

## **Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Mecànica Industrial**

### **DISSENY DE SISTEMA DE TRANSPORT D'AIGUA SANITÀRIA A UNA PETITA POBLACIÓ**

#### **Treball Final de Grau**

**JOSE ALBERTO PRATS REYES**

**PONENT: KLARA VÉKONY JARECSNY**

**CURS ACADÈMIC 2020/2021**



# **Documents**

- Memòria
- Estudi de pressupost
- Annexos



**Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Mecànica Industrial**

**DISSENY DE SISTEMA DE TRANSPORT D'AIGUA SANITÀRIA A UNA PETITA  
POBLACIÓ**

**Memòria final**

**JOSE ALBERTO PRATS REYES**

**PONENT: KLARA VÉKONY JARECSNY**

**CURS ACADÈMIC 2020/2021**



## **Agraïments**

Al ponent d'aquest projecte, Klara Vékony pel suport que m'ha donat durant la elaboració d'aquest projecte, oferint el seu temps tant per guiar-me en la elaboració com per resoldre els dubtes que sorgien durant el procés de realització.

A la meva família, per recolzar-me en tot moment, i per a oferir tots els medis disponibles a les seves mans per a donar-me l'oportunitat de viure aquesta experiència al Tecnocampus.





## **Resum**

En aquest projecte, l'objectiu principal ha consistit en el disseny d'una xarxa hidràulica d'una regió d'un poble mitjançant el software Epanet. S'ha realitzat un model de xarxa, un cop estudiat el context d'aplicació, i s'ha simulat aquest model per a règim estès, de forma que finalment s'obté un model, que un cop rectificat de forma iterada, finalitza complint amb els requeriments de funcionament. Finalment s'ha fet un càlcul de pressupost d'aplicació del projecte, i s'han extret les principals conclusions.

## **Resumen**

En este proyecto, el objetivo principal ha consistido en el diseño de una red hidráulica de una zona de un pueblo mediante el software Epanet. Se ha realizado un modelo de red, una vez estudiado el contexto de aplicación, i se ha simulado este modelo para régimen extendido, de forma que finalmente se obtiene un modelo, que una vez rectificado de forma iterada, finaliza cumpliendo con todos los requerimientos de funcionamiento. Finalmente se ha hecho un cálculo de presupuesto de aplicación del proyecto, y se han extraído las principales conclusiones

## **Abstract**

In this project, the main objective has been the design of a hydraulic network in an area of a town using the Epanet software. A network model has been made, once the application context has been studied, and this model has been simulated for extended regime, so that a model is finally obtained, which once rectified in an iterative way, ends up complying with all the operating requirements. Finally, a budget calculation for the application of the project has been made, and the main conclusions have been drawn.



# Índex.

Índex de figures.....	V
Índex de taules.....	IX
Glossari de termes.....	XI
1. Objectius.....	1
1.1. Propòsit.....	2
1.2. Finalitat.....	2
1.3. Objecte.....	2
1.4. Abast.....	2
1.5. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus....	3
2. Anàlisi de la població i els habitants presents a la població d'Es Cubells.....	5
2.1. Anàlisi de la zona geogràfica d'aplicació.....	5
2.2. Evolució dels habitants.....	7
3. Normativa vigent.....	9
3.1. Normatives locals.....	9
3.2. Normatives nacionals.....	9
4. Introducció al disseny de la xarxa hidràulica.....	11
4.1. Mecànica de fluids.....	11
4.2. Conservació de la massa.....	12
4.3. Conservació de l'energia.....	13
4.4. Teorema de Bernoulli.....	14

4.5. Pèrdues de càrrega .....	18
4.7. Tipus de distribucions aplicables a xarxes sanitàries.....	20
5. Modelització respecte la població a representar .....	23
5.1. Modelització mitjançant Epanet .....	23
5.2. Limitacions de pressió i velocitat a la xarxa hidràulica.....	28
5.3. Zona específica d'aplicació de la xarxa hidràulica .....	29
5.4. Càlcul de la demanda per edificació .....	30
5.5. Càlcul del patró de demanda per a les diferents edificacions .....	33
5.6. Mapa de cotes .....	37
5.7. Anàlisi de la qualitat de l'aigua .....	40
5.8. Dimensionament canonades .....	45
6. Simulació del model i resultats obtinguts.....	55
6.1. Correcció del model.....	57
6.2. Resultats per a la xarxa a caudal punta .....	63
6.3. Resultats per a hora de menor consum .....	71
7. Casos hipotètics de condicions desfavorables a la xarxa hidràulica .....	75
7.1. Hipòtesis d'incendi .....	75
7.2. Augment de demanda de 140% .....	82
8. Planificació del projecte .....	85
8.1. Planificació del projecte inicial.....	85
8.2. Planificació del projecte real.....	87
9. Viabilitat mediambiental .....	89
10. Perspectiva de gènere .....	93

11. Conclusions .....	95
12. Referències .....	97



## Índex de figures.

Figura 2.1. Mapa satèl·lit de les Illes Balears. Escala 1:50000. [6] .....	5
Figura 2.2. Ubicació del poble d'Es Cubells a l'illa d'Eivissa. [17] .....	6
Figura 2.3. Mapa satèl·lit zona central d'Es Cubells. Escala 1:200. [6].....	6
Figura 2.4. Evolució de les edificacions construïdes al poble d'Es Cubells. [11] .....	7
Figura 2.5. Evolució de la població resident al llarg dels anys. [11] .....	8
Figura 4.1. Caudal volumètric per a secció variable. [2] .....	12
Figura 4.2. Descomposició d'energies a un fluid que circula per una canonada. [3].....	13
Figura 4.3. Comportament d'un fluïd a l'interior d'una canonada. [3] .....	15
Figura 4.4. Càrregues a una canonada. [3].....	16
Figura 4.5. Tipus d'altures presents a una canonada. [18].....	17
Figura 4.6. Pèrdua primària a una canonada. [3] .....	18
Figura 4.7. Principals accessoris presents a una xarxa hidràulica. [19].....	19
Figura 4.8. Esquema de xarxa de distribució ramificada. [4].....	20
Figura 4.9. Esquema de xarxa de distribució mallada. [4].....	21
Figura 4.10. Esquema de xarxa de distribució mixta. [4] .....	22
Figura 5.1. Barra d'eines del software Epanet. [Elaboració pròpia] .....	25
Figura 5.2. Mapa detall de la localització de la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia] .....	30
Figura 5.3. Corba de demanda d'habitatge en període laboral. [Elaboració pròpia].....	34
Figura 5.4. Corba de demanda d'habitatge en període no laboral. [Elaboració pròpia].....	34
Figura 5.5. Corba de demanda de restaurant en període laboral. [Elaboració pròpia] .....	35
Figura 5.6. Corba de demanda de restaurant en període no laboral. [Elaboració pròpia].....	35

Figura 5.7. Corba de demanda de poliesportiu en període laboral. [Elaboració pròpia] .....	36
Figura 5.8. Corba de demanda de poliesportiu en període no laboral. [Elaboració pròpia].....	36
Figura 5.9. Corba de demanda de escola en període laboral. [Elaboració pròpia] .....	37
Figura 5.10. Sistema d'abastiment per gravetat. [4].....	38
Figura 5.11. Mapa de cotes de la zona Rota den Garrovers, Es Cubells. [9] .....	39
Figura 5.12. Mapa contorn del poble d'Es Cubells. [Elaboració pròpia] .....	40
Figura 5.13. Mapa de les principals masses d'aigua subterrània a Eivissa. [20].....	42
Figura 5.14. Estat de contaminació per clorurs a les diferents zones d'Eivissa. [20] .....	43
Figura 5.15. Caudals presents al sistema a les 13:00h. [Elaboració pròpia] .....	46
Figura 6.1. Primer model de xarxa hidràulica de la població d'Es Cubells. [Elaboració pròpia] ...	56
Figura 6.2. Nomenclatura dels diferents elements que conformen la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia].....	56
Figura 6.3. Pressions presents al sistema, en mca. [Elaboració pròpia] .....	57
Figura 6.4. Pressions màximes al sistema. [Elaboració pròpia] .....	58
Figura 6.5. Pressió als nodes més sol·licitats en un període de 24h. [Elaboració pròpia] .....	58
Figura 6.6. Localització de les vàlvules VRP a la nova xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia] .....	60
Figura 6.7. Nomenclatura final dels components de la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia] .....	61
Figura 6.8. Pressions al primer model a les 3:00h. [Elaboració pròpia].....	61
Figura 6.9. Pressions al nou model a les 3:00h. [Elaboració pròpia] .....	62
Figura 6.10. Velocitats al sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia] .....	63
Figura 6.11. Comportament de velocitat a la canonada C62. [Elaboració pròpia] .....	64
Figura 6.12. Velocitat i pressió a la zona crítica del sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia].	65
Figura 6.13. Pressions als nodes N32, N22 i N20 respecte el node N6. [Elaboració pròpia] .....	66



Figura 6.14. Reaccions del clor a l'interior d'una canonada [24].....	67
Figura 6.15. Concentració de clor al sistema per a les 14:00h. [Elaboració pròpia].....	68
Figura 6.16. Concentració de clor a les canonades crítiques en un període de 10 dies. [Elaboració pròpia].....	69
Figura 6.17. Pressions al sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia] .....	70
Figura 6.18. Velocitats al sistema per a les 04:00h [Elaboració pròpia] .....	72
Figura 6.19. Pressions al sistema a les 04:00h. [Elaboració pròpia] .....	72
Figura 6.20. Pressions als nodes. [Elaboració pròpia].....	73
Figura 7.1. Casos d'incendi al poble d'Es Cubells. [Elaboració pròpia] .....	76
Figura 7.2. Cas d'incendi I. [Elaboració pròpia] .....	77
Figura 7.3. Pressions i velocitats durant incendi I per al sistema en hora punta. [Elaboració pròpia] .....	78
Figura 7.4. Zona crítica de velocitats al sistema. [Elaboració pròpia] .....	79
Figura 7.5. Zona de pressions mínimes al sistema. [Elaboració pròpia] .....	79
Figura 7.6. Cas d'incendi II. [Elaboració pròpia] .....	80
Figura 7.7. Pressions i velocitats durant incendi II per al sistema en hora punta. [Elaboració pròpia] .....	81
Figura 7.8. Pressions i velocitats per a demanda de 140% a les 14:00h. [Elaboració pròpia] .....	82
Figura 7.9. Box plot de velocitat al sistema per a demanda de 140 %. [Elaboració pròpia].....	83
Figura 7.10. Box plot de pressió al sistema per a demanda de 140 %. [Elaboració pròpia] .....	84
Figura 8.1. Diagrama de Gantt de la planificació inicial. [Elaboració pròpia].....	86
Figura 8.2. Diagrama de Gantt de la execució final. [Elaboració pròpia] .....	88



## Índex de taules.

Taula 5.1. Demanda base de cada edificació a l'hivern. [Elaboració pròpia] .....	31
Taula 5.2. Demanda base de cada edificació a l'estiu. [Elaboració pròpia].....	32
Taula 5.4. Cotes dels diferents nodes que formen el sistema. [Elaboració pròpia] .....	39
Taula 5.5. Dimensions de les principals masses d'aigua presents a l'illa d'Eivissa. [20] .....	42
Taula 5.6. Estat de contaminació per clorurs a diferents zones d'Eivissa. [20] .....	44
Taula 5.7. Estat de contaminació per nitrats a diferents zones d'Eivissa. [20] .....	44
Taula 5.8. Caudals que circulen per les canonades, en LPS. [Elaboració pròpia] .....	47
Taula 5.9. Propietats de la canonada PEAD de tipus PE-100. [21] .....	48
Taula 5.10. Extracció del catàleg de canonades de Polietilè PE-100. [21].....	50
Taula 5.11. Dimensionament de canonades. [Elaboració pròpia].....	53
Taula 6.1. Valors introduïts a les vàlvules. [Elaboració pròpia].....	59
Taula 6.2. Coeficient de massa i de paret introduïts al sistema. [Elaboració pròpia].....	68
Taula 7.1. Taula caudal necessari per a sistemes hidràulics [22] .....	76
Taula 8.1. Resum de les principals tasques a realitzar. [Elaboració pròpia] .....	86
Taula 8.2. Resum de les tasques finals. [Elaboració pròpia].....	87
Taula 10.1. Resum accions importants i conclusions sobre l'anàlisi mediambiental. [Elaboració pròpia].....	91



## Glossari de termes.

$A$	àrea [ $m^2$ ]
$a$	acceleració [ $m/s^2$ ]
$b$	amplada [ $m$ ]
$C$	canonada
$D$	diàmetre [ $m$ ]
$d$	diàmetre [ $m$ ]
$E$	energia específica [ $J/kg$ ]
$E$	mòdul d'elasticitat [ $Pa$ ]
$E_C$	energia cinètica [ $m$ ]
$E_F$	energia del fluid [ $m$ ]
$E_P$	energia potencial [ $m$ ]
$F$	força [ $N$ ]
$F$	factor
$f$	coeficient de fricció
$f_T$	coeficient de fricció a règim de turbulència complet
$H$	altura [ $m$ ]
$h$	altura [ $m$ ]
$h_A$	energia subministrada [ $m$ ]
$h_L$	pèrdua de càrrega [ $m$ ]
$h_R$	energia extreta [ $m$ ]
$k_b$	coeficient de massa [1/dia]
$k_w$	coeficient de paret [1/dia]
$L$	distància [ $m$ ]
$l$	distància [ $m$ ]
$L_c$	longitud característica [ $m$ ]

## XII

$L_e/D$	relació de longitud equivalent
$m$	massa [ $kg$ ]
$N$	node
$P$	potència [ $W$ ]
$Q$	caudal volumètic [ $m^3/s$ ]
$R$	radi [ $m$ ]
$r$	radi [ $m$ ]
$T$	temperatura [ $K$ ]
$t$	temps [ $s$ ]
$u$	velocitat [ $m/s$ ]
$V$	vàlvula
$v$	velocitat [ $m/s$ ]
$v_e$	velocitat efectiva [ $m/s$ ]
$w$	pes [ $kg \cdot m/s^2$ ]
$x$	coordenada [ $m$ ]
$y$	altura [ $m$ ]
$y$	coordenada [ $m$ ]
$z$	coordenada [ $m$ ]

### Constants

$g$	acceleració gravetat (= 9,81) [ $m/s^2$ ]
-----	---

### Lletres gregues

$\delta$	espesor [ $m$ ]
$\varepsilon$	rugositat [ $m$ ]
$\eta$	rendiment
$\eta_h$	rendiment hidràulic
$\eta_i$	rendiment intern

$\eta_m$	rendiment mecànic
$\eta_{tot}$	rendiment total
$\eta_v$	rendiment volumètric
$\gamma$	densitat específica [ $N/m^3$ ]
$\lambda$	mòdul de velocitat
$\rho$	densitat [ $kg/m^3$ ]
$\theta$	angle [°]

### Nomenclatura sigles i abreviacions

BOE	Butlletí Oficial de l'Estat ( <i>Boletín Oficial del Estado</i> )
CEIP	Col·legi d'Educació Infantil i Primària
DVEM	Mètode de l'Element de Volum Discret ( <i>Discrete Volume Element Method</i> )
INE	Institut Nacional d'Estadística
ITGE	Institut Tecnològic Geomíner d'Espanya
LPS	Unitat de caudal (Litres Per Segon)
mca	Unitat de pressió (metre columna d'aigua)
mcf	Unitat de pressió (metre columna de fluid)
NOM	Matèria Orgànica Natural ( <i>Natural Organic Matter</i> )
OSE	Observatori de Sostenibilitat d'Eivissa
SIGPAC	Sistema d'Informació Geogràfica de Parcel·les Agrícoles
TFG	Treball Final de Grau
UNE	Organisme de Normalització a Espanya ( <i>Una Norma Española</i> )









# 1. Objectius

En el present TFG el principal objectiu és el disseny d'una nova xarxa hidràulica a una zona concreta de la població d'Es Cubells, situada a l'illa d'Eivissa, a les Illes Balears. Amb aquest treball implementarem els coneixements de les diferents assignatures cursades a la universitat, amb l'objectiu d'implementar i consolidar el temari estudiat. En base a estudis inicials de les normatives vigents aplicables al treball, realitzarem un model del sistema, fent un anàlisi de les diferents característiques de la població, tals com el nombre d'habitants i habitatges, els principals consums d'aigua sanitària, així com les condicions topogràfiques per a la implementació de la xarxa.

A partir de l'anàlisi, es realitzarà una implementació d'aquestes dades al software Epanet, enfocat a la modelització i simulació de xarxes hidràuliques. Es realitzarà un anàlisi detallat dels diferents consums d'aigua sanitària que es troben presents a la població, juntament amb taules i patrons de consum horaris. Això ens permetrà obtenir un resultat molt més precís del comportament de la xarxa. Posteriorment es realitzarà el dimensionament de les canonades, juntament amb els elements corresponents que conformen la xarxa, tals com vàlvules, bombes, hidrants i elements d'unió de canonades.

Un cop introduït el primer model de la xarxa, es procedeix a la simulació d'aquest, i es comprova que es produeix un correcte subministrament a totes hores, respectant la velocitat i pressió de l'aigua, establert per la normativa. En base a aquesta simulació procedirem a tractar aquestes dades per a la possible optimització, tant de funcionament com de cost. A més es simularan diferents escenaris en els que es puguin produir condicions desfavorables, i es comprovarà el correcte funcionament de la xarxa hidràulica.

Finalment es realitzarà el càlcul de pressupost que suposa la implementació i posada en marxa de la xarxa hidràulica. Aquí s'exposa un pressupost detallat, en el que s'inclou els costos de materials, els costos de ma d'obra per a la construcció, i els diferents costos de realització del projecte. S'extrauran les principals conclusions obtingudes un cop fet el projecte, i es realitzaran futures propostes de millora.

## **1.1. Propòsit**

El propòsit principal d'aquest projecte és plantejar una nova xarxa hidràulica per a la població d'Es Cubells. Per això, es farà un estudi exhaustiu dels antecedents abans de realitzar aquest projecte. Un cop estudiades les condicions d'aplicació de la xarxa, es realitzarà el model i es simularà mitjançant el software Epanet, que treballa amb sistemes de conducció d'aigua. Finalment es farà un anàlisi dels resultats, es calcularà un cost i s'extrauran conclusions sobre el projecte realitzat.

## **1.2. Finalitat**

La finalitat d'aquest projecte és proposar una solució alternativa a un problema fictici que s'ha proposat, aproximant-se el màxim a la realitat, en base a analitzar i iterar models en base als condicionants del projecte.

## **1.3. Objecte**

L'objecte d'aquest treball és realitzar tots els càlculs i implementacions necessàries per a donar el servei d'aigua a la població estudiada, de forma que es compleixi amb les normatives vigents sobre xarxes hidràuliques de caràcter sanitari.

## **1.4. Abast**

En aquest projecte es detallarà de forma precisa els diferents elements que conformen la xarxa, tals com les dimensions i material de les canonades, les diferents vàlvules, la posició i el consum dels diferents nodes, els resultats de funcionament en període estès, els diferents casos hipotètics i totes les dades introduïdes per a la realització del projecte. No s'inclourà explícitament el procés de construcció de la xarxa. Els plànols es troben intrínsecament a dins de la memòria, per lo que no s'ha realitzat un document separat.

## **1.5. Context en les línies de recerca i transferència de coneixement del Tecnocampus**

Aquest treball es realitza en base als estudis adquirits principalment per a l'assignatura de Enginyeria de Fluids realitzada al Tecnocampus, on s'ha proporcionat el coneixement necessari per al disseny d'aquesta xarxa hidràulica. L'estudi del coneixement en sistemes de canonades, l'anàlisi de flux en període estès i la mecànica de fluids, on s'engloben totes les lleis dels fluids, així com les forces i reaccions degudes al moviment, ens permetrà afrontar aquest projecte.

A més, gràcies a l'estudi d'assignatures com Gestió de Projectes, s'adquireix el coneixement necessari tant per la creació com per el desenvolupament de projectes, adquirint una amplia llista de tècniques i criteris, així com la base teòrica per a la aplicació del projecte.

Finalment, gràcies als estudis adquirits a Enginyeria de Materials i Màquines i Mecanismes, s'adquireix les competències necessàries per a analitzar les diferents forces i reaccions que ocorren al sistema, i en base a això, elegir els materials adequats del ventall de materials presents al mercat.









## **2. Anàlisi de la població i els habitants presents a la població d'Es Cubells**

En aquest apartat es procedirà a descriure la zona a estudiar, de forma topogràfica i demogràfica. Veurem els principals factors que ens afecten respecte la zona geogràfica en la que s'aplica el projecte, així com l'anàlisi quantitatiu dels habitants que conformen el poble.

### **2.1. Anàlisi de la zona geogràfica d'aplicació**

La població d'Es Cubells es troba al municipi de Sant Josep de Sa Talaia, ubicat a la zona sud de l'illa d'Eivissa, i compta amb una població de 866 habitants [11]. Aquest poble destaca per situar-se a un tram de costa, on es poden veure penya-segats i diferents cales. Es pot veure a continuació la ubicació d'aquest poble.



Figura 2.1. Mapa satèl·lit de les Illes Balears. Escala 1:50000. [6]



Figura 2.2. Ubicació del poble d'Es Cubells a l'illa d'Eivissa. [17]



Figura 2.3. Mapa satèl·lit zona central d'Es Cubells. Escala 1:200. [6]

Respecte els habitatges, la majoria d'edificacions es van construir entre el 1960 i 1990, època on l'estabilitat econòmica d'Espanya va permetre un augment de construcció d'edificacions. Es pot veure a continuació l'evolució de les diferents edificacions al llarg del temps, :

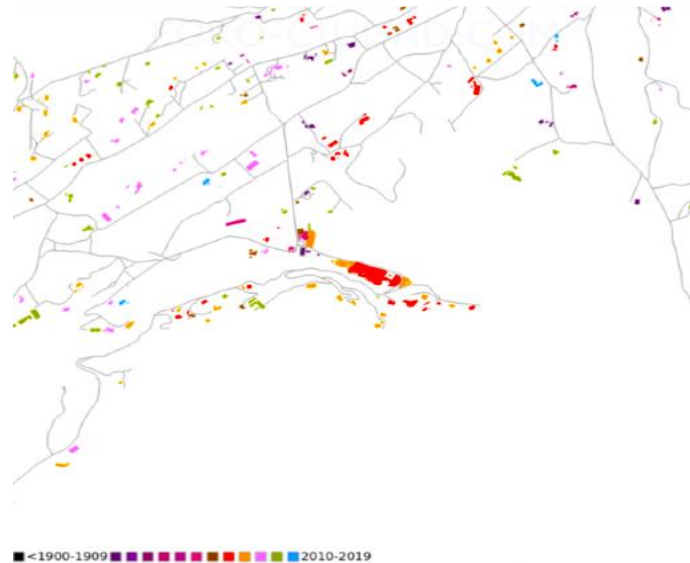


Figura 2.4. Evolució de les edificacions construïdes al poble d'Es Cubells. [11]

## 2.2. Evolució dels habitants

Els principals habitants del poble a Es Cubells són residents de l'illa, tot i que a l'estiu, com a conseqüència del turisme, es produeix un augment considerable de la població, gràcies a tractar-se d'una zona d'atractiu turístic. Es mostra a continuació l'evolució de la població actual, extret de l'Institut Nacional d'Estadística:

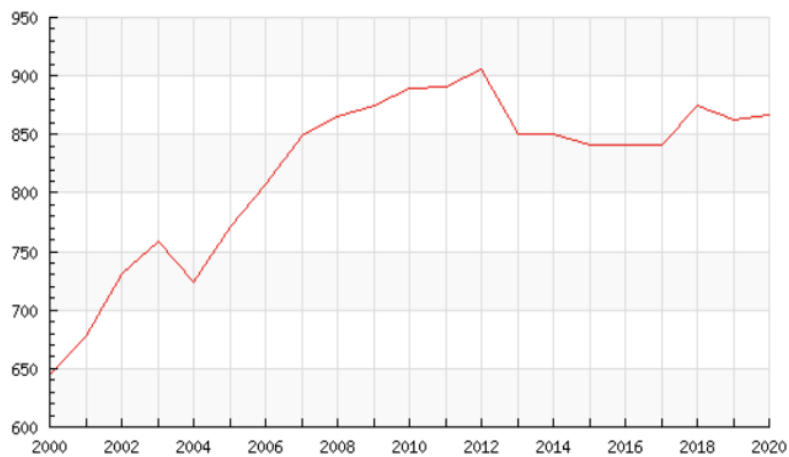


Figura 2.5. Evolució de la població resident al llarg dels anys. [11]

A partir d'aquesta imatge ens podem fer una idea de com ha anat augmentant la població al llarg dels anys. Això ens servirà per a fer un pronòstic de l'augment de població, per a tenir en compte la demanda d'aigua sanitària que es necessita a cada habitatge actualment i en un futur, evitant que el model que es realitzarà sigui obsolet.

Un altre aspecte que es té en compte és el nombre d'habitants per residència. Extraiem de l'INE que hi ha una mitja de 2,47 habitants per cada casa a l'illa d'Eivissa. El principal consum d'aigua sanitària es produeix a les residències, per a consum propi i per l'agricultura i ramaderia [13].

Segons l'Observatori de Sostenibilitat d'Eivissa (OSE) s'extreu que es produeix un consum d'aigua elevat. A temporada baixa, durant l'hivern, es produeix un consum d'aigua per habitant de 196 litres per dia, i a temporada alta, durant l'estiu, augmenta el consum fins a 201 litres per dia. Aquest observatori ens confirma que el consum entre turistes i residents no presenta diferència significativa [13].

### 3. Normativa vigent

En aquest apartat es detallen les principals normatives que es tenen presents a l'hora de la realització del projecte, i es detallen les principals característiques que tindrem presents a l'hora de realitzar tant el disseny com la implementació de la xarxa hidràulica.

#### 3.1. Normatives locals

· Normatives Locals : Decret 55/2006, del 23 de juny, pel que s'estableix el sistema de mesures per la instal·lació obligatòria de comptadors individuals i fontaneria de baix consum i estalviadora d'aigua [14].

Degut a les característiques degudes a la situació al Mediterrani i les seves característiques hidrogeològiques, la població disposa d'aigua de forma escassa i sotmesa a fortes variacions temporals, es declara una política de gestió d'aquest recurs en la que es permeti un consum sostenible. Per a això s'obliga a la instal·lació de comptadors individuals de consum d'aigua i de fontaneria de baix consum. S'estableixen infraestructures i actuacions per a adequar la millora d'adduccions i xarxes de distribució d'aigua potable amb la finalitat de reduir pèrdues i gestionar correctament la demanda, que afavoreixen la millora del control de consum. Aquesta aplicació s'estableix per a tots els habitatges, establiments turístics, industrials, comercials i agrícoles, i instal·lacions urbanes a les Balears.

#### 3.2. Normatives nacionals

· DIRECTIVA 2008/56/CE DEL PARLAMENT EUROPEU Y DEL CONSELL del 17 de juny de 2008 per la que s'estableix un marc d'acció comunitària per la política del medi marí (Directiva marc sobre l'estratègia marina) [10].

La pressió sobre els recursos naturals marins i la demanda de serveis ecològics marins resulta molt elevada, per lo que es proposa reduir l'impacte sobre les aigües marines. Es proposa una estratègia temàtica per a la protecció i conservació dels ecosistemes marins, incloent zones protegides i tota activitat humana que tingui impacte al medi marí. Com a

conseqüència s'estableix que com a mesura de protecció i preservació dels ecosistemes marins, es realitza la correcta gestió de les activitats humanes, garantint que l'execució d'activitats es mantingui a nivells compatibles amb el bon estat mediambiental, i que no comprometi al medi a respondre a canvis introduïts per l'ésser humà, permetent l'ús sostenible dels bens i serveis marins per les actuals i futures generacions.

· UNE - EN - 805:2000 (Proveïment d'aigua. Especificacions per a xarxes exteriors als edificis i els seus components) [[10](#)].

Aquesta normativa ens estableix tots els criteris que cal tenir en compte a l'hora de el disseny i implementació de la xarxa hidràulica. S'estableixen les principals característiques generals que ha de tenir l'abastiment d'aigua sanitària. El disseny de la xarxa hidràulica es realitza tenint en compte les especificacions per a xarxes d'abastiment d'aigua, tals com la qualitat d'aigua, la vida útil del disseny, la correcta demanda d'aigua i la seguretat de la xarxa. També s'especifiquen les característiques dels diferents materials que es poden utilitzar per a la xarxa hidràulica, juntament amb càlculs de resistència mecànica, durabilitat, mètodes d'assaig i altres. S'especifica les mesures per a la instal·lació de la xarxa hidràulica, amb els principals components que s'han d'incorporar per a la correcta conducció.

· DIRECTIVA 2006/118/CE DEL PARLAMENT EUROPEU Y DEL CONSELL del 12 de desembre del 2006 relativa a la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació y el deteriorament [[10](#)].

S'esmenten els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà. Es mostra una correcta gestió de l'explotació y comercialització d'aigües minerals naturals i aigües d'aqüífers envasades per al consum humà, al tractar-se de la font principal d'abastiment públic d'aigua potable. Les aigües subterrànies s'han de protegir per tal de que es faci ús d'aquestes, i s'eviti el deteriorament dels aqüífers per tal de que reduir el tractament de purificació necessari per la producció d'aigua potable, per no produir impactes significatius ni riscos per la salut humana i el medi ambient.

## 4. Introducció al disseny de la xarxa hidràulica

En aquest apartat s'explicarà tota la teoria i tots els conceptes previs que cal tenir en compte per a la realització del projecte. S'inclou tota la teoria general de fluids aplicable al disseny de la xarxa hidràulica, així com la teoria dels diferents tipus de xarxes hidràuliques d'aigua sanitària aplicables al disseny i simulació a realitzar. Seguidament es mostren els diferents punts a considerar.

### 4.1. Mecànica de fluids

Per entendre el funcionament de la xarxa hidràulica, haurem de fer un estudi de les diferents teories i teoremes de la mecànica de fluids. La mecànica és una branca de la física que estudia l'equilibri i del moviment de qualsevol cos sotmès a forces. Un fluid es defineix com un tipus de medi continu, format per alguna substància, on l'atracció entre les molècules és dèbil.

La mecànica de fluids per tant, és una branca de la física que estudia el moviment dels fluids, així com les forces que provoquen aquests moviments. També s'estudia les interaccions entre el fluid i el contorn que el limita. De cara a l'estudi dels fluids al nostre sistema, aplicarem les diferents simplificacions, extretes de coneixements previs i aproximacions:

- Es verifica la conservació de la massa i la quantitat de moviment.
- Es considera que els fluids són incompressibles (la densitat és constant independentment de la pressió).
- Es basa en la hipòtesi del medi continu, on els fluids es suposen continus al llarg del espai que ocupen, ignorant les discontinuïtats associades a la seva estructura molecular.
- Es suposa que el flux dels fluids és estacionari (velocitat a un punt és independent del temps), per a velocitats petites.
- Es compleix la llei de conservació d'energia, i en base a aquesta llei es defineixen les relacions més importants de la mecànica de fluids.

## 4.2. Conservació de la massa

A partir del principi de continuïtat, s'explica com la massa es conserva al llarg de tota la conducció. Partim d'una canonada d'on entra i surt un fluid contínuament i de forma permanent. Tenim una canonada amb diàmetre variable al llarg de la seva longitud i amb diferent altura. Si agafem dos punts del sistema, i fem l'anàlisi, veiem com la massa que entra en el punt és igual a la massa que surt a l'altre. Això vol dir que la massa no pot ser creada ni destruïda. A partir d'aquest principi es pot extreure que el caudal volumètric (4.1), per a densitat constant:

$$\frac{\partial(\rho A)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v A)}{\partial x} = 0 \quad (4.1)$$

Per a règim permanent i densitat constant s'extreuen les expressions 4.2 i 4.3 del caudal volumètric:

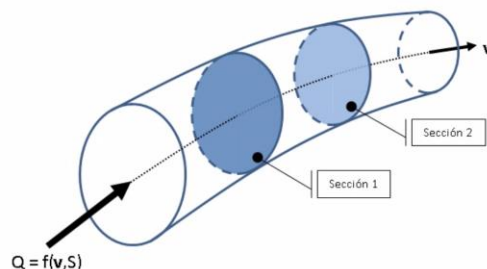


Figura 4.1. Caudal volumètric per a secció variable. [2]

$$Q_1 = Q_2 \quad (4.2)$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (4.3)$$



### 4.3. Conservació de l'energia

La llei de conservació d'energia (4.4) ens diu que la quantitat total d'energia a qualsevol sistema físic aïllat es manté invariable durant el temps, tot i que aquesta energia es pot transformar-se en altres formes d'energia.

$$\rho \frac{D}{Dt} \left( e + \frac{\vec{u}^2}{2} \right) = 0 \quad (4.4)$$

Aplicat a un sistema de mecànica de fluids, veiem com la energia es descompon en 3 energies:

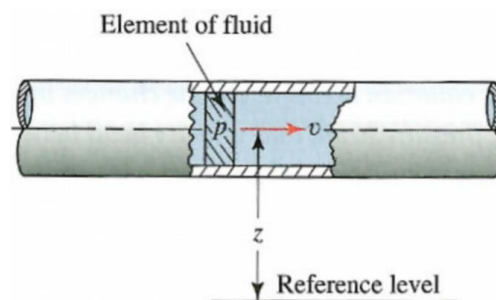


Figura 4.2. Descomposició d'energies a un fluid que circula per una canonada. [3]

Energia potencial: És l'energia deguda a la posició del sistema a un camp potencial de forces. Per a un objecte de pes  $w$ , situat a una altura  $z$  es defineix (4.5).

$$E_p = w \cdot z \quad (4.5)$$

$$\gamma = g \cdot \rho \quad (4.6)$$

$$w = g \cdot \rho \cdot V \quad (4.7)$$

Energia cinètica: És la energia deguda al moviment del sistema respecte a un sistema de referència (4.8). El valor de l'energia per a una massa  $m$ , que es mou a una velocitat  $v$  és el següent.

$$E_C = w \cdot \frac{u^2}{2g} \quad (4.8)$$

Energia del fluid: És la energia deguda a la pressió a la que es troba sotmesa el fluid.

$$E_F = w \cdot \frac{p}{\gamma} \quad (4.9)$$

Per tant tenim que la energia total del sistema (4.10) és igual a la suma de energies que es produeixen al sistema.

$$E = E_P + E_C + E_F \quad (4.10)$$

#### 4.4. Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli és una aplicació directa del principi de conservació d'un sistema que descriu el comportament d'un fluid al llarg d'una línia de corrent. Per a sistemes isotèrmics i sense pèrdues, ens diu que si el fluid ideal no intercanvia energia amb l'exterior, ha de romandre constant. Aquest teorema considera els tres tipus d'energia que poden variar a diferents punts de la conducció. Es mostra seguidament el comportament d'un fluid que circula per una canonada de secció variable, respecte el sistema de referència (4.3).

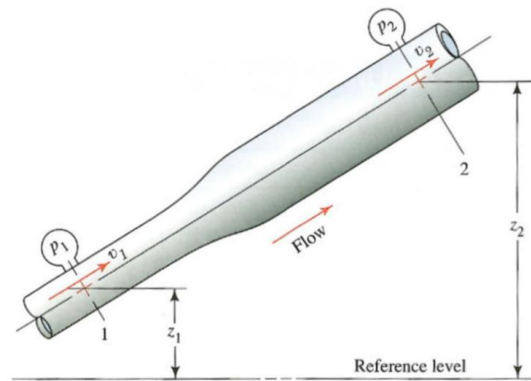


Figura 4.3. Comportament d'un fluid a l'interior d'una canonada. [3]

D'aquest sistema, aplicant la llei de conservació d'energia, es pot extreure el següent:

$$E = E_P + E_C + E_F \quad (4.11)$$

$$E = z + \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{g\rho} \quad (4.12)$$

$$E_1 = z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{g\rho} = z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{g\rho} = E_2 \quad (4.13)$$

Per tant finalment s'extreu la Equació de Bernoulli:

$$z + \frac{u^2}{2g} + \frac{p}{g\rho} = ct \quad (4.14)$$

Aquesta equació és la suma de càrregues següent, com es mostra a Figura 4.4, i es descompon en els següents factors:

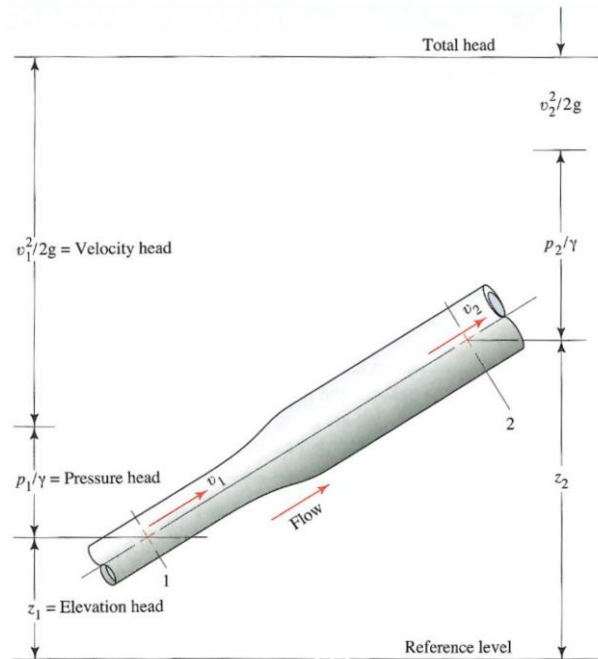


Figura 4.4. Càrregues a una canonada. [3]

- Càrrega de pressió  $z$
- Càrrega d'elevació  $\frac{u^2}{2g}$
- Càrrega de velocitat  $\frac{p}{g\rho}$

Amb aquesta equació es descriu la relació entre la pressió, velocitat i altura de qualsevol punt del fluid. Aquesta teoria s'aplica a la xarxa hidràulica, aplicant la pèrdua de càrrega a les canonades. La forma més coneguda de l'equació de Bernoulli és la que es presenta com a energia per unitat de pes. Ens donarà com a resultat unitats de longitud, però aquesta unitat es refereix a metres de columna de fluid (mcf). Per al nostre cas que treballem amb aigua, treballarem amb metres de columna d'aigua (mca).

