



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

TREBALL FINAL DE GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS

ANÀLISI DE VIABILITAT D'UNA XARXA HÍBRIDA D'ABASTIMENT D'AIGUA AL MUNICIPI DE MASSANASSA (VALÈNCIA)

AUTOR: MARC TARAZÓN MARÍ

TUTOR: ARNAU BAYÓN BARRACHINA

COTUTORA: PETRA AMPARO LÓPEZ JIMÉNEZ

Curs Acadèmic: 2020-21

AGRAÏMENTS

Dedicat a la meua família i amics, per tot el suport que m'han donat sempre. Per tots els moments en que m'han fet creure en mi mateix més del que jo ho feia. Pels moments viscuts i per viure, que farem que siguen encara millors.

A totes les persones que d'una manera o una altra s'han creuat al meu camí, m'han acompanyat i ajudat a ser la persona que soc. Mestres, professores, professors, monitors, companys de classe, d'entrenament, de voluntariats, de campaments, de treball i un llarg etcètera. No dic noms perquè no vull deixar-me a ningú fora, ja m'encarregue de fer-s'ho saber fora d'aquestes línies. Però que sàpiguen que en aquest treball hi ha un poquet de tots ells i elles.

A Arnau, el meu tutor, per guiar-me i oferir-me el seu consell durant el desenvolupament del projecte. Però més encara per la seua bona disposició tant a classe com fora d'ella, i que s'ha convertit per a mi en un referent, professionalment i com a persona.

Amb la finalització d'aquest treball acaba una etapa, però se n'obrin tantes com es vulguen. Per sort, ho faig amb el convenciment de que estic ben acompanyat. Moltes gràcies per tot! Seguim, seguirem!

RESUM

Amb aquest treball es pretén fer una anàlisi de viabilitat d'una xarxa d'abastiment d'aigua potable per al municipi de Massanassa, un municipi al sud de València de 9500 habitants. L'anàlisi ve motivada per fer un ús diferenciats de dos tipus d'aigua amb què compta el municipi.

En l'actualitat, el municipi obté el seu abastiment de dos fonts: un aqüífer i la depuradora de Picassent. L'aigua de l'aqüífer presenta uns nivells de nitrats i nitrats que no la fan apta per al seu ús. Aquesta aigua és tractada i posteriorment mesclada amb l'aigua provinent de la depuradora de Picassent, que l'ajuntament compra a l'EMSHI. L'aspecte diferencial de la proposta radica en no fer aquesta mescla i que cadascuna d'aquestes aigües s'utilitze per a usos distints, circulant per xarxes independents, però discorren de manera paral·lela i és un projecte que l'Ajuntament de Massanassa, entitat encarregada del subministrament d'aigua, es planteja des de fa temps.

Per tal de modelar la xarxa s'utilitzaran plànols d'AutoCAD, les dades d'abastiment, així com altra informació complementària per definir els diferents paràmetres del model. La informació ha sigut subministrada per l'Ajuntament de Massanassa. Amb tot, es traslladarà la informació dels plànols a un model d'EPANET i caracteritzarà cadascun dels seus diferents elements. Així, s'obtindrà un model on estudiar els diferents paràmetres com cabals en els punts de consum, pèrdues de càrrega i pressions de servei, amb la fi de comprovar la viabilitat d'una xarxa com la que es proposa.

Per acabar, es compararà la viabilitat econòmica del projecte, la seva instal·lació i posada en funcionament, comparant-la amb el sistema actual. D'aquesta manera, s'obtindrà una idea aproximada que permetrà a l'Ajuntament prendre una decisió respecte a l'execució o no del projecte, tot i tenint en compte altres tipus de consideracions i motivacions més enllà de l'econòmica, com l'augment del consum de l'aigua embotellada si no es prenen mesures com aquesta per a la millora de la qualitat organolèptica de l'aigua en boca.

Paraules clau: hidràulica; abastiment; subministrament; aigua; EPANET

RESUMEN

Con este trabajo se pretende hacer un análisis de viabilidad de una red de abastecimiento de agua potable para el municipio de Massanassa, un municipio al sur de València de 9500 habitantes. El análisis viene motivado por hacer un uso diferenciado de dos tipos de agua con los que cuenta el municipio.

En la actualidad, el municipio obtiene su abastecimiento de dos fuentes: un acuífero y la depuradora de Picassent. El agua del acuífero presenta unos niveles de nitratos y nitritos que no la hacen apta para su uso. Esta agua és tratada posteriormente mezclada con el agua proveniente de la depuradora de Picassent, que el ayuntamiento compra a la EMSHI. El aspecto diferencial de la propuesta radica en no hacer esta mezcla y que cada una de estas aguas de use para usos distintos, circulando por redes independientes, pero que discurren de forma paralela y es un proyecto que el Ayuntamiento de Massanassa, entidad encargada del suministro de agua, se plantea desde hace tiempo.

