions anti-DSS

Si no es compleixen els objectius marcats bé sigui de rendiment hidràulic en el **PIGSS bàsic**, bé sigui els EIQA en el medi receptor en el **PIGSS detallat**, es comença un procés iteratiu per trobar les actuacions que permeten el seu compliment. Entre aquestes actuacions cal destacar:

- Incrementar cabals cap a l'EDAR.
- Capacitat extra d'emmagatzematge en dipòsits anti-DSS
- Increment de capacitat de tractament a l'EDAR
- Actuacions de SUDS.
- Moure punts d'abocament a noves ubicacions de forma que provoquin un impacte menor.

L'increment de cabals cap a l'EDAR per garantir que el sistema té capacitat per tractar com a mínim 2,4-5 vegades el cabal mig de residuals amb tractament primari ha de ser una de les primeres actuacions a considerar dins d'aquest procés iteratiu. Aquestes actuacions solen consistir en recreixements dels llavis dels sobreeixidors o augments de capacitat de les estacions de bombament. Aquestes actuacions són de cost baix i tenen una gran eficàcia en la millora de l'impacte en el medi receptor.

Quan els problemes es concentren en temps de pluja, s'aconsella la incorporació de dipòsits anti-DSS abans de plantejar ampliacions de la EDAR, augmentar capacitats d'interceptors o grans ampliacions d'estacions de bombament.

Així en aquesta fase, els models s'ajusten per considerar les diferents millores planificades i es retorna a la fase d'estimar l'impacte al medi receptor.

En aquesta fase d'iteracions per reduir els temps de càlcul, es poden utilitzar un subgrup d'episodis de pluja que es considerin representatius de la sèrie completa. De totes maneres, és bàsic que un cop s'hagin identificat les actuacions que compleixen els objectius perseguits, això es comprovi amb tota la sèrie completa de pluja (la de l'any mig o de les 3 temporades de bany).



2.8.11.5 Comprovar cost-eficàcia o cost-benefici de les actuacions.

Un cop identificades les actuacions previstes, caldrà estimar els seus costos associats, tant els de construcció com els d'explotació i manteniment. Per cada actuació es realitzarà un anàlisi cost-benefici o cost-eficàcia que incorpori la justificació de la intervenció pública, els objectius, les alternatives considerades, els costos de la nova infraestructura, així com els beneficis socials, ambientals, etc. de les diferents alternatives i la selecció i justificació de l'opció escollida aplicant algun sistema d'anàlisi multi-criteri per a prioritzar-les.

Si es considera que les actuacions són excessivament cares, les opcions són varies:

1. Estudiar si un paquet d'actuacions diferents permetria assolir els objectius de qualitat amb uns costos més reduïts. En aquest cas, es retornaria a la fase de càlcul d'actuacions.
2. Estudiar les simplificacions realitzades en la creació dels models, per veure si s'han fet massa simplificacions per quedar-se del costat de la seguretat i en aquest cas això està repercutint en actuacions de cost molt elevat. En aquest cas, estudis de sensibilitat en els models per veure quins paràmetres tenen més influència en els resultats poden ajudar a millorar els models en aquells punts crítics. En aquests casos es tornaria a la fase de construcció dels models i pot requerir agafar mostres complementàries que permetessin millorar els models.
3. Replantejar els objectius per la massa d'aigua. Podria ser que s'ha estat massa ambiciós en la definició de l'objectiu, en aquest cas en l'aprovació de l'ACA es fixaran uns objectius menys exigents per la massa d'aigua.

2.9 Monitorització i recopilació de dades fenomenològiques pel calibratge dels models

2.9.1 Introducció

Una campanya de monitorització i presa de mostres pel calibratge dels models sol ser una tasca complicada i costosa, tant en esforç com en pressupost, de manera que es pot tenir la tendència d'eliminar o reduir l'abast d'aquestes campanyes. En aquest apartat es vol recalcar la importància d'aquesta tasca doncs en base als resultats dels models es prendran decisions sobre actuacions amb pressupostos molt superiors a aquestes campanyes i, per tant, és bàsic realitzar unes bones campanyes que permetin calibrar correctament els models i, per tant,



garantir que les actuacions que es planifiquin en els PIGSS seran eficaces per l'objectiu que es van planificar.

En els següents apartats es faran unes recomanacions generals sobre les campanyes mínimes a realitzar per fer un mínim treball de calibratge dels models descrits en anteriors apartats. Convé adaptar aquestes recomanacions als requeriments dels models que s'utilitzaran en el PIGSS i a les característiques locals de la zona d'estudi.

2.9.2 Recomanacions generals

2.9.2.1 Planificació de les campanyes a realitzar

Com s'ha dit, les campanyes de monitorització i presa de mostres són força costoses de manera que per tal d'optimitzar els recursos dedicats a aquesta tasca és important planificar-les correctament.

Hi ha 5 grans àrees que requereixen feines de coordinació abans i durant la realització de la campanya:

- **Requeriments dels models**

En general es requerirà informació de cabals i qualitat en el sistema de sanejament, i en els medis receptors (en el cas d'aglomeracions de més de 50.000 h-e) tant en temps sec com en temps de pluja. La definició detallada sobre la millor ubicació per la presa de dades així com dels paràmetres, nombre de dies i episodis a recollir, etc. s'haurà de definir conjuntament entre el modelitzador (que serà l'usuari final d'aquestes dades) i el propietari / gestor del sistema que coneixerà les millors ubicacions per accessos, seguretat, problemes, etc.

Una de les primeres tasques a realitzar serà analitzar les dades ja existents i que es puguin aprofitar per al desenvolupament del PIGSS. Entre aquestes cal destacar les recollides en les EDAR (tant a l'entrada com a la sortida), les dades d'estacions d'aforament i de qualitat de l'ACA al riu, i les analítiques setmanals de l'ACA a les zones de bany.