Si a una canonada per on circula un fluid li afegim una sèrie de derivacions verticals, l'aigua que circula omplirà la canonada fins a una altura determinada en cada cas, en funció de la

pressió existent a cadascun dels punts de la conducció principal. La línia que uneix el nivell d'aigua a cada punt s'anomena línia piezomètrica. D'aquesta forma, a partir de l'equació de Bernoulli, extraïem que l'altura piezomètrica  $H$  (4.16) és la suma de la pressió i la cota.

$$H_i = z_i + \frac{p_i}{\rho g} \quad (4.16)$$

Donada la relació de dimensions entre els dipòsits i canonades, la càrrega de velocitat és molt petita respecte la càrrega de pressió o la d'elevació. Per tant l'altura piezomètrica i la altura total representen pràcticament el mateix valor, com es mostra a (4.5).

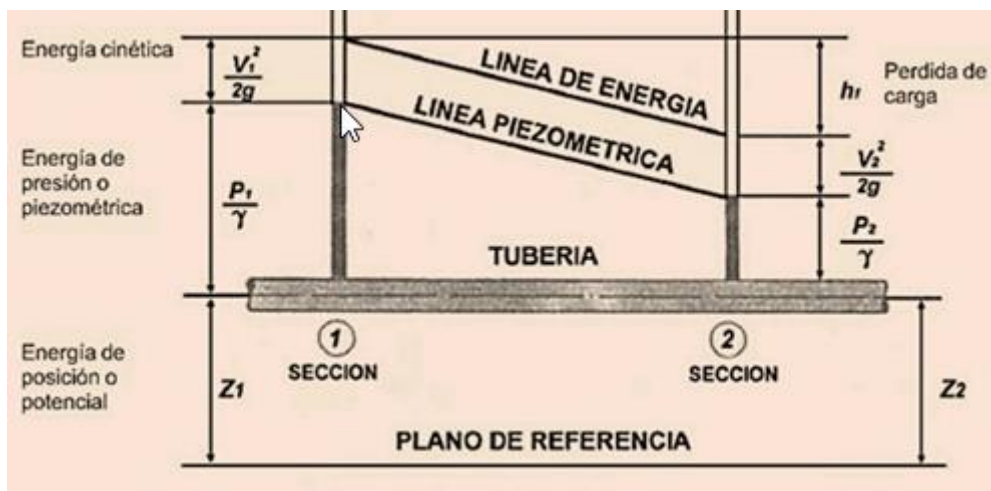


Figura 4.5. Tipus d'altures presents a una canonada. [18]

## 4.5. Pèrdues de càrrega

Per a estudiar el comportament del fluid a les canonades, es tenen en compte diferents pèrdues de càrrega, les pèrdues primàries, que varien en funció de la fricció de la canonada quan circula a una velocitat i les seves dimensions de longitud i diàmetre, i les pèrdues menors, que varien en funció dels accessoris que incorporem al sistema.

### Pèrdua primària

A dinàmica de fluids, l'equació de Darcy-Weisbach és una equació empírica que relaciona la pèrdua de càrrega hidràulica degut a la fricció al recorregut de la canonada, amb velocitat mitjana del fluid. Això provoca una pèrdua de pressió entre dos punts d'una conducció.

Amb aquesta equació es pot fer una avaluació de tots els factors que incideixen en la pèrdua de càrrega, que depenen de la geometria del conducte, la velocitat del fluid a dins de la canonada i el factor de fricció. Aquesta equació es pot aplicar a fluxos laminars, transicionals i turbulents. Es mostra a continuació l'equació de Darcy-Weisbach en funció de la velocitat del fluid.

$$h_l = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} \quad (4.17)$$

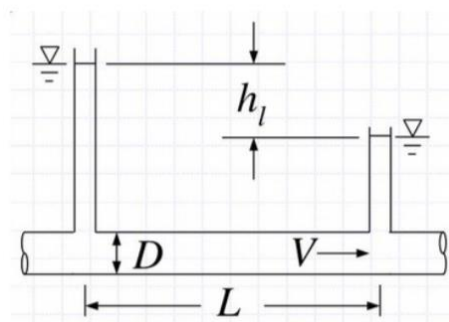


Figura 4.6. Pèrdua primària a una canonada. [3]

## Pèrdua menor

Les pèrdues menors es produeixen quan un fluid recorre diferents elements, tals com vàlvules, acoblaments, entrades o sortides a depòsits i altres. Aquests produeixen pèrdues menors de pressió al sistema. Podem veure a continuació alguns dels accessoris que pot incorporar una xarxa hidràulica.

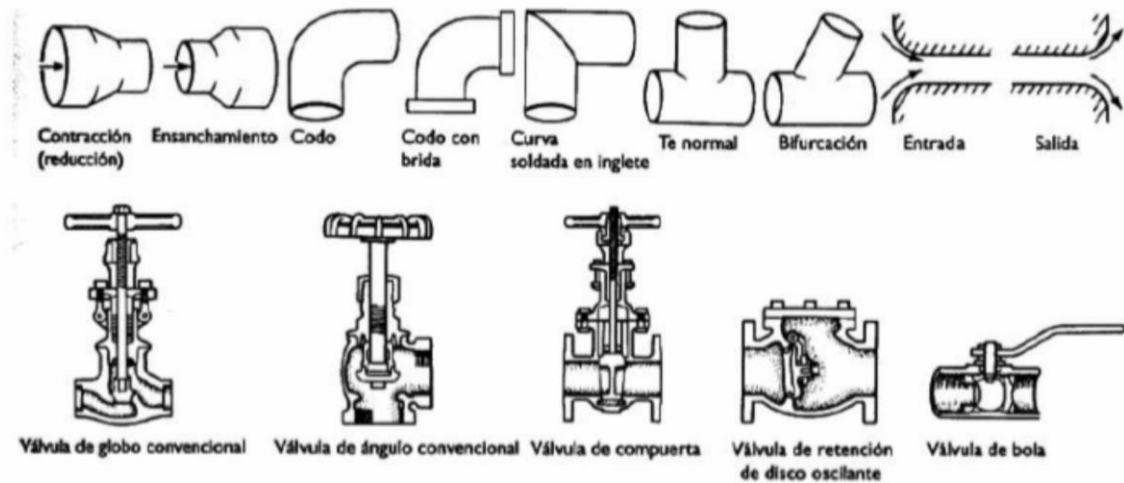


Figura 4.7. Principals accessoris presents a una xarxa hidràulica. [19]

De les pèrdues lineals i les pèrdues pels accessoris, juntament amb l'energia que es pot afegir d'una bomba i la que s'extreu, obtenim la equació general de l'energia entre dos punts (4.18), contemplant que es tracta d'un sistema real.

$$z_1 + \frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{g\rho} + h_A - h_R - h_L = z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{g\rho} \quad (4.18)$$

## 4.7. Tipus de distribucions aplicables a xarxes sanitàries

Per al disseny de xarxes hidràuliques, hi ha diferents models de xarxa, cadascuna amb els seus avantatges i inconvenients. Aquests sistemes tenen com a objectiu subministrar el fluid al llarg dels diferents nodes que conformen la xarxa hidràulica. Per a cada cas, el fluid és transportat de forma diferent. Es mostra a continuació els diferents tipus de xarxes presents a l'actualitat:

### Xarxa ramificada

Una xarxa ramificada és un tipus de xarxa en la que es parteix d'una canonada principal, i es produeixen bifurcacions de dos o més canonades secundàries, les quals es tornen a bifurcar i així de forma successiva. Per a aquest tipus de xarxa, cada tram ha d'abastir el caudal màxim necessari per a cada branca, ja que cada node reb l'aigua només per un camí.

Aquesta és la més econòmica, degut a que es fa ús de les canonades estrictament necessàries per arribar d'un node a l'altre. Es recomana aquesta distribució per a poblats rurals amb cases molt disseminades, poblacions molt petites o amb un desenvolupament de la població pràcticament lineal. Es mostra a (4.8) els diferents tipus de xarxa ramificada.

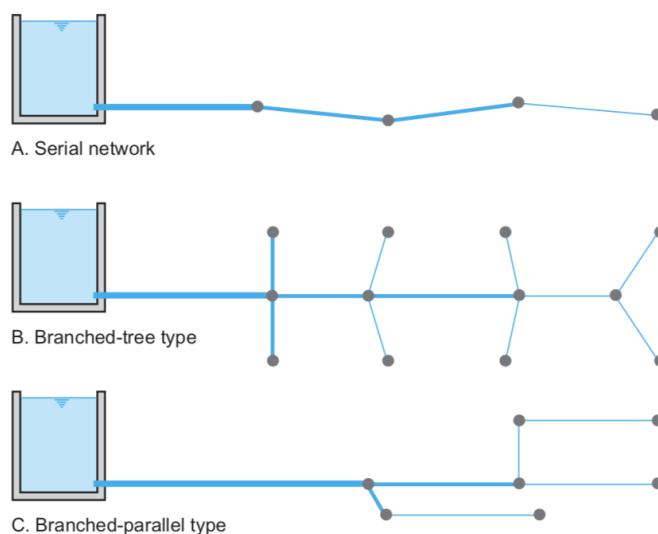


Figura 4.8. Esquema de xarxa de distribució ramificada. [4]



## Xarxa mallada

Una xarxa mallada es caracteritza per tenir tots els punts connectats entre si, per lo que el caudal pot circular per diferents camins, al contrari que la xarxa ramificada, on l'aigua només pot arribar per un camí, adaptant-se a les necessitats de cada situació. A més es produeixen menys variacions de pressions als nodes.

En cas de ruptura o manteniment, la xarxa mallada garanteix l'abastiment, ja que es talla el sector afectat, i el caudal segueix un altre camí, però presenten el principal problema d'indeterminació del sentit de circulació de l'aigua. També tenim que les xarxes mallades presenten una complexitat molt major respecte a les xarxes ramificades, per lo que l'anàlisi d'aquestes xarxes és d'una complexitat elevada.

Aquestes xarxes suposen un cost elevat, degut a que s'uneixen tots els nodes i es produeix un cost elevat pel nombre de canonades i pel cost de l'obra que aquesta distribució suposa. Es mostra a la figura (4.9) els diferents tipus de xarxa mallada.

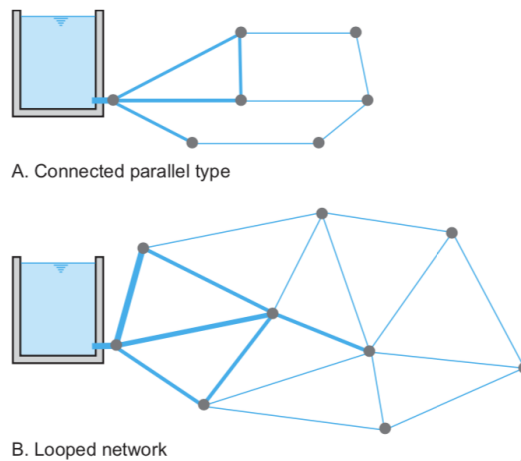


Figura 4.9. Esquema de xarxa de distribució mallada. [4]

## **Xarxa mixta**

Una xarxa mixta és la combinació d'una xarxa ramificada i una xarxa mallada, i té avantatges i inconvenients dels dos sistemes. En la majoria d'aplicacions de sistemes de subministrament d'aigua sanitàària s'aplica aquest model, ja que es tracta d'un model flexible. A (4.10) es mostra l'esquema d'una xarxa mixta.

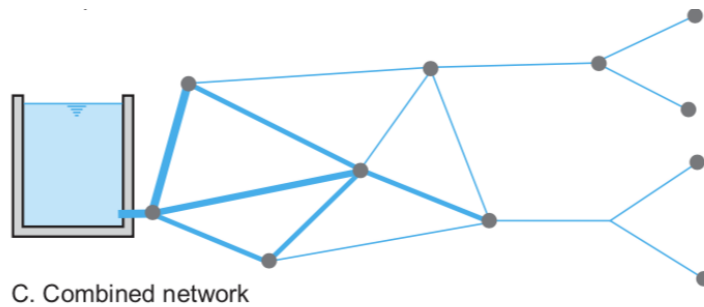


Figura 4.10. Esquema de xarxa de distribució mixta. [4]

## 5. Modelització respecte la població a representar

En aquest apartat recopilarem totes les dades necessàries per a poder realitzar el model de la xarxa hidràulica. Tot el que s'obtingui s'introduirà al software Epanet. Per al disseny de la xarxa hidràulica es tindrà en compte dos aspectes, la hidràulica i la enginyeria.

Respecte la part hidràulica es tindrà en compte que es compleixen els caudals, pressions i velocitats, apart d'un correcte disseny del sistema. A més s'haurà de garantir que es compleixen una sèrie de requeriments, tals com l'abastiment correcte durant situacions irregulars i flexibilitat a canvis, per a futures ampliacions en cas de que sigui necessari.

Respecte la part d'enginyeria, es tindrà en compte aspectes com la selecció de materials, que s'adaptin a les condicions del sistema i siguin duradors, i que es proporcionin un fàcil accés a les parts vitals del sistema.

### 5.1. Modelització mitjançant Epanet

EPANET v2.0 es un programa d'ordinador que realitza simulacions de xarxes hidràuliques en períodes prolongats, integrant càlculs del comportament hidràulic i de qualitat de l'aigua a xarxes d'abastiment a pressió. Una xarxa hidràulica pot estar construïda per diferents elements.

#### Elements físics

- Canonades: És el medi pel qual es transporta l'aigua entre diferents nodes del sistema. Un cop afegides les seves propietats, Epanet suposa que estan plenes en tot moment. En base a això es pot limitar el flux de forma parcial o total.
- Nodes: Un node es un punt pel qual s'extreu aigua de la xarxa hidràulica. Poden ser cases, edificis o qualsevol tipus de element que extreu aigua del sistema. Aquest nusos es determinen en base a la cota (altura respecte el nivell del mar) i la seva demanda puntual.

- Bombes: Una bomba és una màquina que transforma l'energia amb la que és accionada en energia per a moure el fluid. Aquesta energia transferida al fluid fa que augmenti la seva altura piezomètrica. Amb això s'aconsegueix impulsar l'aigua d'un punt de menor altura a un punt de major altura piezomètrica. Els principals paràmetres que defineixen la bomba són els nodes dels extrems que la limiten i la seva corba característica.
- Vàlvules: Les vàlvules són elements mecànics que tenen com a funció regular, permetre o impedir el pas d'aigua entre dos punts, limitant la pressió o el caudal a aquests punts específics. Les seves característiques principals són el tipus de vàlvula, la consigna, el diàmetre i els nodes dels extrems que la limiten. Epanet incorpora diferents tipus de vàlvules, ajustant-se a la necessitat de cada cas.
- Depòsit: El depòsit és la font d'abastiment inicial a la xarxa hidràulica. Aquest es suposa com a un subministrament d'aigua externa infinita, degut a que poden representar-se com a pous, rius, aqüífers o altres. Aquest es caracteritza per la seva altura piezomètrica, que designa la seva altura per sobre del nivell del mar, si no es troba sotmès a pressió.
- Tancs: El tanc és un nus amb capacitat limitada per a emmagatzemar aigua. Aquest ens serveix com a abastiment alternatiu d'aigua, en cas de que es compleixi un cas desfavorable al sistema. Les seves característiques principals són la cota del depòsit, el diàmetre i els valors mínims i màxims del nivell d'aigua.

### **Elements no físics**









- Corbes: Es defineixen les corbes com la relació entre parells de dades per medi de dos quantitats o magnituds. Poden ser dels tipus següents:

Corba característica de la Bomba: Representa la relació entre l'altura i el caudal que la bomba pot desenvolupar a la seva velocitat nominal

Corba de rendiment: Determina el rendiment de la bomba en funció del caudal

Corba de volum: Determina com el volum d'aigua al depòsit varia en funció del nivell d'aigua



-  Afegir tanc
-  Afegir canonada. S'afegeix quan ja s'han definit els nodes i es connecta d'un node a altre
-  Afegir bomba. S'afegeix igual que per a les canonades
-  Afegir vàlvula. S'afegeix igual que per a les canonades
-  Trobar objecte específic al pla a partir de la seva ID
-  Consulta visual al pla, en base a paràmetres que es defineixen a la recerca
-  Crear gràfica de resultats, en base a les dades que es volen representar
-  Crear taula de resultats, en base a les dades que es volen mostrar a la taula

Amb Epanet es pot fer un seguiment de l'evolució dels caudals a les canonades, així com les pressions als nusos i els nivells als dipòsits, un cop fet el plantejament inicial del sistema. En base a aquest seguiment, i les restriccions pertinents per a cada cas, es pot corregir el sistema i optimitzar-lo, per tal de complir amb els paràmetres requerits o el cost final de la instal·lació.

El programa ens ofereix un entorn integrat a Windows, per a l'edició de les dades d'entrada de la xarxa, la realització de simulacions hidràuliques i de qualitat de l'aigua, i la visualització de resultats en un ampli ventall de formats. Entre altres s'inclouen mapes de xarxa codificats per colors, taules numèriques, gràfiques d'evolució i mapes d'isolínies. El programa resol diferents equacions mitjançant el mètode dels elements de volum discrets (DVEM).

### **Prestacions Epanet**

S'ha elegit aquest software degut a que ofereix les següents prestacions:

- No existeix límit en quant a les dimensions del model de xarxa a dissenyar.

- Les pèrdues de càrrega es poden calcular mitjançant les formules de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o de Chezy-Manning.
- Contempla pèrdues menors als accessoris.
- Admet bombes de velocitat fixa o variable.
- Determina el consum energètic i els seus costos.
- Varietat de vàlvules i reguladors de pressió i caudal.
- Admet depòsits de geometria variable.
- Es poden introduir diferents tipus de demanda als nusos, cadascun amb la seva corba de modulació en funció del temps.
- Permet modelar toms d'aigua on el caudal dependrà de la pressió.
- Admet lleis de control simples, basades en el valor de nivell en els depòsits o en la hora prefixada per un temporitzador, i lleis de control més complexes basades en lleis lògiques.

### **Modelació del sistema**

Per a modelar un sistema de distribució es segueixen els passos següents:

Es dibuixa un esquema de la xarxa o s'importa una descripció bàsica de la mateixa, des d'un fitxer de text.

S'editen les propietats dels elements que configuren el sistema a l'editor de propietats.

Es descriu el mode d'operació del sistema mitjançant lleis de control

Selecció de les opcions de càlcul per a pèrdues i per al sistema d'unitats

Realitzar l'anàlisi hidràulic, fent la execució del model realitzat

Observar els resultats a taules o gràfics

## **5.2. Limitacions de pressió i velocitat a la xarxa hidràulica**

Per al disseny hidràulic haurem de tenir presents tots els elements que la componen, ja que cada component implica un canvi significatiu en el funcionament general. Per això, ens basarem en complir els dos principals criteris presents al subministrament d'aigua potable a poblacions, el criteri de pressions als nodes i el criteri de velocitats a les canonades. De la norma UNE - EN - 805:2000 extraïem aquests valors. Tot i que aquests són els valors en els que es restringeix el nostre sistema, es permetran valors fora del rang de forma puntual.

### **• Pressions**

Pressió mínima: 20 mca

Pressió màxima: 100 mca

La pressió mínima de 20 mca s'estableix degut a que es necessita una pressió mínima per si es produeix un incendi, es pugui realitzar un correcte subministrament d'aigua. Pressions de més de 100 mca requereixen un major cost de reforç de les canonades, ja que es poden produir fugues degudes a l'alta pressió del sistema. A zones muntanyoses o d'alta variació topogràfica com és el nostre cas, es poden tolerar valors de 100 mca a 120 mca, degut a l'elevada diferència de cotes al sistema, seleccionant canonades que compleixin amb les sol·licitacions.

### **• Velocitats**

Velocitat mínima: 0,3 m/s

Velocitat màxima: 2,25 m/s

Velocitats inferiors a 0,3 m/s produeixen danys al sistema degut a la sedimentació de partícules per acció de la gravetat. Valors superiors a 2,25 m/s augmenten considerablement la erosió de les canonades, així com les vibracions al sistema.



### 5.3. Zona específica d'aplicació de la xarxa hidràulica

En primer lloc especificarem la zona en la que instal·larem la xarxa hidràulica. Veiem com el centre del poble es divideix en 3 zones, la zona de Rota d'en Garrovers, la zona de Can Pep Miquel i la zona de Can Rafael. Es farà el disseny de la xarxa hidràulica a la zona de Rota d'en Garrovers. Tot i que es realitzarà el disseny d'una zona, es contemplaran les dues altres zones, de cara a complir amb la demanda del poble, com es veu a Fig (5.2). A aquesta part del poble trobem aproximadament 60 habitatges, juntament amb la escola CEIP Es Cubells, dos restaurants i un poliesportiu. Aquest mapa s'importarà al Epanet de la següent forma:

En primer lloc busquem la zona a estudiar mitjançant el Sistema d'Informació Geogràfica de Parcel·les Agrícoles (SIGPAC). Un cop ubiquem la zona a estudiar, la importarem al Epanet, per tal de facilitar la ubicació dels habitatges i edificis. A continuació, per tal de que les mesures de la captura es corresponguin amb la realitat, apliquem un eix de coordenades X,Y al sistema d'informació SIGPAC, que ens permet fer mesures reals del mapa. Finalment obrim el programa Epanet, importem el mapa en format bmp i afegim les coordenades obtingudes al SIGPAC.



Figura 5.2. Mapa detall de la localització de la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia]

## 5.4. Càlcul de la demanda per edificació

Un cop s'ha definit la zona específica en la que es realitzarà la instal·lació, es procedeix a fer el càlcul de la demanda que es tindrà per a l'hivern i per a l'estiu. Per a calcular això en primer lloc hem de calcular la demanda base de cada node, és a dir, la demanda en L/s per dia, juntament amb la demanda dels diferents centres i restaurants.

Per a obtenir la demanda d'aigua a cada edificació de la forma més precisa possible, es fa un estudi específic dels diferents factors que afecten a la demanda d'aigua, i s'extreu la demanda base per a cada edifici. La demanda base entre hivern i estiu només afectarà als habitatges, de forma que es realitzarà el càlcul d'augment de demanda en base a l'augment de població a l'estiu. Es mostra la demanda base per als diferents casos:

Per als habitatges comuns, tenim la dada de que cada habitant consumeix 201 L/dia. Aquesta dada ha set extreta de l'Organització de Sostenibilitat d'Eivissa [13]. Segons el INE s'extreu que a la població d'Es Cubells, resideixen 2,47 persones per cada habitatge. Amb això extraiem la demanda base diària i per hores, que ens servirà posteriorment per al càlcul del patró de demanda [11]. Segons diferents anàlisis de població d'Eivissa a l'estiu, es veu que la població augmenta fins a un 250% respecte a l'hivern. Per tant, per a aplicar aquest augment de demanda, es comptabilitza com a un augment de persones als habitatges. S'obté un valor de 6,175 persones per habitatge, resultat de aplicar el percentatge a les 2,47 persones presents per habitatge a l'hivern.

Per als dos restaurants, s'han observat diferents estudis de l'hostaleria, i s'ha arribat a la conclusió de que cada client del restaurant consumeix uns 30 L per dia. En aquest valor ja es troba aplicat tot el consum que es produeix al restaurant, com poden ser aixetes, banys, rentavaixelles, així com tot el sistema de neteja. Per a cada restaurant s'ha fet un anàlisi de l'aforament màxim, i s'extreu el nombre de clients màxim que cada restaurant pot assolir.

Per al poliesportiu, s'ha estimat el consum d'aigua segons els diferents elements que necessiten abastiment, tals com aixetes, fonts, banys i altres elements, així com tot el sistema de neteja. S'estima un consum per assistent al centre de 24 L per dia. Es suposa un aforament

màxim de 60 persones, comptant amb la pista de bàsquet, el camp de futbol i el club de tir amb arc.

Per a l'escola s'estima el consum d'aigua en base al nombre de banys i aixetes de l'edifici, les diferents fonts i si té cuina o no, així com tot el sistema de neteja. S'estima un consum per persona de 12 L per cada dia. Aquesta escola té una capacitat de 200 persones, juntament amb el professorat pertinent.

Finalment, es calcularà la demanda base per a les zones de Can Pep Miquel i Can Rafael. Al tractar-se de zones menys properes al centre de la població, trobem que la demanda que obtindrem d'aquestes dos zones es comptabilitzarà com a demanda d'habitatges. Degut a que no es realitzarà el disseny de aquestes dues zones, però si es contemplarà la demanda, s'aplicarà la demanda base dels habitatges, i es modelitzarà mitjançant un node que contingui la demanda del conjunt d'habitatges. Per al cas de la zona de Can Pep Miquel trobem 81 cases i per la zona de Can Rafael 200 cases.

Un cop fet l'anàlisi per a cada cas, s'extreuen les següents taules, on s'agrupen les dades extretes anteriorment:

	Consum d'aigua (L/p·d)	Aforament (p)	Demanda base (L/d)	Demanda base (L/s)
Habitatges comuns	201	2,47	496,47	0,00574618
Restaurant 1	30	120	3600	0,04166667
Restaurant 2	30	105	3150	0,03645833
Poliesportiu	24	60	1440	0,01666667
Escola	12	220	2640	0,03055556

Taula 5.1. Demanda base de cada edificació a l'hivern. [Elaboració pròpia]

	Consum d'aigua (L/p·d)	Aforament (p)	Demanda base (L/d)	Demanda base (L/s)
Habitatges comuns	201	6,175	1241,175	0,01436545
Restaurant 1	30	120	3600	0,04166667
Restaurant 2	30	105	3150	0,03645833
Poliesportiu	24	60	1440	0,01666667
Escola	12	220	2640	0,03055556

Taula 5.2. Demanda base de cada edificació a l'estiu. [Elaboració pròpia]

Finalment s'extreu la taula resum de les zones a analitzar, així com els seus consums i demandes base.

Zona d'estudi	Habitatges	Habitants per zona		Hivern		Estiu	
		Hivern	Estiu	Demanda Total (L/s)	Demanda Base (L/s)	Demanda Total (L/s)	Demanda base (L/s)
Rota den Garrovers	81	200,07	500,1	0,46	0,0057	1,16	0,01
Can Pep Miquel	84	207,48	518,7	0,48	0,0057	1,20	0,01
Can Rafael	200	494	1235	1,14	0,0057	2,87	0,01

Taula 5.3. Demanda base de les diferents zones que conformen la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia]

A l'Epanet, el que farem és introduir cada un dels edificis que conformen la regió del poble en forma de node. Com ja tenim el mapa importat a l'Epanet, només cal identificar la localització de cada edifici mitjançant el SIGPAC. Un cop introduïts tots els nodes, podrem afegir la demanda base de cada un d'ells, a les característiques de cada node. Amb això aconseguirem saber el consum d'aigua que té la població.

## 5.5. Càlcul del patró de demanda per a les diferents edificacions

Tindrem en compte que la demanda no és constant, per lo que haurem de calcular un patró de demanda, que té en compte la variació temporal de la demanda. Per a construir els diferents patrons de demanda, calcularem una variació temporal horària. A continuació es mostra el càlcul del factor en funció del temps:

$$F(t) = \frac{Q(t)}{Q_m} \quad (5.1)$$

Com a resultat obtindrem 24 factors, que faran que la corba de demanda variï. L'àrea inferior de la corba ens donarà com a resultat la demanda base, que no varia respecte aquest factor. Per a cada cas ens sortirà una corba de demanda diferent. Cal tenir en compte que diferenciarem corbes de demanda per a dies laborals i caps de setmana, i obtindrem resultats diferents, degut a que es produeixen consums a diferents hores. A continuació farem un anàlisi de cada cas.

Respecte a les cases, el consum d'aigua a la nit serà molt petit, però al matí augmentarà el consum considerablement, degut a l'assistència a la feina o assistència a centres educatius, juntament amb l'hora de dinar. A la tarda baixarà el consum i per la nit, a la hora de sopar, creixerà el consum un altre cop. Finalment el consum es reduirà progressivament fins al principi del dia següent. Per als caps de setmana la demanda serà similar, amb diferències a les últimes hores de la nit i a primera hora del matí, degut a que es tracta de dies no laborals, en els que gran part de la població no treballa. A continuació es mostren les dos corbes de demanda obtingudes per als habitatges.

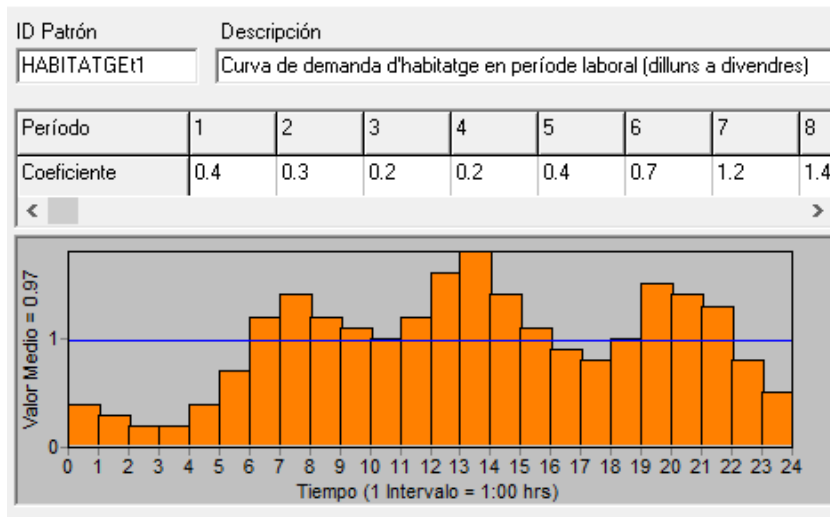


Figura 5.3. Corba de demanda d'habitatge en període laboral. [Elaboració pròpia]

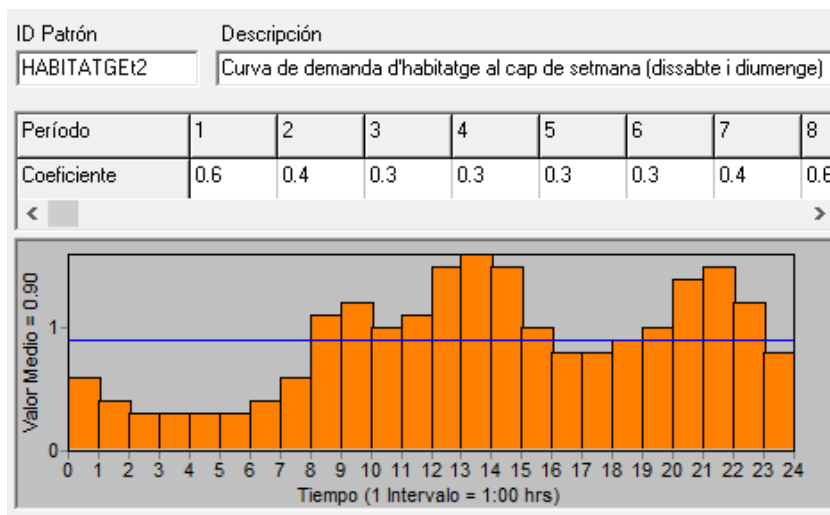


Figura 5.4. Corba de demanda d'habitatge en període no laboral. [Elaboració pròpia]

Respecte als dos restaurants, el consum màxim es produirà al migdia, que és quan més gent anirà a dinar. A la nit també es produirà un consum d'aigua, però no tan elevat com al migdia. A principis de la tarda augmentarà un poc el consum, degut a les neteges que s'hagin de fer per a preparar el servei nocturn. A la nit el consum serà mínim i al matí hi haurà un petit consum per part del personal de neteja, que realitza la feina a hores en les que no hi ha clients. Als caps de setmana, el consum d'aigua es repartirà entre el migdia i la nit, per lo que

obtindrem una compensació entre el pic del migdia i el pic de la nit. A continuació es mostren les dos corbes de demanda obtingudes per als dos restaurants.

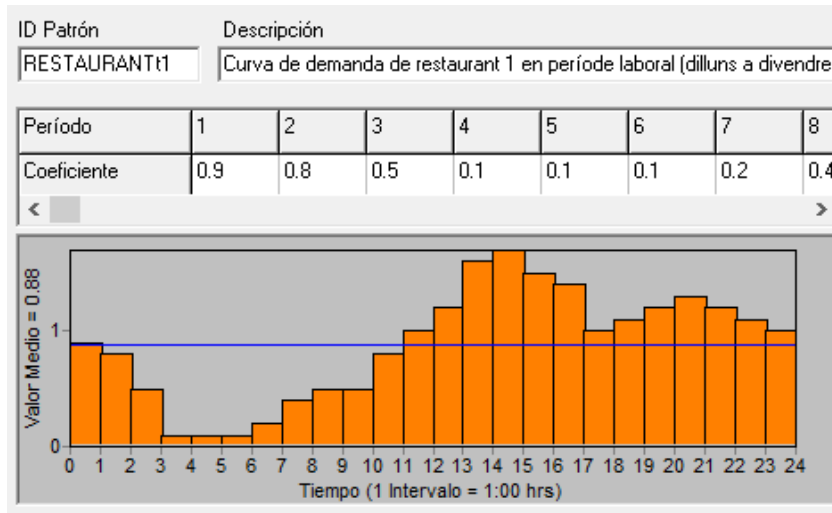


Figura 5.5. Corba de demanda de restaurant en període laboral. [Elaboració pròpia]

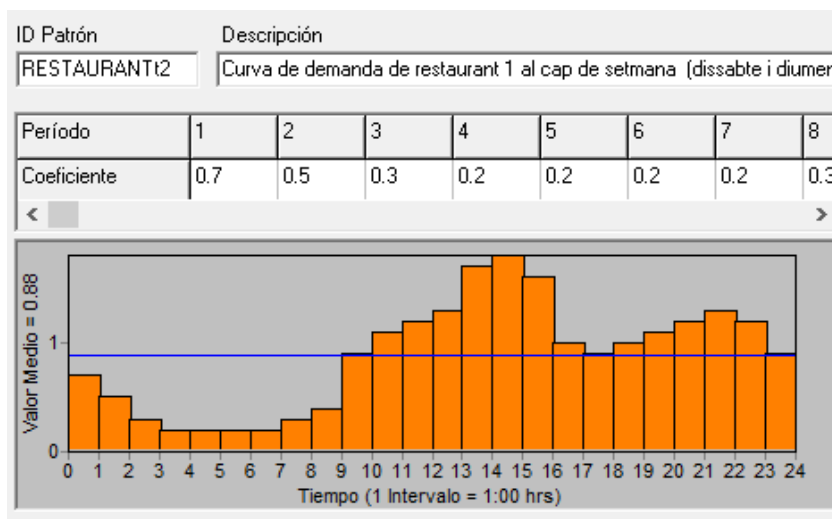


Figura 5.6. Corba de demanda de restaurant en període no laboral. [Elaboració pròpia]

Per al poliesportiu, el principal consum d'aigua es produirà a la tarda, horari en el que els joves majoritàriament surten de l'escola i realitzen activitats extraescolars. Al matí el

consum serà inferior, ja que la majoria dels usuaris seran adults. Al cap de setmana es produeix demanda al matí i a la tarda, ja que al no ser període laboral ni es realitzen classes, s'afavoreix que els usuaris realitzin esport a les dues franges horàries. A continuació es mostren les dos corbes de demanda obtingudes per al poliesportiu.