Con tal de modelar la red se utilizarán planos de AutoCAD, los datos de suministro, así como otra información complementaria para definir diferentes parámetros del modelo. La información ha sido suministrada por el Ayuntamiento de Massanassa. Con todo, se trasladará la información de los planos a un modelo de EPANET i se caracterizarán cada uno de sus distintos elementos. Así, se obtendrá un modelo con el que estudiar diferentes parámetros como caudal en los puntos de consumo, pérdidas de carga i presiones de servicio, con el fin de comprobar la viabilidad de una red como la que se propone.

Para acabar, se comparará la viabilidad económica del proyecto, su instalación y puesta en funcionamiento, comparándola con el sistema actual. De esta forma, se obtendrá una idea aproximada que permitirá al Ayuntamiento tomar una decisión respecto a la ejecución o no del proyecto, así como teniendo en consideraciones y motivaciones más allá de la económica, como el aumento del consumo de agua embotellada si no se toman medidas con esta para la mejora de la calidad organoléptica del agua en boca.

Palabras clave: hidráulica; abastecimiento, suministro, agua, EPANET

ABSTRACT

The aim of this work is to make a feasibility analysis of a drinking water supply network for the municipality of Massanassa, a municipality south of Valencia with 9500 inhabitants. The analysis is motivated by making a differentiated use of two types of water available to the municipality.

At present, the municipality obtains its water supply from two sources: an aquifer and the Picassent water treatment plant. The water from the aquifer has levels of nitrates and nitrites that make it unfit for use. This water is then treated and mixed with water from the Picassent treatment plant, which the city council buys from EMSHI. The differential aspect of the proposal lies in not making this mixture and that each of these waters is used for different uses, circulating through separate networks, but running in parallel and is a project that the City Council of Massanassa, the entity responsible for water supply, has been considering for some time.

In order to model the network, AutoCAD plans, supply data and other complementary information will be used to define different parameters of the model. The information has been provided by the Massanassa City Council. The information from the plans will be transferred to an EPANET model and each of its different elements will be characterized. Thus, a model will be obtained with which to study different parameters such as flow at the points of consumption, head losses and service pressures, in order to check the feasibility of a network such as the one proposed.

Finally, the economic feasibility of the project, its installation and commissioning will be compared with the current system. In this way, an approximate idea will be obtained that will allow the City Council to make a decision regarding the execution or not of the project, as well as taking into account considerations and motivations beyond the economic one, such as the increase in the consumption of bottled water if measures are not taken to improve the organoleptic quality of the water in the mouth.

Keywords: hydraulics; supply, supply, supply, water, EPANET

DOCUMENTS

1. MEMÒRIA
2. ANNEXOS
3. PRESSUPOST
4. PLÀNOLS

ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓ..... | 12 |
| 1.1. Justificació..... | 12 |
| 1.2. Finalitat | 12 |
| 1.3. Antecedents..... | 13 |
| 2. DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI | 14 |
| 2.1. Localització geogràfica..... | 14 |
| 2.2. Demografia | 15 |
| 2.3. Problemàtica amb nitrats i nitrats | 16 |
| 3. Descripció de les instal·lacions de subministrament d'aigua..... | 17 |
| 3.1. Pou | 18 |
| 3.2. Dipòsit de compensació..... | 19 |
| 3.3. Aigua comprada en alta | 20 |
| 3.4. Sala de mescla i bombeig..... | 21 |
| 3.5. Canonades | 24 |
| 4. DISSENY DE LA XARXA | 26 |
| 4.1. Punt de partida | 26 |
| 4.2. Epanet..... | 27 |
| 4.2.1. Nusos..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Cota | 31 |
| Demanda | 32 |
| Patró de demanda | 34 |
| 4.2.2. Canonades | 37 |
| 5. SIMULACIONS | 40 |
| 5.1. Diàmetres | 40 |
| 5.2. Bombeig | 42 |
| 5.3. Estudi de viabilitat econòmica | 47 |
| 5.3.1. Costos d'explotació | 47 |
| 5.3.2. Costos d'execució | 51 |
| 5.4. Aprofitament dipòsit de compensació | 52 |
| 6. RESULTATS | 54 |
| 6.1. Diàmetres | 54 |
| 6.2. Pressions | 56 |
| 6.3. Velocitats | 58 |
| 6.4. Pèrdues unitàries | 60 |
| 7. CONCLUSIONS | 61 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 62 |