- **Servei de predicció de precipitacions i procediment d'activació de campanya en temps de pluja**

És recomanable disposar d'un servei de predicció de precipitacions (que informi sobre la possibilitat de pluja amb un mínim de 2 dies d'antelació) que permeti planificar amb certa antelació les activitats necessàries per fer la campanya de mostres i alertar de



que en els pròxims dies es pot donar un episodi de pluja que compleix els requeriments de la nostra campanya.

Cal tenir un procediment d'activació de campanya en temps de pluja basat en un pluviòmetre que activi una alarma quan comenci a ploure i envii un SMS a l'encarregat del mostreig. Un cop llançat l'avís, convé fer un seguiment continu, per confirmar o descartar quan abans millor l'avís d'episodi de pluja i així evitar tasques i despeses innecessàries.

- **Equip tècnic encarregat de la instal·lació de sensors i recollida de mostres i dades**

L'equip tècnic serà el responsable de subministrar, instal·lar i desplegar els equips (materials i humans) quan sigui necessari, així com portar a terme les mostres in-situ.

Per la recollida de mostres en episodis de pluja serà necessari que els equips tinguin gran disponibilitat horària (idealment 24 hores els 7 dies de la setmana) i que en poc temps es puguin desplaçar als punts de recollida de mostres, de manera que en cas de tenir pre-avisos de pluja amb poca antelació estiguin ràpidament preparats per iniciar la campanya. S'ha coordinar l'equip de mostreig i el laboratori d'anàlisi encarregat de la tasca.

- **Servei de laboratori per l'anàlisi de les mostres**

S'ha de contractar també un laboratori homologat (com a establiment col·laborador de l'administració i/o acreditat per la ISO 17025 en els paràmetres a analitzar) per l'anàlisi de les mostres que es facin, on s'ha d'avaluar entre altres, la seva disponibilitat (idealment 24 hores els 7 dies de la setmana), la capacitat del laboratori per analitzar el total de mostres previstes en un episodi i l'interval mínim entre dos campanyes de mostres per tal que el laboratori les pugui analitzar. El temps màxim que pot transcórrer entre la presa de mostres i el seu anàlisi són 24 hores.

Per coordinar totes aquestes tasques es recomana definir uns protocols clars on s'especifiquin tots els detalls de les campanyes, ubicacions d'instal·lacions d'equips o de presa de mostres, mesures a realitzar in-situ, preservació i transport de les mostres, paràmetres a analitzar, freqüències de recollides, condicions climatològiques sota les quals s'iniciarà una campanya de mostres, etc.

També té gran importància l'elecció de la temporada de l'any òptima per realitzar aquestes campanyes. Aquí cal considerar principalment l'època en que és més probable que es produeixin els episodis de pluja que es volen caracteritzar.



Finalment afegir que és de gran importància en aquesta fase recopilar qualsevol informació i campanyes prèvies existents, en concret cal parlar sobretot de:

- Informació dels sensors instal·lats en els anys passats per complir el RD 1290/2012. De l'anàlisi d'aquesta informació se'n podran treure conclusions importants per planificar les noves campanyes i també per utilitzar directament en el calibratge dels models.
- Informació d'estacions d'aforament i estacions de qualitat de l'ACA als rius.
- Informació setmanal de contaminació bacteriològica a les zones de bany durant la temporada de bany (ACA).

2.9.2.2 Consideracions sobre la ubicació de la monitorització

En els següents apartats es faran consideracions específiques per campanyes al sanejament, riu o medi marí, però com a criteris general per tots ells, serà important que les ubicacions escollides compleixin uns requeriments per:

- Accessibilitat: L'accés pot ser necessari 24 hores al dia els 7 dies de la setmana, de manera que s'evitaran ubicacions de difícil accés (en terrenys particulars, zones de gran intensitat de trànsit, etc.)
- Seguretat: Condicions de seguretat adequades per portar a terme els treballs (accés a espais confinats, etc.)
- Garantia de la instal·lació per tal d'evitar danys a l'equipament.
- Representativitat: És important que el punt seleccionat sigui representatiu de les propietats dels cabals circulants. Idealment el punt de mostreig hauria de ser aigües avall de zones on hi ha una bona mescla de cabals.
- Profunditat mínima del flux i altres requeriments dels sensors.

2.9.2.3 Paràmetres a analitzar

Pel calibratge dels models hidràulics el paràmetre més important és el cabal, el qual s'obté de la mesura de la profunditat de la làmina d'aigua i de la seva velocitat. En determinades circumstàncies la mesura de la velocitat per la obtenció del cabal no és factible, de manera que per aquests casos el model s'haurà de calibrar amb la mesura dels nivells.

Pel calibratge dels models de qualitat, es recomana agafar per defecte els següents paràmetres, podent-se utilitzar aquestes dades per als estudis del PIGSS o posteriorment per futurs estudis i anàlisis. Els paràmetres que es recomanen són:

- Oxigen dissolt



- Demanda bioquímica d'oxigen
- Amoni
- pH
- Temperatura
- Indicadors de contaminació bacteriològica: EI i *E. coli*. (només en zones de bany)

En cas de voler fer una caracterització més completa de les aigües del sistema, es recomana analitzar com a mínim, els paràmetres següents:

Taula 2.8: Paràmetres per una caracterització mínima de xarxa de sanejament.