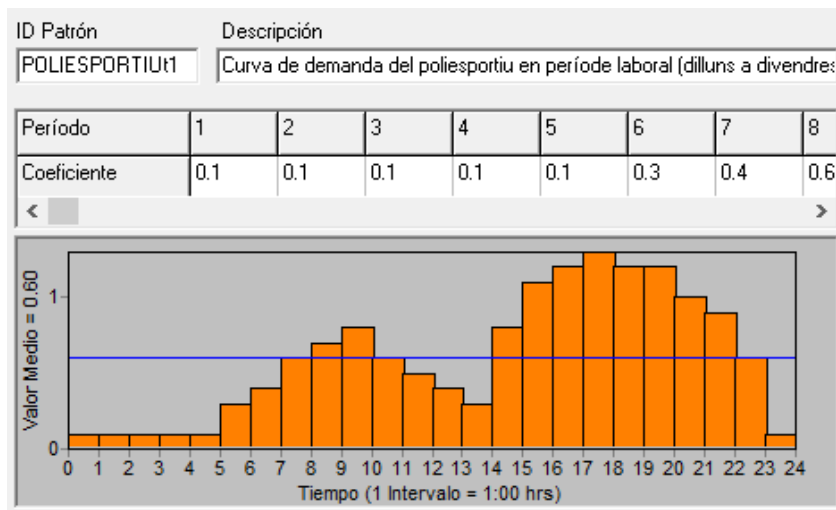


Figura 5.7. Corba de demanda de poliesportiu en període laboral. [Elaboració pròpia]

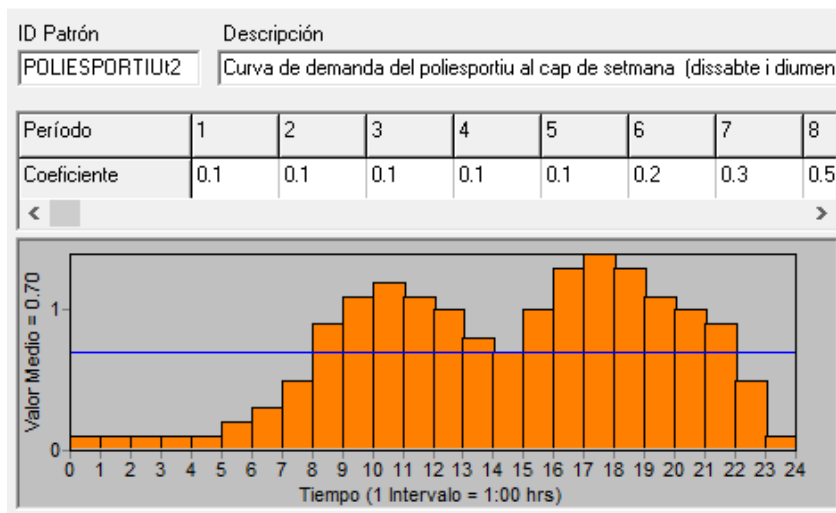


Figura 5.8. Corba de demanda de poliesportiu en període no laboral. [Elaboració pròpia]



Finalment a l'escola el consum més gran es realitzarà en l'horari lectiu, on es troba present l'alumnat i el professorat. A la tarda trobarem un altre augment degut a l'estància dels professors i el personal de neteja. Per als caps de setmana el consum es mantindrà constant, degut a que la principal demanda de la escola prové de les necessitats mínimes que la escola requereix. A continuació es mostra la corba de demanda obtinguda per a l'escola.

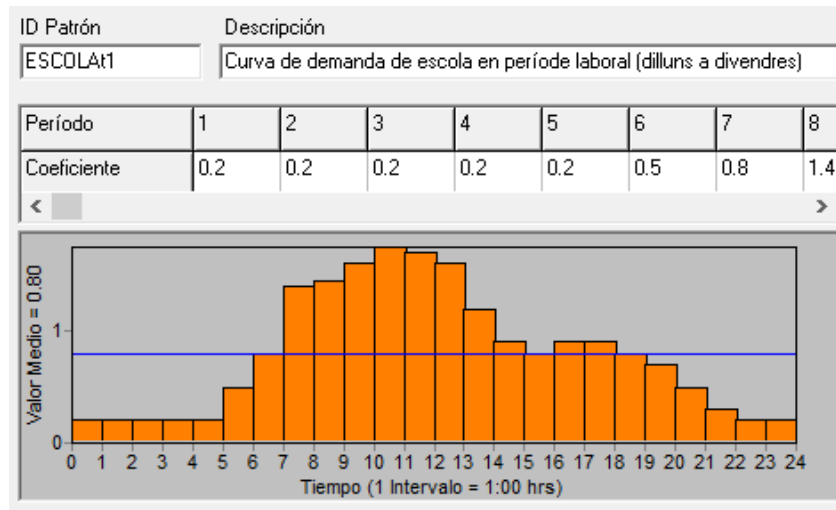


Figura 5.9. Corba de demanda de escola en període laboral. [Elaboració pròpia]

## 5.6. Mapa de cotes

Un altre aspecte important que tindrem al compte de cara a la implementació de la xarxa hidràulica a l'Epanet són les cotes d'altura. Aquesta xarxa hidràulica presenta complexitat degut al relleu, ja que presenta diferències d'altitud i pendent a la superfície. Degut a que la diferència entre la cota més baixa i la més alta és de 280 m, es tindrà en compte l'altura de cada casa a l'hora de dissenyar la xarxa hidràulica.

En aquest cas, degut a que la principal font d'abastiment d'aigua es troba a una cota més elevada respecte els altres nodes, aplicarem un sistema de subministrament per gravetat. Aquest sistema ens dona el principal avantatge de que tota la energia necessària per a subministrar l'aigua als nodes prové per la diferència d'altura. Per tant, la variació de pressió

vindrà determinada per la variació de demanda, i no caldrà realitzar la instal·lació de bombes per a augmentar la pressió.

D'aquest sistema es sap que no es tenen costos extrems deguts a l'energia que es necessitaria per al sistema de bombeig. A més, el sistema operacional és més senzill, degut a que es necessiten menys components mecànics, així com menors costos de manteniment d'infraestructures. A més, les pressions dels nodes no presentaran canvis significatius i el sistema s'adaptarà millor a situacions irregulars, tot i que es necessitarà diàmetres de canonades més grans, per a disminuir les pèrdues de pressió al sistema.

La diferència d'altura d'aquest sistema ve determinada de la forma següent(5.2).

$$\Delta Z = H_{est} + H_{din} = \Delta H + \frac{P_f}{\rho g} \quad (5.2)$$

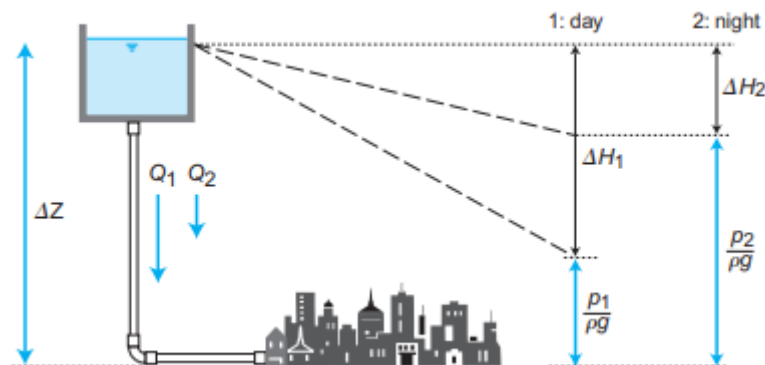


Figura 5.10. Sistema d'abastiment per gravetat. [4]

A la figura (5.10) podem veure la diferència entre el subministrament al dia i a la nit. Es mostra com a la nit, al haver menor demanda, provoca una menor pèrdua de carrega, per lo que les pressions més elevades seran durant la nit. De cara a la implementació que es vol realitzar, s'haurà de reduir la pressió, mitjançant vàlvules reguladores de pressió. A continuació es mostra el mapa de cotes al nostre sistema, el qual farem servir per a introduir la altura de cadascun dels nodes, així com la altura del dipòsit.

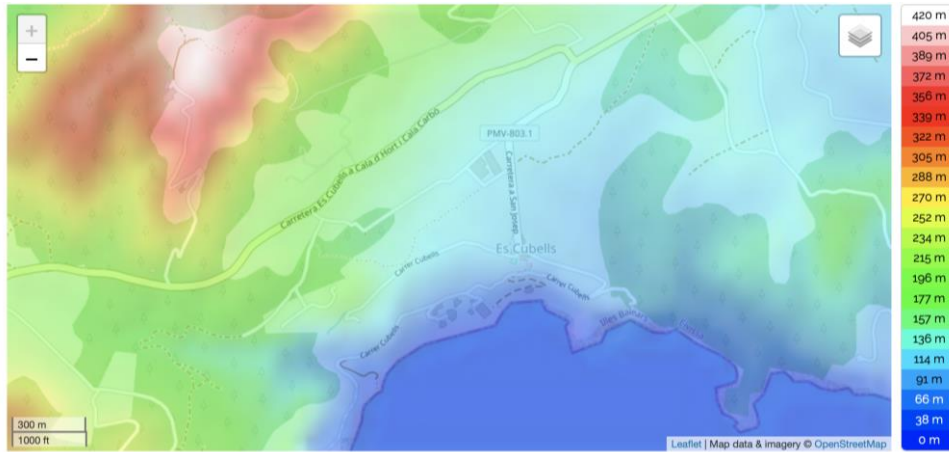


Figura 5.11. Mapa de cotes de la zona Rota den Garrovers, Es Cubells. [9]

A partir d'aquest mapa topogràfic i del mapa satèl·lit, s'ubicarà de forma precisa la localització de cada node, així com la localització del dipòsit. Aquestes dades s'introduiran al Epanet. Es mostra a continuació la taula dels diferents valors introduïts per a la modelització del sistema:

Node ID	m	Node ID	m	Node ID	m	Node ID	m
Junc N57	117	Junc N41	219	Junc N25	157	Junc N9	148
Junc N56	120	Junc N40	217	Junc N24	152	Junc N8	153
Junc N55	94	Junc N39	211	Junc N23	173	Junc N7	250
Junc N54	97	Junc N38	192	Junc N22	194	Junc N6	224
Junc N53	106	Junc N37	211	Junc N21	239	Junc N1	260
Junc N52	124	Junc N36	217	Junc N20	189	Junc N2	193
Junc N51	132	Junc N35	188	Junc N19	180	Junc N3	198
Junc N50	144	Junc N34	186	Junc N18	167	Junc N4	162
Junc N49	145	Junc N33	190	Junc N17	164	Junc Zona3	123
Junc N48	149	Junc N32	217	Junc N16	150	Junc Zona2	148
Junc N47	163	Junc N31	168	Junc N15	139	Junc N5	123
Junc N46	197	Junc N30	164	Junc N14	148	Junc N58	107
Junc N45	184	Junc N29	157	Junc N13	152	Junc N59	108
Junc N44	174	Junc N28	165	Junc N12	149	Junc N60	109
Junc N43	203	Junc N27	163	Junc N11	138	Junc N61	115
Junc N42	211	Junc N26	161	Junc N10	147	Junc N62	164

Taula 5.4. Cotes dels diferents nodes que formen el sistema. [Elaboració pròpia]

Un cop vist això, podem veure com la diferència entre l'altura del depòsit i la cota més baixa és de 340 m. De cara a la realització del model s'haurà de tenir present, ja que s'obtingran pressions molt elevades. Es mostra a continuació el mapa de cotes obtingut a l'Epanet.

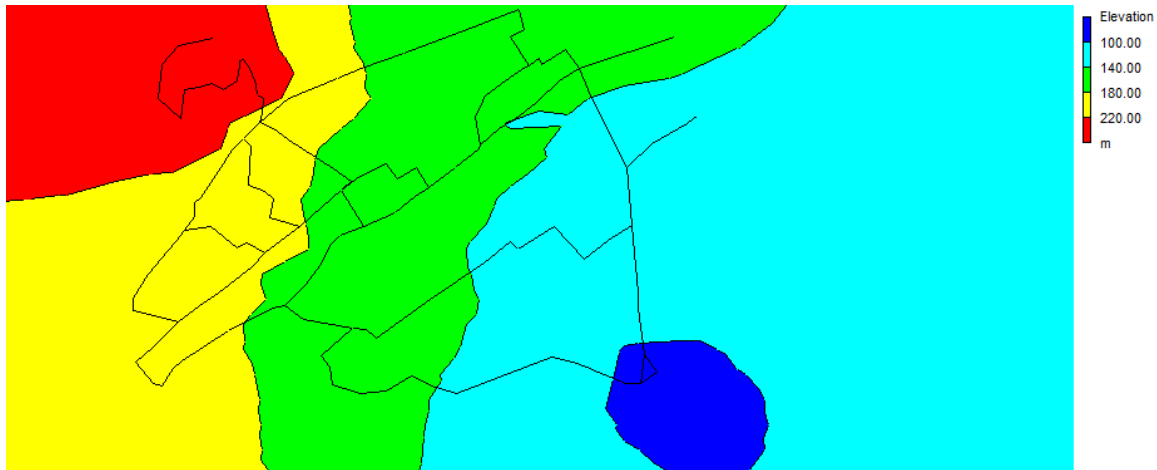


Figura 5.12. Mapa contorn del poble d'Es Cubells. [Elaboració pròpia]

## 5.7. Anàlisi de la qualitat de l'aigua

En aquest apartat es procedeix a la realització de l'anàlisi dels aspectes més rellevants en quant a la qualitat d'aigua, aspecte important a contemplar, al tractar-se d'una xarxa d'abastiment d'aigua sanitària. Ens centrarem en els principals aspectes que cal contemplar per a complir amb la qualitat requerida.

En primer lloc el que farem es fer un petit anàlisi de l'estat de l'aigua extreta del aquífer. S'observa l'estat del aquífer en base als mapes hidrogeològics de l'illa, proporcionats per l'Institut Tecnològic Geominer d'Espanya. Els principals problemes de qualitat de l'aigua als aquífers són els següents:

- Intrusió de l'aigua del mar a causa de la sobreexplotació dels aquífers a zones costeres, on es produeix una major concentració de població i demanda turística
- Contaminació natural deguda a a la circulació d'aigües subterrànies a través de les fàcies de guixos del Keuper
- Contaminació per nitrats degut a les pràctiques agrícoles

En base a això, la qualitat química de l'aigua a l'illa és molt variada, deguda a la diversitat litològica existent a l'illa, als diferents esquemes de circulació de l'aigua i a l'acció de l'esser humà sobre el terreny, que determina problemes de contaminació a la terra. En base a això, l'ITGE controla l'estat de l'aigua en un total de 73 punts, i es realitza un control anual.

### Massa d'aigua subterrània

La nostra zona d'aplicació es a la zona de Cala Tarida, caracteritzada pel valor 2005M1. A la taula es defineixen les 16 masses d'aigua que conformen l'illa, distingides per diferents aspectes, tals com el contacte geològic entre materials de diferent permeabilitat, divisòries hidrogràfiques, límits de zones salinitzades o contaminades, límits d'àrees d'influència de captació, relació amb ecosistemes terrestres associats, i altres criteris que s'han considerat rellevants. Les principals característiques de les diferents zones es mostra a continuació:

Código de la Masa	Denominación	Latitud	Longitud	Àrea (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Longitud de costa (km)	Longitud de costa permeable (km)
2001M1	Portinatx	39,08573	1,52246	45,20	55,50	23,00	18,00
2001M2	Port de Sant Miquel	39,05526	1,38431	39,10	46,40	19,00	4,00
2002M1	Santa Agnès	39,01037	1,33359	37,10	34,00	8,30	7,00
2002M2	Pla de Sant Antoni	38,97312	1,31200	15,20	23,60	6,50	6,50
2002M3	Sant Agustí	38,95767	1,34440	44,10	38,90		
2003M1	Cala Llonga	38,98287	1,51834	18,20	26,60	7,00	5,00
2003M2	Roca Llisa	38,93651	1,47918	15,40	20,80	7,00	6,00
2003M3	Riu de Santa Eulària	39,00789	1,47547	62,00	52,60		
2003M4	Sant Llorenç de Balafia	39,03184	1,43152	40,70	33,40		
2004M1	Es Figueral	39,05860	1,55123	21,10	21,90	2,50	1,00
2004M2	Es Canar	39,02274	1,56402	38,60	39,20	16,40	5,00
2005M1	Cala Tarida	38,92708	1,24821	41,90	46,60	19,30	14,50
2005M2	Port Roig	38,89479	1,27719	22,50	33,90	9,00	5,00
2006M1	Santa Gertrudis	38,97685	1,41878	21,60	21,30		
2006M2	Jesús	38,89107	1,40123	44,90	51,10	23,20	23,00
2006M3	Serra Grossa	38,91152	1,35635	60,40	46,20	7,50	3,00
Suma Sistema EIVISSA				567,90	591,90	148,70	98,00

Taula 5.5. Dimensions de les principals masses d'aigua presents a l'illa d'Eivissa. [20]

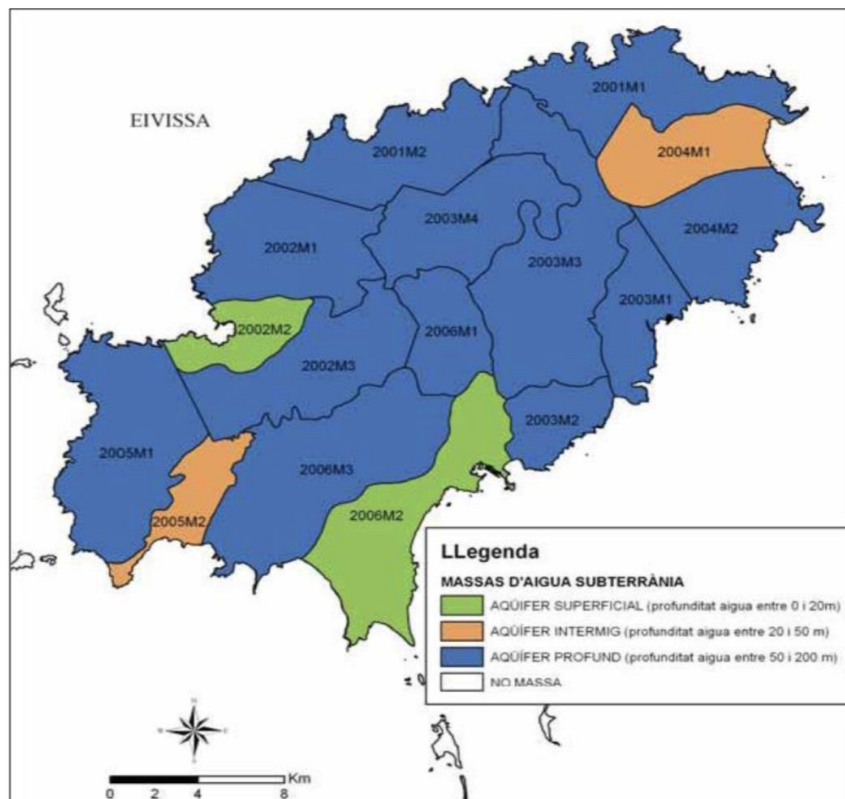


Figura 5.13. Mapa de les principals masses d'aigua subterrània a Eivissa. [20]

### Estat qualitatiu de les masses d'aigua subterrània

Per a fer l'anàlisi d'aquestes aigües, farem un anàlisi de clorurs i un anàlisi de nitrats. Per a determinar l'estat qualitatiu, s'estableix un valor criteri, un valor llindar i un valor de referència. El valor criteri correspon al valor admissible segons les normes de potabilitat. El valor llindar correspon amb el 75 % del valor criteri. El valor de referència es correspon amb la concentració que en circumstàncies naturals (sense pressió humana) s'esperaria trobar.

Comparant els valors mitjos obtinguts en un paràmetre concret per a una massa concreta en un anàlisi realitzat al llarg d'una durada, s'estableix si la massa d'aigua es troba en bon o mal estat qualitatiu, a més de veure com avança l'estat de la massa, comparant amb els valors de referència.

### Contaminació per clorurs

Respecte la contaminació per clorurs, el valor criteri per a aquests s'estableix en 250 mg/L i el valor llindar s'estableix en 185 mg/L. Totes les masses d'aigua subterrània que superen aquest llindar es consideren en mal estat. A continuació es mostra l'estat de clorurs de l'aigua per a les diferents localitzacions de l'illa:

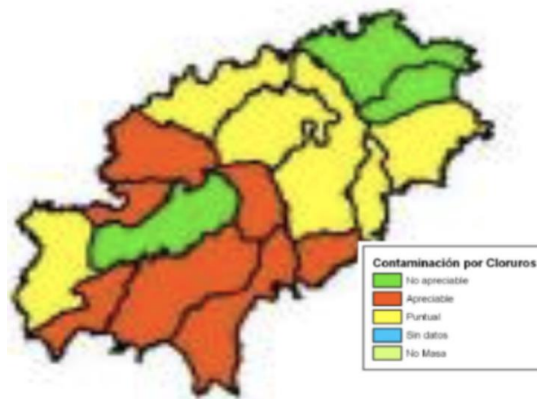


Figura 5.14. Estat de contaminació per clorurs a les diferents zones d'Eivissa. [20]

Código	Nombre	Numero de muestras	Promedio de Nitratos (mg/l)	Nivel de referencia (valor natural) (mg/l)	Estado cualitativo	Causa del mal estado
2001M1	Portinatx	8	5,2	2,5	Bueno	
2001M2	Port de Sant Miquel	12	29,6	2,5	Bueno	
2002M1	Santa Agnès	11	8,7	2,5	Bueno	
2002M2	Pla de Sant Antoni	13	35,0	2,5	Bueno	
2002M3	Sant Agustí	8	5,6	2,5	Bueno	
2003M1	Cala Llonga	23	21,9	2,5	Bueno	
2003M2	Roca Llisa	9	21,2	2,5	Bueno	
2003M3	Riu de Santa Eulària	14	14,2	2,5	Bueno	
2003M4	Sant Llorenç de Balàfia	9	11,8	2,5	Bueno	
2004M1	Es Figueral	4	2,5	2,5	Bueno	
2004M2	Es Canar	20	6,5	2,5	Bueno	
2005M1	Cala Tarida	8	3,4	2,5	Bueno	
2005M2	Port Roig	9	2,1	2,5	Bueno	
2006M1	Santa Gertrudis	10	9,7	2,5	Bueno	
2006M2	Jesús	13	34,1	5	Bueno	
2006M3	Serra Grossa	25	11,1	2,5	Bueno	
2101M1	Formentera	10	55,4	2,5	Malo	Antròpica



Taula 5.6. Estat de contaminació per clorurs a diferents zones d'Eivissa. [20]

Com podem veure, no es supera el llindar de 185 mg/L, per lo que podem concloure que l'aigua de la nostra xarxa hidràulica no es trobarà contaminada per clorurs.

### Contaminació per nitrats

El valor criteri per als nitrats s'estableix en 50 mg/L, i el valor llindar s'estableix en 37,5 mg/l. Les masses que superen el llindar es consideren concentracions d'aigua en mal estat.

Código de masa	Nombre	Numero de muestras	Promedio de Cloruros (mg/l)	Nivel de Referencia (valor natural)	Estado cualitativo	Causa mal estado
2001M1	Portinatx	8	123	89	Bueno	
2001M2	Port de Sant Miquel	12	184	94	Bueno	
2002M1	Santa Agnès	11	606	92	Malo	Natural + Antrópica
2002M2	Pla de Sant Antoni	13	142	78	Bueno	
2002M3	Sant Agustí	8	179	37	Bueno	
2003M1	Cala Llonga	23	149	98	Bueno	
2003M2	Roca Llisa	9	670	163	Malo	Natural + Antrópica
2003M3	Riu de Santa Eulària	14	174	86	Bueno	
2003M4	Sant Llorenç de Balàfia	9	164	88	Bueno	
2004M1	Es Figueral	4	161	96	Bueno	
2004M2	Es Canar	20	119	6	Bueno	
2005M1	Cala Tarida	8	162	123	Bueno	
2005M2	Port Roig	9	537	200	Malo	Natural + Antrópica
2006M1	Santa Gertrudis	10	377	71	Malo	Natural + Antrópica
2006M2	Jesús	13	544	97	Malo	Natural + Antrópica
2006M3	Serra Grossa	25	3330	89	Malo	Natural + Antrópica
2101M1	Formentera	10	2771	250	Malo	Natural + Antrópica

\* El color   indica que la masa sobrepasa el limite de 75% del umbral de potabilidad. Tambi'ne se han marcado los niveles de referencia elevados

Taula 5.7. Estat de contaminació per nitrats a diferents zones d'Eivissa. [20]

A l'illa d'Eivissa no hi ha cap massa d'aigua considerada en mal estat qualitatiu per nitrats.



## **5.8. Dimensionament canonades**

En aquest apartat es mostra de forma justificada els diferents processos que s'han portat a terme per a obtenir el primer model obtingut, un cop definides totes les característiques dels nodes. En base a aquest primer model, s'ha iterat de forma continuada per a cada cas, de forma que s'ha anat corregint la solució fins a obtenir el cas més favorable.

El dimensionament de cadascuna de les canonades que formen el sistema serà una de les parts més extenses per a la realització d'aquest model, i per això cal tenir en compte tots els factors anteriors mencionats anteriorment, així com complir les restriccions de velocitat que marca la normativa. En base a això es seguirà un dimensionament que funcioni de forma correcta per a les condicions més desfavorables, per lo que assegurarem que el sistema funciona de forma correcta en altres situacions.

### **Zona d'instal·lació de canonades**

Per a començar amb el disseny, un cop s'han ubicat els nodes, s'ha procedit a la unió d'aquests mitjançant canonades. Per a fer això s'ha procedit a fer un primer disseny de les canonades, passant per zones no edificades i carreteres o camins secundaris pels quals s'ha de realitzar la instal·lació, tal com recomana la normativa. Aquestes canonades s'han introduït amb el diàmetre que Epanet ens dona per defecte, i obtenim un primer model de xarxa hidràulica. Això s'ha realitzat per a que es pugui realitzar el càlcul del caudal que circula per cada una de les canonades, que només depèn de la demanda.

### **Càlcul del caudal que circula per cada canonada**

A continuació s'ha procedit a realitzar el càlcul del caudal que circula per les canonades. Aquest caudal s'obté com a resultat d'ubicar cada node, juntament amb la definició de la demanda base i els patrons de demanda de cada node, segons sigui el cas. Un cop fet això, si executem el programa, ens donarà el caudal que circula per cada canonada en funció de la hora.

Per a fer un model que s'adapti a les diferents condicions, veurem durant quin període circula el caudal màxim, i realitzarem el càlcul del diàmetre de cada una de les canonades en funció del caudal que circula per aquesta. Cal tenir en compte que el disseny realitzat és de tipus mixt, per lo que el caudal circula de forma variable pel sistema, buscant sempre el millor camí de circulació, en base a les pressions del sistema.

De l'Epanet, un cop simulat aquest cas, obtenim els diferents caudals que circulen per cada canonada. Aquests caudals s'obtenen per a les 13:00h, moment en el que la demanda és màxima, per lo que el caudal que circula pel sistema també ho es. Obtenim els valors següents.

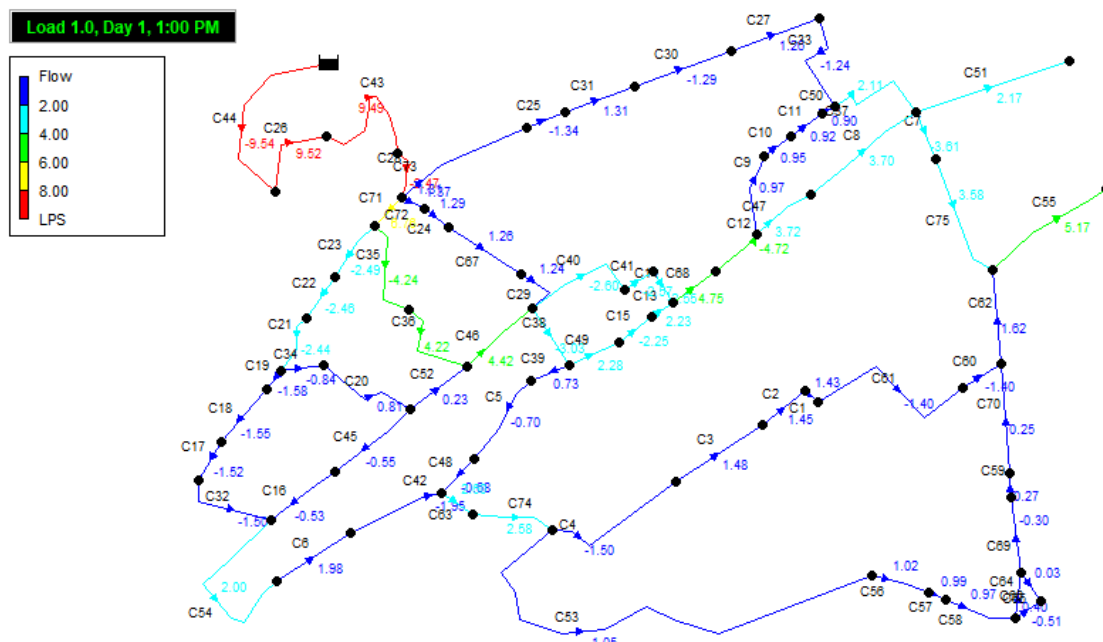


Figura 5.15. Caudals presents al sistema a les 13:00h. [Elaboració pròpia]

D'aquesta primera simulació realitzada, s'extreu que el caudal circula de les zones de major pressió, en aquest cas el dipòsit, a les zones de menor pressió. També podem veure que hi

ha valors de caudal negatiu. Això tracta de nomenclatura, i ens indica el sentit de circulació del caudal, en funció del node inicial i node final que Epanet estableix per defecte.

Les fletxes que trobem a les diferents canonades, marcades en el color corresponent en funció del caudal que hi circula tal com es mostra a la llegenda, ens indiquen el sentit de circulació del caudal.

D'aquesta simulació s'extreu la taula següent (5.8), on s'expressen els diferents caudals en LPS.

Link ID	LPS	Link ID	LPS	Link ID	LPS	Link ID	LPS
Pipe C1	2.82	Pipe C19	-2.22	Pipe C37	0.77	Pipe C58	1.77
Pipe C2	2.84	Pipe C20	1.42	Pipe C38	-3.38	Pipe C59	1.07
Pipe C3	2.87	Pipe C21	-3.68	Pipe C39	1.71	Pipe C60	-2.79
Pipe C4	-2.89	Pipe C22	-3.71	Pipe C40	-2.41	Pipe C61	-2.79
Pipe C5	-1.68	Pipe C23	-3.74	Pipe C41	-2.39	Pipe C62	3.81
Pipe C6	3.19	Pipe C24	0.77	Pipe C42	-3.16	Pipe C63	4.79
Pipe C7	-1.41	Pipe C25	0.03	Pipe C43	9.49	Pipe C64	0.80
Pipe C8	2.84	Pipe C26	9.52	Pipe C44	-9.54	Pipe C65	-0.36
Pipe C9	1.00	Pipe C27	-0.10	Pipe C45	-1.12	Pipe C66	-0.91
Pipe C10	0.98	Pipe C28	-9.47	Pipe C46	5.10	Pipe C67	0.74
Pipe C11	0.95	Pipe C29	0.72	Pipe C47	2.87	Pipe C68	3.92
Pipe C12	-3.90	Pipe C30	0.08	Pipe C48	-1.66	Pipe C69	-1.10
Pipe C13	1.59	Pipe C31	-0.05	Pipe C49	1.64	Pipe C70	1.05
Pipe C14	-2.36	Pipe C32	-2.14	Pipe C50	0.93	Pipe C51	2.17
Pipe C15	-1.62	Pipe C33	0.13	Pipe C54	3.21	Pipe C52	0.27
Pipe C16	-1.10	Pipe C34	-1.44	Pipe C55	5.17	Pipe C53	-1.85
Pipe C17	-2.16	Pipe C35	-4.88	Pipe C56	1.82		
Pipe C18	-2.19	Pipe C36	4.86	Pipe C57	1.79		

Taula 5.8. Caudals que circulen per les canonades, en LPS. [Elaboració pròpia]

## Tipus de canonada a utilitzar

Segons la normativa UNE-EN 805:2000, es mostra una classificació de les diferents canonades aptes per al abastiment d'aigua sanitàària, en funció de la càrrega de ruptura i la deformació. Per a elegir el tipus de canonada que millor s'adapta al nostre sistema, cal analitzar les condicions de contorn per les quals aquesta canonada es trobarà sotmesa.

Les canonades més utilitzades en aquests sistemes són les de Fundació Dúctil (FD), Acer (AC), Polietilè (PE), Polièster amb Fibra de Vidre (PRFV) i Policlorur de Vinil (PVC). Aquestes canonades s'utilitzen per a les condicions de pressió i velocitat que la normativa estipula. Depenent del diàmetre de les canonades, així com la longitud i el mètode d'instal·lació, s'utilitza un o varis tipus específics per a la aplicació.

Per al nostre cas, es farà ús de canonades de polietilè d'alta densitat (PEAD). Es farà ús de canonades PE-100. Aquest tipus de canonades tenen principal aplicació a l'abastiment d'aigua sanitàària, degut a les seves propietats. Del catàleg de canonades PE-100, tenim diferents variants en funció de la pressió que han de suportar. Per al nostre cas, degut a que el sistema presenta pressions elevades, s'han elegit les canonades PE-100, PN10 que suporten una pressió interna de 10 bar.

Propiedad	Método de Ensayo	Unidad	PE 80	PE 100
Densidad	ISO 1183	gr/cm <sup>3</sup>	0,945 - 0956	0,957 - 0,965
Resistencia a la tracción	ISO 527-2	MPa	20 - 23	22 - 25
Módulo de Tensión (fluencia)	ISO 527-2	MPa	>600	>800
Tensión de diseño ( $\sigma$ )	No aplica	MPa	6,3	8
Mínimo esfuerzo requerido (MRS)	No aplica	MPa	>8	>10
Alargamiento de rotura	ISO 527-2	%	>550	>550
Coefficiente de dilatación lineal	ASTM D696	mm/m°C	0,17 - 0,2	0,2
Temperatura de fragilidad	ASTM D746	oC	< -70	< -70
Dureza Shore a 20°C	ISO 868	escala D	>55	>60

Taula 5.9. Propietats de la canonada PEAD de tipus PE-100. [21]

Es mostra a continuació una llista de les característiques de les canonades de polietilè, per les quals s'ha elegit aquest material:

- Inodores, insípides i atòxiques per a la conducció d'aigua potable
- Transport òptim d'aigua entre 5 i 25 °C
- Durabilitat elevada
- Superfície llisa, per lo que produeixen poca fricció
- Manteniment pràcticament inexistent
- Resistents a la corrosió
- Resistents a la exposició de raigs UV
- Material normalitzat
- Durabilitat de 50 anys

Els diàmetres disponibles al catàleg són els següents, expressats en mm: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400 i 1600.

Aquests diàmetres varien en funció de l'aplicació, que pot variar des de petites instal·lacions domèstiques a xarxes d'abastiment a grans ciutats. Per a la nostra aplicació, al tractar-se d'una zona rural, on la demanda no serà molt gran comparat amb grans ciutats, es farà ús de diàmetres de 50 a 140 mm.

Diàmetres inferiors a 50 mm faran que l'aigua circuli amb molta velocitat, lo que provocaria vibracions al sistema que no es poden produir per normativa. Diàmetres superiors a 140 mm farien que la velocitat fos massa petita, per lo que produiria que les canonades es facin malbé abans d'hora com a resultat de la sedimentació de l'aigua. En base a això extraurem les dades dels principals diàmetres que utilitzarem al sistema (5.9), en mm.