ÍNDIX DE FIGURES

| | |
|---|----|
| Figura 1. Plànol de la xarxa hidràulica | 13 |
| Figura 2. Horta Sud | 14 |
| Figura 3. Comunitat Valenciana | 14 |
| Figura 4. Terme municipal de Massanassa | 14 |
| Figura 5. Evolució demogràfica recent de Massanassa | 15 |
| Figura 6. Concentració nitrats mes de març 2021 | 16 |
| Figura 7. Detall del complex del pou, sala de mescla i dipòsit d'abastiment | 17 |
| Figura 8. Antic accés públic al pou | 18 |

| | |
|---|----|
| Figura 9. Accés al pou | 18 |
| Figura 10. Sistema de dosificació de NaOCl | 19 |
| Figura 11. D'esquerra a dreta: antic dipòsit de compensació, actual dipòsit | 20 |
| Figura 12. Detall de la conducció d'aigua de Picassent | 21 |
| Figura 13. Sala de mescla | 21 |
| Figura 14. Corba de rendiment de la bomba (Q-H)..... | 22 |
| Figura 15. Corbes de potència i aspiració de la bomba (Q-NSPH) | 22 |
| Figura 16. Volum mesurat dels dos tipus d'aigua, any 2020..... | 23 |
| Figura 17. Esquema sinòptic de la instal·lació..... | 24 |
| Figura 18. Comparació entre SAS.Planet i Google Maps | 26 |
| Figura 19. Imatge satel·litària de Massanassa..... | 27 |
| Figura 20. Comparació longituds Epanet i SAS.Planet | 27 |
| Figura 21. Xarxes d'Epanet amb ramificacions i totalment mallada | 28 |
| Figura 22. Plànol definitiu de la xarxa | 29 |
| Figura 23. Visor del SignA..... | 31 |
| Figura 24. Distribució per barris al nucli urbà | 32 |
| Figura 25. Població per districtes censals..... | 33 |
| Figura 26. Dades període d'abril de 2020 | 36 |
| Figura 27. Patró de demanda a Epanet | 37 |
| Figura 28. Conduccions de polietilè per a ús alimentari | 38 |
| Figura 29. Longituds definitives de les canonades de la xarxa..... | 39 |
| Figura 30. Embassament i punt de connexió a la xarxa | 41 |
| Figura 31. Pressions a la xarxa en primera aproximació del dimensionat | 42 |
| Figura 32. Bomba model Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE - 98453511. | 43 |
| Figura 33. Corba de rendiment, altura i cabal de la bomba instal·lada | 44 |
| Figura 34. Corba de potència de la bomba instal·lada | 44 |
| Figura 35. Definició de la corba de la bomba a Epanet..... | 45 |
| Figura 36. Editor de les lleis de control | 46 |
| Figura 37. Patró de coeficients correctors de velocitat | 47 |
| Figura 38. Distribució períodes abril | 50 |
| Figura 39. Distribució percentual dels capítols del pressupost..... | 51 |
| Figura 40. Diagrama unifilar de la instal·lació | 52 |
| Figura 41. Modelització del dipòsit a Epanet | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 42. Diàmetres definitius de la xarxa | 55 |
| Figura 43. Pressions en el període de major demanda | 56 |
| Figura 44. Situació dels nodes 178, 163 i 77 | 57 |
| Figura 45. Evolució temporal de la pressió als nodes 178, 163 i 77 | 58 |
| Figura 46. Velocitats en el període de major demanda | 59 |
| Figura 47. Pèrdues unitàries en hora punta | 60 |

ÍNDEX DE TAULES

| | |
|--|----|
| Taula 1. Classificació de les canonades de la xarxa actual | 25 |
| Taula 2. Població per districtes censals i barris | 34 |
| Taula 3. Càlcul demanda base | 34 |
| Taula 4. Dades període d'abril de 2020 | 35 |
| Taula 5. Diàmetres utilitzats. Font: catàleg d'AIQSA | 38 |
| Taula 6. Càlcul del cabal màxim de disseny | 43 |
| Taula 7. Coeficients de velocitat relativa de la bomba | 46 |
| Taula 8. Consum energètic diari de la bomba | 49 |
| Taula 9. Consums màxim i total diari | 49 |
| Taula 10. Taula resum de l'increment de potència contractada | 49 |
| Taula 11. Preus tarifa 3.0 TD. Font: Iberdrola | 50 |
| Taula 12. Factura mensual | 50 |
| Taula 13. Diàmetres teòrics necessaris | 59 |

ÍNDEX D'EQUACIONS

| | |
|---|----|
| (1) Equació de Bernoulli | 29 |
| (2) Equació del cabal | 30 |
| (3) Pèrdues primàries o per fricció | 30 |
| (4) Potència bomba centrífuga | 48 |

MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Justificació

La realització d'aquest treball ve motivada per una problemàtica específica que es dona al municipi de Massanassa, València. En aquesta localitat, l'aigua potable de què fa ús la població prové de dos orígens diferenciats. Una d'aquestes fonts presenta un problema de salubritat per una concentració excessiva de nitrats. Des del propi Ajuntament de Massanassa, gestor del servei de subministrament, es vol explorar la possibilitat d'oferir un servei de distribució d'aigua de boca exclusiu per a cuina i beguda, que discórrega de manera paral·lela a l'actual, i deixar la xarxa actual per a la resta d'usos habituals.