Microbiològics	Escherichia coli (NMP/100 ml)
	Enterococs intestinals (ufc/100 ml)
Globals	pH (unitats pH)
	Conductivitat a 20°C (microS/cm)
	MES (mg/l)
	Sòlids totals (mg/l)
	OD (mg/l) (% saturació)
Matèria orgànica	TOC (mg/l)
Nutrients	Nitrats (mg/l)
	Nitrits (mg/l)
	Amoni (mg/l)
	N total Kjeldhal (mg/l)
	Fòsfor total (mg/l)

I si es vol una caracterització encara més completa, pot ser interessant analitzar també metalls:

Taula 2.9: Paràmetres per completar anàlisis del medi.

Metalls	Alumini (ppm)
	Cadmi (ppm)
	Níquel (ppm)
	Plom (ppm)
	Mercuri (µg/l)
	Bari (ppm)
	Manganès (ppm)
	Coure (ppm)
	Crom (ppm)
	Zinc (ppm)
	Ferro (ppm)

En alguns estudis específics de clavegueram pot ser necessari recollir informació dels sediments del sistema, tant pel que fa a nivell de sedimentacions dins de la xarxa (aquesta



pot ser per inspecció visual des dels pous o amb càmeres de TV), com agafant mostres dels sediments per caracteritzar-ne la seva composició.

2.9.2.4 Equips

Sempre que sigui possible, es recomana instal·lar sensors de mesura en continu o equips de mostreig automàtics, els quals permeten programar amb anterioritat la recollida de mostres i conservar-les adequadament fins que són recollides i traslladades al laboratori per al seu anàlisi.

En particular, els paràmetres d'OD i Temperatura s'han de mesurar in-situ, ja sigui a través de mesura en continu o bé amb sondes portàtils.

2.9.3 Campanyes de mesures en el sistema de sanejament

2.9.3.1 Temps sec

Es faran com a mínim tres campanyes en temps sec (dues entre setmana i una en cap de setmana) i es considerarà la possibilitat de fer-ne més en sistemes on hi hagi variacions importants entre diferents èpoques de l'any (estiu / hivern).

La duració de cada una de les campanyes serà de 24 hores, agafant dades en continu quan sigui possible o mostres cada 2 hores per portar a analitzar a laboratori.

Respecte al nombre de punts a mostrejar i la ubicació dels mateixos, és fonamental el criteri del modelitzador i el coneixement del sistema, però el mínim seria 1 punt per sistema que podria estar ubicat a l'EDAR, i en sistemes formats per diferents municipis molt heterogenis (residencial – industrial; grans – petits; etc.) s'haurà d'agafar un punt de mostreig per municipi situat abans de la seva connexió amb l'interceptor en aquell punt que pugui ser més representatiu de tot el sanejament del municipi.

2.9.3.2 Temps de pluja

Es requereix com a mínim agafar dades de 3 episodis de pluja vàlids per al calibratge. La dificultat resideix en saber quins episodis de pluja es poden considerar vàlids, de forma genèrica, els requeriments d'aquests episodis serien:

- La pluja ha de ser suficient, de forma que les pèrdues inicials no són significatives respecte al volum d'escorriment.
- Els cabals als punts de mesura són suficients per assegurar que les dades mesurades són vàlides.



- Els cabals són suficients per assegurar que els diferents elements que es volen comprovar han estat operatius (per exemple si es vol comprovar el funcionament dels sobreexidors del clavegueram en temps de pluja).
- La pluja no ha tingut massa pics que puguin dificultar el procés de calibratge.

De forma orientativa, els criteris anteriors es poden interpretar de la següent forma:

- La pluja total de l'episodi hauria de ser major a 5 mm
- Les duracions dels 3 episodis haurien de ser diferents. Idealment una hauria de tenir duració aproximadament la meitat del temps de concentració (T_c) del sistema, la segona igual al T_c i la tercera dues vegades el T_c .
- La intensitat de pluja hauria de ser major a 10 mm/h durant 5 minuts.
- El període entre episodis hauria de ser suficient per permetre que el sistema tornés a la situació normal d'operació en temps sec.

Les dades de pluviometria són imprescindibles i en general, es requereixen dos pluviòmetres per sistema, en funció de l'àrea de la conca i la seva topografia que ens permeten comparar la pluviometria entre els dos sensors i tenir una mesura en cas de problemes amb un dels sensors. Es recomana ubicar els pluviòmetres dins la zona urbana, evitant punts en que la pluviometria pugui estar afectada per edificis pròxims o arbres. Les dades d'intensitat de pluja es recolliran amb freqüència màxima 5 minuts.

El nombre mínim de punts a mostrejar en el sistema de sanejament serà d'un punt per municipi, ubicat en el col·lector més gran abans de la seva connexió amb l'interceptor, i a banda dels paràmetres a enregistrar que s'han comentat anteriorment, convé també enregistrar quan es produeixen abocaments al medi receptor. Per municipis de gran extensió, s'ha d'escollir un punt de monitorització que estigui a la mateixa conca que el pluviòmetre o pròxim a ella.

En cas d'aplicació de la metodologia d'EIQA per zones de bany, el punt de monitorització es situarà en el punt d'abocament situat el més proper a la zona de bany o en el que a priori es pensi que té major afectació en la qualitat de l'aigua de bany.

La campanya s'inicia quan es detecta un increment significatiu d'aigua en el col·lector i finalitza quan es recuperen els nivells de temps sec (entre una i dues hores després de finalitzar l'episodi). La freqüència és una mostra cada 15 minuts les dues primeres hores (8 mostres d'1 litre) i les dues hores següents cada 30 minuts (4 mostres d'1 litre). En episodis breus es poden descartar mostres finals.



2.9.4 Campanyes de mesures en el riu

Aquestes campanyes seran necessàries en cas d'aplicació de la metodologia per al càlcul d'actuacions anti-DSS per EIQA (sistemes grans).