Diàmetre comercial (mm)	Gruix paret (mm)	Cost (€/m)
50	3	1,41
63	3,8	2,25
75	4,5	3,14
90	5,4	4,54
110	6,6	6,9
125	7,7	8,54
140	8,3	10,55

Taula 5.10. Extracció del catàleg de canonades de Polietilè PE-100. [21]

### Càlcul del diàmetre de cada canonada

Per a realitzar el càlcul del diàmetre de cada canonada, cal tenir presents diferents dades, tals com el material de la canonada, la seva longitud, el caudal que circula i les diferents propietats del fluid que circula. Per al càlcul del diàmetre de les canonades començarem realitzant el càlcul del diàmetre mínim que les canonades han de tenir. Aquest diàmetre mínim es defineix com la mida mínima acceptable de la canonada per a conduir el flux volumètric donat, coneguda la caiguda de pressió. S'expressa mitjançant la fórmula següent.

$$D = 0,66 \cdot \left[ \varepsilon^{1,25} \left( \frac{LQ^2}{gh_L} \right)^{4,75} + \nu Q^{9,4} \left( \frac{L}{gh_L} \right)^{5,2} \right]^{0,04} \quad (5.3)$$

Per a aplicar aquesta fórmula, la única incògnita que tenim és la pèrdua lineal a la canonada. Com aquesta pèrdua lineal depèn de la velocitat a la que circula el fluid i el diàmetre, que són incògnites, extraurem una pèrdua lineal en funció de la longitud de la canonada. Tot i així s'accepten els següents valors com a norma general [3]

- 5-10 m/km per a canonades de diàmetres petits
- 2-5 m/km per a canonades en un rang mig
- 1-2 m/km per a canonades de grans dimensions

En el nostre cas, al tractar-se de canonades que es mouran en un rang petit, farem ús del valor 7,5 m/km com a mitjana de pèrdues.

Es mostra a continuació el resultat obtingut un cop aplicada la fórmula pel càlcul de diàmetres. Com que aquests diàmetres mínims no es troben normalitzats, per a cada un es selecciona el diàmetre del catàleg inferior o més proper, juntament amb el diàmetre interior, un cop realitzat el càlcul segons l'espessor. Obtenim els resultats següents, en mm.

Node ID	Diàmetre mínim (mm)	Diàmetre Catàleg	Gruix paret	Diàmetre interior
Pipe C1	58,1526808	63	3,8	55,4
Pipe C2	58,5706724	63	3,8	55,4
Pipe C3	58,8466061	63	3,8	55,4
Pipe C4	59,2565248	63	3,8	55,4
Pipe C5	42,3213017	50	3	44
Pipe C6	69,2259179	75	4,5	66
Pipe C7	75,5578449	75	4,5	66
Pipe C8	77,2507689	75	4,5	66
Pipe C9	50,8191333	50	3	44
Pipe C10	50,4665006	50	3	44
Pipe C11	49,929754	50	3	44
Pipe C12	86,3914016	90	5,4	79,2
Pipe C13	67,5115958	75	4,5	66
Pipe C14	66,1768086	75	4,5	66
Pipe C15	67,8385267	75	4,5	66
Pipe C16	47,2879051	50	3	44
Pipe C17	59,5272106	63	3,8	55,4
Pipe C18	59,92945	63	3,8	55,4
Pipe C19	60,19514	63	3,8	55,4
Pipe C20	61,4953157	63	3,8	55,4
Pipe C21	79,4721403	90	5,4	79,2
Pipe C22	79,638786	90	5,4	79,2
Pipe C23	79,887675	90	5,4	79,2
Pipe C24	13,1629273	50	3	44
Pipe C25	51,3405915	50	3	44

Node ID	Diàmetre mínim (mm)	Diàmetre Catàleg	Gruix paret	Diàmetre interior
Pipe C26	114,794844	125	7,4	110,2
Pipe C27	49,929754	50	3	44
Pipe C28	114,567776	125	7,4	110,2
Pipe C29	19,0334154	50	3	44
Pipe C30	50,4665006	50	3	44
Pipe C31	50,9939367	50	3	44
Pipe C32	59,2565248	63	3,8	55,4
Pipe C33	49,5665345	50	3	44
Pipe C34	61,8765929	63	3,8	55,4
Pipe C35	87,612415	90	5,4	79,2
Pipe C36	87,3989951	90	5,4	79,2
Pipe C37	63,9670921	63	3,8	55,4
Pipe C38	75,1933232	75	4,5	66
Pipe C39	43,024096	50	3	44
Pipe C40	66,7383581	75	4,5	66
Pipe C41	66,4023745	75	4,5	66
Pipe C42	69,0154766	75	4,5	66
Pipe C43	114,658693	125	7,4	110,2
Pipe C44	114,885463	125	7,4	110,2
Pipe C45	47,6803148	50	3	44
Pipe C46	93,0764854	90	5,4	79,2
Pipe C47	77,512499	75	4,5	66
Pipe C48	41,5985853	50	3	44
Pipe C49	68,0550362	75	4,5	66
Pipe C50	49,3832568	50	3	44
Pipe C51	65,8360477	63	3,8	55,4
Pipe C52	46,4864422	50	3	44
Pipe C53	55,6837476	63	3,8	55,4
Pipe C54	69,5396035	75	4,5	66
Pipe C55	91,2488364	90	5,4	79,2
Pipe C56	55,228789	50	3	44
Pipe C57	54,7675241	50	3	44
Pipe C58	54,4563963	50	3	44
Pipe C59	40,8544068	50	3	44
Pipe C60	57,7296426	63	3,8	55,4
Pipe C61	57,7296426	63	3,8	55,4
Pipe C62	64,912733	63	3,8	55,4
Pipe C63	75,1017333	75	4,5	66
Pipe C64	39,5615765	50	3	44
Pipe C65	23,4908663	50	3	44



Node ID	Diàmetre mínim (mm)	Diàmetre Catàleg	Gruix paret	Diàmetre interior
Pipe C66	42,5577092	50	3	44
Pipe C67	15,9502543	50	3	44
Pipe C68	86,5365377	90	5,4	79,2
Pipe C69	41,5985853	50	3	44
Pipe C70	40,3455135	50	3	44

Taula 5.11. Dimensionament de canonades. [Elaboració pròpia]



## 6. Simulació del model i resultats obtinguts

En aquest apartat es farà un anàlisi del model realitzat de la forma més precisa possible, destacant els aspectes més rellevants i les correccions que s'han realitzat. Per a això, realitzarem diferents simulacions en les diferents condicions en les que es pot presentar el sistema. De forma resumida les dades introduïdes al model mitjançant Epanet són les següents:

- Nodes: coordenades al sistema de referència XY, cota d'altura, demanda base i patró de demanda segons el cas.
- Canonades: node inicial i final, longitud, diàmetre intern i rugositat.
- Depòsit: coordenades al sistema de referència XY i cota d'altura.
- Patrons de demanda: patró habitatge, patró restaurant, patró escola, patró poliesportiu, patró zona2 i patró zona3.

Un cop introduïdes aquestes dades obtingudes anteriorment, es mostra el primer model realitzat:



Figura 6.1. Primer model de xarxa hidràulica de la població d'Es Cubells. [Elaboració pròpia]

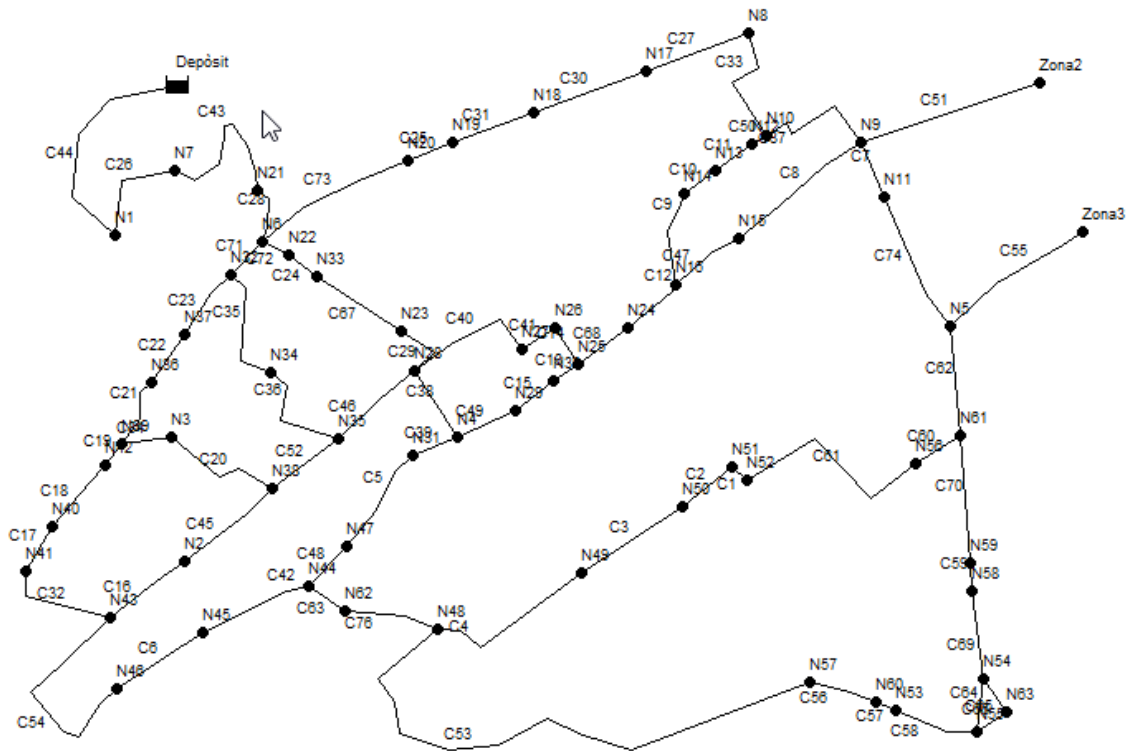


Figura 6.2. Nomenclatura dels diferents elements que conformen la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia]



## 6.1. Correcció del model

Abans de realitzar l'anàlisi del sistema, procedirem a ajustar la xarxa hidràulica per a que compleixi les restriccions de pressió i velocitat. Un cop simulat aquest model, es pot veure com les pressions al sistema superen excessivament el valor límit del sistema, com era d'esperar. El principal objectiu a assolir és complir amb les restriccions de pressió i velocitat per a condicions en les que es produeix demanda, és a dir, a primera hora del matí, al migdia i a la nit. Es mostra a continuació el mapa de pressions al sistema:

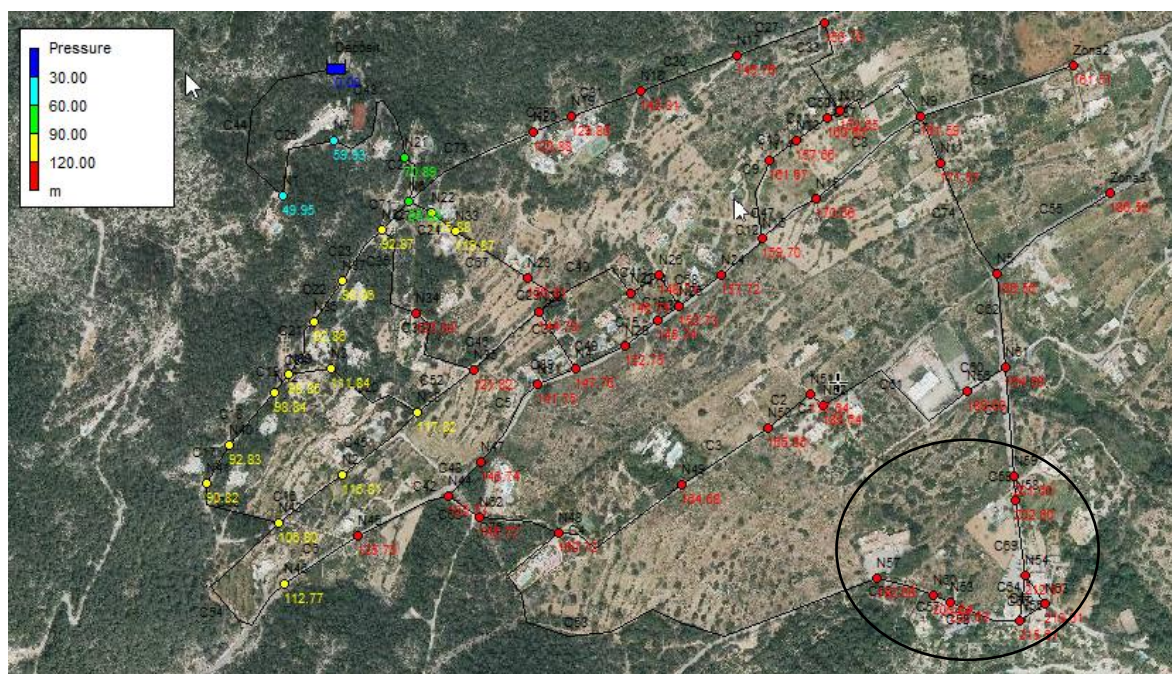


Figura 6.3. Pressions presents al sistema, en mca. [Elaboració pròpia]

De (6.3) extraïem la zona en la que es produeixen les pressions més grans. Els nodes N57, N60, N53, N55, N63, N54, N58 i N59 són els nodes més sol·licitats a la pressió. Això és degut a que es tracta de la zona més inferior topogràficament, per lo que les pressions respecte el depòsit són superiors. Tot i així, també es supera el límit a gran part de la xarxa hidràulica. Es mostra a continuació la zona crítica del sistema.

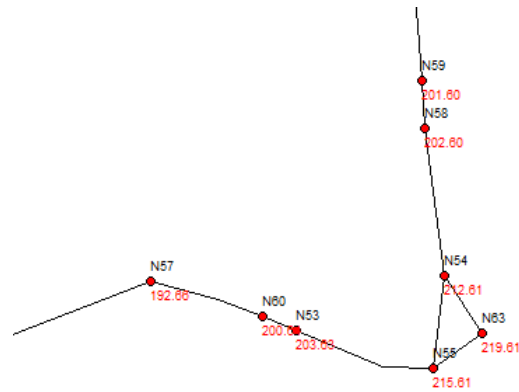


Figura 6.4. Pressions màximes al sistema. [Elaboració pròpia]

Mitjançant Epanet, realitzarem un gràfic que ens relacioni la pressió d'aquests nodes en funció de la hora. Es mostra a continuació el resultat obtingut.

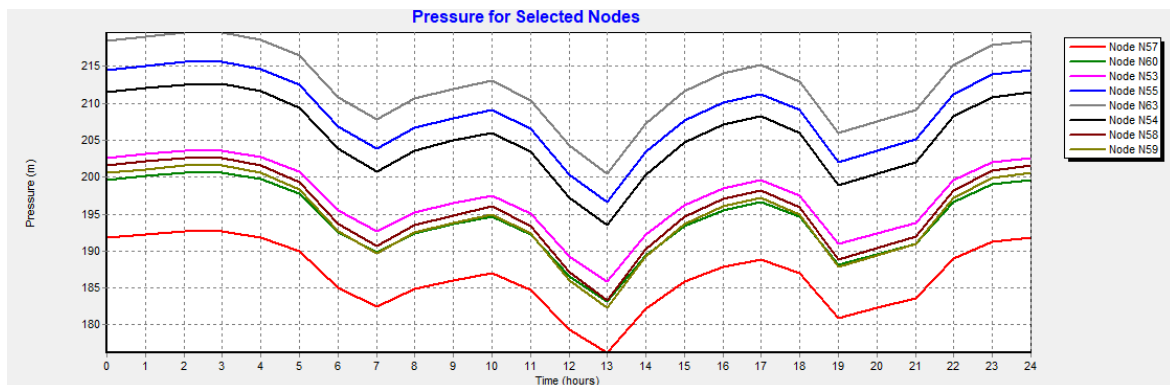


Figura 6.5. Pressió als nodes més sol·licitats en un període de 24h. [Elaboració pròpia]

D'aquesta taula podem extreure que la pressió disminueix a les hores en les que el caudal augmenta degut a les pèrdues lineals de les canonades, tal com es mostra a la teoria. Per lo tant les pressions seran més elevades en període nocturn, on no es realitza pràcticament consum d'aigua.

Per a solucionar això, haurem de instal·lar vàlvules reguladores de pressió (VRP). Aquestes vàlvules de pressió, en condicions normals del sistema, tenen la funció de reduir la pressió aigües avall. Els diferents factors que cal tenir en compte de cara a la instal·lació d'aquestes són la consigna de pressió, el diàmetre de les vàlvules i els nodes inicials i finals pels quals circularà el caudal i es reduirà la pressió.

Un cop estudiat el sistema s'ha realitzat la instal·lació d'un total de 5 vàlvules VRP. Les tres primeres vàlvules V1, V2 i V3 s'han instal·lat a cada una de les branques del sistema, un cop es produeix la divisió del caudal, després de sortir del depòsit per la línia principal. Aquestes es localitzen a una cota de 224 m. Com que això no era suficient per a reduir la pressió del sistema a les zones de menor cota, s'han introduït dos vàlvules més. La vàlvula V4 s'ha aplicat a 164 m de cota. Finalment la vàlvula V5 s'ha situat a una cota de de 138 m. Es mostra seguidament una taula resum de les diferents vàlvules.

Node ID	Node inicial	Node final	Elevació (m)	Consigna (m)
Valve V1	N6	N22	224	75
Valve V2	N6	N32	224	45
Valve V3	N6	N20	224	60
Valve V4	N62	N48	164	70
Valve V5	N11	N5	138	65

Taula 6.1. Valors introduïts a les vàlvules. [Elaboració pròpia]

Es mostra a continuació la nova xarxa hidràulica, en la que s'incorporen aquestes vàlvules.





Figura 6.6. Localització de les vàlvules VRP a la nova xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia]

Per tant, la nomenclatura final dels diferents components que formen la xarxa hidràulica són els següents:

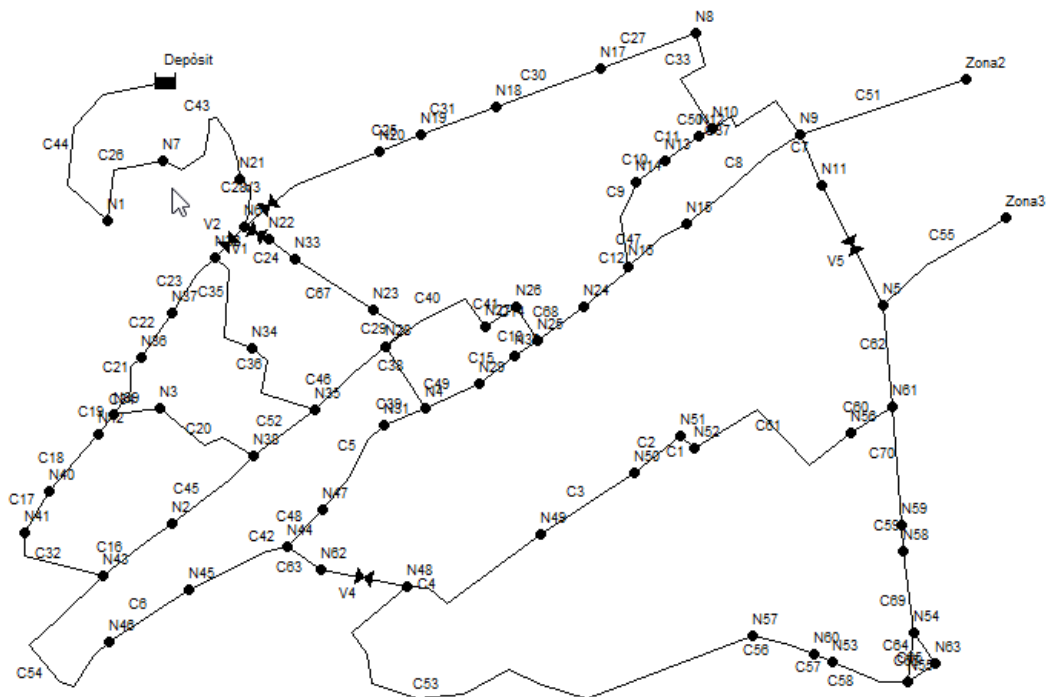




Figura 6.7. Nomenclatura final dels components de la xarxa hidràulica. [Elaboració pròpia]

Finalment es mostra la comparació entre les pressions obtingudes pel primer model (6.8), i les pressions obtingudes al model final (6.9). Es mostraran els valors dels dos models per a les 4:00h del matí, hora en que la demanda és mínima, per lo que les pressions seran màximes.

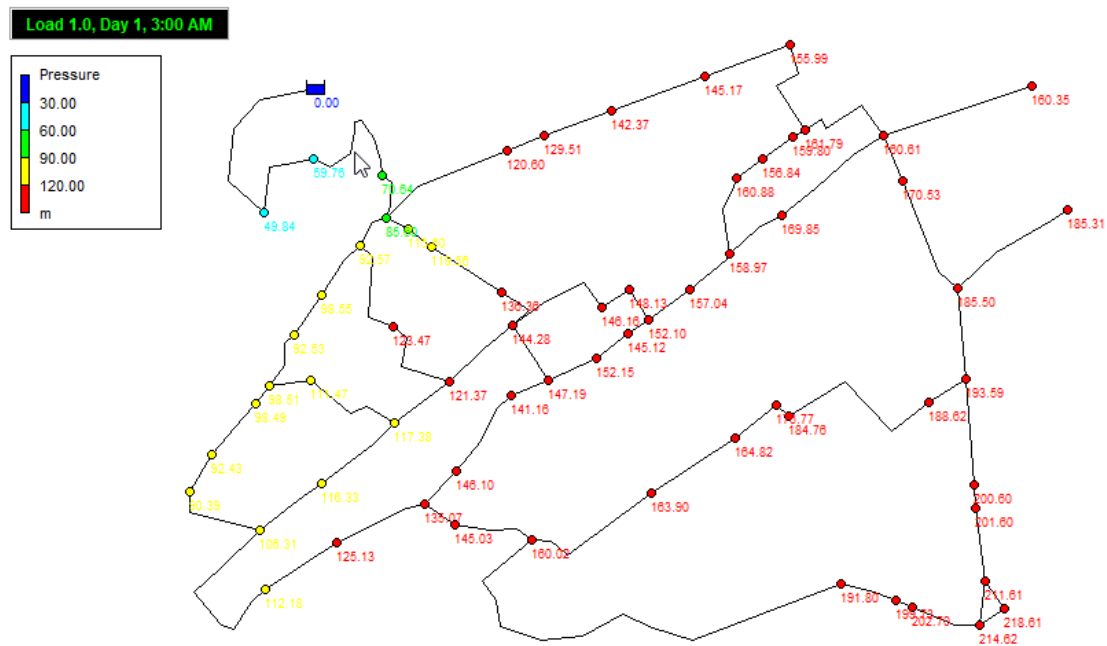


Figura 6.8. Pressions al primer model a les 3:00h. [Elaboració pròpia]

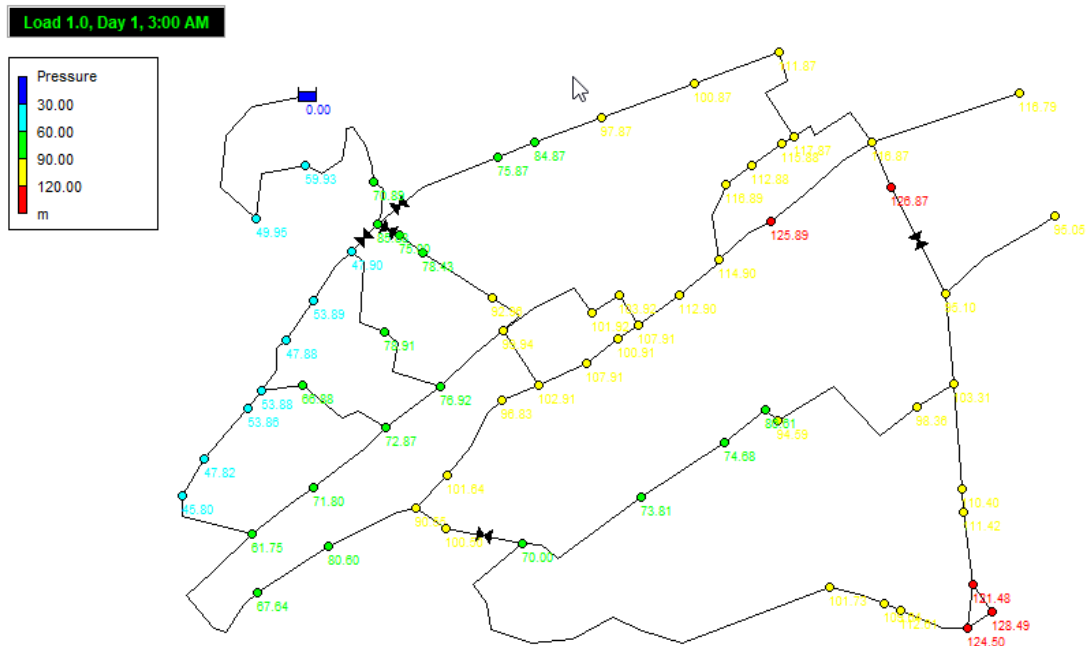


Figura 6.9. Pressions al nou model a les 3:00h. [Elaboració pròpia]

Aquestes seran les pressions màximes que es produiran al sistema en les condicions més desfavorables. Per a un abastiment a hores en les que hi ha demanda les pressions es redueixen, com a resultat de les pèrdues lineals que es produeix al llarg de les canonades.

Com podem veure, s'ha aconseguit reduir la pressió màxima del sistema de 218,61 m a 128,49 m. Aquesta reducció de quasi 90 mca ens donarà el principal benefici en l'estalvi d'inversió per a les canonades, ja que es redueix la pressió de treball d'aquestes.

## 6.2. Resultats per a la xarxa a caudal punta

En aquest apartat es procedeix a l'anàlisi del sistema en el període horari en el que la demanda és major. Es realitzarà l'anàlisi per a les 14:00h, hora en la que els habitatges precisen d'una major demanda. En aquest apartat es justificaran els valors obtinguts de pressió i velocitat, i es farà un anàlisi de comportament general del sistema. S'adjunta als annexos totes les dades obtingudes per a aquest sistema.

### Anàlisi de velocitats

Primerament es realitzarà l'anàlisi de velocitats. A la figura (6.10) veiem el resultat de les velocitats obtingudes a l'hora del caudal màxim. Cal tenir en compte que els colors de les canonades van en funció de la llegenda, no de les limitacions respecte velocitat.

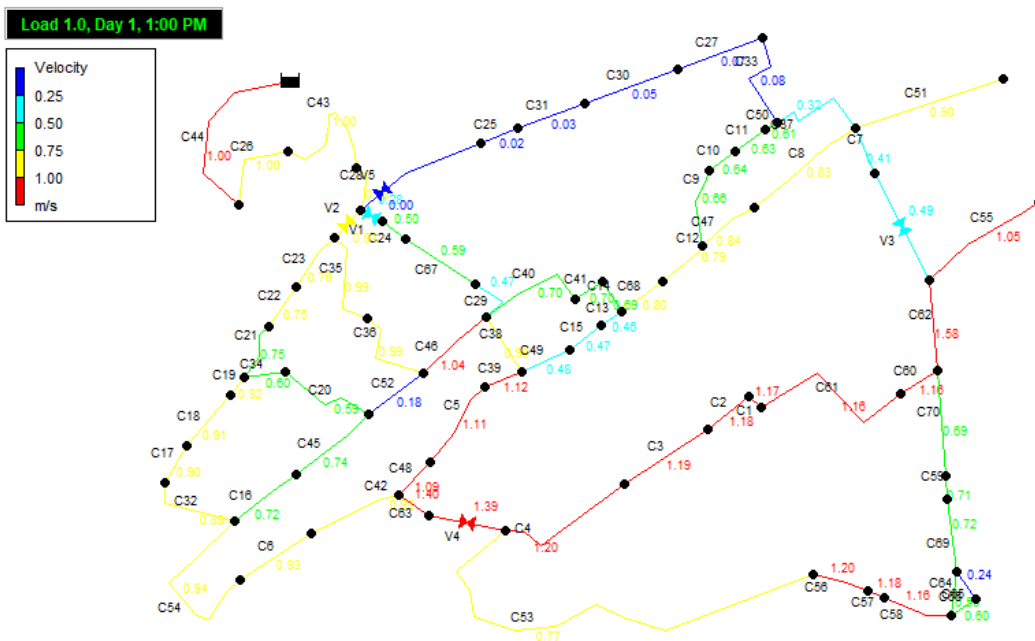


Figura 6.10. Velocitats al sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia]

Respecte la restricció de velocitats màximes, veiem que es compleix la restricció de velocitat de 2,25 m/s per a totes les canonades. La velocitat màxima del sistema es produeix a aquesta hora, ja que el caudal del sistema és màxim. Donat un caudal màxim de 9,54 LPS, obtenim una velocitat màxima de 1,58 m/s a la canonada C62, valor llunyà del valor màxim permès. Podem veure a continuació a (6.11) el comportament de la canonada C62 per als diferents períodes horaris.

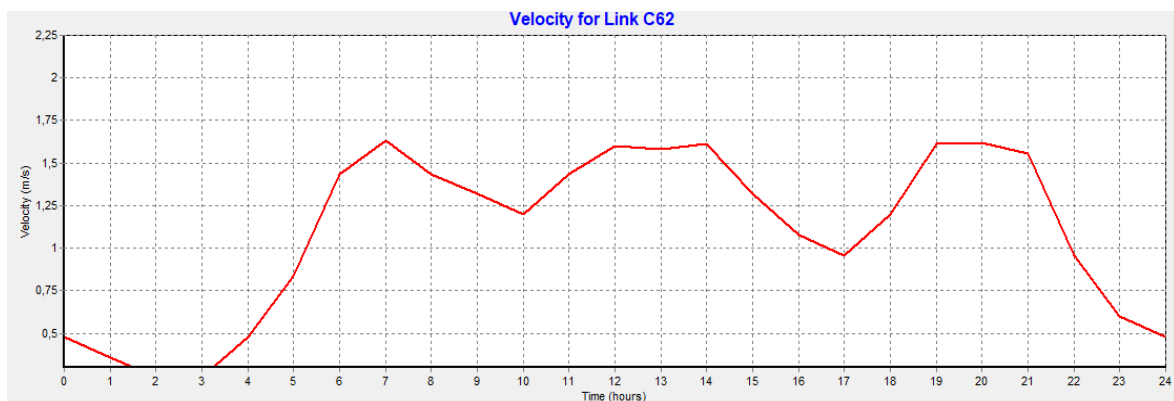


Figura 6.11. Comportament de velocitat a la canonada C62. [Elaboració pròpia]

Respecte la restricció de velocitats mínimes, es pot veure com les canonades C25, C31, C30, C27, C33 i C52 no compleixen amb la restricció de velocitat. Això és degut a que la demanda del sistema no és suficientment gran com per garantir que el caudal circuli per tot el sistema. Es mostra a continuació les velocitats i pressions a la zona crítica del sistema.

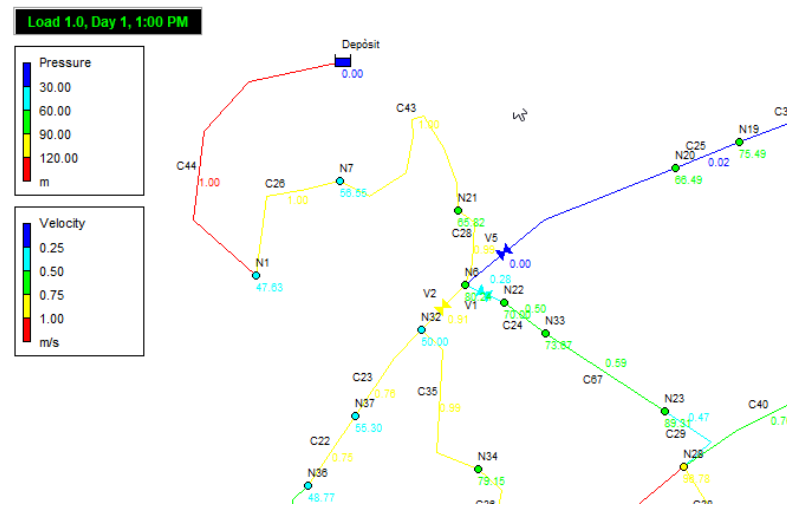


Figura 6.12. Velocitat i pressió a la zona crítica del sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia]

El caudal busca sempre el millor camí, en funció de les pressions del sistema. Per això, el fet d'instal·lar les VRP al sistema provoca que el caudal segueixi el camí pel qual hi ha una major diferència de pressió entre nodes. Veiem a (6.12) que els nodes pels que el caudal es divideix un cop passa per la canonada principal C28 són els nodes N32, N22 i N20, on s'ha regulat la pressió amb les VRP. Com que la pressió a N32 és de 50 mca, respecte 70 mca i 66,49 mca, la major part del caudal anirà cap a N32, degut a la diferencia de pressió a aquests nodes i als nodes contigus, com es mostra a (6.13).

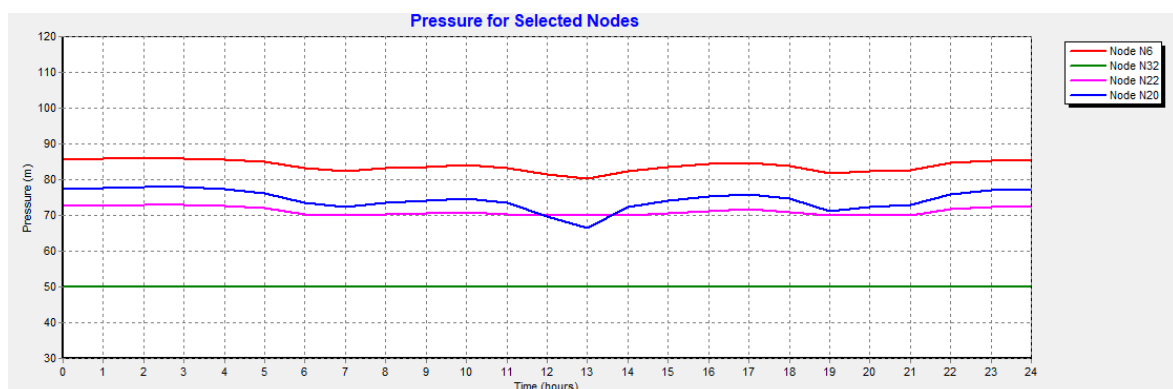


Figura 6.13. Pressions als nodes N32, N22 i N20 respecte el node N6. [Elaboració pròpia]

El fet de que no es compleixin les restriccions de velocitat a una zona provoca que les diferents canonades puguin tenir una vida inferior a 50 anys, com a resultat de la sedimentació de les partícules d'aigua, que provoquen desgast al sistema. Tot i així, el fet de tractar que el sistema compleixi aquestes restriccions a aquesta hora, provocaria un increment de cost molt elevat, per lo que es mantindrà així el sistema.

Tot i així s'han contemplat diferents solucions. En primer lloc s'havia pensat el fet de reduir el diàmetre de les canonades, ja que a menor diàmetre es produeix major velocitat, per al caudal donat. Això s'ha descartat degut a que el fet de reduir el diàmetre provoca que el sistema tingui poca flexibilitat respecte l'augment de demanda, com a resultat de l'augment de la població que es preveu, i la velocitat augmentaria de forma considerada, arribant a superar els límits del sistema.

Una altra solució que es va proposar va ser el fet de augmentar les consignes de pressió, per a que el caudal es distribueixi de forma més uniforme pel sistema. El fet de realitzar això provoca que les pressions augmentin per valors superiors als 120 mca, tot i que provoca que el caudal es distribueixi més pel sistema, i per tant el mateix amb les velocitats. Com s'ha mencionat abans, el fet de que hi hagi pressions superiors a 120 mca és molt més perjudicial pel sistema, a més de suposar un major cost degut al reforç del sistema, així com la elecció de canonades amb molt més gruix.

### **Anàlisi de qualitat**

Com a proposta final s'ha decidit realitzar l'estudi de la qualitat de l'aigua al tram on no es compleixen les velocitats. Es realitzarà un anàlisi del clor, observant l'efecte que es produeix al sistema, per a veure si es produeixen efectes adversos. Epanet ens ofereix l'eina d'anàlisi de qualitat respecte l'estudi de químics al sistema, introduint les dades sobre la qualitat de l'aigua al sistema.

Un cop realitzada la recerca d'informació respecte la cloració d'aigua, s'extreu que la proporció de clor que s'ha de trobar a l'aigua un cop surt de l'extracció del aquífer varia entre 0,5 mg/L i 2 mg/L, segons marca el BOE per al Real Decret 2902/2018, del 20 de juliol [23]. Per tant, a l'Epanet s'implementa aquesta concentració. Els altres factors que afecten a la concentració de clor al sistema són els coeficients  $k_b$  i  $k_w$ .

El coeficient de massa ( $k_b$ ) és el factor que ens relaciona la reacció de la massa del fluid amb la matèria orgànica natural (NOM) present a l'aigua. Per a obtenir aquest coeficient s'hauria d'agafar una mostra al laboratori i examinar-la de forma periòdica. Per al nostre cas es farà ús del promig dels valors típics de referència,  $k_b = -0,8 \text{ 1/d}$  [].

El coeficient de paret ( $k_w$ ) és el factor que varia en funció de les característiques de la canonada, tals com el material o l'antiguitat de la mateixa. Per al nostre cas es fa ús de canonades que no pateixen reacció química amb el fluid. En aquest cas es farà ús del valor mínim dels valors típics de referència,  $k_w = -0,06 \text{ m/d}$  []. Es mostra a continuació les principals reaccions a l'interior de les canonades.