Així mateix, un subministrament d'aigua potable d'alta qualitat directament a les vivendes del municipi suposaria una disminució en el consum d'aigua embotellada, amb la conseqüència derivada d'un menor ús de recipients plàstics per al seu transport i distribució. Addicionalment, es produiria una millora en les qualitats organolèptiques de l'aigua que consumeix la població, aspecte a millorar segons ha expressat la població al consistori. En total, aquesta actuació presentaria, a ulls de l'ajuntament, una millora en la qualitat de vida dels habitants.

Aquest treball s'alinea amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) establerts per l'Organització de les Nacions Unides (ONU). Principalment, el número 6 (Aigua neta i sanejament), així com el 3 (Salut i benestar) i l'11 (Ciutats i comunitats sostenibles).

1.2. Finalitat

El següent treball fi de grau exposa l'anàlisi de viabilitat d'una xarxa de subministrament d'aigua potable a la població de Massanassa (València). En concret, es pretén dissenyar una xarxa que, amb un traçat paral·lel a l'actual, subministre aigua potable a la població. L'actual xarxa quedarà encarregada de la resta d'usos, responsables de la gran majoria de volum subministrat.

Mitjançant aquest treball, es busca oferir al personal de l'administració municipal la informació tècnica necessària per valorar la viabilitat d'una possible actuació de manera fonamentada. D'aquesta manera, s'intenta facilitar la presa de decisions en relació a modificacions en la xarxa, i el bon aprofitament dels recursos naturals en un entorn amb cert estrès hídric com és el territori valencià.

En concret, es busca la consecució dels següents objectius específics:

- Definició de la problemàtica relativa que impulsa aquest estudi
- Anàlisi el funcionament de la xarxa actual, els seus components i sistema de funcionament
- Estudi dels hàbits de consum de la població
- Disseny de la xarxa en EPANET i simulació
- Avaluació dels resultats i les variables hidràuliques obtingudes

1.3. Antecedents

El servei de subministrament d'aigua el gestiona el propi Ajuntament de Massanassa. Actualment disposa d'un plànol de general i de detall de la xarxa actual, així com del seguiment de diverses variables per a fer un seguiment del seu correcte funcionament. És gràcies a aquestes dades, cedides per l'ajuntament, amb què s'ha elaborat aquest treball. Tot i això, el sistema actual presenta mancances que no han sigut estudiades en profunditat.



Figura 1. Plànol de la xarxa hidràulica. Font: Ajuntament de Massanassa

Es pot observar a la Figura 1 que la quasi totalitat de la xarxa està constituïda per una xarxa mallada. Aquest tipus de distribució presenta més avantatges que la ramificada: en cas d'avaría l'aigua pot seguir arribant als punts de consum; l'aigua no es queda estancada durant llarg períodes, la qual cosa podria portar a problemes de salubritat; en cas de sobrecàrrega es pot assegurar un suficient abastiment als punts més exigents. D'altra banda, una xarxa mallada resulta més costosa des del punt de vista econòmic, ja que tots els seus punts de consum han d'estar interconnectats. No obstant això, es poden observar certes ramificacions. En cas, d'avaría, aquest sector de la població quedaria sense servei de subministrament. Convindria, per tant, tancar la xarxa i convertir-la totalment en mallada. Aquest és un tema, però, que queda fora de l'abast d'aquest treball.

L'obtenció de les característiques de funcionament de la xarxa (demandes, nivell de contaminants, volum injectat), proporcionades pel Consistori, corresponen a l'any 2020. Aquest és l'últim any amb un registre complet i, per tant, permet extraure un model el més fidedigne possible al ser el més recent. Addicionalment, s'ha comptat amb l'ajuda i assessorament de l'Arquitecte Municipal, així com del l'Enginyer Tècnic Industrial encarregat de la xarxa, per poder obtenir la major comprensió del funcionament de la instal·lació i les seues necessitats i carències.

2. DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI

2.1. Localització geogràfica



Figura 3. Comunitat Valenciana. Wikimedia Commons



Figura 2. Horta Sud. Wikimedia Commons

Massanassa és un municipi de l'Horta Sud de la província de València, Comunitat Valenciana. Limita amb les poblacions de Alfafar, Paiporta, Catarroja i la ciutat de València. El terme municipal té una extensió de 5,6 km², dels quals la major corresponen a camps de cultius, dins de l'entorn del Parc Natural de l'Albufera. Dels 211 km² del Parc Natural, uns 5 km² corresponen a Massanassa. Aquest treball se centrarà en la zona del nucli urbà, amb una extensió de 0,57 km².