2.9.4.1 Temps sec

Es farà un mínim de 3 campanyes de temps sec amb tres punts de mostreig mínims, un punt situat aigües amunt dels punts d'abocament del sistema de sanejament objecte de l'estudi, un punt situat aigües avall del punt d'abocament del principal sobreexidor i un punt situat aigües avall del punt d'abocament de l'EDAR.

La duració de cada campanya serà de 24 hores amb una freqüència mínima de presa de dades per als paràmetres que no es poden mesurar en continu, de 6 hores.

2.9.4.2 Temps de pluja

Aquí també el nombre mínim de campanyes seran 3, i els punts de mostreig seran els mateixos que els de temps sec.

Per aquestes campanyes serà important que els episodis de pluja siguin prou significatius com per haver produït abocaments del sistema de sanejament, i idealment aquests haurien de coincidir amb els de les campanyes en el sistema de sanejament.

La duració d'aquestes campanyes serà tota la duració de l'episodi de pluja i les dues hores posteriors, i les dades que no es puguin agafar en continu, s'agafaran amb una freqüència de 15 minuts.

2.9.5 Campanyes de mesures en zones de bany

Aquestes campanyes seran només necessàries en cas d'aplicació de la metodologia d'EIQA per zones de bany (sistemes grans) i faran referència als indicadors microbiològics (EI i EC). En aquests casos convé recopilar els resultats de les analítiques que l'ACA agafa un cop a la setmana a totes les zones de bany en compliment de la Directiva d'Aigües de Bany. Aquestes analítiques poden estalviar algunes de les campanyes que es recomanen a continuació, en especial les de temps sec.

2.9.5.1 Temps sec

La contaminació bacteriològica en el mar en condicions habituals és inferior als llindars establerts per la Directiva d'Aigües de Bany, tot i això convindria fer una campanya de recollida d'una mostra per platja en temps sec per a calibrar els valors de contaminació bacteriològica de base del model marítim.



2.9.5.2 Temps de pluja

De nou, els episodis de pluja vàlids seran aquells que provoquen abocaments del sistema de sanejament al medi marí, i idealment haurien de coincidir amb els episodis de pluja de les campanyes en el sistema de sanejament. En aquests casos, el nombre d'episodis a mostrejar seran de nou tres, i s'agafaran analítiques de les zones de bany situades més a prop dels punts d'abocament més significatius del sistema de sanejament, és a dir, en aquells punts on es pugui preveure que l'impacte dels DSS pugui ser pitjor.

La duració de les campanyes serà la duració de l'episodi de pluja i les 24 hores posteriors, amb una freqüència de mostreig de:

- Durant l'episodi de pluja i les 3 hores posteriors: cada hora.
- Entre les 3 hores i les 24 hores posteriors a l'episodi de pluja: cada 3 hores.

2.9.6 Altres dades necessàries

A part de registrar les dades de la pluviometria dels episodis de pluja seleccionats per les diferents campanyes de mesures i que ja s'han comentat a l'apartat 2.9.3.2, pot ser necessari també recollir les següents dades:

- Dades d'escorriment superficial per al cas d'aplicació de metodologia basada en EIQA pel càlcul d'actuacions anti-DSS. També en aquest cas es faran 3 campanyes de mostreig (una mostra per episodi), agafant un punt de mostreig per municipi ubicat en el punt de màxima concentració de les aigües superficials, un cop han recorregut aquestes la major longitud possible de zona urbana. La duració d'aquestes campanyes serà la de l'episodi de pluja amb una freqüència d'una mostra cada hora aproximadament com a mínim, una analítica cap al principi de l'episodi i una altra cap al final.
- Altres dades necessàries per al calibratge dels estudis anti-DSS per zones de bany són:
 - o Dades de vent (reals o previsions) per als dies dels episodis de mostreig.
 - o Dades de corrents (reals o previsions) per als dies dels episodis de mostreig.
 - o Dades de qualsevol altre punt possible d'aportació de contaminació bacteriològica (rieres, canonades de desguàs, etc.) En aquestes, s'agafaran mostres per poder caracteritzar aquestes aigües i poder considerar-les en els models, si es demostra que poden tenir una influència significativa en la qualitat de les aigües.



2.10 Síntesi de les diferències entre PIGSS bàsic i PIGSS detallat

A la taula següent es poden veure les diferències entre el PIGSS bàsic i el PIGSS detallat.

Taula 2.10: Diferències entre PIGSS bàsic i PIGSS detallat

	PIGSS BÀSIC	PIGSS DETALLAT
Aixecament topogràfic de la xarxa de sanejament, incloent embornals	Eixos principals(mínim 25 % xarxa), amb embornals i sense claveguerons	100 % xarxa, incloent embornals i claveguerons
Diagnosi estat xarxa	Trams estadísticament representatius (mínim 10% xarxa)	100 % xarxa, o com a mínim eixos principals (mínim 25 % xarxa)
Actuacions	Obligatòries (3-10 anys)	Recomanables
Càlcul actuacions anti-inundacions	Obligatori als eixos principals (mínim 25 % xarxa)	Recomanable al 100 % de la xarxa
Càlcul actuacions anti-DSS	Compliment obligatori objectiu rendiment hidràulic (0,5-0,6)	Compliment recomanable objectiu 2 % contaminació abocada DSS i objectius medi receptor (EIQA)
Modelització medi receptor	No	Si



Annex: Documents d'un PIGSS i descripció del seu contingut bàsic

En aquest annex es concreta el "Model" de PIGSS que cal redactar, conservant una mateixa estructura de document, complimentada amb la informació disponible d'acord amb els criteris establerts al Capítol 2 del present document guia.