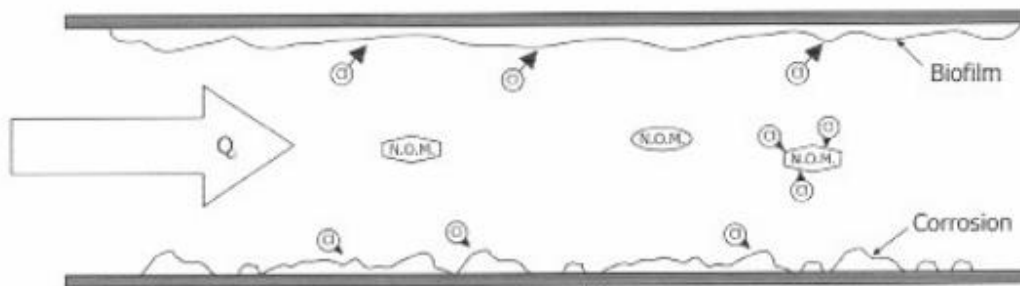


Figura 6.14. Reaccions del clor a l'interior d'una canonada [24]

Es mostra a continuació les dades introduïdes a l'Epanet.

Property	Value
Bulk Reaction Order	1
Wall Reaction Order	First
Global Bulk Coeff.	-0.8
Global Wall Coeff.	-0.06

Taula 6.2. Coeficient de massa i de paret introduïts al sistema. [Elaboració pròpia]

Un cop introduïda la concentració de clor, i els diferents factors, obtenim els resultats següents.

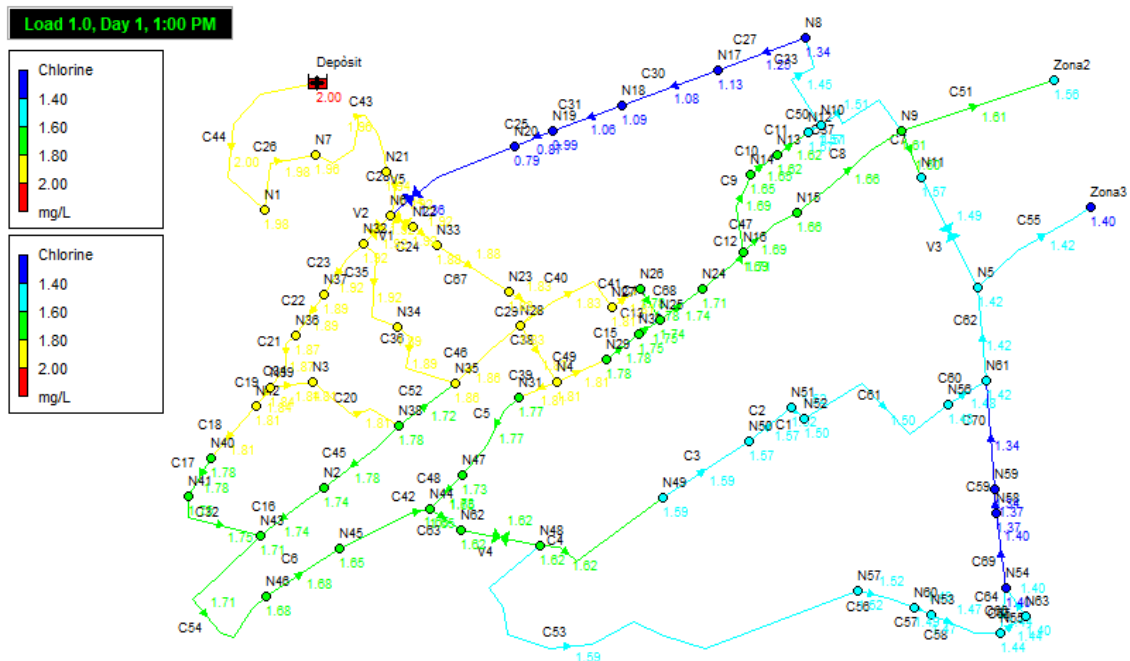


Figura 6.15. Concentració de clor al sistema per a les 14:00h. [Elaboració pròpia]



Com podem veure als resultats, a mesura que l'aigua circula pel sistema, es redueix la concentració de clor a l'aigua, com a resultat del decaïment del clor al sistema. Extraurem una gràfica a l'Epanet que ens relacioni la concentració de clorur al llarg del temps. Per a veure com es comporta a llarg termini, s'estableix un període de 10 dies.

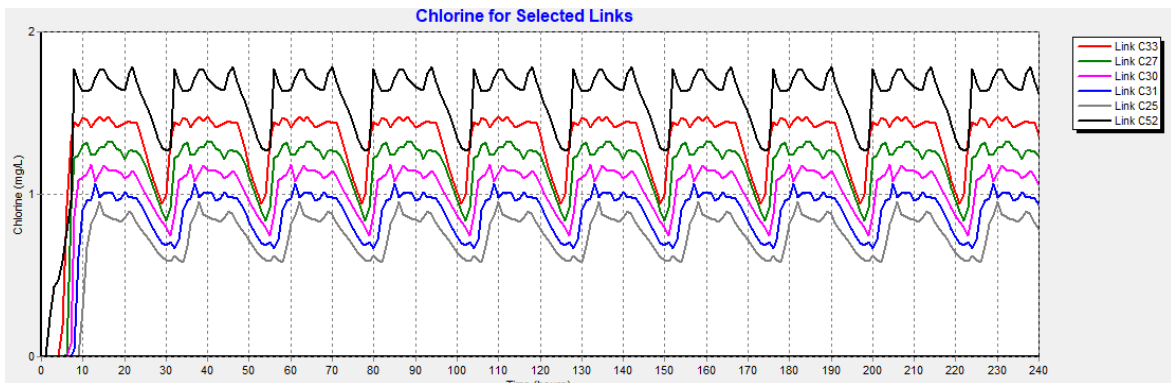


Figura 6.16. Concentració de clor a les canonades crítiques en un període de 10 dies. [Elaboració pròpia]

Veiem que un cop s'inicia l'abastiment al sistema, es segueix amb una linealitat de comportament al llarg dels dies. Es presenten valors mínims a les hores de menor consum, degut a que el fluid circula amb poca velocitat, per lo que dona lloc a majors reaccions amb l'entorn.

D'aquest anàlisi podem extreure que tot i que no es compleixen les restriccions de velocitat a les canonades esmentades, s'assegura un abastiment d'aigua de qualitat.

## Anàlisi de pressions

Després de realitzar l'anàlisi de velocitats es realitza l'anàlisi de pressions. A la figura (6.14) veiem el resultat de les pressions obtingudes a l'hora del caudal màxim.

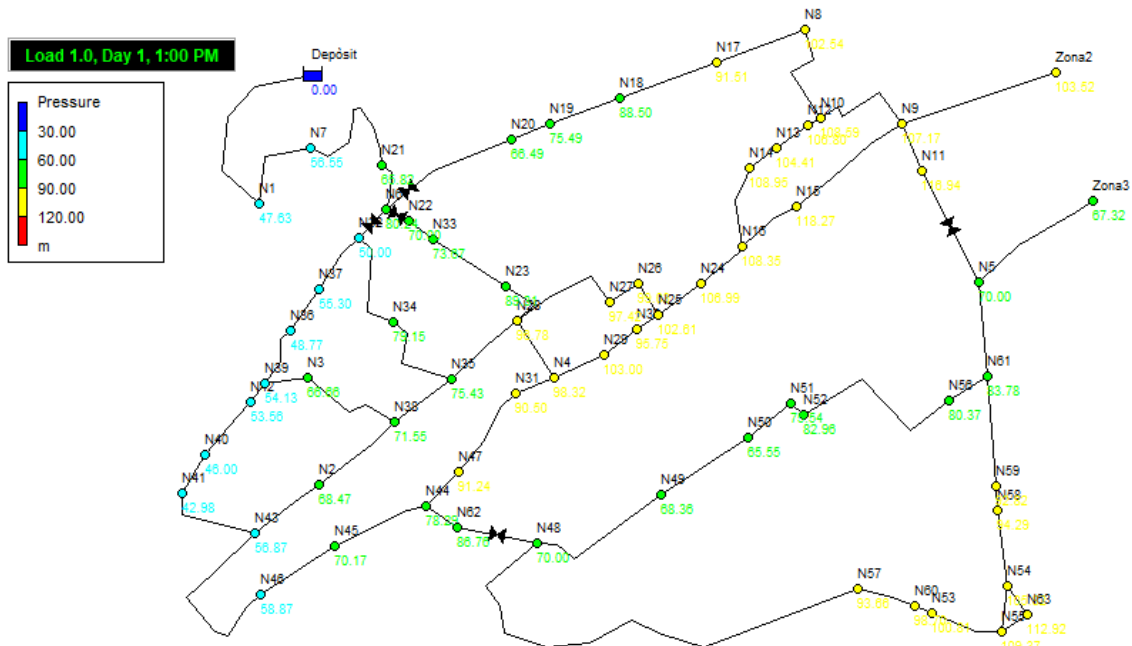


Figura 6.17. Pressions al sistema per a les 14:00h [Elaboració pròpia]

En quant a les pressions mínimes, podem veure a (6.17) com que no trobem pressions inferiors a 30 mca, per lo que es compleix correctament la restricció. La pressió més petita la trobem al node N41, amb el valor de 42,98 mca. Amb això veiem que el fet d'instal·lar les VRP ens ha servit per a reduir les pressions de forma considerable, però sense fer que el sistema tingui faltes de pressió. El fet de que la demanda augmenti de forma considerable no afectarà significativament a les pressions en quant a la seva disminució, ja que les vàlvules ens proporcionen una pressió consigna, que no disminuirà al augmentar el caudal. Això es demostrarà posteriorment als casos hipotètics de condicions desfavorables.

Sobre les pressions màximes, veiem que no es superen els 120 mca, limitació establerta per a la nostra zona, al haver alta variació d'altura entre el dipòsit i els altres nodes. Veiem a (6.17) que la pressió màxima es troba al node N15, amb una pressió de 118,27 mca, a prop del límit establert. Aquesta pressió es pot veure augmentada a altres períodes horaris, però podem veure que s'assegura una pressió correcta per a una situació en la que es produeix el màxim treball al sistema.

### 6.3. Resultats per a hora de menor consum

En aquest apartat es procedeix a l'anàlisi del sistema en el període horari en el que la demanda és menor. Es realitzarà l'anàlisi per a les 04:00h, hora en que el sistema presenta una demanda mínima. Es justificarà els diferents valors obtinguts pels quals el sistema no compleix les diferents condicions.

#### Anàlisi de velocitats

Respecte les velocitats, obtenim els valors mostrats a continuació a la figura (6.18).

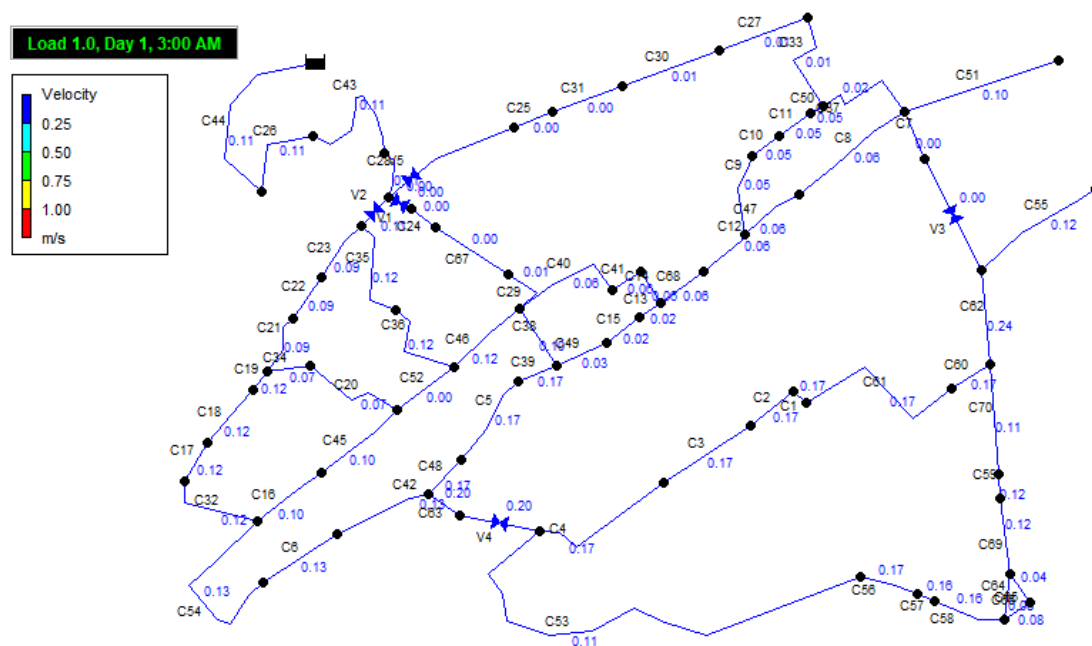


Figura 6.18. Velocitats al sistema per a les 04:00h [Elaboració pròpia]

Com podem veure no es compleix la velocitat mínima de 0,3 m/s a ningun tram de les canonades. Aquests valors tenen sentit, ja que realment al sistema no es produeix demanda, per lo que el caudal que circula pel sistema es mínim.

Realment per a aquestes hores el depòsit no proporciona quasi aigua, sinó que s'aprofita l'aigua present al sistema per a proporcionar els pocs nivells de demanda dels diferents nodes. Per tant, les velocitats que trobarem al sistema seran així o inclús inferiors, ja que Epanet no contempla que pugui haver aigua a dins del sistema, i es basa en la demanda que hi ha al sistema per a una hora concreta.

### Anàlisi de pressions

Sobre les pressions presents al sistema per a les 04:00h es mostra seguidament els resultats obtinguts a la figura (6.19).

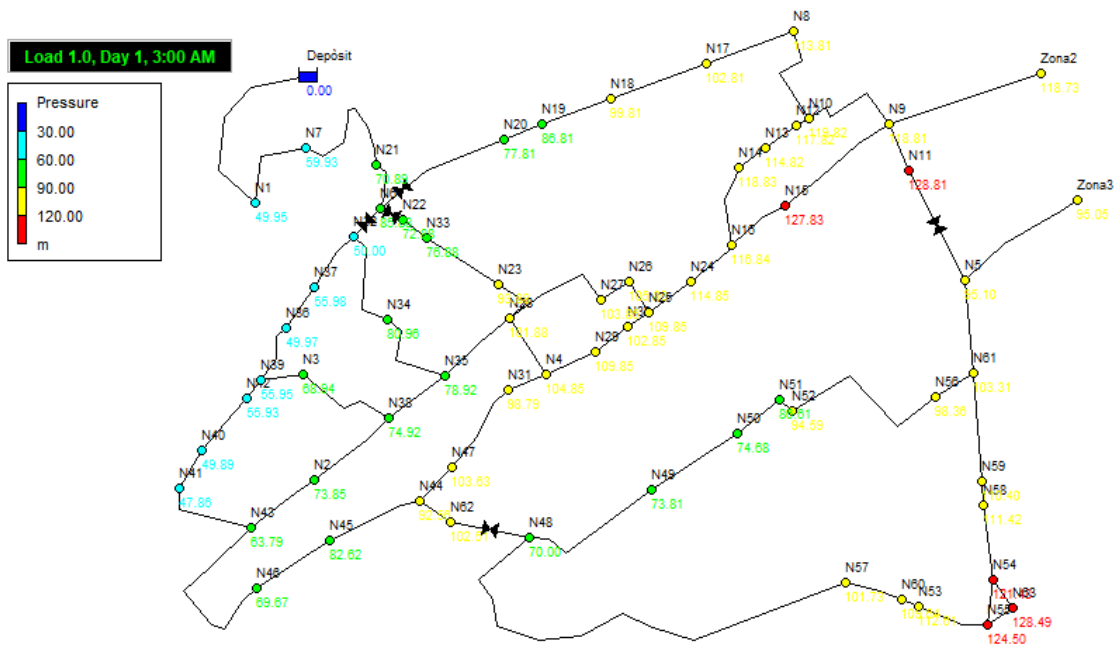


Figura 6.19. Pressions al sistema a les 04:00h. [Elaboració pròpia]

Es supera la pressió màxima de 120 mca als nodes N15, N11, N54, N55 i N63, donant un valor màxim de pressió de 128,81 mca al node N11. Aquestes pressions seran les màximes, degut a que el sistema treballa amb poca demanda. Es mostra a continuació les diferents pressions en funció de l'hora (6.20).

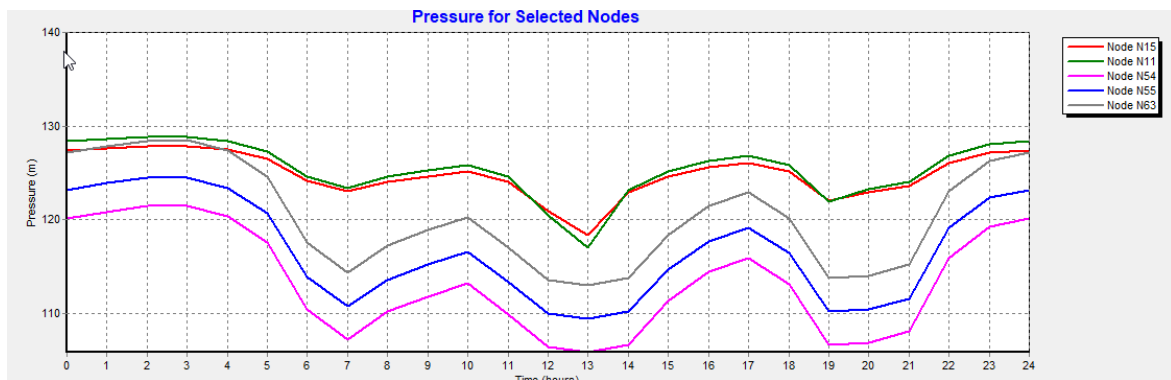


Figura 6.20. Pressions als nodes. [Elaboració pròpia]

Com s'ha estudiat anteriorment per a la hora de màxim consum, el fet de disminuir més la pressió amb l'aplicació de vàlvules VRP, faria que molts més trams de canonades no tinguessin la pressió adequada, per lo que les velocitats a diferents trams serien molt més inferiors. Per tant, la solució proposada no s'ha canviat pel excés de cost que provocaria el fet de reduir la pressió i complir amb les velocitats.

Si al sistema augmenta la demanda, les pressions es reduiran als diferents nodes fins a arribar a les consignes de pressió establertes a les VRP, tal com es veu a (6.20) per lo que ens ve be que hi hagi pressions elevades a un sistema en el que es preveu un augment de demanda com a resultat de l'augment de població.



## **7. Casos hipotètics de condicions desfavorables a la xarxa hidràulica**

En aquest apartat es realitzarà un anàlisi de diferents condicions desfavorables que poden afectar a la xarxa hidràulica. S'han proposat casos comuns que es simulen per a prevenir mals funcionaments al sistema. Aquests casos s'han enfocat a l'augment de demanda, per al cas de que es produeix un incendi, generant demanda a un punt concret, i per al cas en que la demanda general augmenta de forma considerable, com a resultat de l'augment de població degut a una major taxa de natalitat o un augment de turisme a la zona.

S'ha considerat realitzar un cas hipotètic en el que es trenca una canonada, però s'ha descartat la seva realització degut a que els resultats no donarien dades significatives, degut a que al tractar-se d'un poble, no es produeix una demanda molt elevada, i al haver fet un disseny de xarxa de tipus mixt, no afectaria a l'abastiment d'aigua i a més les pressions i velocitats es trobarien dins el rang.

### **7.1. Hipòtesis d'incendi**

En aquest apartat es realitzarà l'anàlisi del sistema per a un cas hipotètic en el que es produeix un incendi al poble, per lo que la demanda en un punt del sistema augmentarà de forma considerable. El fet de realitzar aquest cas hipotètic, és de vital importància, degut a que a aquest poble predominen zones boscoses i seques, en les que resulta fàcil que es pugui produir un incendi.

Aquest cas d'incendi es realitzarà per a les 14:00h, en la que ja de per si el consum al sistema és el màxim. El factor més important a complir és que s'abasteixi el caudal necessari al sistema, i això varia respecte la pressió, per lo que haurem de prestar especial atenció a que es compleix la pressió mínima de 20mca.

Per al càlcul de la demanda d'aigua que es produeix al sistema s'obté que es produeix una demanda de 380 L/min, tal com es recomana al National Fire Academy. Suposarem que es tracta de casos de perill baix, i que la duració dels incendis és de 30 minuts. A continuació es mostra la taula de referència per al càlcul.

**TABLE 11.2.3.1.2 Hose Stream Allowance and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems**

Occupancy	Inside Hose		Total Combined Inside and Outside Hose		Duration (minutes)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Light hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	100	380	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	250	950	60–90
Extra hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	500	1900	90–120

Taula 7.1. Taula caudal necessari per a sistemes hidràulics [22]

Es mostra a continuació a (7.1) els dos casos d'incendi que s'han simulat.



Figura 7.1. Casos d'incendi al poble d'Es Cubells. [Elaboració pròpia]



Es comprovarà que el sistema pot abastir l'aigua necessària en cas d'incendi, i es veurà com afectaria aquest fet en el funcionament del sistema. Veurem com augmenten les velocitats, i si el sistema dona la pressió necessària per a donar l'abastiment. Per a comprovar de forma més precisa el funcionament de la xarxa hidràulica, es suposen de forma individual dos incendis.

### Hipòtesis d'incendi I

Per al cas I, tenim que es produeix un incendi a una zona boscosa a les immediacions del centre del poble, on es situen els diferents restaurants i la escola. En aquest cas, s'extraurà l'aigua d'una zona propera a l'incendi. Es mostra a continuació la ubicació de l'incendi.



Figura 7.2. Cas d'incendi I. [Elaboració pròpia]

Per a abastir l'aigua al sistema s'extraurà aigua del node N49, node més proper al incendi respectant una distància de seguretat per als bombers. Obtenim els diferents resultats per a pressions i velocitats:



Figura 7.4. Zona crítica de velocitats al sistema. [Elaboració pròpia]

El fet de que es produeixin velocitats superiors a 2,25 m/s a aquest tram provoca que es produeixin vibracions a la zona on es troben instal·lades les canonades. Tot i així, es pot acceptar el resultat, ja que l'anàlisi s'ha realitzat en el pitjor escenari, on la demanda del sistema és màxima. A més aquests valors no són permanents, per lo que el fet de que es produeixi aquesta velocitat no farà malbé les canonades, ja que estan fetes per suportar majors esforços i s'accepta com a cas puntual.

En quant a les pressions, trobem que s'acompleix amb les pressions màximes. Respecte les pressions, la pressió mínima és al node N41, amb un valor de 35,53 mca, tal com es mostra a continuació.

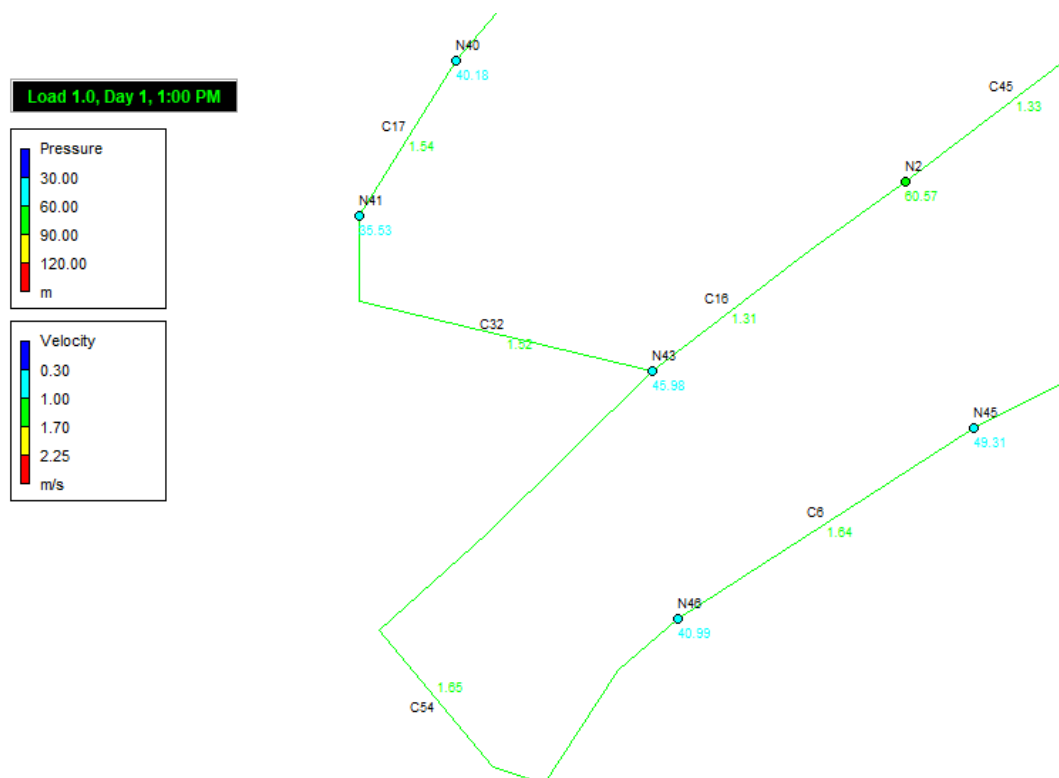


Figura 7.5. Zona de pressions mínimes al sistema. [Elaboració pròpia]

Per a les condicions més desfavorables, aquest és un bon resultat, ja que supera els 20 mca requerits per a realitzar el correcte abastiment, per lo que complirem amb el caudal necessari per al sistema. A més, aquest cas ens ha servit per veure com el fet de mantenir un diàmetre mínim de 50 mm del model realitzat [M] fa que per casos així en els que augmenta el caudal o aquest circula per una altra branca, s'obtenen valors acceptables de velocitat.

### **Hipòtesis d'incendi II**

Per al cas II , tenim que l'incendi es produeix a una zona propera a la muntanya, proper a diferents habitatges. Igual que al cas anterior, extraurem aigua d'una zona propera a l'incendi. Es mostra a continuació la ubicació de l'incendi.



Figura 7.6. Cas d'incendi II. [Elaboració pròpia]

En aquest cas s'extreurrà aigua del node N18, i s'obtenen els resultats següents.

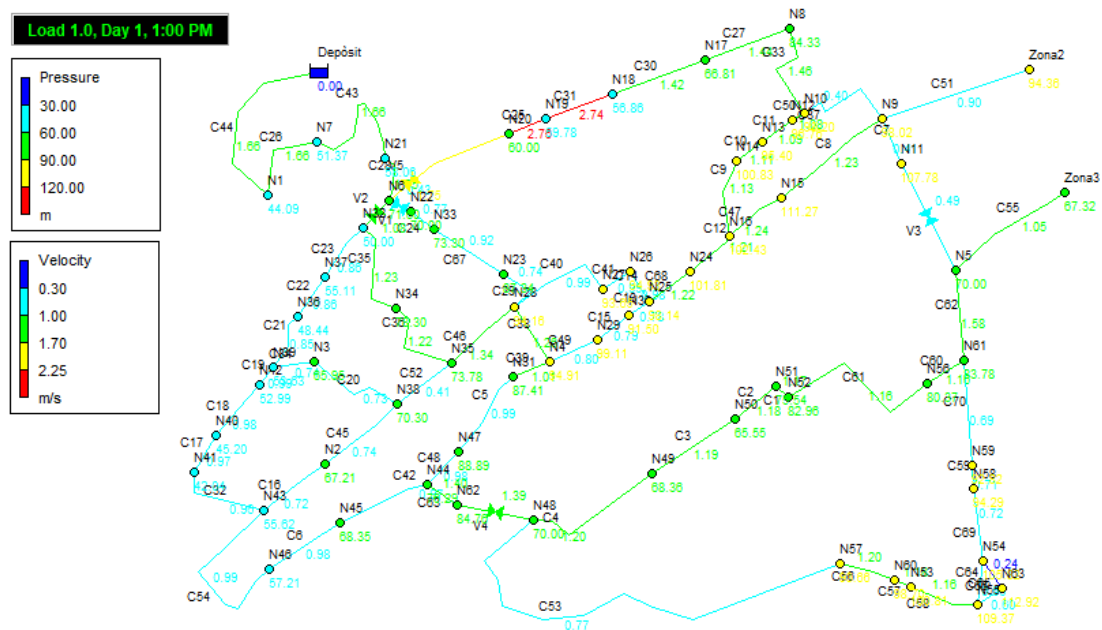


Figura 7.7. Pressions i velocitats durant incendi II per al sistema en hora punta. [Elaboració pròpia]

Respecte les velocitats ens trobem com al cas anterior, en les que es supera la velocitat màxima permesa. Les canonades C25 i C31 ens donen valors de 2,76 m/s i 2,74 m/s respectivament. A diferència de l'altre cas, veiem que el caudal es distribueix de millor forma, i no trobem canonades en les que la velocitat sigui inferior a 0,3 m/s, com ocorre al primer cas.

Respecte a les pressions, veiem que es compleixen les pressions mínimes i màximes al sistema, obtenint una pressió mínima de 44,09 mca al node N1, situat a la línia principal, a la sortida del depòsit. Aquesta pressió es troba lluny dels 20 mca mínims requerits per a complir amb l'abastiment en cas d'incendi.

Per tant, per a aquest cas també obtindrem resultats favorables

## 7.2. Augment de demanda de 140%

En aquest cas, realitzarem un estudi de la xarxa hidràulica considerant que es produeix un augment de la demanda del 40 % respecte la demanda actual. Aquest augment és considerable, per lo que si es compleix això, assegurarem que la xarxa serà efectiva durant molt de temps, evitant problemes al abastiment. En aquest cas també es realitzarà per al període horari de major consum.

Epanet ens ofereix la possibilitat de augmentar la demanda del sistema mitjançant un factor anomenat *Demand Multiplier*. Amb aquest factor podem augmentar la demanda que desitgem, i s'aplicarà a tots els nodes presents al sistema. Per a aquest cas introduïrem el factor de 1.4, i obtenim els resultats següents.

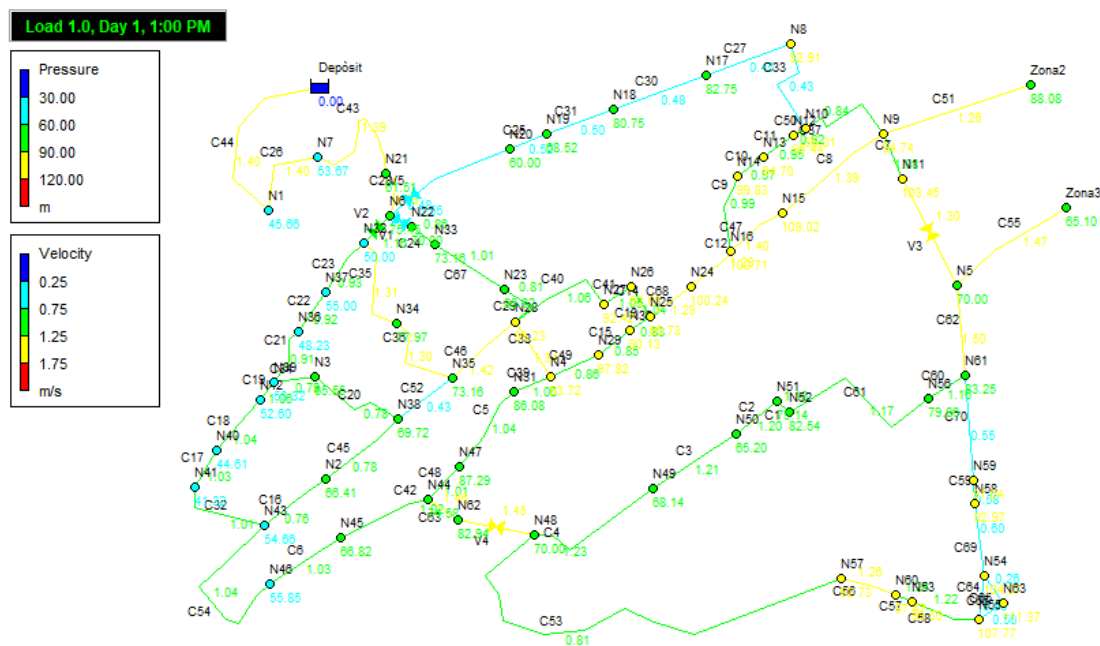


Figura 7.8. Pressions i velocitats per a demanda de 140% a les 14:00h. [Elaboració pròpia]

Com podem veure a la figura (7.8), el sistema per a un augment de demanda treballa de forma molt positiva, ja que les pressions i les velocitats es troben a dins dels límits, i la xarxa es troba molt compensada respecte pressions i velocitats. Per a veure amb més detall entre quins valors es troben les pressions i velocitats, realitzarem un box plot de cadascun dels paràmetres, tal com es mostra seguidament.

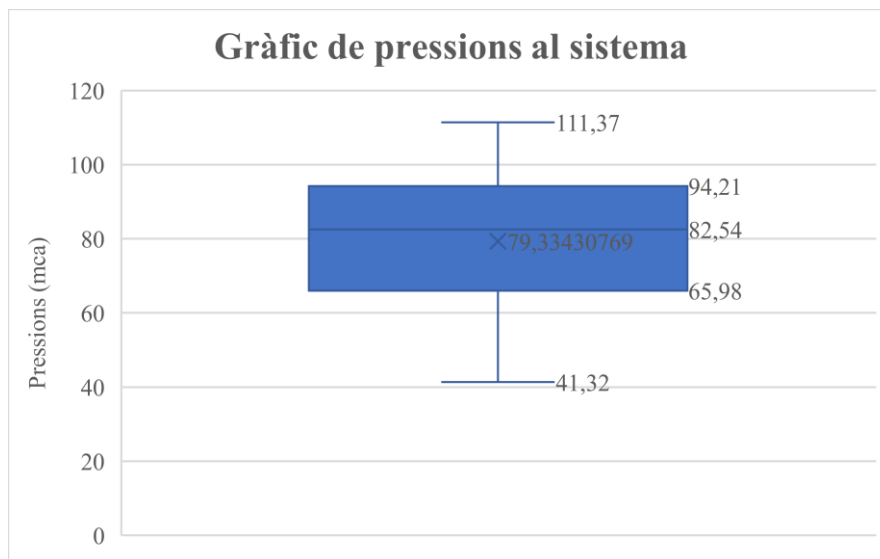


Figura 7.9. Box plot de velocitat al sistema per a demanda de 140 %. [Elaboració pròpia]

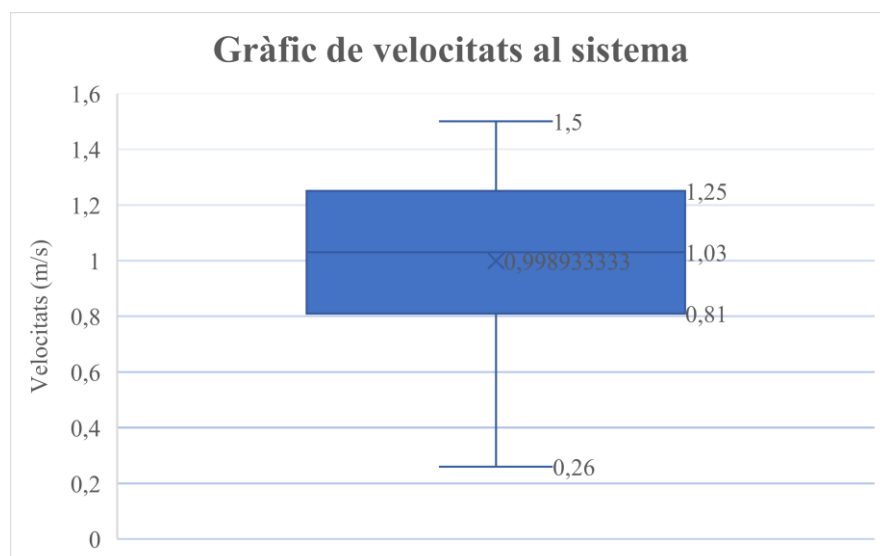


Figura 7.10. Box plot de pressió al sistema per a demanda de 140 %. [Elaboració pròpia]

Aquest cas hipotètic ens serveix per a veure el que passa a la població quan augmenta la demanda, i veient els resultats, podem concloure que el sistema d'abastiment d'aigua posseeix els requisits necessaris per a suplir un augment de demanda com a resultat de l'augment de població resident o turistes.



## 8. Planificació del projecte

En aquest apartat del projecte es mostrarà la planificació que s'ha seguit de cara a la realització de les activitats del projecte. Es mostrarà la planificació inicial que es va realitzar anterior al començament del projecte, i es mostrarà posteriorment com s'ha executat aquesta planificació, destacant els aspectes més rellevants. Es farà ús del software Microsoft MS-Project per a la planificació del projecte, ja que incorpora les eines necessàries per a realitzar una correcta planificació.