Figura 4. Terme municipal de Massanassa. Generalitat Valenciana

Segons l'Institut Geogràfic Nacional, la població es troba a una altura de 14m per sobre del nivell del mar. No obstant això, hi ha xicotetes variacions de les qual es parlarà més endavant en el modelat de la xarxa.

2.2. Demografia

Segons les dades de l'Institut Nacional d'Estadística, la població de Massanassa durant el 2020 ascendeix a 9782 habitants. Considerant l'àrea del terme municipal, la densitat demogràfica resulta en 1746,79 hab/km², una densitat relativament alta. Aquest càlcul s'ha fet tenint en compte l'àrea de tot el terme, que inclou el polígon industrial i la zona de cultius corresponent al Parc Natural de l'Albufera.

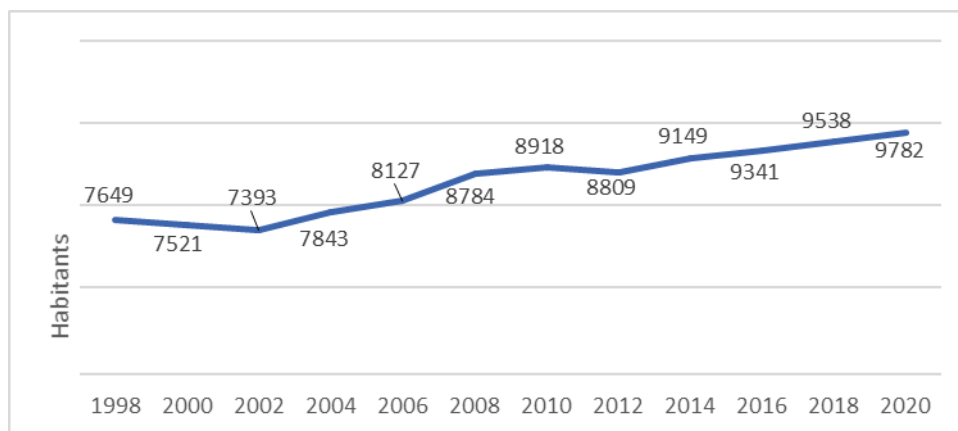


Figura 5. Evolució demogràfica recent de Massanassa. Institut Nacional d'Estadística

Si es repeteix el càlcul tenint en compte únicament el nucli urbà, on resideix la pràctica totalitat de la població, la densitat demogràfica arriba als 17467,86 hab/km², un nombre que ja entra dins la consideració d'alta densitat.

L'evolució demogràfica ha seguit una clara línia ascendent des de que hi ha registres, com es pot apreciar a la Figura 5. Aquest fenomen es pot explicar per la tendència que s'adverteix en els últims temps de despoblació rural i migració d'aquesta cap a les ciutats. Sent València un nucli dinamitzador de l'economia com a tercera ciutat del país en nombre d'habitants, l'aparició de ciutats dormitori en la seua àrea metropolitana es produeix a resultes del mencionat despoblament rural.

2.3. Problemàtica amb nitrats i nitrats

L'aigua que circula per la xarxa actual s'obté de dos fonts: d'un aqüífer a través d'un pou i de la que proporciona la depuradora de Picassent, que l'Ajuntament adquireix en alta a través de l'EMSHI (Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics). La provinent de Picassent es troba dins dels límits marcats per la legislació. No és el cas de la que s'extrau del pou.

Segons la Directiva 75/440/CEE, relativa a la qualitat requerida per a les aigües superficials destinades a la producció d'aigua potable, s'estableix el límit de concentració de nitrats en 50mg/L. Addicionalment, en conformitat amb el Reial Decret 261/1996, sobre la protecció de les aigües contra la contaminació produïda pels nitrats procedents de fonts agràries, el valor màxim d'aquests és de 50mg/L. Com es pot apreciar a la Figura 6, l'aigua extreta del pou no compleix, en primera instància, amb aquests límits. Així doncs, s'utilitza l'aigua de Picassent per rebaixar la quantitat de mg/L de nitrats en l'aigua distribuïda mesclant-la amb la del pou.