Els documents d'un PIGSS (tant bàsic com detallat) hauran de contenir la següent estructura:

1. Memòria.
2. Annex 1 Programa d'inspecció de la xarxa de sanejament.
3. Annex 2 Programa de neteja de la xarxa de sanejament.
4. Annex 3 Programa de manteniment del sistema de sanejament.
5. Annex 4 Programa d'operació del sistema de sanejament.
6. Annex 5 Diagnosi de l'estat del sistema de sanejament.
7. Annex 6 Programa d'actuacions de renovació de la xarxa.
8. Annex 7 Programa de preparació davant d'un episodi de pluja.
9. Annex 8 Programa d'actuacions de monitorització.
10. Annex 9 Plugues de disseny en escenari actual i de canvi climàtic
11. Annex 10 Anàlisi del sistema de sanejament pel transport i tractament de les aigües residuals.
12. Annex 11 Anàlisi del sistema de sanejament contra inundacions
13. Annex 12 Anàlisi del sistema de sanejament contra desbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja
14. Annex 13 Pla de participació pública
15. Annex 14 Programa de vigilància i avaluació
16. Plànols
17. Pressupost, cronograma i finançament
18. Resum del PIGSS

Memòria

En aquest apartat es resumiran els aspectes més importants del Pla, és a dir:



Objectiu del PIGSS

Antecedents

Es fa una breu descripció dels Plans Directors anteriors, els últims projectes i actuacions importants relacionades amb la xarxa de sanejament, etc. Així es defineix la informació de partida de la que es disposa a l'inici del Pla.

Justificació de la redacció del pla:

És una descripció dels motius pels quals es redacta el pla i de les principals problemàtiques que afecten al sanejament. El principal motiu serà la reducció de l'impacte ambiental del sistema de sanejament en el medi receptor, però poden existir-ne altres com són:

- L'existència d'inundacions periòdiques que es volen reduir
- L'aplicació de nous requisits legislatius que obliguen a replantejar la xarxa de sanejament i proposar noves actuacions per complir-los
- Grans canvis urbanístics
- Necessitat de renovar la xarxa de sanejament, etc.

Descripció del sistema de sanejament actual

Per conèixer el funcionament de la xarxa de sanejament, el primer pas és caracteritzar la totalitat dels elements que la conformen i per això és necessari fer un aixecament de la xarxa per una empresa especialitzada de manera que s'agafin dades dels pous de registre (cotes, dimensions, materials, etc.), conduccions (seccions materials, estat de conservació), connexions d'escomeses, embornals i elements de captació de pluvials, i elements singulars de la xarxa com són sobreeixidors, estacions de bombament, cambres, envans, i altres elements importants que afectin al comportament del sanejament. Igualment s'haurà de recollir informació del funcionament de l' EDAR per tal de caracteritzar el funcionament normal del sanejament en temps sec.

Serà especialment important recollir la informació dels punts de desbordament al medi receptor dels sistemes de sanejament.

Condicionants i criteris adoptats en el pla

S'enumeren les hipòtesis realitzades en el pla, els objectius de protecció i els condicionants que afecten a la seva aplicació.



Els objectius a definir en aquest apartat són:

1. Objectiu higienista en temps sec: S'ha d'assegurar que a llarg termini la xarxa de sanejament tindrà prou capacitat per transportar i tractar el 100 % de les aigües residuals generades, tenint en compte els canvis urbanístics i els usos de sòl, el possible creixement de la població i, sobretot per aquells municipis turístics, els canvis de població entre estiu i hivern.
2. Objectiu anti-contaminació en temps de pluja o anti-DSS: Aquest objectiu de protecció depèn del medi receptor on aboca el sistema de sanejament i es defineix a l'apartat 2.8.

A més, aprofitant els models i els estudis que s'han de fer per complir els objectius anteriors es recomana aprofitar el PIGSS per estudiar les actuacions necessàries per reduir les inundacions. Caldrà definir quina protecció es vol donar a llarg termini davant de les inundacions mitjançant l'elecció del període de retorn de protecció, és a dir, es decideix de mitja cada quan s'està disposat a patir problemes d'inundacions. Els valors habituals de protecció solen ser de 10 anys, tot i que a la normativa EN-752 es plantegen fins i tot períodes de retorn superiors.

Metodologia

Descripció de la metodologia utilitzada per al desenvolupament del PIGSS que inclou el procés de recollida d'informació, creació del model matemàtic de comportament de la xarxa, calibratge del mateix, realització de diagnòstic, proposta d'actuacions, etc.

Diagnosi de l'estat de la xarxa

Descripció de l'estat tècnic i operatiu de la xarxa, a partir d'una inspecció amb càmera de TV en el cas de xarxa no visitable, i una inspecció amb brigades in situ o amb drons en el cas de xarxa visitable.

Diagnòstic del funcionament de la xarxa referent a:

- o Temps sec
- o Temps de pluja intensa : inundacions
- o Temps de pluja ordinària: impacte dels DSS al medi receptor

A partir de les dades obtingudes en l'aixecament de la xarxa, es crea un model matemàtic calibrat amb dades reals, que permeti diagnosticar el funcionament de la mateixa.

Aquesta diagnòstic s'ha de fer per als 2 objectius definits:



- Comprovar que actualment en temps sec i segons la població actual es transporten i tracten el 100 % de les aigües residuals i de no ser així, identificar els motius. Identificar les aigües blanques (freàtiques) que s'infiltren al clavegueram augmentant els costos d'explotació i reduint la capacitat de l'EDAR de tractar les aigües de pluja. També caldrà identificar les infiltracions i exfiltracions de la xarxa de sanejament. Les infiltracions d'aigües blanques (freàtic) augmenten els costos de depuració, reduint la capacitat de l'EDAR de tractar les aigües de pluja. Les exfiltracions provoquen la contaminació progressiva del freàtic.
- Comprovar si es compleix l'objectiu de protecció mediambiental davant de els DSS en temps de pluja definit i de no ser així, identificar els motius.