### 8.1. Planificació del projecte inicial

De cara a la organització de les activitats a realitzar per a la resolució del projecte, en primer lloc s'han identificat les diferents tasques a realitzar, i s'ha estimat una duració per a cada cas. La durada de les activitats s'expressarà en dies, suposant que es dedica una mitja orientativa de 3h per dia a la realització del TFG.

A continuació es mostra la llista de les principals activitats que es planifica portar a terme inicialment.

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración
	<b>1. Proposta de TFG</b>	<b>lun 19/10/20</b>	<b>vie 23/10/20</b>	<b>5 días</b>
	1.1 Recerca dels temes i àrees de realització	lun 19/10/20	mié 21/10/20	3 días
	1.2 Decisió del tema i professor ponent	jue 22/10/20	vie 23/10/20	2 días
	<b>2. Lliurament Avantprojecte</b>	<b>lun 16/11/20</b>	<b>vie 12/02/21</b>	<b>65 días</b>
	2.1 Recerca d'objectius i abast del projecte	lun 16/11/20	vie 25/12/20	30 días
	2.2 Estudi de normatives	lun 28/12/20	lun 04/01/21	6 días
	2.3 Elaboració índex inicial	mar 05/01/21	jue 14/01/21	8 días
	2.4 Càlculs a realitzar	vie 15/01/21	mié 03/02/21	14 días
	2.5 Familiarització amb el software Epanet	jue 04/02/21	vie 12/02/21	7 días
	<b>3. Lliurament memòria II: Memòria intermèdia</b>	<b>lun 15/02/21</b>	<b>jue 22/04/21</b>	<b>49 días</b>
	3.1 Correcció d'errors de la primera entrega	lun 15/02/21	jue 18/02/21	4 días
	3.2 Anàlisi de la població	vie 19/02/21	vie 26/02/21	6 días
	3.3 Disseny del model a Epanet	lun 01/03/21	mar 16/03/21	12 días
	3.4 Càlculs del disseny de la xarxa hidràulica	mié 17/03/21	mar 30/03/21	10 días
	3.5 Simulació del model i anàlisi de resultats	mié 31/03/21	vie 09/04/21	8 días
	3.6 Càlcul de pressupost i temps de realització	lun 12/04/21	jue 22/04/21	9 días
	<b>4. Lliurament memòria final</b>	<b>vie 23/04/21</b>	<b>vie 18/06/21</b>	<b>41 días</b>
	4.1 Correcció lliurament memòria II	vie 23/04/21	lun 10/05/21	12 días
	4.2 Finalització d'anàlisi de resultats i optimització del sistema	mar 11/05/21	mié 19/05/21	7 días
	4.3 Càlcul de tots els paràmetres per a optimitzar cost total	jue 20/05/21	mar 08/06/21	14 días
	4.4 Revisió del projecte finalitzat	mié 09/06/21	vie 18/06/21	8 días

Taula 8.1. Resum de les principals tasques a realitzar. [Elaboració pròpia]

Per a veure el progrés de les activitats s'ha realitzat un diagrama de Gantt, en el que es mostra el temps de feina de cada activitat. Això ens permet tenir una visió general del projecte, així com un seguiment del mateix a temps real. Es mostra a continuació el diagrama de Gantt realitzat per a la planificació inicial.

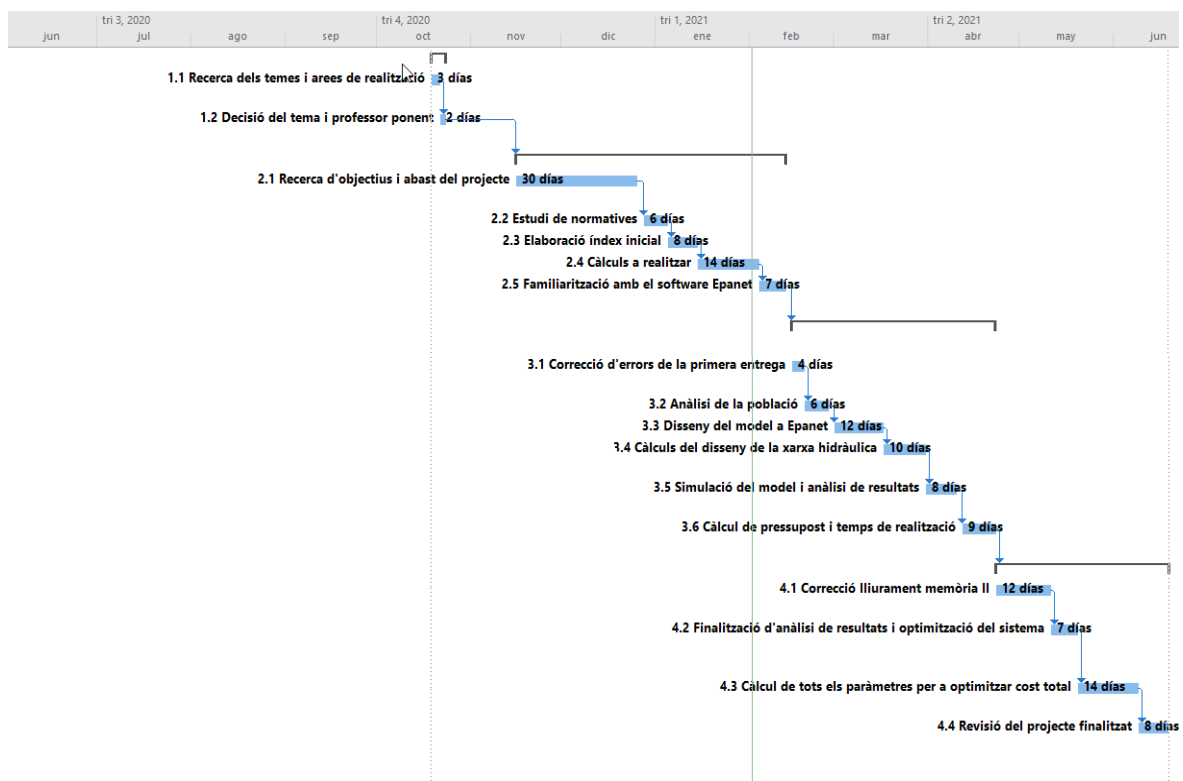


Figura 8.1. Diagrama de Gantt de la planificació inicial. [Elaboració pròpia]

Com podem veure, aquest diagrama de Gantt segueix una progressió lineal de les activitats. Com s'analitzarà posteriorment, aquest diagrama no és realista, ja que moltes de les activitats es realitzen de forma simultània.

## 8.2. Planificació del projecte real

Un cop finalitzat el TFG, s'ha vist que la planificació inicial feta abans de la realització del projecte, no s'ha seguit tal com s'esperava, degut a que es tracta d'un projecte en el que es presenta un nombre elevat d'activitats, que es relacionen entre elles. Per tant es perd la linealitat del diagrama de Gantt que s'havia proposat inicialment. Es mostra a continuació la planificació del projecte real, juntament amb el nou diagrama de Gantt corresponent.

Modo de	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración
☑	<b>1. Proposta de TFG</b>	<b>lun 19/10/20</b>	<b>vie 23/10/20</b>	<b>5 días</b>
☑	1.1 Recerca dels temes i arees de realització	lun 19/10/20	mié 21/10/20	3 días
☑	1.2 Decisió del tema i professor ponent	jue 22/10/20	vie 23/10/20	2 días
☑	<b>2. Lliurament Avantprojecte</b>	<b>lun 16/11/20</b>	<b>vie 26/02/21</b>	<b>75 días</b>
☑	2.1 Recerca d'objectius i abast del projecte	lun 16/11/20	vie 25/12/20	30 días
☑	2.2 Estudi de normatives	vie 15/01/21	vie 29/01/21	11 días
☑	2.3 Elaboració índex inicial	lun 01/02/21	vie 05/02/21	5 días
☑	2.4 Càlculs a realitzar	vie 05/02/21	jue 11/02/21	5 días
☑	2.5 Familiarització amb el software Epanet	mié 03/02/21	vie 26/02/21	18 días
☑	<b>3. Lliurament memòria II: Memòria intermèdia</b>	<b>lun 01/03/21</b>	<b>vie 11/06/21</b>	<b>75 días</b>
☑	3.1 Correcció d'errors de la primera entrega	lun 01/03/21	jue 04/03/21	4 días
☑	3.2 Anàlisi de la població	lun 08/03/21	lun 15/03/21	6 días
☑	3.3 Disseny del model a Epanet	lun 01/03/21	mié 31/03/21	23 días
☑	3.4 Càlculs del disseny de la xarxa hidràulica	lun 08/03/21	mié 21/04/21	33 días
☑	3.5 Simulació del model i anàlisi de resultats	lun 26/04/21	mar 08/06/21	32 días
☑	3.6 Càlcul de pressupost i temps de realització	mar 08/06/21	vie 11/06/21	4 días
☑	<b>4. Lliurament memòria final</b>	<b>lun 26/04/21</b>	<b>mié 16/06/21</b>	<b>38 días</b>
☑	4.1 Correcció lliurament memòria II	lun 17/05/21	mar 01/06/21	12 días
☑	4.2 Finalització d'anàlisi de resultats i optimització del sistema	lun 26/04/21	lun 31/05/21	26 días
☑	4.3 Càlcul de tots els paràmetres per a optimitzar cost total	jue 03/06/21	lun 07/06/21	3 días
☑	4.4 Revisió del projecte finalitzat	mar 08/06/21	mié 16/06/21	7 días
☑	<b>5. Realització de la documentació necessària</b>	<b>lun 19/10/20</b>	<b>vie 18/06/21</b>	<b>176 días</b>

Taula 8.2. Resum de les tasques finals. [Elaboració pròpia]

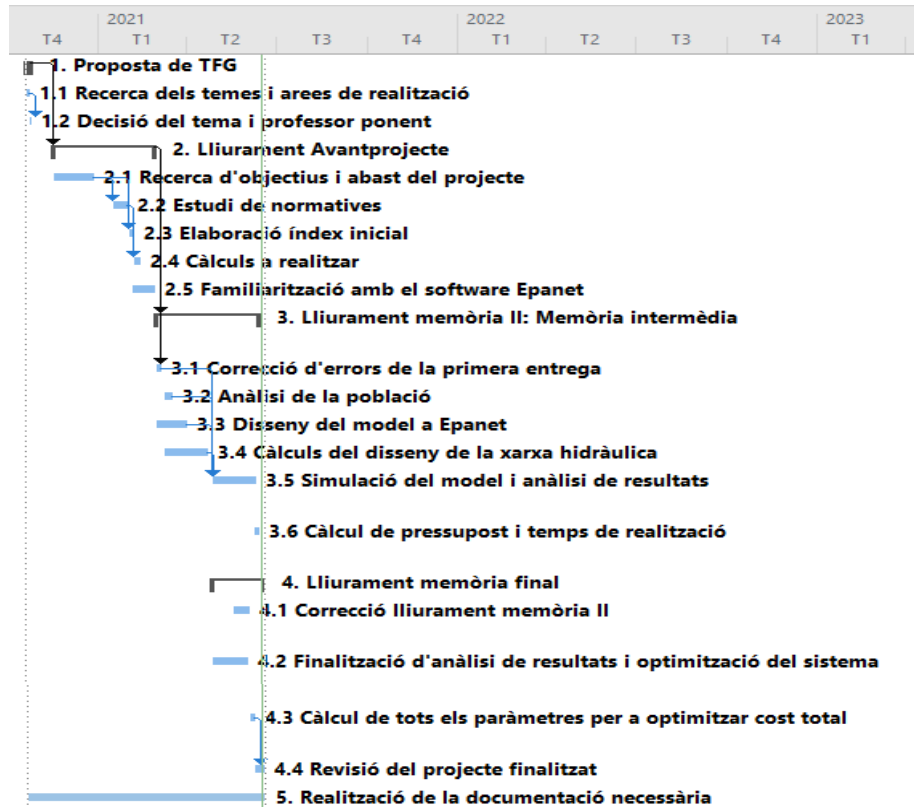


Figura 8.2. Diagrama de Gantt de la execució final. [Elaboració pròpia]

Podem observar a la figura 8.2 que hi ha diferents tasques que han requerit més temps per a la seva realització, tals com la realització del model amb l'Epanet, ja que s'ha requerit més temps del previst per a familiaritzar-se amb el software, al tractar-se d'un model de xarxa complex. També es pot veure com l'activitat d'anàlisi de resultats ha set més elaborada, degut a la complexitat en l'anàlisi de resultats, atenent a la teoria de mecànica de fluids aplicada a fluxos a canonades.

Com a resultat final, obtenim un diagrama de Gantt en el que es pot veure una petita linealitat en les tasques marcades per la data d'entrega, però al mateix temps es realitzen diferents activitats les quals precisen un temps necessari i es solapen amb altres activitats. Això era d'esperar a aquest projecte, en el que la resolució final depèn de totes les activitats realitzades, però no de forma lineal, ja que en molts casos cada activitat aporta dades noves, sense seguir un ordre específic.

## 9. Viabilitat mediambiental

Per a la realització de l'anàlisi mediambiental, es contempla la Llei 21/2013, del 9 de desembre, d'avaluació mediambiental present al BOE. En aquesta llei es recull els principals plans o projectes que requereixen d'avaluació ambiental. Per al nostre cas, un cop analitzats l'Annex I i l'Annex II respecte el grup de "*Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua*", veiem que el cas a estudiar no es troba a cap dels punts que marca la normativa, esmentats al Capítol II, respecte el procediment de l'avaluació ambiental estratègica ordinària per a la formulació de la declaració ambiental estratègica. Es mostra a continuació els punts referents al Capítol II, extret del BOE.

### **Annex 1: Projectes sotmesos a l'avaluació ambiental ordinària regulada en el títol II, capítol II, secció 1a. Grup 7. Projectes d'enginyeria hidràulica i de gestió de l'aigua.**

a) Preses i altres instal·lacions destinades a retenir l'aigua o emmagatzemar permanentment quan el volum nou o addicional d'aigua emmagatzemada sigui superior a 10 hectòmetres cúbics.

b) Projectes per a l'extracció d'aigües subterrànies o la recàrrega artificial d'aqüífers, si el volum anual d'aigua extreta o aportada és igual o superior a 10 hectòmetres cúbics.

BOLETÍN OFICIAL DE L'ESTAT LEGISLACIÓ CONSOLIDADA Pàgina 70

c) Projectes per al transvasament de recursos hídrics entre conques fluvials, exclosos els transvasaments d'aigua de consum humà per canonada, en qualsevol dels casos següents: 1r Que el transvasament tingui per objecte evitar la possible escassetat d'aigua i el volum de aigua transvasada sigui superior a 100 hectòmetres cúbics a l'any. 2n Que el flux mitjà plurianual de la conca de l'extracció superi els 2.000 hectòmetres cúbics a l'any i el volum d'aigua transvasada superi el 5% d'aquest flux.

d) Plantes de tractament d'aigües residuals la capacitat sigui superior a 150.000 habitants-equivalents.

**Annex 2: Projectes sotmesos a l'avaluació ambiental simplificada regulada en el títol II, capítol II, secció 2a. Grup 8. Projectes d'enginyeria hidràulica i de gestió de l'aigua.**

a) Extracció d'aigües subterrànies o recàrrega d'aquífers (no inclosos a l'annex I) quan el volum anual d'aigua extreta o aportada sigui superior a 1 hectòmetre cúbic i inferior a 10 hectòmetres cúbics anuals.

b) Projectes per al transvasament de recursos hídrics entre conques fluvials quan el volum d'aigua transvasada sigui superior a 5 hectòmetres cúbics anuals i que no estiguin inclosos a l'annex I. S'exceptuen els projectes per al transvasament d'aigua de consum humà per canonada i els projectes per a la reutilització directa d'aigües depurades.

c) Obres de canalització i projectes de defensa de llits i marges quan la longitud total de l'tram afectat sigui superior a 5 km. S'exceptuen aquelles actuacions que s'executin per evitar el risc en zona urbana.

d) Plantes de tractament d'aigües residuals la capacitat estigui compresa entre els 10.000 i els 150.000 habitants-equivalents.

e) Instal·lacions de dessalatge o desalació d'aigua amb un volum nou o addicional superior a 3.000 metres cúbics a el dia.

f) Instal·lacions de conducció d'aigua a llarga distància amb un diàmetre de més de 800 mm i una longitud superior a 40 km (projectes no inclosos a l'annex I).

g) Preses i altres instal·lacions destinades a retenir l'aigua o emmagatzemar-la, sempre que es doni algun dels següents supòsits:

1r Grans preses segons es defineixen en el Reglament tècnic sobre seguretat de preses i embassaments, aprovat per Ordre de 12 de març de 1996, quan no es trobin incloses en l'annex I.

2n Altres instal·lacions destinades a retenir l'aigua, no incloses en l'apartat anterior, amb capacitat d'emmagatzematge, nou o addicional, superior a 200.000 metres cúbics.

Un cop vist que els punts referents al Capítol II de la normativa BOE no es troben al nostre projecte, es procedeix a fer un anàlisi dels diferents factors ambientals que provoca el fet d'implementar aquest projecte.

Mitjançant les llistes de control mediambiental, es realitzarà una identificació dels elements bàsics del projecte, així com una avaluació prèvia de l'impacte mediambiental, i finalment s'extraurà un resum i conclusió, destacant les accions impactants del nostre projecte, i es recolliran de cara a l'estudi de detall. La taula d'anàlisi dels factors ambientals es recollirà als annexos. Es mostra a continuació la taula resum obtinguda:

Accions impactants		Conclusions
Fase de construcció	Soroll i vibracions al medi	La fase de construcció produirà vibracions i sorolls a les immediacions degut al funcionament de maquinària i a la feina dels tècnics i operaris.
	Generació de residus	Es produeixen residus com a resultat dels materials utilitzats per a l'obra, com poden ser cartons o plàstics, que s'hauran de portar a la planta de reciclatge corresponent. També es produeixen residus com a resultat de l'extracció de la carretera i les canonades antigues.
	Seguretat	Es realitzarà la construcció de la xarxa hidràulica de forma segura, implementant les mesures de seguretat necessàries per a tots els treballadors, així com per la correcta circulació dels vehicles a la carretera.
Fase de funcionament	Augment de demanda	Es vigilarà que el fet augmentar considerablement la demanda no produeixi efectes negatius al aqüífer, cosa que a curt o mig termini no ha d'ocórrer. Com a principals efectes es pot produir la contaminació de l'aqüífer com a resultat de la sobreexplotació.
	Manteniment de la xarxa	Pot ocórrer que es produeixi una ruptura o desgast d'alguna canonada. Tot i així, s'ha realitzat el disseny per a que el fet de que hi hagi desperfectes no afecti al sistema de transport d'aigua, i no es produiran abocaments tòxics ni negatius per al medi ambient

Taula 10.1. Resum accions importants i conclusions sobre l'anàlisi mediambiental. [Elaboració pròpia]

Com a conclusió d'aquest apartat podem extreure que es tracta d'un projecte que parteix de una xarxa hidràulica ja present, i que el que es pretén és millorar les característiques d'aquesta per a que s'adapti a les condicions actuals i futures, tot respectant el medi ambient per a que es produeixin els menors impactes possibles, tant en la fase de construcció, en la que influeixen les pertorbacions a l'ambient i el factor de seguretat humà, com a la fase de funcionament, en la que es tindrà present l'augment de demanda i el manteniment de la xarxa hidràulica, com a posterior anàlisi de detall.



## **10. Perspectiva de gènere**

En aquest apartat s'estudiarà si el TFG realitzat aplica perspectiva de gènere.

Tot i que la finalitat d'aquest projecte és abastir aigua sanitària a la població d'Es Cubells, no contempla la perspectiva de gènere, ja que no es dissenya un producte, ni un servei tecnològic, ni un procés de producció. A aquest projecte es dissenya una xarxa hidràulica, on partint dels antecedents de la població es fa un recull de dades i es crea un model, que posteriorment és simulat i analitzat. El resultat és una nova xarxa de distribució d'aigua sanitària.



## 11. Conclusions

Amb la realització d'aquest projecte s'ha mostrat com partint de l'aigua que prové d'un aquífer s'han realitzat diferents models de xarxa d'abastiment sanitària per a una població rural, i s'ha realitzat l'anàlisi del model obtingut mitjançant les simulacions amb el programari Epanet i el coneixement adquirit durant l'estudi.

Aquest primer model s'ha realitzat en base als estudis sobre la població a representar. Al tractar-se de la residència del creador del projecte, s'han pogut extreure dades precises sobre el medi d'aplicació.

Com a resultat s'ha obtingut un model que compleix amb els requeriments necessaris per a ser aplicat a la realitat, per a condicions de funcionament normals i per a casos desfavorables que poden ocórrer en la fase de funcionament de la xarxa. A més s'ha vist que la xarxa es comporta de forma correcta per a l'actualitat i per al futur, en el que es preveu un augment de població, tal com es veu a l'evolució de la població d'Es Cubells.

El fet de realitzar aquest projecte en sí no produeix millores mediambientals, però es redueix al màxim possible l'impacte que es produeix. Dels principals impactes rellevants que es produeixen són l'extracció d'aigua i l'aplicació de les canonades. Al tractar-se d'una població petita, no s'ha contemplat el fet de fer ús d'aigua d'altres fonts. Per al cas de les canonades s'ha prestat atenció a que el material, a més de ser correcte per a l'aplicació, es pogués reciclar posteriorment. Aquestes canonades de polietilè són totalment reciclables, a diferència d'altres materials recomanats per la normativa.

Com a possibles ampliacions d'aquest projecte es podria fer l'estudi d'abastiment d'aigua sanitària incorporant aigua provinent de depuradores o dessaladores, per a no produir un deteriorament del aquífer a llarg termini, contribuint amb la conservació del medi. També es podria realitzar l'estudi d'incorporació de xarxa de clavegueram a la xarxa dissenyada, per tal d'optimitzar el funcionament de la xarxa, fent que l'extracció d'aigües residuals formi part del servei. Finalment, juntament amb diferents col·laboradors, a més de l'anàlisi hidràulic en si que s'ha realitzat, es podria fer l'estudi de l'aplicació, tenint presents els coneixements d'enginyeria civil.



## 12. Referències

- [1] SALDARRIGA, Juan. *Hidráulica de Tuberías: Abastecimiento de Agua, Redes y Riegos* (Español), 1 abril 2007
- [2] CRESPO MARTINEZ, Antonio. *Mecánica de Fluidos en Ingeniería* (Español), 17 abril 2006
- [3] BAHNFLETH, William P. and PEYER, Eric. *Variable Primary Flow Chilled Water Systems: Potential Benefits and Applications Issues* (Anglès). Balkema. Proceedings and Monographs in Engineering. Water and Earth Sciences, 2006
- [4] TRIFUNOVIC, Nemanja. *Introduction to Urban Water Distribution* (Anglès), 2006
- [5] ROSSMAN, Lewis A. *Water Supply and Water Resources Division* (Anglès). National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, OH 45268. Publicació 30/10/2002 i revisat el 30/05/2017.
- [6] GOOGLE MAPS. Mapes [software online]. Versió 10.59.1. 26 gener 2021. Disponible a <https://www.google.es/maps/preview>
- [7] EPANET. Epanet [software]. Versió 2.0.12. 22 gener 2010. Disponible a <https://epanet.es>
- [8] MSPROJECT. Microsoft Office 365 Project [software]. Versió 16.0.13628.20274. 26 gener 2021. Disponible a <https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/project/project-management-software>
- [9] SIGPAC. Sigpac [software online]. Versió 4.5. Campaña 2021. Disponible a <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/> (Consulta: 23/01/2021)
- [10] Normativa Nacional. UNE Normalización Española. [versió digital]. Disponible a <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0023912> (Consulta: 16/01/2021)

- [11] Demografía de Es Cubells. Publicaciones Instituto Nacional de Estadística (INE). [versió digital]. Disponible a <https://www.foro-ciudad.com/islas-baleares/es-cubells/habitantes.html> (Consulta: 27/01/2021)
- [12] Antecedents xarxa hidràulica. Capítol I. [versió digital]. Disponible a [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/deschamps\\_g\\_e/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/capitulo1.pdf) (Consulta: 24/01/2021)
- [13] Observatori de Sostenibilitat d'Eivissa (OSI). Ibiza & Formentera Preservation. [versió digital]. Disponible a <https://ibizapreservation.org/esp/observatorio-de-sostenibilidad-de-ibiza/economia-circular-residuos-energia-y-agua/demanda-de-agua-segun-tipo-de-recurso-y-uso/> (Consulta: 06/02/2021)
- [14] Normativa Illes Balears. Govern Illes Balears. [versió digital]. Disponible a <https://www.caib.es/sites/aigua/es/normativa-6441/> (Consulta: 16/01/2021)
- [15] Cálculos y selección de tuberías. 2021 INTECH GmbH. [versió digital]. Disponible a [https://intech-gmbh.es/pipelines\\_calc\\_and\\_select/#pipelines\\_design](https://intech-gmbh.es/pipelines_calc_and_select/#pipelines_design) (Consulta: 08/02/2021)
- [16] Mapa topogràfic. Map data & imagery © OpenStreetMap. [versió digital]. Disponible a <https://es-es.topographic-map.com/maps/lsyy/Ibiza/> (Consulta: 10/02/2021)
- [17] Localització Es Cubells. [versió digital]. Disponible a [www.theibizan.com](http://www.theibizan.com) (Consulta: 10/02/2021)
- [18] Altures presents a una canonada. Investagua, el Davos del Agua. [versió digital]. Disponible a [www.iagua.es](http://www.iagua.es) (Consulta: 17/03/2021)
- [19] Principals accessoris presents a una xarxa hidràulica. [versió digital]. Disponible a [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com) (Consulta: 17/03/2021)
- [20] Estat d'aigües subterànies a Eivissa. Diagnòstic Territorial Previ a la Revisió del Plà Insular d'Eivissa. Juliol 2018. [versió digital]. Disponible a: <https://docplayer.es/14196953-Analisis-de-la-gestion-del-agua-en-la-isla-de-ibiza.html> (Consulta: 04/04/2021)

- [21] Característiques canonada PE-100. Catàleg de productes polietilè d'alta densitat per a conducció d'aigua potable i reg. [versió digital]. Disponible a: <https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/tigre.com.bo/files/catalogos-tecnicos/2019-09/Polietileno.pdf> (Consulta: 17/04/2021)
- [22] Demanda d'aigua per a cas d'incendi. National Fire Academy. [versió digital]. Disponible a <https://www.usfa.fema.gov/training/nfa/> (Consulta: 30/05/21)
- [23] Normativa anàlisi mediambiental. Llei 21/2013, del 9 de desembre, d'avaluació mediambiental present al BOE. [versió digital]. Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913> (Consulta: 02/06/2021)
- [24] Modelització matemàtica de qualitat d'aigua a sistemes de conducció. [versió digital]. Disponible a: [http://www.fi.uba.ar/archivos/instituto\\_modlacion\\_calidad\\_aguas.pdf](http://www.fi.uba.ar/archivos/instituto_modlacion_calidad_aguas.pdf)





## **Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Mecànica Industrial**

### **DISSENY DE SISTEMA DE TRANSPORT D'AIGUA SANITÀRIA A UNA PETITA POBLACIÓ**

#### **Estudi de pressupost**

**JOSE ALBERTO PRATS REYES**

**PONENT: KLARA VÉKONY JARECSNY**

**CURS ACADÈMIC 2020/2021**



# Índex

1. Amidaments.....	1
2. Quadre de preus .....	3
3. Pressupost parcial .....	5
4. Pressupost global .....	9



## 1. Amidaments

En aquest apartat es procedirà a mostrar la durada de les diferents activitats que conformen la elaboració i implementació d'aquest projecte. Per això, identificarem les principals activitats que ha de realitzar el projectista, així com les diferents activitats que es porten a terme durant la construcció, per a la aplicació de la xarxa hidràulica a la població.

Cal tenir en compte que degut a que en aquest projecte la fase de construcció del sistema no era un dels objectius a realitzar i no es té una expertesa en el àmbit civil, s'ha utilitzat valors en base a la recerca de diferents fonts de construcció de xarxes hidràuliques, adjuntades a l'apartat de referències. Es mostra a continuació la taula realitzada per a les diferents activitats que conformen el projecte.

<b>Capítol I: Elaboració i execució del projecte</b>			
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Recursos</b>	<b>Parts iguals</b>
1.1	Hores destinades a la confecció de l'avantprojecte	Projectista	200
1.2	Hores destinades a l'ampliació i correcció de l'avantprojecte	Projectista	10
1.3	Hores destinades a la recerca d'antecedents i necessitats d'informació	Projectista	40
1.4	Hores destinades a l'estudi de les normatives	Projectista	15
1.5	Hores destinades amb l'anàlisi i comprensió de la teoria aplicable al projecte	Projectista	30
1.6	Hores destinades a la familiarització amb el software Epanet	Projectista	40
1.7	Hores destinades a realitzar el model de la xarxa hidràulica	Projectista	130
1.8	Hores destinades a la simulació i anàlisi de resultats	Projectista	60
1.9	Hores destinades a comprovar el correcte funcionament del projecte per a diferents casos hipotètics	Projectista	30
1.10	Hores destinades a elaborar la documentació final	Projectista	40

<b>Capítol I: Elaboració i execució del projecte</b>			
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Recursos</b>	<b>Parts iguals</b>
1.11	Hores destinades a feines prèvies i moviment de terres	Cap d'obra, project manager, 2 tècnics, 8 operaris	180
1.12	Hores destinades a la instal·lació de les canalitzacions del sistema	Cap d'obra, 3 tècnics, 12 operaris	320
1.13	Hores destinades a la col·locació de paviments	Cap d'obra, 2 tècnics, 12 operaris	120
1.14	Hores destinades als acabats	Cap d'obra, 2 tècnics, 8 operaris	30
1.15	Hores destinades a la posada en marxa i comprovament de la xarxa hidràulica	Project manager, cap d'obra, 2 tècnics, 8 operaris	40

Taula 1.1. Amidaments de l'elaboració del projecte. [Elaboració pròpia]

Com podem veure, la elaboració del projecte la realitza el projectista, i les diferents activitats de construcció varien en funció de les tasques a realitzar. Per a l'execució del projecte, el project manager es trobarà present a les activitats més importants, com són activitats prèvies i a la posada en marxa. El cap d'obra es trobarà present a totes les activitats, així com els tècnics que tenen com a funció donar suport i supervisió als diferents operaris, en aquest cas obrers.

Es pot veure com la activitat amb major durada és la de la instal·lació de les canonades i els diferents elements que conformen la xarxa, un cop realitzat el moviment de terres. Això és degut a que aquestes canonades són lleugeres i flexibles, però s'han de col·locar de forma precisa per a poder unir-les totes mitjançant soldadura per electrofusió, procés que requereix temps tant per a soldar com per a deixar curar les unions de les canonades.

## 2. Quadre de preus

A continuació podem veure el preu per hora que té la realització de cadascuna de les activitats que conformen el projecte. Es mostra a continuació els recursos disponibles per a la realització del projecte, juntament amb els preus unitaris per a cada cas.

Equip de projecte	Cost HN (€)
Projectista	$40 \leq x \leq 80$
Project manager	50
Cap d'obra	63
Tècnics	47
Operaris	25

Taula 2.1. Preu HN dels recursos disponibles. [Elaboració pròpia]

Es mostra a continuació el preu unitari per a cada activitat.

Capítol I: Elaboració i execució del projecte		
Codi	Unitats	Preu unitari (€)
1.1	Hores	50
1.2	Hores	40
1.3	Hores	40
1.4	Hores	50
1.5	Hores	60
1.6	Hores	40
1.7	Hores	70
1.8	Hores	80
1.9	Hores	70
1.10	Hores	40
1.11	Hores	407
1.12	Hores	504
1.13	Hores	457
1.14	Hores	357
1.15	Hores	207

Taula 2.2. Preus per hora de cadascuna de les activitats



### 3. Pressupost parcial

En aquest apartat es realitzarà el càlcul dels diferents pressupostos que conformen el projecte, per a posteriorment fer el càlcul del pressupost global. Els costos que es tindran presents són els costos d'activitats, els costos de materials i els costos d'amortitzacions.

Capítol I: Elaboració i execució del projecte				
COST D'ENGINYERIA I COST D'ACTIVITATS				
Codi	Descripció	Unitats totals	Preu unitari (€)	Import (€)
1.1	Hores destinades a la confecció de l'avantprojecte	200	50	10.000
1.2	Hores destinades a l'ampliació i correcció de l'avantprojecte	10	40	400
1.3	Hores destinades a la recerca d'antecedents i necessitats d'informació	40	40	1.600
1.4	Hores destinades a l'estudi de les normatives	15	50	750
1.5	Hores destinades amb l'anàlisi i comprensió de la teoria aplicable al projecte	30	60	1.800
1.6	Hores destinades a la familiarització amb el software Epanet	40	40	1.600
1.7	Hores destinades a realitzar el model de la xarxa hidràulica	130	70	9.100
1.8	Hores destinades a la simulació i anàlisi de resultats	60	80	4.800
1.9	Hores destinades a comprovar el correcte funcionament del projecte	30	70	2.100
1.10	Hores destinades a elaborar la documentació final	40	30	1.200
1.11	Hores destinades a feines prèvies i moviment de terres	180	407	73.260
1.12	Hores destinades a la instal·lació de les canalitzacions del sistema	320	504	161.280
1.13	Hores destinades a la col·locació de paviments	120	457	54.840
1.14	Hores destinades als acabats	30	357	10.710
1.15	Hores destinades a la posada en marxa i revisió de la xarxa hidràulica	40	207	8.280
Costos indirectes				
1.16	Costos indirectes mà d'obra			51.318
<b>TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)</b>				<b>393.438€</b>

<b>Capítol II: Material</b>							
<b>COSTOS MATERIAL</b>							
<b>CANONADES POLIETILÈ</b>							
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Unitats</b>	<b>Unitat de mesura</b>	<b>Valor unitat</b>	<b>Preu unitat</b>	<b>Preu unitari (€)</b>	<b>Import (€)</b>
2.1	Canonada polietilè d'alta densitat PE-100 PN10 de diàmetre 50mm	27	metre	2.401,83	1,41	-	3.386,58
2.2	Canonada polietilè d'alta densitat PE-100 PN10 de diàmetre 63mm	16	metre	2.594,36	2,25	-	5.837,31
2.3	Canonada polietilè d'alta densitat PE-100 PN10 de diàmetre 75mm	14	metre	1523,37	3,14	-	4.783,382
2.4	Canonada polietilè d'alta densitat PE-100 PN10 de diàmetre 90mm	9	metre	1038,73	4,54	-	4.715,834
2.5	Canonada polietilè d'alta densitat PE-100 PN10 de diàmetre 125mm	4	metre	707,69	8,54	-	6.043,673
<b>VÀLVULES VRP</b>							
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Unitats</b>	<b>Unitat de mesura</b>	<b>Valor unitat</b>	<b>Preu unitat</b>	<b>Preu unitari (€)</b>	<b>Import (€)</b>
2.6	VRP model 300 de DOROT	5	-	-	-	3.270	16.350
<b>MATERIALS FOSSAT</b>							
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Unitats</b>	<b>Unitat de mesura</b>	<b>Valor unitat</b>	<b>Preu unitat</b>	<b>Preu unitari (€)</b>	<b>Import (€)</b>
2.7	Sorra fina per a construcció	-	m3	3.883,28	453,12	-	1.759.593
2.8	Asfalt per a carreteres	-	m2	5.786,18	24	-	138.868,5

Taula 3.1. Costos d'enginyeria i d'activitats

<b>MAQUINÀRIA I ELEMENTS DE SEGURETAT</b>							
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Unitats</b>	<b>Unitat de mesura</b>	<b>Valor unitat</b>	<b>Preu unitat</b>	<b>Preu unitari (€)</b>	<b>Import (€)</b>
2.9	Lloguer de maquinària i transport de materials	1				40.000	40.000
2.10	Sistema de seguretat del personal i del trànsit	1				20.000	20.000
Costos indirectes							
2.11	Costos indirectes mà d'obra						299.936,70
<b>TOTAL CAPÍTOL II (25% de marge)</b>							<b>2.299.515€</b>

Taula 3.2. Costos dels materials necessaris

<b>Capítol III: Amortitzacions</b>				
<b>EQUIPS INFORMÀTICS I SOFTWARE</b>				
<b>Codi</b>	<b>Descripció</b>	<b>Cost Inv.</b>	<b>N (anys)</b>	<b>€/any</b>
3.1	Ordinador	800	3	266,67
3.2	Software Microsoft Word	135	3	45
3.3	Software MS-Project	200	3	33,33
3.4	Software Microsoft Excel	135	3	45
<b>TOTAL CAPÍTOL III</b>				<b>390,00€</b>

Taula 3.3. Costos d'amortitzacions d'informàtica i software



## 4. Pressupost global

En aquest apartat es mostrarà el pressupost global, resultat de aplicar el sumatori de capítols.