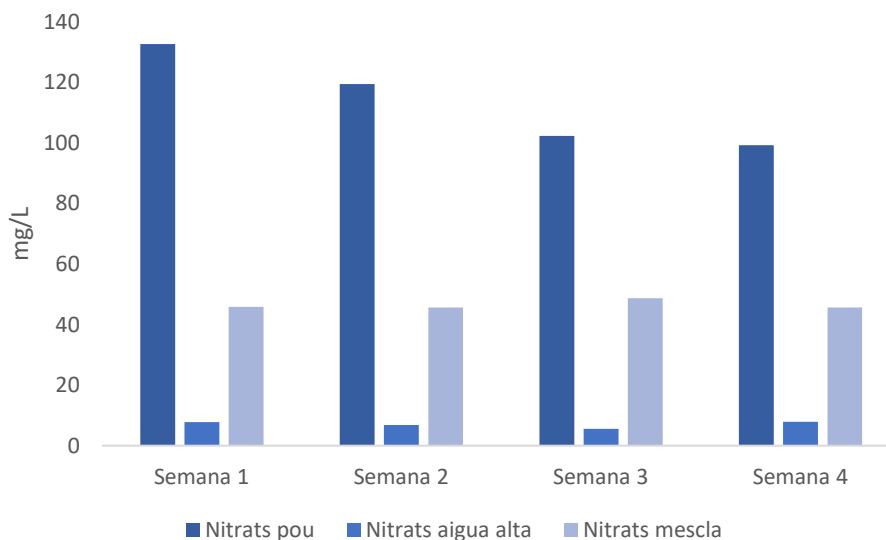


Figura 6. Concentració nitrats mes de març 2021

La presència d'aquests nivells tan elevats té el seu origen en l'ampli ús de fertilitzants en les terres de cultiu que es fa actualment. Els nitrats, amb fórmula genèrica NO_3^- , són una font de nitrogen. Aquest nutrient és essencial per al metabolisme de les plantes, ja que els permet la formació de àcids nucleics (ADN i ARN) i proteïnes. A causa de la seua naturalesa soluble, tot i que és un avantatge de cara a l'absorció per part dels cultius, implica que es filtra a les aigües subterrànies, que a la seua vegada poden arribar a contaminar masses d'aigua com rius, llacs, el mar o aqüífers, que és el cas que ens ocupa. L'excés de nitrogen a l'aigua pot provocar un fenomen conegut com eutrofització, caracteritzat per una proliferació excessiva de espècies orgàniques. En espais naturals, açò pot comportar explosions de creixement d'organismes oportunistes, amb el consegüent desequilibri que suposa per a l'ecosistema. És per aquesta raó que es tracta aquesta aigua amb hipoclorit de sodi (NaOCl), un agent utilitzat de manera habitual per desinfectar l'aigua.

En persones, es produeix un augment en la quantitat de metahemoglobina. Aquest tipus d'hemoglobina modificada es caracteritza per ser incapaç de fixar oxigen, la qual cosa provoca una falta d'aquest en els teixits del cos. Els efectes es manifesten en forma de cianosi, associada a un color blavós de la pell, indicatiu de la falta d'oxigen. Si bé els efectes que pot causar una ingesta massiva de nitrats no sol arribar a ser particularment greu en adults, autoritats sanitàries com l'Agència Espanyola de Salut Alimentària i Nutrició (AESAN) no recomanen superar una ingesta major a 35 g/dia per als infants menors a 12 mesos. És per les raons exposades que resulta convenient mantenir controlat el nivell d'aquests compostos, pel bé de l'entorn, la salut de la població i per descomptat, el compliment de la legislació vigent.

3. DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE SUBMINISTRAMENT D'AIGUA

Com s'ha exposat anteriorment, l'aigua s'obté, per una banda, d'un pou situat a la Plaça de l'Ajuntament, i per l'altra, és comprada en alta a l'EMSHI, provinent de la depuradora de Picassent. En la pròpia plaça hi ha una xicotet complex on es realitzen totes les preparacions necessàries per a la distribució d'aigua potable.



Figura 7. Detall del complex del pou, sala de mescla i dipòsit d'abastiment

En aquest complex es pot trobar l'edifici on es troba el pou, la bomba que extrau l'aigua, el grup elèctric encarregat del seu funcionament, el dipòsit de compensació i la sala de mescla.

3.1. Pou

L'enclavament del pou no ha canviat des de la seua primera perforació. És per aquesta raó que dins de l'edifici que el conté es pot trobar el grup elèctric que controla tot el sistema de bombeig i impulsió. Del pou només s'extrau aigua quan el nivell d'aigua al dipòsit de compensació baixa d'un cert nivell.