Com s'ha comentat anteriorment, també es recomana aprofitar el PIGSS per estudiar les inundacions en els municipis del sistema objecte del PIGSS, i en aquest cas a la diagnosi també es comprova que la xarxa actual funciona correctament per la pluja de període de retorn definit i de no ser així, s'identifiquen les insuficiències existents que provoquen inundacions.

Prognosis de les actuacions proposades: descripció i justificació

- o Actuacions d'operació, inspecció, manteniment, renovació, i monitorització
- o Actuacions en temps sec
- o Actuacions anti-inundacions
- o Actuacions anti-DSS

Considerant les previsions de creixement de la població i d'àrea urbanitzada, es descriuen les actuacions necessàries que cal fer a la xarxa existent per complir els objectius prèviament definits.

Es segueix el mateix procediment que en la diagnosi però amb els paràmetres de població i àrea urbanitzada estimats futurs. Amb les noves premisses es verifiquen els dos objectius definits: funcionament en temps sec i objectiu de protecció ambiental davant els DSS. S'identifiquen diferents actuacions possibles i es comprova que s'assoleixen els objectius.

A més al incloure els estudis anti-inundacions dins del PIGSS , en aquest apartat també es descriurien les propostes d'actuacions que garanteixin que no es produiran inundacions per la pluja de període de retorn escollit.



En qualsevol cas, les propostes d'actuacions estaran clarament diferenciades segons si són per garantir el correcte funcionament i tractament de les aigües en temps sec, per reduir la contaminació en temps de pluja o per evitar inundacions.

Pressupost, cronograma i finançament de les actuacions

En aquest apartat es fa una valoració econòmica aproximada de les actuacions proposades, dels costos d'explotació associats i es definirà l'organisme responsable de la seva execució i el de la seva explotació. A l'igual que a l'apartat de proposta d'actuacions.

També s'inclouen els següents elements:

- Cronograma amb fases d'execució d'aquestes actuacions en funció de les prioritats establertes.
- Pla de finançament per executar les obres en els terminis desitjats, incloent si cal, una proposta d'estructura tarifària.

El pressupost, cronograma i el pla de finançament descrits, es faran de forma clarament diferenciada segons la tipologia d'actuacions: de temps sec, temps de pluja o anti-inundacions.

Pla de participació pública.

Caldrà plantejar dins del PIGSS l'estratègia de participació del públic que es detallarà en un annex.

Programa de vigilància i avaluació.

Tots els plans han de tenir un marc de vigilància i avaluació que es definirà en un annex.

Actualització del pla.

Es fonamental mantenir sempre viu el PIGSS, per això caldrà actualitzar-lo cada 5 anys, lligant-lo a la renovació de l'autorització d'abocament del sistema de sanejament.

Annex 1 Programa d'inspecció de la xarxa de sanejament

Inclourà el programa d'inspecció de la xarxa de sanejament elaborat segons el que s'ha explicat a 2.5.3.1.

En cas que ja es disposi d'un contracte de neteja o altre, que respecti aquests condicionants, en aquest annex només caldrà incloure el Plec de condicions tècniques particulars del concurs corresponent. En cas que no es disposi d'aquest contracte que compleixi els condicionants, en aquest annex s'hauran d'incloure les bases del futur Plec que impulsarà aquest concurs,



que haurà d'estar adjudicat abans que es compleixin 3 anys des de la data d'entrega del PIGSS.

Annex 2 Programa de neteja de la xarxa de sanejament

Inclourà els programes de neteja correctiva i preventiva de tots els elements de la xarxa, idealment recolzats en indicadors del seu estat de neteja, que es poden elaborar a partir de les característiques de la xarxa i la informació històrica recollida en inspeccions prèvies. En qualsevol cas s'hauran de respectar les freqüències mínimes indicades a 2.5.3.

En cas que ja es disposi d'un contracte de neteja que respecti aquests condicionants en aquest annex només caldrà incloure el Plec de condicions tècniques particulars del concurs corresponent. En cas que no es disposi d'aquest contracte que compleixi els condicionants, en aquest annex s'hauran d'incloure les bases del futur Plec/s que impulsarà aquest concurs, que haurà d'estar adjudicat abans que es compleixin 3 anys des de la data d'entrega del PIGSS.

Annex 3 Programa de manteniment del sistema de sanejament

Inclourà els programes de manteniment correctiu i preventiu de tots els elements reguladors del funcionament de la xarxa, com estacions de bombament, comportes, reixes, vàlvules o dipòsits de retenció entre altres, idealment recolzats en indicadors del seu estat de manteniment, que es poden elaborar a partir de sensors en temps real o la informació històrica recollida en inspeccions prèvies.

En cas que ja es disposi d'un contracte que respecti aquests condicionants en aquest annex només caldrà incloure el Plec de condicions tècniques particulars del concurs corresponent. En cas que no es disposi d'aquest contracte que compleixi els condicionants, en aquest annex s'hauran d'incloure les bases del futur Plec/s que impulsaran aquest concurs, que haurà d'estar adjudicat abans que es compleixin 3 anys des de la data d'entrega del PIGSS.

Annex 4 Programa d'operació del sistema de sanejament

Inclourà els programes de operació de tots els elements reguladors del funcionament de la xarxa, com estacions de bombament, comportes, reixes, vàlvules o dipòsits de retenció entre altres, així com el programa d'operació de l'EDAR i els seus col·lectors interceptors d'aigües residuals, integrant-lo amb el del clavegueram municipal, idealment recolzats en indicadors del seu funcionament, obtingut a partir de sensors en temps real.