Es mostra a continuació la taula de pressupost global obtinguda.

<b>PRESSUPOST GLOBAL</b>	
<b>Total Capítol I</b>	<b>393.438,00 €</b>
<b>Total Capítol II</b>	<b>2.299.514,77 €</b>
<b>Total Capítol III</b>	<b>390,00 €</b>
<b>Total</b>	<b>2.693.342,76 €</b>
<b>IVA 21%</b>	<b>565.601,98 €</b>
<b>Total pressupost</b>	<b>3.258.944,75 €</b>

Taula 4.1. Pressupost global del projecte



## **Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Mecànica Industrial**

### **DISSENY DE SISTEMA DE TRANSPORT D'AIGUA SANITÀRIA A UNA PETITA POBLACIÓ**

#### **Annexos**

**JOSE ALBERTO PRATS REYES**

**PONENT: KLARA VÉKONY JARECSNY**

**CURS ACADÈMIC 2020/2021**





# Índex

Annex I. Valors introduïts als patrons de demanda.....	1
Annex II. Càlcul hora punta i hora menor consum.....	3
Annex III. Catàleg canonada PE-100 PN10. ....	5
Annex IV. Càlcul diàmetre mínim .....	7
Annex V. Taula resum nodes .....	9
Annex VI. Taula resum canonades.....	11
Annex VII. Vàlvules VRP.....	13
Annex VIII Taules anàlisi mediambiental.....	15
Annex IX. Construcció de fosses .....	43



## Annex I. Valors introduïts als patrons de demanda

Factors introduïts a les corbes de demanda a les diferents edificacions, per a dilluns a divendres

Habitatges	Polideportivo	Restaurante 2	Restaurante 1	Escuela	HORA
0,6	0,1	0,7	0,7	1	1:00
0,4	0,1	0,5	0,5	1	2:00
0,3	0,1	0,3	0,3	1	3:00
0,3	0,1	0,2	0,2	1	4:00
0,3	0,1	0,2	0,2	1	5:00
0,3	0,2	0,2	0,2	1	6:00
0,4	0,3	0,2	0,2	1	7:00
0,6	0,5	0,3	0,3	1	8:00
1,1	0,9	0,4	0,4	1	9:00
1,2	1,1	0,9	0,9	1	10:00
1	1,2	1,1	1,1	1	11:00
1,1	1,1	1,2	1,2	1	12:00
1,5	1	1,3	1,3	1	13:00
1,6	0,8	1,7	1,7	1	14:00
1,5	0,7	1,8	1,8	1	15:00
1	1	1,6	1,6	1	16:00
0,8	1,3	1	1	1	17:00
0,8	1,4	0,9	0,9	1	18:00
0,9	1,3	1	1	1	19:00
1	1,1	1,1	1,1	1	20:00
1,4	1	1,2	1,2	1	21:00
1,5	0,9	1,3	1,3	1	22:00
1,2	0,5	1,2	1,2	1	23:00
0,8	0,1	0,9	0,9	1	0:00

Taula 1.1 Factors de demanda de dilluns a divendres. [Elaboració pròpia]

Factors introduïts a les corbes de demanda a les diferents edificacions, per a dilluns a dissabte i diumenge.

Habitatges	Polideportivo	Restaurante 2	Restaurante 1	Escuela	HORA
0,4	0,1	0,7	0,9	0,2	1:00
0,3	0,1	0,5	0,8	0,2	2:00
0,2	0,1	0,3	0,5	0,2	3:00
0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	4:00
0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	5:00
0,7	0,3	0,2	0,1	0,5	6:00
1,2	0,4	0,2	0,2	0,8	7:00
1,4	0,6	0,3	0,4	1,4	8:00
1,2	0,7	0,4	0,5	1,45	9:00
1,1	0,8	0,9	0,5	1,6	10:00
1	0,6	1,1	0,8	1,75	11:00
1,2	0,5	1,2	1	1,7	12:00
1,6	0,4	1,3	1,2	1,6	13:00
1,8	0,3	1,7	1,6	1,2	14:00
1,4	0,8	1,8	1,7	0,9	15:00
1,1	1,1	1,6	1,5	0,8	16:00
0,9	1,2	1	1,4	0,9	17:00
0,8	1,3	0,9	1	0,9	18:00
1	1,2	1	1,1	0,8	19:00
1,5	1,2	1,1	1,2	0,7	20:00
1,4	1	1,2	1,3	0,5	21:00
1,3	0,9	1,3	1,2	0,3	22:00
0,8	0,6	1,2	1,1	0,2	23:00
0,5	0,1	0,9	1	0,2	0:00

Taula 1.2. Factors de demanda per dissabte i diumenge. [Elaboració pròpia]

## Annex II. Càlcul hora punta i hora menor consum

Caudal hora punta i hora de menor consum per a zona de Rota den Garrovers, de dilluns a divendres.

Sumatori	Habitatge	Polidepor	Restauran	Restauran	Restauran	Escola	HORA
0,536239	0,005746	0,001666	0,025520	0,0375	0,006111	0,006111	1:00
0,408420	0,004309	0,001666	0,018229	0,033333	0,006111	0,006111	2:00
0,272268	0,002873	0,001666	0,010937	0,020833	0,006111	0,006111	3:00
0,251956	0,002873	0,001666	0,007291	0,004166	0,006111	0,006111	4:00
0,484676	0,005746	0,001666	0,007291	0,004166	0,006111	0,006111	5:00
0,846257	0,010055	0,005	0,007291	0,004166	0,015277	0,015277	6:00
1,443057	0,017238	0,006666	0,007291	0,008333	0,024444	0,024444	7:00
1,709424	0,020111	0,01	0,010937	0,016666	0,042777	0,042777	8:00
1,487710	0,017238	0,011666	0,014583	0,020833	0,044305	0,044305	9:00
1,395829	0,015802	0,013333	0,032812	0,020833	0,048888	0,048888	10:00
1,300511	0,014365	0,01	0,040104	0,033333	0,053472	0,053472	11:00
1,542016	0,017238	0,008333	0,04375	0,041666	0,051944	0,051944	12:00
2,014713	0,022984	0,006666	0,047395	0,05	0,048888	0,048888	13:00
2,264795	0,025857	0,005	0,061979	0,066666	0,036666	0,036666	14:00
1,806333	0,020111	0,013333	0,065625	0,070833	0,0275	0,0275	15:00
1,443572	0,015802	0,018333	0,058333	0,0625	0,024444	0,024444	16:00
1,189533	0,012928	0,02	0,036458	0,058333	0,0275	0,0275	17:00
1,054527	0,011492	0,021666	0,032812	0,041666	0,0275	0,0275	18:00
1,290337	0,014365	0,02	0,036458	0,045833	0,024444	0,024444	19:00
1,876895	0,021548	0,02	0,040104	0,05	0,021388	0,021388	20:00
1,758903	0,020111	0,016666	0,04375	0,054166	0,015277	0,015277	21:00
1,634244	0,018675	0,015	0,047395	0,05	0,009166	0,009166	22:00
1,036575	0,011492	0,01	0,04375	0,045833	0,006111	0,006111	23:00
0,664057	0,007182	0,001666	0,032812	0,041666	0,006111	0,006111	0:00

Taula 2.1. Càlcul caudal màxim i mínim, per a dilluns a divendres. . [Elaboració pròpia]

Caudal hora de menor consum a la zona de Rota den Garrovers, dissabte i diumenge.

Sumatori	Habitatge	Polidepor	Restauran	Restauran	Restauran	Escuela	HORA
0,785070	0,008619	0,001666	0,025520	0,029166	0,030555	0,030555	1:00
0,536725	0,005746	0,001666	0,018229	0,020833	0,030555	0,030555	2:00
0,404740	0,004309	0,001666	0,010937	0,0125	0,030555	0,030555	3:00
0,396927	0,004309	0,001666	0,007291	0,008333	0,030555	0,030555	4:00
0,396927	0,004309	0,001666	0,007291	0,008333	0,030555	0,030555	5:00
0,398594	0,004309	0,003333	0,007291	0,008333	0,030555	0,030555	6:00
0,516621	0,005746	0,005	0,007291	0,008333	0,030555	0,030555	7:00
0,760487	0,008619	0,008333	0,010937	0,0125	0,030555	0,030555	8:00
1,356767	0,015802	0,015	0,014583	0,016666	0,030555	0,030555	9:00
1,515523	0,017238	0,018333	0,032812	0,0375	0,030555	0,030555	10:00
1,300094	0,014365	0,02	0,040104	0,045833	0,030555	0,030555	11:00
1,422600	0,015801	0,018333	0,04375	0,05	0,030555	0,030555	12:00
1,894187	0,021548	0,016666	0,047395	0,054166	0,030555	0,030555	13:00
2,038463	0,022984	0,013333	0,061979	0,070833	0,030555	0,030555	14:00
1,928249	0,021548	0,011666	0,065625	0,075	0,030555	0,030555	15:00
1,335823	0,014365	0,016666	0,058333	0,066666	0,030555	0,030555	16:00
1,061228	0,011492	0,021666	0,036458	0,041666	0,030555	0,030555	17:00
1,055082	0,011492	0,023333	0,032812	0,0375	0,030555	0,030555	18:00
1,177588	0,012928	0,021666	0,036458	0,041666	0,030555	0,030555	19:00
1,298427	0,014365	0,018333	0,040104	0,045833	0,030555	0,030555	20:00
1,770014	0,020111	0,016666	0,04375	0,05	0,030555	0,030555	21:00
1,892520	0,021548	0,015	0,047395	0,054166	0,030555	0,030555	22:00
1,528960	0,017238	0,008333	0,04375	0,05	0,030555	0,030555	23:00
1,033415	0,011492	0,001666	0,032812	0,0375	0,030555	0,030555	0:00

Taula 2.2. Càlcul caudal màxim i mínim per a dissabte i diumenge

## Annex III. Catàleg canonada PE-100 PN10.

### FLEXIPOL - TUBOS DE POLIETILENO PE100



Conducción de Agua a Presión  
Fabricados según Norma UNE-EN 12201

#### COLOR Y APLICACIONES

Negro Banda Azul: Agua Potable  
Negro-Negro Banda Marrón: Agua no Potable (Aguas Industriales-Saneamiento)  
Negro Banda Morada: Agua no Potable (Agua Reciclada)

#### MARCAJE:

MASA FLEXIPOL

#### FORMATO DE SUMINISTROS\*:

Hasta Ø 90 en rollos de 100 metros  
Ø 110 en rollos de 50 metros y 100 metros  
Desde Ø 20 hasta Ø 110 barras de 6 metros  
Desde Ø 90 hasta Ø280 en barras de 12 metros  
Desde Ø 315 hasta Ø 1000 en barras de 13 metros

\* *Otros formatos, presiones y aplicaciones consultar*

\* *Precios considerados para un mínimo de 1.200 m. Para otras cantidades consultar.*



#### PN10 / SDR 17 Barras

Referencia	Ø Ext.	Espesor
059063010	63	3,8
059075010	75	4,5
059090010	90	5,4
059110010	110	6,6
059125010	125	7,4
059140010	140	8,3
059160010	160	9,5
059180010	180	10,7
059200010	200	11,9
059225010	225	13,4
059250010	250	14,8
059280010	280	16,6
059315010	315	18,7
059355010	355	21,1
059400010	400	23,7
059450010	450	26,7
059500010	500	29,7
059560010	560	33,2
059630010	630	37,4
059710010	710	42,1
059800010	800	47,4
059900010	900	53,3
059100010	1000	59,3

Las tuberías de presión en polietileno de TUYPER GRUPO se caracterizan por las siguientes propiedades:

- **LIGEREZA:** gran facilidad de manipulación, almacenaje e instalación gracias a su bajo peso.
- **FLEXIBILIDAD:** se adaptan a los posibles asentamientos del terreno.
- **DURABILIDAD:** vida útil mínima de 50 años con máxima seguridad y fiabilidad.
- **ATOXICIDAD:** no alteran el sabor ni el olor del agua, haciéndolas apropiadas para el transporte de agua potable.
- **RESISTENCIA QUÍMICA:** inalterables frente a los agentes agresivos y/o sustancias químicas contenidas en el agua y en el suelo. Resistentes a la corrosión y a la oxidación.
- **RESISTENCIA AL IMPACTO:** incluso a muy bajas temperaturas.
- **RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA.**
- **RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:** la acción de las partículas sólidas en suspensión que son transportadas por el agua o fluido no afectan a sus paredes interiores, prolongándose así su vida útil.
- **BAJO COEFICIENTE DE RUGOSIDAD:** la gran lisura interior de sus paredes favorece la ausencia de sedimentos e incrustaciones, permitiendo un buen comportamiento hidráulico (mayores velocidades del flujo transportado) y una menor pérdida de carga.
- **MÁXIMA ESTANQUEIDAD E IMPERMEABILIZACIÓN:** no hidrocópicas, no absorben agua.
- **AISLAMIENTO ELÉCTRICO:** el polietileno es un material no conductor de electricidad.
- **INSENSIBILIDAD A LAS HELADAS.**
- **BAJOS COSTES DE MANTENIMIENTO.**
- **GRAN VARIEDAD DE ACCESORIOS.**





## Annex IV. Càlcul diàmetre mínim

	Longitud tubería (m)	Caudal LPS	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	h <sub>l</sub> por metro	Diámetro mínimo (m)	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro Catálogo	Espesor pared	Diámetro interior
Pipe C1	23,39	1,56	0,00156	0,18	0,058152681	58,15	63	3,8	55,4
Pipe C2	79,24	1,59	0,00159	0,59	0,058570672	58,57	63	3,8	55,4
Pipe C3	148,55	1,61	0,00161	1,11	0,058846606	58,85	63	3,8	55,4
Pipe C4	215,79	-1,64	0,00164	1,62	0,059256525	59,26	63	3,8	55,4
Pipe C5	141,88	-0,67	0,00067	1,06	0,042321302	42,32	50	3	44
Pipe C6	126,42	2,48	0,00248	0,95	0,069223918	69,23	75	4,5	66
Pipe C7	73,78	-3,13	0,00313	0,55	0,075557845	75,56	75	4,5	66
Pipe C8	191,96	3,32	0,00332	1,44	0,077250769	77,25	75	4,5	66
Pipe C9	116,49	1,09	0,00109	0,87	0,050819133	50,82	50	3	44
Pipe C10	47,7	1,07	0,00107	0,36	0,050466501	50,47	50	3	44
Pipe C11	55,8	1,04	0,00104	0,42	0,049929754	49,93	50	3	44
Pipe C12	79,57	-4,47	0,00447	0,60	0,086391402	86,39	90	5,4	79,2
Pipe C13	36,44	2,32	0,00232	0,27	0,067511596	67,51	75	4,5	66
Pipe C14	53,72	-2,2	0,0022	0,40	0,066176809	66,18	75	4,5	66
Pipe C15	61,25	-2,35	0,00235	0,46	0,067838527	67,84	75	4,5	66
Pipe C16	113,41	-0,9	0,0009	0,85	0,047287905	47,29	50	3	44
Pipe C17	65,35	-1,66	0,00166	0,49	0,059527211	59,53	63	3,8	55,4
Pipe C18	98,22	-1,69	0,00169	0,74	0,05992945	59,93	63	3,8	55,4
Pipe C19	34,57	-1,71	0,00171	0,26	0,06019514	60,20	63	3,8	55,4
Pipe C20	151,15	1,81	0,00181	1,13	0,061493516	61,50	63	3,8	55,4
Pipe C21	88,22	-3,58	0,00358	0,66	0,07947214	79,47	90	5,4	79,2
Pipe C22	72,61	-3,6	0,0036	0,54	0,079638786	79,64	90	5,4	79,2
Pipe C23	94,14	-3,63	0,00363	0,71	0,079887675	79,89	90	5,4	79,2
Pipe C24	44,06	-0,03	0,00003	0,33	0,013162927	13,16	50	3	44
Pipe C25	59,86	-1,12	0,00112	0,45	0,051340591	51,34	50	3	44
Pipe C26	133,36	9,52	0,00952	1,00	0,114794844	114,79	125	7,4	110,2
Pipe C27	136,26	1,04	0,00104	1,02	0,049929754	49,93	50	3	44
Pipe C28	71,99	-9,47	0,00947	0,54	0,114567776	114,57	125	7,4	110,2
Pipe C29	80,25	-0,08	0,00008	0,60	0,019033415	19,03	50	3	44
Pipe C30	148,33	-1,07	0,00107	1,11	0,050466501	50,47	50	3	44
Pipe C31	104,56	1,1	0,0011	0,78	0,050993937	50,99	50	3	44
Pipe C32	138,41	-1,64	0,00164	1,04	0,059256525	59,26	63	3,8	55,4
Pipe C33	160,86	-1,02	0,00102	1,21	0,049566534	49,57	50	3	44
Pipe C34	61,17	-1,84	0,00184	0,46	0,061876593	61,88	63	3,8	55,4
Pipe C35	153,94	-4,64	0,00464	1,15	0,087612415	87,61	90	5,4	79,2
Pipe C36	144,55	4,61	0,00461	1,08	0,087398995	87,40	90	5,4	79,2
Pipe C37	165,36	2,01	0,00201	1,24	0,063967092	63,97	63	3,8	55,4
Pipe C38	98,13	-3,09	0,00309	0,74	0,075193323	75,19	75	4,5	66
Pipe C39	58,93	0,7	0,0007	0,44	0,043024096	43,02	50	3	44
Pipe C40	166,25	-2,25	0,00225	1,25	0,066738358	66,74	75	4,5	66

	Longitud tuberia (m)	Caudal LPS	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	hl per metro	Diametro minimo (m)	Diametro minimo (mm)	Diametro Catálogo	Espesor pared	Diametro interior
Pipe C41	48,77	-2,22	0,00222	0,37	0,066402374	66,40	75	4,5	66
Pipe C42	142,28	-2,46	0,00246	1,07	0,069015477	69,02	75	4,5	66
Pipe C43	212,72	9,49	0,00949	1,60	0,114658693	114,66	125	7,4	110,2
Pipe C44	289,62	-9,54	0,00954	2,17	0,114885463	114,89	125	7,4	110,2
Pipe C45	142,36	-0,92	0,00092	1,07	0,047680315	47,68	50	3	44
Pipe C46	127,48	5,45	0,00545	0,96	0,093076485	93,08	90	5,4	79,2
Pipe C47	96,75	3,35	0,00335	0,73	0,077512499	77,51	75	4,5	66
Pipe C48	66,82	-0,64	0,00064	0,50	0,041598585	41,60	50	3	44
Pipe C49	77,78	2,37	0,00237	0,38	0,068055036	68,06	75	4,5	66
Pipe C50	19,93	1,01	0,00101	0,15	0,049383257	49,38	50	3	44
Pipe C51	233,15	2,17	0,00217	1,75	0,065836048	65,84	63	3,8	55,4
Pipe C52	101,06	0,86	0,00086	0,76	0,046486442	46,49	50	3	44
Pipe C53	710,18	-1,39	0,00139	5,33	0,055683748	55,68	63	3,8	55,4
Pipe C54	294,9	2,51	0,00251	2,21	0,069559604	69,54	75	4,5	66
Pipe C55	201,61	5,17	0,00517	1,51	0,091248836	91,25	90	5,4	79,2
Pipe C56	85,83	1,36	0,00136	0,64	0,055228789	55,23	50	3	44
Pipe C57	26,53	1,33	0,00133	0,20	0,054767524	54,77	50	3	44
Pipe C58	103,37	1,31	0,00131	0,79	0,054456396	54,46	50	3	44
Pipe C59	34,76	0,61	0,00061	0,26	0,040854407	40,85	50	3	44
Pipe C60	65,13	-1,53	0,00153	0,49	0,057729643	57,73	63	3,8	55,4
Pipe C61	269,23	-1,53	0,00153	2,02	0,057729643	57,73	63	3,8	55,4
Pipe C62	135,27	2,09	0,00209	1,01	0,064912733	64,91	63	3,8	55,4
Pipe C63	54,94	3,08	0,00308	0,41	0,075101733	75,10	75	4,5	66
Pipe C64	67,44	0,56	0,00056	0,51	0,039561576	39,56	50	3	44
Pipe C65	49,87	-0,14	0,00014	0,37	0,023490866	23,49	50	3	44
Pipe C66	44,61	-0,68	0,00068	0,33	0,042557709	42,56	50	3	44
Pipe C67	122,78	-0,05	0,00005	0,92	0,015950254	15,95	50	3	44
Pipe C68	76,61	4,49	0,00449	0,57	0,086536538	86,54	90	5,4	79,2
Pipe C69	108,43	-0,64	0,00064	0,81	0,041598585	41,60	50	3	44
Pipe C70	157,65	0,59	0,00059	1,18	0,040345514	40,35	50	3	44

## Annex V. Taula resum nodes

Node ID	Longitud (m)	Demanda Base (LPS)
Junc N57	117	0.022916666
Junc N56	120	0.013194444
Junc N55	94	0.0364583333
Junc N54	97	0.04166666
Junc N53	106	0.014365451
Junc N52	124	0.014365451
Junc N51	132	0.014365451
Junc N50	144	0.014365451
Junc N49	145	0.014365451
Junc N48	149	0.014365451
Junc N47	163	0.014365451
Junc N46	197	0.014365451
Junc N45	184	0.014365451
Junc N44	174	0.014365451
Junc N43	203	0.014365451
Junc N42	211	0.014365451
Junc N41	219	0.014365451
Junc N40	217	0.014365451
Junc N39	211	0.014365451
Junc N38	192	0.014365451
Junc N37	211	0.014365451
Junc N36	217	0.014365451
Junc N35	188	0.014365451
Junc N34	186	0.014365451
Junc N33	190	0.014365451
Junc N32	217	0.014365451
Junc N31	168	0.014365451
Junc N30	164	0.014365451
Junc N29	157	0.014365451
Junc N28	165	0.014365451
Junc N27	163	0.014365451
Junc N26	161	0.014365451
Junc N25	157	0.014365451
Junc N24	152	0.014365451
Junc N23	173	0.014365451
Junc N22	194	0.014365451
Junc N21	239	0.014365451
Junc N20	189	0.014365451

Junc N19	180	0.014365451
Junc N18	167	0.014365451
Junc N17	164	0.014365451
Junc N16	150	0.014365451
Junc N15	139	0.014365451
Junc N14	148	0.014365451
Junc N13	152	0.014365451
Junc N12	149	0.014365451
Junc N11	138	0.014365451
Junc N10	147	0.014365451
Junc N9	148	0.014365451
Junc N8	153	0.014365451
Junc N7	250	0.014365451
Junc N6	224	0.014365451
Junc N1	260	0.014365451
Junc N2	193	0.014365451
Junc N3	198	0.014365451
Junc N4	162	0.014365451
Junc Zona3	123	2873090
Junc Zona2	148	1206698
Junc N5	123	0.014365451
Junc N58	107	0.014365451
Junc N59	108	0.014365451
Junc N60	109	0.014365451
Junc N61	115	0.014365451
Junc N62	164	0.014365451
Junc N63	90	0.301674471

Taula 5.1. Valors introduïts als nodes

## Annex VI. Taula resum canonades

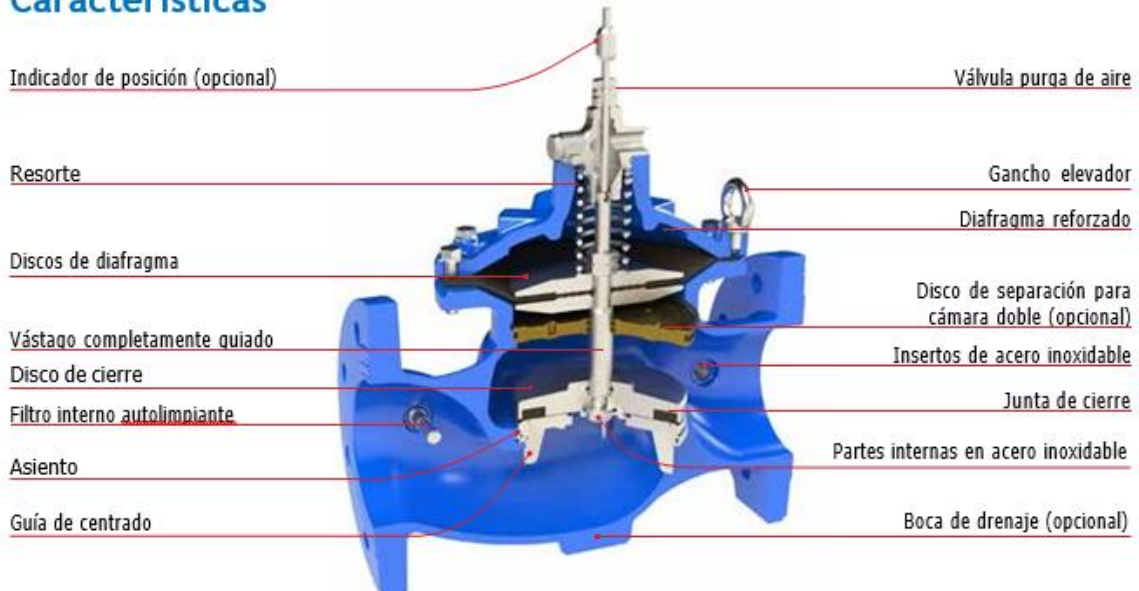
Link ID	Longitud	Diàmetre	Rugositat	Estat
Pipe C1	23,59	55,4	0,0015	Open
Pipe C2	79,24	55,4	0,0015	Open
Pipe C3	148,55	55,4	0,0015	Open
Pipe C4	215,79	55,4	0,0015	Open
Pipe C5	141,88	44	0,0015	Open
Pipe C6	126,42	66	0,0015	Open
Pipe C7	73,78	66	0,0015	Open
Pipe C8	191,96	66	0,0015	Open
Pipe C9	116,49	44	0,0015	Open
Pipe C10	47,7	44	0,0015	Open
Pipe C11	55,8	44	0,0015	Open
Pipe C12	79,57	79,2	0,0015	Open
Pipe C13	36,44	66	0,0015	Open
Pipe C14	53,72	66	0,0015	Open
Pipe C15	61,25	66	0,0015	Open
Pipe C16	113,41	44	0,0015	Open
Pipe C17	65,35	55,4	0,0015	Open
Pipe C18	98,22	55,4	0,0015	Open
Pipe C19	34,57	55,4	0,0015	Open
Pipe C20	151,15	55,4	0,0015	Open
Pipe C21	88,22	79,2	0,0015	Open
Pipe C22	72,61	79,2	0,0015	Open
Pipe C23	94,14	79,2	0,0015	Open
Pipe C24	44,06	44	0,0015	Open
Pipe C25	59,86	44	0,0015	Open
Pipe C26	133,36	110,2	0,0015	Open
Pipe C27	136,26	44	0,0015	Open
Pipe C28	71,99	110,2	0,0015	Open
Pipe C29	80,25	44	0,0015	Open
Pipe C30	148,33	44	0,0015	Open
Pipe C31	104,56	44	0,0015	Open
Pipe C32	138,41	55,4	0,0015	Open
Pipe C33	160,86	44	0,0015	Open
Pipe C34	61,17	55,4	0,0015	Open
Pipe C35	153,94	79,2	0,0015	Open
Pipe C36	144,55	79,2	0,0015	Open
Pipe C37	165,36	55,4	0,0015	Open
Pipe C38	98,13	66	0,0015	Open

Pipe C39	58,93	44	0,0015	Open
Pipe C40	166,25	66	0,0015	Open
Pipe C41	48,77	66	0,0015	Open
Pipe C42	142,28	66	0,0015	Open
Pipe C43	212,72	110,2	0,0015	Open
Pipe C44	289,62	110,2	0,0015	Open
Pipe C45	142,36	44	0,0015	Open
Pipe C46	127,48	79,2	0,0015	Open
Pipe C47	96,75	66	0,0015	Open
Pipe C48	66,82	44	0,0015	Open
Pipe C49	77,78	66	0,0015	Open
Pipe C50	19,93	44	0,0015	Open
Pipe C51	233,15	55,4	0,0015	Open
Pipe C52	101,06	44	0,0015	Open
Pipe C53	710,18	55,4	0,0015	Open
Pipe C54	294,9	66	0,0015	Open
Pipe C55	201,61	79,2	0,0015	Open
Pipe C56	85,83	44	0,0015	Open
Pipe C57	26,53	44	0,0015	Open
Pipe C58	105,37	44	0,0015	Open
Pipe C59	34,76	44	0,0015	Open
Pipe C60	65,13	55,4	0,0015	Open
Pipe C61	269,23	55,4	0,0015	Open
Pipe C62	135,27	55,4	0,0015	Open
Pipe C63	54,94	66	0,0015	Open
Pipe C64	67,44	44	0,0015	Open
Pipe C65	49,87	44	0,0015	Open
Pipe C66	44,61	44	0,0015	Open
Pipe C67	122,78	40	0,0015	Open
Pipe C68	76,61	79,2	0,0015	Open
Pipe C69	108,43	44	0,0015	Open
Pipe C70	157,65	44	0,0015	Open

Taula 6.1. Valors introduïts a les canonades

## Annex VII. Vàlvules VRP

### Características



### Materiales

Partes	Estándar	Opcional
Cuerpo y tapa	Fundición dúctil GGG50 (ASTM A-536)	Acero al carbono A-216 WCB Bronce o bronce marino Acero inoxidable 316 CF8M Niquel Aluminio Bronce Otros
Piezas internas de la vlvula principal	Acero inoxidable, bronce y acero revestido	Acero inoxidable 316, Hastelloy, SMO, Dúplex
Resorte	Acero inoxidable 302	Acero inoxidable 316, INCONNEL
Diafragma	Tela de nylon reforzada EPDM (aprobado WRAS y NFS)	NBR, VITON
Elastómeros	EPDM	NBR, VITON
Revestimiento *	Epoxi unido por fusión (FBE) RAL 5010	FBE RAL 5010 con protección UV Rilsan FBE RAL3000 (rojo fuego) FBE RAL3000 con protección UV Rilsan (Nylon) Halar
Circuito de control: conectores y accesorios	Latn	Acero inoxidable 304 Acero inoxidable 316
Circuito de control: Tubería	Polipropileno reforzado-alta resistencia	Cobre, Acero inoxidable 316, Duplex

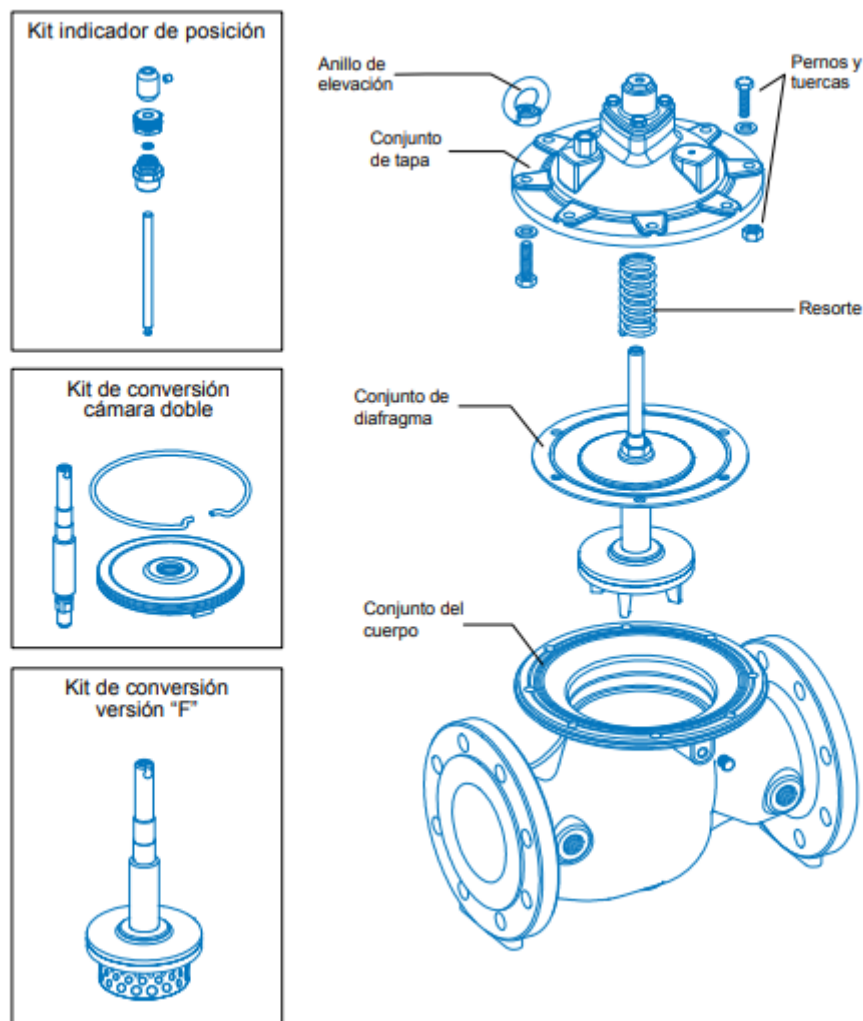
**Nota:** Las válvulas Dorot S-300 en todos los tamaños cumplen con la enmienda de EE. UU. para reducir el plomo en el agua potable marcada como S.3874 del 01.05.2010.

\* Revestimiento: Cumple con la norma europea de revestimiento EN 14901-2014

## Especificaciones técnicas

Parámetro	Estándar	Opcional
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brida: ISO 7005 o ANSI B16</li> <li>Rosca: BSP o NPT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brida: AS10, JIS B22, ABNT y otros</li> </ul>
Rango de presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo 30: 0.5 - 16bar 7 - 230 psi</li> <li>Modelos 31, 32: 0.5-25 bar 7 - 360 psi</li> </ul> <p>Nota: mayor índice de presión disponible en demanda especial y para proyectos a medida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 presión mínima con apertura asistida por resorte N.O.</li> <li>0.2 bar / 3 psi presión mínima sin resorte</li> </ul> <p>Nota: ambas opciones requieren el uso de presión externa de cierre mayor</p>
Temperatura máxima del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>80°C / 180°F</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>95°C / 200°F</li> </ul>

## Componentes





## Annex VIII Taules anàlisi mediambiental

### Identificació del problema

#### Matèries primeres

PREGUNTA	SI	NO	PO TSE R	OBSERVACIONS
1. Quines matèries primeres seran utilitzades?	x			En sí, no es farà ús de matèries primeres, sinó que es partirà de productes ja dissenyats  Productes: Canonades, vàlvules, elements de connexió, així com tota la matèria necessària per a la construcció
2. Com seran obtingudes aquestes matèries primeres?	x			Principalment de proveïdors d'elements hidràulics per a xarxes sanitàries. Tot el material de construcció proveirà de empreses de construcció
3. En el sistema d'enviament (transport) de les matèries primeres a la localització prevista, s'han tingut en consideració els possibles impactes de tipus ambiental?	x			Es té molt en compte el repartiment de les comandes, considerant el comerç local o de proximitat, evitant al màxim possible les emissions dels principals agents contaminants
4. Existeix un pla que lligui el projecte als aspectes ambientals d'extracció, transport i emmagatzematge de les matèries primeres?		x		

#### Capacitat assimilativa de la localització

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. S'han considerat llocs o localitzacions alternatius en un esforç d'evitar o mitigar la degradació ambiental?		x		Tot el sistema de canonades ja està pensat per a ser aplicat a carreteres primàries o secundàries, tal com es recomana, evitant aixecar sòl edificat
2. Es tenen estudis hidrològics, geològics i meteorològics de la localització per anticipar i		x		

minimitzar possibles danys a humans, flora i fauna?				
3. Les aigües residuals seran abocades directament o indirectament a l'exterior?		x		Al tractar-se d'un poble rural, no hi ha connexió directa amb les xarxes de clavegueram, per lo que cada edificació posseeix la seva fossa sèptica
4. Quin serà el medi receptor?	x			El poble d'Es Cubells, situat al municipi de Sant Josep de Sa Talaia
5. S'han fet estudis de les propietats físiques, químiques i biològiques, del medi aquàtic receptor, com ara la temperatura, règim de cabals, oxigen dissolt, demanda química d'oxigen?		x		S'ha realitzat un estudi de qualitat de les aigües que provenen de l'aquífer. També s'ha realitzat un estudi del caudal necessari per a cada cas. A més s'han estudiat les característiques del medi físic on s'aplica el projecte
6. Es generaran residus? Està prevista la seva caracterització? On es pensa tractar-los, en el cas que es generin?			x	Es poden generar residus com a resultat de l'intercanvi de canonades en cas de deteriorament. Aquestes són reciclables, per lo que s'enviaran a la planta de reciclatge corresponent. També es poden generar residus a la fase de construcció.