Figura 8. Antic accés públic al pou

La primera perforació del pou es va practicar al 1928, a una profunditat de 184m. En aquesta època, el pou era capaç de subministrar fins a 650 litres per minut. Més endavant, al 1962, es va practicar una segona perforació fins als 188m. Segons expressa la Figura 8, la capacitat del pou era considerada com a *cabal inesgotable*. No hi ha registres oficials d'aquesta època, però segons l'INE, la població en aquest any es trobava al voltant de les 5100 persones, la meitat que les actuals. Aquesta situació, lligada a un



Figura 9. Accés al pou, habitualment tapiat

consum menor d'aigua al que es fa actualment, resulta en que el pou era més que capaç d'abastir les necessitats de la població.

D'altra banda, els requeriments de qualitat d'aigües vists anteriorment, en particular la Directiva 75/440/CEE, data del 16 de juny de 1975. Per aquesta raó, fins aquell moment, no existia l'obligació de tractar l'aigua destinada a consum humà, i més encara quan el Decret Reial data de 1996.

A sota l'antic dipòsit de compensació s'ha acomodat una sala per al mostreig i control de la qualitat de l'aigua. A dia de hui, l'antic dipòsit de compensació no té cap ús. En una xicoteta construcció adjacent, s'hi troba una sala on s'injecta l'hipoclorit de sodi a l'aigua que s'extrau del pou. Aquesta aigua és directament impulsada al dipòsit de compensació, on es deixa actuar la mescla. Encarregats de la dosificació de l'hipoclorit de sodi, hi ha un parell de sensors encarregats de mesurar la quantitat de nitrats a l'aigua, i d'administrar la quantitat corresponent del químic, tal com s'aprecia en la Figura 10.



Figura 10. Sistema de dosificació de NaOCl

3.2. Dipòsit de compensació

Com ja s'ha comentat anteriorment, al costat de l'antic dipòsit de compensació s'hi ha construït un de nou. La nova estructura té 27 metres d'altura i un diàmetre de 7 metres. La part encarregada d'emmagatzemar l'aigua va dels 20 metres fins als 26 metres. Per motius operatius, hi ha dues boies: una a 21 metres i una altra a 25 metres sobre la base de l'estructura. Aquestes boies són les que fan que la bomba comence a impulsar aigua des del pou, delimitant la capacitat màxima i mínima del dipòsit.

L'emmagatzematge d'aigua, però, no es fa servir per a un ús convencional d'acumular aigua per a injectar-lo en la xarxa quan baixa la pressió. En aquest cas, la principal utilitat del dipòsit és permetre que l'aigua provinent del pou, rebaixi la seua quantitat de nitrats gràcies a l'actuació de l'hipoclorit de sodi. Aquest agent s'injecta directament en la canonada que extrau aigua del pou.

Del dipòsit ixen dues conduccions, una d'entrada i l'altra d'eixida. Cadascuna d'aquestes connexions discorre junt a un dels pilars de suport de l'estructura.



Figura 11. D'esquerra a dreta: antic dipòsit de compensació, actual dipòsit

3.3. Aigua comprada en alta

Altrament, l'aigua provinent de Picassent arriba a la població a través d'una conducció de 968 metres i DN 250. Aquesta conducció travessa tot el municipi, com s'aprecia en la Figura 12. És només en un punt, en la sala de mescla, on només subministra aigua. Aquest abastiment arriba a través d'una derivació de 54,5 metres i DN 200 des de la canonada fins a la sala de mescla.

L'aigua que circula per aquesta conducció prové de la planta de tractament d'aigua situada a Picassent. Aquesta aigua compleix amb tots els requisits químics establerts per la legislació vigent exposats en l'apartat 2.3. Conseqüentment, els nivells de nitrats que s'observen a l'aigua són especialment reduïts, com indica la Figura 6. És per aquesta raó que l'aigua provinent de la planta de Picassent no rep cap tractament addicional i s'injecta directament a la xarxa, prèviament mesclada amb la del pou.

Aquesta conducció subministra l'aigua a una pressió d'uns 25 mca. Açò és, abans del grup de bombeig, el qual aplica un augment de pressió al sistema per tal que arribe als punts de consum amb les suficients garanties per proporcionar un servei adequat.



Figura 12. Detall de la conducció d'aigua de Picassent

3.4. Sala de mescla i bombeig

Entre l'espai que deixen ambdós dipòsits, hi ha una habitació on es troba la sala de mescla. En aquesta sala (Figura 13) s'hi troben les dos bombes idèntiques, responsables de la impulsió de l'aigua, així com del sistema que controla la dosificació de les aigües de diferent procedència, i adapta el subministrament d'aigua a la demanda de la xarxa. Es tracta de dos bombes Grundfos CR 64-2 A-F-A-E-HQQE, les quals treballen en paral·lel, a nivell de terra.



Figura 13. Sala de mescla

En la Figura 14 es mostra el seu full de característiques, representada mitjançant una paràbola decreixent H-Q i el punt de funcionament on treballa la bomba. A través d'elles, s'observa que la bomba ofereix una altura de 44,74 mca per a un cabal de 65,03 m³/h amb un rendiment del 77,9%.