En cas que ja es disposi d'un contracte que respecti aquests condicionants, en aquest annex només caldrà incloure el Plec de condicions tècniques particulars del concurs corresponent.



En cas que no es disposi d'aquest contracte que compleixi els condicionants, en aquest annex s'hauran d'incloure les bases del futur Plec/s que impulsarà aquest concurs, que haurà d'estar adjudicat abans que es compleixin 3 anys des de la data d'entrega del PIGSS.

Annex 5 Diagnosi de l'estat del sistema de sanejament

Inclourà una diagnosi de l'estat de les infraestructures, atenent al seu estat d'obsolescència i al seu estat tècnic i operatiu, a partir de la inspecció feta amb càmera de TV pel cas de xarxa no visitable, i la inspecció directa amb personal de camp o amb drons al cas de xarxa visitable. S'inclouran tant els informes de les inspeccions per càmera de TV a cada tram de claveguera no visitable o col·lector de sanejament en alta, com els informes de les visites in-situ o amb drons dels col·lectors visitables.

Es classificarà l'estat estructural i operatiu de la xarxa de sanejament, atenent als criteris exposats a l'apartat 2.3

Annex 6 Programa d'actuacions de renovació de la xarxa

A partir de la diagnosi suara esmentada es farà una programació de les actuacions de renovació atenent a la seva prioritat d'actuació segons el que s'ha explicat a l'apartat 2.3.

Les deficiències molt greus, que requereixen una prioritat d'actuació immediata hauran d'haver-se resolt totes abans de 3 anys, com a màxim, des de la data d'entrega del PIGSS. Mentre que les deficiències importants requeriran l'execució de l'actuació corresponent abans de 10 anys des de l'entrega del PIGSS.

Annex 7 Programa de preparació davant d'un episodi de pluja

Aquí es plantejaran diverses mesures per ajudar a que el sistema estigui més preparat davant d'un episodi de pluja, i els seus DSS impactin menys en els medis receptors, seguint el que s'ha explicat a 2.5.3.6.

Annex 8 Programa d'actuacions de monitorització

Aquest annex inclourà tots els nous sensors que caldrà instal·lar abans de 3 anys, com a màxim, des de la data d'entrega del PIGSS, per complir el que s'ha explicat a 2.5.3.7.



Annex 9 Plugues de disseny en l'escenari actual i el de canvi climàtic

En aquest annex s'inclourà l'estudi pluviomètric de detall realitzat, d'una banda per elaborar la pluja de disseny, en escenari actual i futur amb canvi climàtic, per poder realitzar la diagnosi i la prognosi anti-inundacions, i d'altra banda, per crear o escollir la sèrie de plugues necessària per l'estudi de les mesures anti-DSS.

Annex 10 Anàlisi del sistema de sanejament pel transport i tractament de les aigües residuals

En aquest document es detallaran les tasques realitzades en l'anàlisi del sistema de sanejament en temps sec. En concret es detallaran:

- Antecedents històrics del sistema
- Informació de base recopilada: aixecament de la xarxa, projectes antics, PSARU, POUM, campanyes de mostreig, etc.
- Descripció de la creació del model en temps sec:
 - o Software utilitzat
 - o Hipòtesis considerades (creixements urbanístics, població, dotació, perfils diaris, etc.)
 - o Descripció del model realitzat
 - o Resultats del calibratge i validació del model en temps sec
- Resultats de la diagnosi
- Resultats de la prognosi considerant les actuacions en temps sec.
- Càlcul del pressupost de les actuacions amb una explicació dels criteris seguits per a la seva realització.

Annex 11 Anàlisi del sistema de sanejament contra inundacions

En aquest document es detallaran les tasques realitzades en l'anàlisi del sistema de sanejament en temps de pluja per al càlcul de les actuacions anti-inundacions. En concret es detallaran:

- Antecedents històrics d'inundacions i problemàtiques relacionades.



- Informació de base recopilada (pluviometria de la zona, campanyes de mostreig, conques, etc.).
- Definició de l'objectiu de protecció (període de retorn pel qual es volen evitar inundacions).
- Justificació de la pluja de càlcul (dades de partida, obtenció de les corbes IDF i càlcul de la pluja de disseny).
- Anàlisi del canvi climàtic en la pluviometria de la zona. Aplicació dels coeficients de canvi climàtic a la pluja de disseny.
- Descripció de la creació del model per al càlcul d'inundacions:
 - o Software utilitzat i mètodes de càlcul.
 - o Hipòtesis considerades (tipologies de terreny, pèrdues considerades, condicions de contorn, etc.)
 - o Descripció del model realitzat (definició de les subconques, camins preferencials d'escorriment superficial, elements singulars del sistema, etc.)
 - o Resultats del calibratge i validació del model en temps de pluja
- Resultats de la diagnosi (descripció de les zones d'inundació actuals i de les seves causes).
- Resultats de la prognosi considerant les actuacions en temps de pluja que evitin les inundacions per l'objectiu de protecció definit, en escenari actual i amb canvi climàtic.
- Càlcul del pressupost de les actuacions amb una explicació dels criteris seguits per a la seva realització.

Annex 12 Anàlisi del sistema de sanejament contradesbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja

En aquest document es detallaran les tasques realitzades en l'anàlisi dels desbordaments del sistema de sanejament en temps de pluja, i del seu impacte al medi per al càlcul de les actuacions que les redueixin. En concret es detallaran:

- Antecedents històrics de problemes de contaminació del medi i d'impactes del sanejament al medi receptor.