### Fase de construcció

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El pla constructiu ha pres en consideració els factors ecològics?	x			S'evita construir a zones no edificables o zones de bosc,
2. S'han previst accions per minimitzar el dany ambiental, per la construcció de carreteres, excavacions, farcits, etc.?		x		Respecte la construcció, s'aixequen carreteres ja construïdes, per lo que no es produeix dany ambiental

### Fase d'operació

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. S'han previst mecanismes de seguretat en el maneig de matèries perilloses, cas que n'hi hagi?	x			

2. Existeixen riscos d'explosió o abocaments per accident?		x		En cas de produir-se un abocament, seria d'aigua sanitària, per lo que no afecta de forma negativa al medi
3. Està previst un pla de seguretat interna, amb la incorporació de tots els mecanismes operatius necessaris?	x			En la fase de construcció, es prenen mesures de seguretat per als tècnics o operaris
4. S'han pres mesures especials en els sistemes d'emmagatzematge de materials perillosos?		x		
5. S'han previst les precaucions corresponents per prevenir les pèrdues dels tancs d'emmagatzematge?		x		
6. Quins tipus i quantitats de corrents residuals es produiran?	x			Principalment plàstics i paper i cartró, com a resultat de les matèries que s'utilitzen per a la construcció. Quantitats a baixa escala
7. Quins sistemes de control de la contaminació estan previstos?		x		
8. Els abocaments previstos, en el cas que n'hi hagi, en sistemes aquàtics (rius, llacs, aigües litorals) són compatibles amb els seus usos presents i futurs, particularment durant els períodes d'estiatge?		x		
9. Poden els corrents residuals tenir efectes sinèrgics amb altres materials?		x		
10. Contenen els corrents residuals materials potencialment tòxics?		x		
11. S'han d'esperar efectes dels abocaments d'aigües residuals al medi receptor, com ara desenvolupament d'algues, mort de peixos, etc.?		x		
12. Està previst el seu monitoratge? Mitjançant mesures puntuals, periòdiques o en temps real?	x			Es preveu un pla de manteniment, així com l'anàlisi periòdic de paràmetres de pressió i velocitat
13. Quins sistemes estan previstos per eliminar els materials tòxics?		x		
14. En cas de produir residus, quin sistema de tractament es pensa utilitzar?	x			Els pocs residus que es generen en la fase d'operació s'agruparan per al seu reciclatge
15. S'ha considerat el reciclatge d'aquests residus?	x			
16. Quines previsions hi ha per formar el personal de la planta en els aspectes ambientals de gestió de la mateixa?		x		

17. De quina manera seran controlades les olors		x		
---	--	---	--	--

### Aspectes socials i culturals

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. Com i en quin grau la presència i operació del resultat del projecte altera l'entorn de la seva localització, i afecta les activitats econòmiques i socials?		x		Un cop instalada la xarxa no produeix efectes negatius a l'entorn o a les persones
2. Es crearan o accentuaran problemes d'urbanització?		x		
3. S'haurà de produir un augment del trànsit?		x		

### Aspectes de la salut

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. S'hauran de produir emissions que afecten directament o indirectament la salut?		x		
2. Quins nous problemes de salut es poden plantejar?		x		
3. Pot el transport atmosfèric o pels aqüífers, de contaminants, pot afectar la salut, a nivell local o regional?		x		No hi ha nivells de contaminants elevats com per a afectar a la salut de les persones o el medi
4. Quines mesures s'han pres per assegurar als treballadors un programa de seguretat i higiene?		x		

### Residus finals

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
----------	--------	--------	------------	--------------

1. Quina gestió està prevista fer amb els residus finals?	x			Reciclar els diferents residus que s'hagin pogut produir durant la fase de construcció
---	---	--	--	--

### Futures expansions

PREGUNTA	SI	NO	POTS ER	OBSERVACIONS
1. De quina manera futurs projectes podran afectar el medi ambient?		x		Pot haver una ampliació del projecte però de cara al futur, en cas de que es requereixi. Aquest tampoc afectaria de forma significativa al medi ambient

### Factors relacionats amb el problema

#### Generalitats

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte provocarà efectes especialment complexos en l'ambient?		x		El màxim efecte és l'extracció d'aigua de l'aquífer, però no representa un impacte significatiu a curt o mitjà termini
2. El projecte significarà una pertorbació generalitzada del sòl, neteja del terreny o desbrossament, aplanat o obres subterrànies en gran escala?		x		
3. El projecte significarà alteracions significatives de la utilització actual o prevista del sòl o de planificació urbanística?		x		
4. El projecte exigirà la construcció d'estructures auxiliars d'abastiment d'aigua, energia i combustible?	x			La única estructura auxiliar és la que ja es troba construïda per a l'extracció de l'aigua. S'haurà de construir les casetes on es troben les vàlvules per a la regulació de la pressió
5. El projecte pot ocasionar alteracions de les conduccions d'aigua?			x	Es manté l'abastiment a les diferents edificacions, però es distribueix de forma més òptima al sistema

6. El projecte pot ocasionar la necessitat de modificar la xarxa de clavegueram?		x		No existeix xarxa de clavegueram, al tractar-se d'un poble
7. El projecte pot ocasionar modificacions dels desaigües en casos de pluges intenses?		x		
8. El projecte pot ocasionar canvis en les xarxes de conducció elèctrica?		x		
9. El projecte exigirà la construcció de noves carreteres o vies d'utilització de tot terreny?		x		Es treballarà sobre carreteres ja existents, un cop finalitzat el projecte es tancarà l'aixecament
10. La construcció o explotació del projecte provocarà grans volums de trànsit?		x		
11. El projecte significarà desmunt amb explosius, o activitats semblants?		x		
12. El projecte pot ocasionar un increment de la demanda de fonts d'energia existents o un requeriment de noves fonts d'energia?			x	Un augment de demanda extremadament elevada per al poble requeriria la instal·lació de bombes, incrementant la necessitat d'energia
13. El projecte serà tancat o clausurat després d'un temps limitat de vida?		x		Es preveu que en cas de que es produeixin condicions desfavorables es treballi sobre la xarxa ja existent, sense necessitat de realitzar una nova instal·lació.

## Medi atmosfèric

PREGUNTA	S	N	POTS	OBSERVACIONS
	I	O	ER	
1. El projecte provocarà emissions atmosfèriques procedents de l'ús de combustibles, de processos de producció, de manipulació de materials, de les activitats de construcció o d'altres fonts?				Només durant la fase de construcció, en la que es produeixen emissions com a resultat del transport de matèria, així com emissions de maquinària
2. El projecte exigirà la destrucció de residus a través de la crema a cel obert (per exemple, residus d'explotació forestal o de construcció)?				

## Medi aquàtic

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte exigirà grans quantitats d'aigua o la producció de grans volums d'aigües residuals o efluents industrials?	x			
2. El projecte significarà una degradació dels models de drenatge existents (incloent la construcció de preses o la desviació de cursos d'aigua o l'augment dels riscos d'inundació)?		x		
3. El projecte exigirà el dragatge de canals o la rectificació del traçat de travessies de cursos d'aigua?		x		
4. El projecte exigirà la construcció de molls o dics?		x		
5. El projecte exigirà la construcció d'estructures mar endins (espigons, plataformes petrolíferes, etc.)?		x		

## Producció de residus

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte pot ocasionar gran quantitat de residus inerts?		x		
2. El projecte pot ocasionar gran quantitat de residus tòxics o especials?		x		
3. El projecte exigirà l'evacuació d'escòries o residus del procés d'explotació minera?		x		
4. El projecte exigirà l'evacuació de residus urbans o industrials?		x		
5. El projecte facilitarà la possibilitat d'increment de contaminants?		x		
6. El projecte podrà contaminar els sòls i les aigües subterrànies?		x		Per a una explotació elevada i de forma prolongada de l'aigua del aquifer, es pot produir contaminació de l'aigua subterrània.



## Sorolls, etc.

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte provocarà emissions sonores, vibracions, llum, calor o altres formes de radiació en l'ambient?	x			Només durant la fase de construcció. Durant la fase de funcionament de la xarxa no es produeixen emissions, tal com marca la normativa per a les velocitats de l'aigua.

## Riscos

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte violarà els estàndards d'efluents tòxics?		x		
2. La realització del projecte exigirà l'emmagatzematge, manipulació, utilització, producció o transport de substàncies perilloses (inflamables, explosives, tòxiques, radioactives, cancerígenes o mutagèniques)?		x		
3. L'explotació del projecte exigirà la producció de radiacions electromagnètiques o altres que puguin afectar la salut humana o equipaments electrònics?		x		
4. El projecte exigirà la utilització regular de productes químics de control de paràsits i d'herbes nocives?		x		
5. El projecte podrà registrar una fallada operacional que torni insuficient les mesures normals de protecció de l'ambient?		x		
6. El projecte pot ocasionar riscos d'explotació o emissió de substàncies perilloses (pesticides, substàncies químiques, radiacions) com a conseqüència d'un accident o anomalia?		x		
PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS

7. El projecte pot ocasionar possibles interferències amb un pla d'emergència o evacuació?		x		
8. El projecte pot ocasionar possibles descensos de la seguretat laboral?		x		

### Aspectes socials

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte pot ocasionar una reducció substancial de la qualitat de l'entorn?		x		
2. El projecte pot ocasionar l'eliminació d'un element singular per la religió?		x		
3. El projecte pot ocasionar algun efecte substancial advers sobre els béns humans?		x		
4. El projecte implicarà llocs de treball per a un gran nombre de treballadors?	x			Durant la fase de construcció es donarà feina a tècnics i operaris, així com la supervisió dels encarregats
5. La mà d'obra tindrà accés apropiat a allotjament i a altres estructures?		x		
6. El projecte implicarà despeses significatives en l'economia local?		x		
7. El projecte provocarà alteracions de les condicions sanitàries?		x		
8. El projecte pot ocasionar alteracions de la localització, distribució, densitat o índex de creixement de la població de l'àrea?		x		
9. El projecte implicarà requisits significatius en termes d'instal·lació de serveis?	x			
10. El projecte pot ocasionar necessitats d'habitatge generant nova demanda?		x		
11. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de protecció contra el foc (bombers, ...)?		x		
12. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de la policia?		x		

13. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de les escoles?		x		
14. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de parcs o altres instal·lacions d'esbarjo?		x		
15. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de manteniment d'instal·lacions públiques incloent carreteres i carrers?		x		
16. El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea d'altres serveis governamentals?		x		

## Factors relacionats amb la localització

### Característiques generals (localització)

PREGUNTA	S	N	POTSE	OBSERVACIONS
	I	O	R	
1. El projecte se situa en una zona amb característiques naturals úniques?		x		
2. La capacitat de regeneració de les zones naturals, com zones costanera, muntanyoses i forestals, es veurà afectada, de manera negativa, pel projecte?			x	L'aquíffer es regenera en cas de que no hi hagi una demanda excessiva o hi hagi poques pluges
3. La zona del projecte registra nivells elevats de contaminació o altres danys ambientals?		x		
4. El projecte se situa en una zona els sòls i/o aigües subterrànies de la qual poden haver estat contaminats ja per usos anteriors?		x		S'ha estudiat l'estat de qualitat de l'aigua subterrània i compleix amb els nivells de qualitat

## Protecció jurídica

PREGUNTA	S	N	POTSE	OBSERVACIONS
	I	O	R	
1. El projecte es situa en zones designades o protegides per la legislació de l'Estat membre o pròximes a elles?		x		
2. El projecte se situa en una zona en què les normes de qualitat de l'ambient que estableix la legislació de l'Estat membre són violades?		x		

## Dades hidrològiques

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
El projecte es situa en terrenys pantanosos, cursos d'aigua o masses d'aigua o en la seva proximitat?		x		
2. El projecte es situa en la proximitat de fonts importants d'aigües subterrànies?	x			El projecte es situa pròxim a un aqüífer

## Característiques paisatgístiques i estètiques

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte se situa en una zona d'elevada qualitat i / o sensibilitat paisatgística?	x			
2. El projecte se situa en una zona visible per a un nombre significatiu de persones?		x		

## Condicions atmosfèriques

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte se situa en una zona subjecta a condicions atmosfèriques adverses (inversions de la temperatura, boires denses, vent violent)?		x		

## Característiques històriques i culturals

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte es situa a les proximitats de patrimonis històric o cultural especialment importants o valuosos?		x		

## Estabilitat

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte se situa en una zona propensa a desastres naturals o accidents provocats per causes naturals o artificials?		x		
2. El projecte se situa en una zona de topografia escarpada que pugui ser propensa a esllavissades del terreny, erosió, etc. ?		x		
3. El projecte se situa en una zona litoral, o pròxima a ella, propensa a erosió?		x		
4. El projecte se situa en una zona propensa a terratrèmols o falles sísmiques?		x		

## Ecologia

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte es situa a les proximitats d'hàbitats especialment importants o valuosos?		x		
2. Hi ha a la zona espècies rares o en vies d'extinció?	x			La fauna i vegetació no es veurà afectada per aquest projecte
3. El lloc es podria revelar resistent a la reconstrucció natural o programada de la vegetació?		x		

## Utilització del sòl

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte entrarà en conflicte amb la política de planificació urbanística o utilització del sòl en vigor?		x		
2. La utilització del sòl proposada podrà entrar en conflicte amb la utilització de sòls veïns (existent o proposta)?		x		

3. El projecte se situa en una zona d'elevada densitat de població o en les proximitats de zones residencials o altres d'utilització del sòl sensibles (ex.: hospitals, escoles, locals de culte, serveis públics)?		x		Es troba a una zona rural de poca població
4. El projecte se situa en un terreny d'elevat valor agrícola?		x		
5. El projecte se situa en una zona d'importància recreativa / turística?			x	Es produeix augment de població a l'estiu com a resultat del turisme, degut a que es tracta un poble amb interès paisatgístic

## Factors relacionats amb l'impacte ambiental

### Sòl i propietats

PREGUNTA	SI	NO	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte causarà una degradació o pèrdua d'utilització del sòl important?		x		
2. El projecte pot ocasionar canvis de les condicions de sòls inestables o en les subestructures geològiques?		x		
3. El projecte pot ocasionar trencaments, desplaçaments, compactació o descobriment del sòl?		x		S'eviten velocitats elevades a la xarxa per a que no es produeixin vibracions al sistema.
4. El projecte pot ocasionar canvis en la topografia o característiques del relleu de la superfície del sòl?		x		
5. El projecte pot ocasionar destrucció, modificació o cobriment d'alguna singularitat geològica o característica física?		x		
6. El projecte ocasionarà una degradació general del terreny?		x		
7. El projecte pot ocasionar contaminació del sòl?		x		
8. Hi ha risc d'impacte sobre la infraestructura de suport requerida pel projecte (facilitat de disposició de les aigües residuals, camins, subministrament de sistemes d'electricitat i aigua, escoles)?		x		
9. Hi ha risc d'impacte del projecte en l'ús dels sòls veïns?		x		

10. Hi ha risc d'impacte de les instal·lacions superficials de suport del projecte dels usos dels sòls veïns?		x		
11. Hi ha risc que les obres subterrànies puguin provocar desastres o accidents?		x		
12. El projecte provocarà la demolició d'estructures o l'ocupació de propietats (cases, jardins, establiments comercials)?		x		Només a les carreteres primàries o secundàries

### Erosió

PREGUNTA	S	N	POTSE	OBSERVACIONS
	I	O	R	
1. És probable que el projecte provoqui erosió?		x		
2. L'adopció de mesures de control de l'erosió podrà comportar altres efectes adversos?		x		
3. El projecte pot causar algun increment de l'erosió del sòl per vent o aigües tant dins de la instal·lació com fora?		x		
4. El projecte provocarà erosió de dunes, o arrossegament del litoral o alteracions adverses en els sistemes costaners?		x		
5. El projecte pot ocasionar canvis en la disposició de les sorres de les platges, modificació de les lleres de rius i llacs per deposició, sedimentació o erosió i canvis del fons del mar i la costa?		x		

### Medi aquàtic

PREGUNTA	SI	NO	POTSER	OBSERVACIONS
1. El projecte provocarà impactes en la quantitat i / o qualitat en els subministraments privats o municipals d'aigua?	x			Es produirà un impacte en l'augment d'aigua abastida a la població
2. La utilització d'aigua afectarà la disponibilitat dels proveïments locals existents?	x			

3. El projecte afectarà de forma negativa la qualitat, direcció, flux o volum de les aigües superficials o subterrànies a causa de sedimentació, alteracions hidrològiques o abocaments?		x		
4. El projecte pot ocasionar abocament sobre aigües subterrànies o superficials, o alguna alteració de la qualitat de l'aigua superficial o subterrània incloent temperatura, oxigen dissolt, terbolesa i tots els paràmetres habituals?		x		
5. El projecte pot ocasionar canvis en els corrents, en el curs i direcció de moviments d'aigües, tant dolces com marines?		x		Al no haver rius a la zona, l'únic corrent d'aigua dolça són els torrents, en els que no afecta el en seu transcurs
6. El projecte provocarà un augment de partícules en suspensió?		x		
7. El projecte pot ocasionar canvis en els índexs d'absorció, models de drenatge o en els índexs d'evacuació i buidatge superficial?		x		
8. El projecte pot ocasionar alteracions en el curs o flux d'inundacions i avingudes?		x		
9. El projecte provocarà canvis de fluctuació del nivell d'aigua?		x		
10. El projecte provocarà canvis en els gradients de salinitat?			x	Com a efecte de augment considerable de demanda, i al trobar-se pròxim al mar es pot produir la contaminació del aquifer a llarg termini
11. El projecte pot ocasionar canvis en la quantitat d'aigües subterrànies, tant a través d'addicions directes o extraccions, o mitjançant la interrupció d'algun aquífer per tall o excavacions?	x			
12. L'alteració natural del curs de l'aigua exercirà un efecte negatiu en els hàbitats naturals (per exemple, velocitat del cabal d'aigua i piscicultura) o altres utilitzacions de l'aigua (pesca, navegació, banys)?		x		
13. El projecte provocarà impacte en la sostenibilitat de les piscifactories tant comercials com recreatives?		x		
14. El projecte provocarà impacte en tot el referent a activitats recreatives relacionades amb l'aigua?		x		
15. El projecte ocasionarà alteracions significatives dels models de l'acció de les ones, moviment de sediments o augment de la circulació de l'aigua?		x		



16. El projecte limitarà la utilització de l'aigua per a fins recreatius, de pesca esportiva, pesca, navegació, recerca, conservació o de caràcter científic?		x		
17. El projecte provocarà la possibilitat d'impacte en l'aigua segons els resultats de tests físics, químics i biològics?		x		
18. El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els sediments segons els resultats de tests físics, químics i biològics?		x		
19. El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els corrents aigües avall?		x		
20. El projecte provocarà impacte en els valors de producció d'aiguamolls?		x		

PREGUNTA	SI	NO	POTSER	OBSERVACIONS
21. El projecte provocarà impacte en els valors per a la protecció de les zones humides dels desastres naturals (inundacions, grans tempestes ...)?		x		
22. El projecte provocarà impacte com a resultat de la sedimentació obstructiva?		x		No es preveu que hi hagi sedimentació a les canonades
23. El projecte provocarà impacte en la separació i reciclatge dels nutrients inorgànics per les mareas?		x		
24. El projecte provocarà impacte en les aigües dels estuaris?		x		
25. El projecte provocarà impacte en la presència d'aiguamolls únics o amb característiques geològiques úniques?		x		
26. El projecte pot ocasionar exposició de persones o propietats a riscos d'aigües com inundacions, temporals o sismes submarins?		x		

## Qualitat de l'aire

PREGUNTA	SI	NO	POTSER	OBSERVACIONS
1. El projecte pot ocasionar considerables emissions atmosfèriques o deteriorament de la qualitat de l'aire?		x		
2. Les emissions provocades pel projecte poden afectar de forma negativa la salut o el benestar humà, la fauna o la flora, els recursos materials o altres?		x		
3. Les emissions provocades pel projecte poden afectar de forma negativa la salut o el benestar humà, la fauna o la flora, els recursos materials o altres?		x		
4. El projecte pot ocasionar olors molestos?		x		
5. El projecte pot ocasionar generació de pols?		x		

## Condicions atmosfèriques

PREGUNTA	S I	NO	POTSER	OBSERVACIONS
El projecte pot ocasionar alteració dels moviments de l'aire, humitat o temperatura o canvis en el clima tant local com regional?		x		
2. El projecte provocarà alteracions del medi físic que puguin afectar les condicions microclimàtiques (turbulència, zones de gel, augment de la humitat, etc.)?		x		
3. El projecte pot ocasionar exposició de persones o béns a riscos geològics, com sismes, esllavissades de terra, allaus de fang, etc.?		x		

## Soroll, etc.

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte pot ocasionar increment dels nivells de soroll existents?	x			Durant la fase d'execució del projecte es produeixen sorolls o vibracions com a resultat de l'obra a realitzar
2. El projecte pot ocasionar exposició de les persones a sorolls excessius?		x		

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
3. El projecte pot ocasionar un augment considerable de les radiacions lumíniques o enlluernaments?		x		
4. El projecte tindrà repercussions en les persones, estructures o altres receptors / elements sensibles o sorolls, vibracions, llum, calor o altres formes de radiació?		x		

## Ecologia

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte provocarà una reducció de la diversitat genètica?		x		
2. El projecte provocarà la pèrdua física del substrat i del seu hàbitat?		x		
3. El projecte provocarà la pèrdua o degradació d'hàbitats especialment valuosos, d'ecosistemes o d'hàbitats d'espècie rares o en vies d'extinció (tant flora com fauna)?		x		

4. El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals rars o únics al lloc?		x		
5. El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals en límits propers del territori?		x		
6. El projecte pot ocasionar un descens de la població piscícola o fauna per sota dels límits d'autosuficiència?		x		
7. El projecte pot ocasionar la introducció de noves espècies de plantes en l'àrea o de barreres per al desenvolupament normal de les espècies existents?		x		
8. El projecte pot ocasionar la reducció del rendiment d'alguna plantació agrícola?		x		
9. El projecte pot ocasionar canvis en la diversitat d'espècies vegetals, o el nombre d'algunes espècies de plantes (incloent arbres, arbusts, herbes, plantacions o plantes subaquàtiques)?		x		
10. El projecte provocarà impactes en els components de la cadena alimentària aquàtica?		x		
11. El projecte provocarà el deteriorament de la reproducció i / o la nutrició de les espècies aquàtiques?		x		

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
12. El projecte provocarà impactes en els mamífers associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
13. El projecte provocarà impactes en els peixos associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
14. El projecte provocarà impactes en les aus associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
15. El projecte provocarà impactes en els rèptils associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
16. El projecte provocarà impactes en localitzacions aquàtiques especials (marines, en refugis o en santuaris marins)?		x		
1. El projecte provocarà una reducció de la diversitat genètica?		x		
2. El projecte provocarà la pèrdua física del substrat i del seu hàbitat?		x		
3. El projecte provocarà la pèrdua o degradació d'hàbitats especialment valuosos, d'ecosistemes o d'hàbitats d'espècie rares o en vies d'extinció (tant flora com fauna)?		x		
4. El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals rars o únics al lloc?		x		
5. El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals en límits propers del territori?		x		
6. El projecte pot ocasionar un descens de la població piscícola o fauna per sota dels límits d'autosuficiència?		x		
7. El projecte pot ocasionar la introducció de noves espècies de plantes en l'àrea o de barreres per al desenvolupament normal de les espècies existents?		x		
8. El projecte pot ocasionar la reducció del rendiment d'alguna plantació agrícola		x		
9. El projecte pot ocasionar canvis en la diversitat d'espècies vegetals, o el nombre d'algunes espècies de plantes (incloent arbres, arbusts, herbes, plantacions o plantes subaquàtiques)?		x		

10. El projecte provocarà impactes en els components de la cadena alimentària aquàtica?		x		
11. El projecte provocarà el deteriorament de la reproducció i / o la nutrició de les espècies aquàtiques?		x		
12. El projecte provocarà impactes en els mamífers associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
13. El projecte provocarà impactes en els peixos associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
14. El projecte provocarà impactes en les aus associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		
15. El projecte provocarà impactes en els rèptils associats amb els ecosistemes aquàtics?		x		

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
16. El projecte provocarà impactes en localitzacions aquàtiques especials (marines, en refugis o en santuaris marins)?		x		
17. El projecte provocarà impacte en / o eliminació dels aiguamolls?		x		
18. El projecte provocarà impacte en / o eliminació de fangars?		x		
19. El projecte provocarà impacte en / o eliminació de la vegetació en aigües poc profundes?		x		
20. El projecte provocarà impacte en / o eliminació de complexos d'estanys i corrents superficials?		x		
21. El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els bentos (flora i fauna que es troba al fons del llac o del mar)?		x		
22. El projecte provocarà algun grau d'estrès en les estructures de comunitats biològiques?		x		
23. El projecte pot provocar canvis en la diversitat d'espècies animals, o el nombre d'algunes espècies d'animals (aus, mamífers, rèptils, amfibis, peixos, insectes, crustacis, mol·luscs o qualsevol altre organisme superior)?		x		
24. El projecte pot ocasionar la introducció de noves espècies d'animals en l'àrea o de barreres al moviment d'espècies migratòries?		x		
25. El projecte pertorbarà o perjudicarà la capacitat de reproducció de les espècies o afectarà de forma negativa la migració o les zones d'alimentació, cria, reproducció o descans o comportarà obstacles significatius de les migracions?		x		
26. Els impactes en termes de soroll, vibracions, llum o calor provocades pel projecte pertorbaran a les aus o altres animals?		x		
27. El projecte pertorbarà processos ecològics essencials als sistemes biòtics?		x		

28. El projecte provocarà la introducció d'herbes nocives, paràsits o malalties, o ajudarà a la propagació d'organismes patogènics coneguts, d'organismes nocius / exòtics o d'espècies problemàtiques?		x		
29. El projecte implicarà a gran escala la utilització de plaguicides, fertilitzants o d'altres productes químics que puguin generar residus en el medi terrestre o aquàtic?			x	Es pot donar el cas en què l'aigua de l'aquífer es contami i s'hagin de realitzar tractaments per a millorar la qualitat de l'aigua per a xarxes sanitàries.
30. El projecte augmentarà de forma significativa els riscos d'incendi?		x		No, de fet redueix la seva perillositat, degut a que es realitza el dimensionament atenent a que es poden produir incendis. Es comprova que es pot extreure aigua suficient com per a mitigar incendis.
31. La sedimentació resultant del projecte provocarà efectes adversos en la vida aquàtica a causa d'una disminució de la llum disponible?		x		

### Característiques paisatgístiques i estètiques

PREGUNTA	S	N	POTS	OBSERVACIONS
	I	O	ER	
1. El projecte afectarà de manera significativa una zona paisatgísticament atractiu o històrica o culturalment important?		x		
2. El projecte afectarà el panorama del lloc, estant a la vista d'un nombre significatiu de persones?		x		
3. El projecte provocarà impacte en l'estètica-presència de plantes o animals amb alta qualitat visual?		x		
4. El projecte provocarà impacte en l'estètica-presència d'una massa d'aigua associada?		x		
5. El projecte provocarà impacte en l'estètica-tipus d'aiguamolls o diversitat topogràfica?		x		
6. El projecte pot ocasionar una obstrucció per la visibilitat del paisatge o suposarà una visió antiestètica del públic?		x		



## Impactes relacionats amb el trànsit

PREGUNTA	S I	N O	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte conduirà a alteracions significatives del trànsit (rodat o un altre), amb els conseqüents efectes per a la resta d'usuaris en termes de soroll, qualitat de l'aire, confort, etc., i impactes per altres receptors?	x			Només durant la fase de l'aixecament de carreteres
2. Les alteracions de l'accessibilitat resultants del projecte conduiran a un augment del potencial del desenvolupament de la zona?		x		
3. El projecte pot ocasionar la generació d'un substancial increment en el moviment de vehicles?		x		
4. El projecte pot ocasionar un augment del nombre d'aparcaments?		x		
5. El projecte pot ocasionar un impacte substancial sobre els sistemes de transport existents?	x			S'alterarà la circulació de vehicles durant l'obra, per a que es pugui mantenir la circulació
6. El projecte pot ocasionar una alteració dels models de circulació existents o moviments de persones i / o béns?		x		
7. El projecte pot ocasionar alteracions en el trànsit marí, aeri o ferroviari?		x		
8. El projecte pot ocasionar un increment dels riscos de trànsit per a vehicles de motor, ciclistes o transeünts?		x		

## Impactes socials i de la salut

PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
1. El projecte afectarà de manera significativa el mercat laboral o immobiliari de la zona?		x		
2. El projecte provocarà la divisió física d'una població existent?		x		
3. El projecte conduirà a una escassetat d'infraestructures socials en haver de fer front a un augment temporal o permanent de població o de l'activitat econòmica?		x		
4. El projecte afectarà de manera significativa les característiques demogràfiques de la zona?		x		
5. El projecte provocarà impacte en qualitats educacionals o científiques?		x		
6. El projecte pot ocasionar l'exposició de la població a riscos potencials de salut?		x		
PREGUNTA	S I	N O	POTSE R	OBSERVACIONS
7. El projecte pot ocasionar una disminució de la qualitat i / o quantitat de possibles activitats recreatives?		x		
8. El projecte pot ocasionar una alteració o destrucció de béns arqueològics?		x		
9. El projecte pot ocasionar molèsties físiques o estètiques per a monuments arquitectònics existents?		x		
10. El projecte pot ocasionar un canvi potencial sobre el medi físic que podria afectar valors culturals ètnics?		x		
11. El projecte pot ocasionar restriccions dels usos religiosos i folklòrics a la seva zona d'influència?		x		

## Altres

PREGUNTA	SI	NO	POTS ER	OBSERVACIONS
1. Els efectes seran irreversibles?		x		
2. Els efectes són acumulatius amb els d'altres projectes?	x			
3. Els efectes seran sinèrgics?		x		
4. Existeix la possibilitat d'impactes secundaris adversos?	x			

## Consideracions de caràcter general

PREGUNTA	SI	NO	POTS ER	OBSERVACIONS
1. El projecte provocarà controvèrsia pública? El projecte pot suscitar grans preocupacions?		x		
2. Hi ha efectes transfronterers que hagin de ser tinguts en compte?		x		
3. El projecte portarà a les generacions futures a efectes irreversibles o inevitables?		x		
4. El projecte entrarà en conflicte amb la política o legislació internacional, nacional o local en vigor?		x		Es complirà amb la normativa establerta per a les xarxes d'aigua sanitària
5. El projecte exigirà una alteració de la política ambiental en vigor?		x		
6. Existeix legislació sobre el control de la contaminació, que garanteixin l'atenció deguda als impactes ambientals del projecte?	x			
7. El projecte tindrà una importància que excedeixi de l'àmbit local?		x		
8. El projecte implicarà eventuais efectes incerts o que impliquin riscos únics o desconeguts?		x		
9. El projecte pot ocasionar algun rebuig per part d'associacions o organitzacions populars sobre els efectes mediambientals del projecte?		x		
10. El projecte proporcionarà estructures que aconseguixin incentivar un desenvolupament posterior (induit), per exemple a través de l'oferta d'una infraestructura de serveis		x		

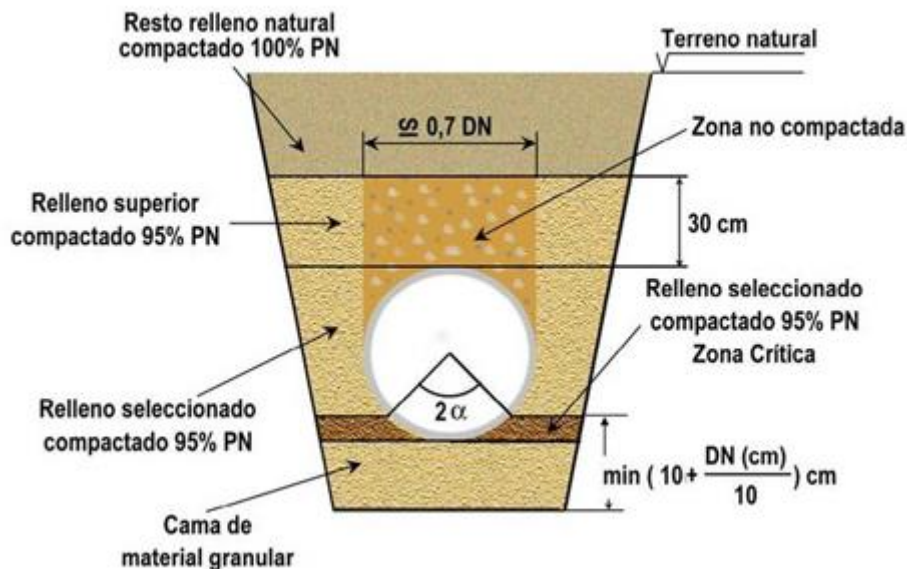
(urbanització, desenvolupament industrial, requisits de transport)?				
11. El projecte necessitarà d'una manera significativa algun recurs l'oferta pugui tornar escassa?		x		
12. El projecte tindrà impacte en l'increment de despeses o ingressos de l'estat, país o govern local (increment de les despeses de les instal·lacions de suport o increment dels ingressos per impostos)?	x			Principalment, aquest cost serà assumit per l'Ajuntament de Sant Josep de Sa Talaia
13. El projecte tindrà impacte econòmic - valor dels aiguamolls com a font de nutrients i / o hàbitat per a la vida aquàtica?		x		
14. El projecte tindrà impactes econòmics - valor com a àrea recreativa?		x		
15. El projecte tindrà impactes econòmics - valor per control d'inundacions / prevenció d'inundacions?		x		
16. El projecte tindrà impactes econòmics - costos de manteniment de ports?		x		
17. El projecte tindrà impacte econòmic en el públic (tant públic com privat) de les instal·lacions de suport al projecte?		x		
18. El projecte tindrà impacte econòmic (tant públic com privat) en la utilització de sòls veïns?		x		
19. Hi ha una o més alternatives del projecte raonablement practicables que compleixin amb els objectius del projecte amb un menor impacte ambiental advers?		x		

## Annex IX. Construcció de fosses

Per a la construcció de fosses s'utilitzen les mesures mostrades a continuació.

- Amplada fossa: L'amplada mínima de la fossa ha de ser de 0,7m. S'ha de respectar una distància de 0,25m a cada costat de la canonada.
- Altura fossa: L'altura mínima de la fossa ha de ser de 0,8m des de la generatriu superior de la canonada. Des de la generatriu inferior de la canonada s'ha de respectar una altura mínima de  $10 + (DN/10)$  cm.

Es mostra a la figura () les principals dimensions de la fossa per a canonades de tipus plàstiques enterrades:



En funció del diàmetre de les diferents canonades que conformen la xarxa d'abastiment, es construirà la fossa adequada. Per al farcit de les canonades farem ús d'arena, i per al farcit superior es farà ús de paviment. A la taula següent podem veure les dimensions de les diferents fosses, tot expressat en mm. Es realitza el càlcul de la superfície que ocupa la sorra, per al posterior càlcul del pressupost de materials. L'asfalt varia el preu en funció dels m<sup>2</sup> de carretera que es vol asfaltar.

Diàmetre canonada	Amplada total	Alçada generatriu inferior	Alçada generatriu superior	Alçada total
50	700	105	800	955
63	700	106,3	800	969,3
75	700	107,5	800	982,5
90	700	109	800	999
125	700	112,5	800	1037,5

Taula 9.1. Càlcul alçades de la fossa, en mm

Diàmetre canonada	Superfície canonada	Superfície restant	Superfície arena
50	1963,495408	666536,5046	456536,5046
63	3117,245311	675392,7547	465392,7547
75	4417,864669	683332,1353	473332,1353
90	6361,725124	692938,2749	482938,2749
125	12271,8463	713978,1537	503978,1537

Taula 9.2. Càlcul superfície arena, en mm<sup>2</sup>

Finalment, en funció de la longitud de cada canonada, s'obté el volum d'arena que es necessita, així com la superfície d'asfalt que es necessita.

Diàmetre canonada (mm)	Longitud total (m)	Volum sorra(m <sup>3</sup> )	Superfície paviment (m <sup>2</sup> )
50	2401,83	1096,523073	1681,281
63	2594,36	1207,396347	1816,052
75	1523,37	721,059975	1066,359
90	1038,73	501,6424743	727,111
125	707,69	356,6602996	495,383

Taula 9.3. Quantitat de materials per a la construcció de les fosses

S'obté un volum total de 3884 m<sup>3</sup> de sorra i 5787 m<sup>2</sup> de paviment.