- Informació de base recopilada (dades del medi receptor recopilades, campanyes de monitorització realitzades, pluviometria de la zona considerada per l'estudi, etc.).
- Definició dels objectius de protecció i metodologia utilitzada per al càlcul.
- Justificació de la sèrie pluviomètrica utilitzada en el càlcul (dades de partida, sèrie històrica de 10 anys, any de pluviometria mitja o els 3 estius a considerar en el càlcul).
- Descripció de la creació dels models per al càlcul d'actuacions anti-DSS.
 - o Software utilitzat i mètodes de càlcul.
 - o Hipòtesis considerades (simplificacions considerades, concentracions utilitzades, etc.).
 - o Descripció dels models realitzats (de clavegueram, depuradora i medi receptor, riu o mar).
 - o Resultats dels calibratges realitzats en temps sec i en temps de pluja per als diferents models.
- Resultats de la diagnosi.
- Resultats de la situació futura amb les actuacions en temps sec i anti-inundacions realitzades.
- Resultats de la prognosi considerant les actuacions anti-DSS per l'objectiu de protecció definit.
- Condicionants i protocols d'actuació per tal que el titular de l'autorització d'abocament retiri els residus en temps i forma adequats, justificant la disponibilitat de les autoritzacions pertinents.

Annex 13 Pla de participació pública

Caldrà plantejar dins del PIGSS l'estratègia de participació del públic, les seves fases, la prospecció d'agents rellevants, i els mecanismes per a garantir la participació real, orientat a aconseguir un pla consensuat i respectuós amb els interessos de la ciutadania. El pla de participació pot requerir accions d'educació ambiental o de formació de col·lectius directament vinculats amb les accions del pla.



Annex 14 Programa de vigilància i avaluació

Tots els plans han de tenir un marc de vigilància i avaluació. La seva definició ha de ser prèvia al desenvolupament dels treballs i s'ha de basar en una sèrie d'indicators vinculats als objectius del pla. Els indicators hauran de ser representatius i quantificables.

Cal plantejar un sistema de vigilància que permeti l'avaluació de les variables que permetin avaluar els indicators, que han de ser analitzats amb periodicitat, per comprovar si les accions impulsades en el marc del pla estan aportant la consecució dels objectius, i evidenciar les possibles desviacions que hagin de ser corregides.

El pla ha de definir els qui seran els encarregats de fer el seguiment de la marxa del pla. Idealment els grups d'opinió que hagin format part del procés de participació pública haurien d'estar representats.

Plànols

És la plasmació gràfica del PIGSS que ha de permetre entendre més fàcilment tots els seus apartats. Com a mínim els plànols d'un PIGSS seran:

- Situació general de l'àmbit.
- Ubicació de sensors per al calibratge i campanyes de monitorització realitzades.
- Actuacions de monitorització de la xarxa.
- Diagnòstic de l'estat de la xarxa de sanejament.
- Actuacions de renovació de la xarxa.
- Actuacions en temps sec:
 - o Plànols general del sistema, elements principals i conques de residuals.
 - o Diagnosi del funcionament del sistema.
 - o Actuacions previstes en temps sec i pressupost associat.
 - o Prognosi del funcionament del sistema.
- Actuacions anti-inundacions:
 - o Plànol general del sistema, elements principals i conques de pluvials.
 - o Diagnosi del funcionament del sistema per la pluja de disseny marcant zones inundables.
 - o Actuacions previstes per evitar inundacions i pressupost associat.



- o Prognosi del funcionament del sistema.
- Actuacions anti-DSS:
 - o Plànol general del sistema de sanejament i medi receptor, elements principals i punts principals de desbordament al medi receptor.
 - o Diagnosi del funcionament del sistema, marcant els resultats d'emissions per cada punt de descàrrega i impacte en els punts de control del medi receptor.
 - o Resultats de la situació futura amb les actuacions en temps sec i anti-inundacions realitzades marcant els resultats d'emissions per cada punt de desbordament i impacte en els punts de control del medi receptor.
 - o Actuacions previstes per assolir els objectius de protecció anti-DSS i pressupost associat.
 - o Prognosi amb les actuacions anti-DSS marcant els resultats d'emissions per cada punt de descàrrega i impacte en els punts de control del medi receptor.

Pressupost, cronograma i finançament

En aquest document es recopilarà el pressupost de les actuacions previstes en els 3 apartats anteriors: actuacions en temps sec, anti-inundacions i anti-DSS, incloent no sols el seu projecte i execució, si no també el seu manteniment i operació (o explotació). A més, es farà un cronograma priorititzant aquestes actuacions i la planificació sobre el finançament previst de les actuacions, tant a nivell d'execució como de manteniment i operació, identificant clarament els responsables de cada part.

En qualsevol cas, les actuacions que obligatòriament s'han d'executar per complir la NTB i el RD 665/2023, seran totes menys les anti-inundacions, de les quals només caldrà executar en 10 anys les imprescindibles per complir el rendiment hidràulic prescrit a la NTB.

Resum del PIGSS

Aquest document serà un breu resum del PIGSS, incidint sobretot en la part de les actuacions anti-DSS. Així aquest resum contindrà:

- Actuacions en temps sec i en temps de pluja:
 - o Llistat i plànol de les actuacions previstes i pressupost
- Actuacions anti-DSS:
 - o Definició de la metodologia i objectius



- o Campanyes de monitorització realitzades
 - o Descripció del software de modelització utilitzat
 - o Resultats dels calibratges dels models
 - o Resultats de diagnosi i prognosi
 - o Llistat i plànols de les actuacions previstes i pressupost
- Descripció del cronograma i finançament de les actuacions.

Aquest resum, excloent plànols i llistats d'actuacions, tindrà una extensió màxima de 20 pàgines.