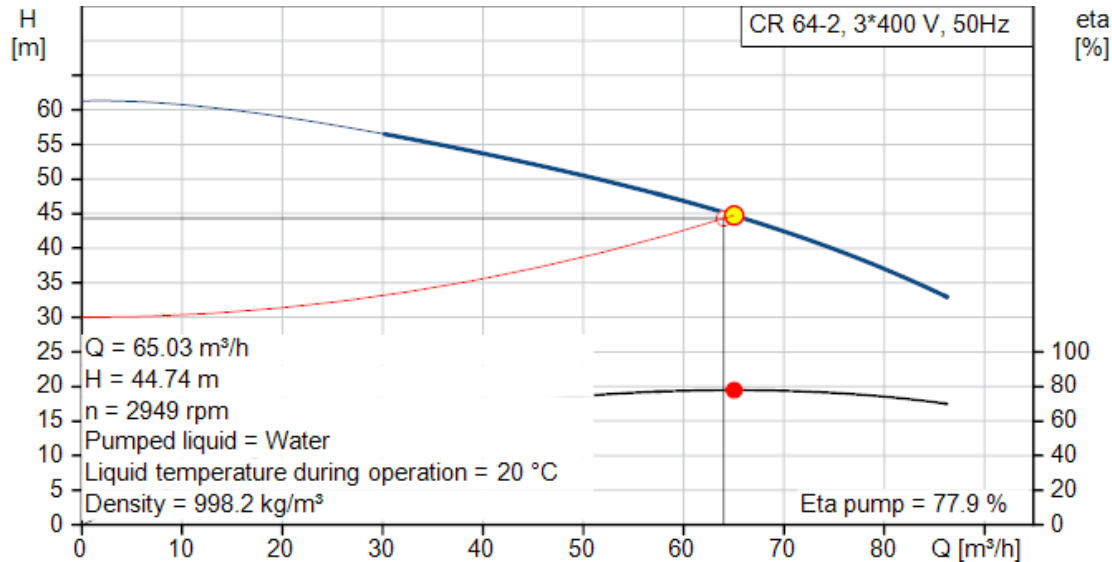


Figura 14. Corba de rendiment de la bomba (Q-H). Font: Grundfos

D'altra banda, està disponible la corba de potència de la bomba i la corba de NSPH. Gràcies a aquest últim paràmetre, el NSPH (*Net Positive Suction Head*) permet conèixer en quines condicions la bomba començarà a cavitat, que serà quan la pressió en algun punt de la xarxa siga menor que la pressió de vapor de l'aigua. Per a aquest cas, el NSPH mínima de les dues bombes de la instal·lació que requereixen les bombes per a evitar la cavitació és de 3,31 mca. Aquest valor haurà de ser sempre menor que la NSPH disponible en la totalitat de la instal·lació.

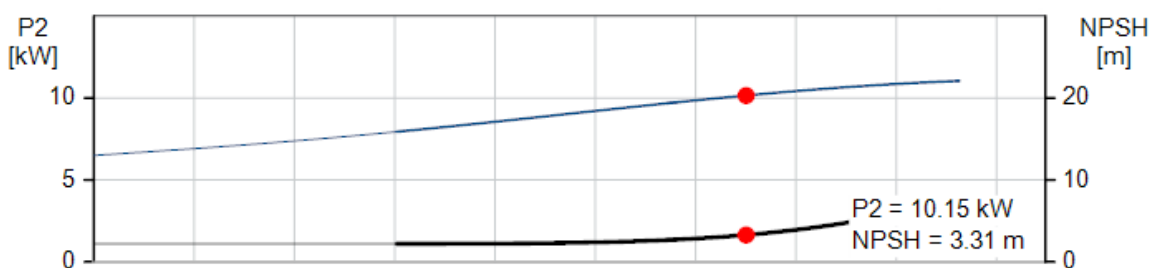


Figura 15. Corbes de potència i aspiració de la bomba (Q-NSPH). Font: Grundfos

Adicionalment, es coneix la quantitat i per tant, la proporció d'aigua d'ambdues procedències. La Figura 16 mostra com, durant l'any 2020, la quantitat d'aigua comprada a l'EMSHI sempre fou superior a l'extreta del pou. Concretament, es van comprar 18,96 hm³, els quals representen el 57,57% del total de l'aigua que va passar pel comptador corresponent. El 42,43% restant, és l'aigua impulsada des del pou, resultant en 13,97 hm³.

Cal remarcar que aquestes quantitats són les mesurades des del punt més pròxim a l'obtenció de sengles aigües, i no es corresponen al volum facturat als abonats a causa de les pèrdues de la instal·lació.

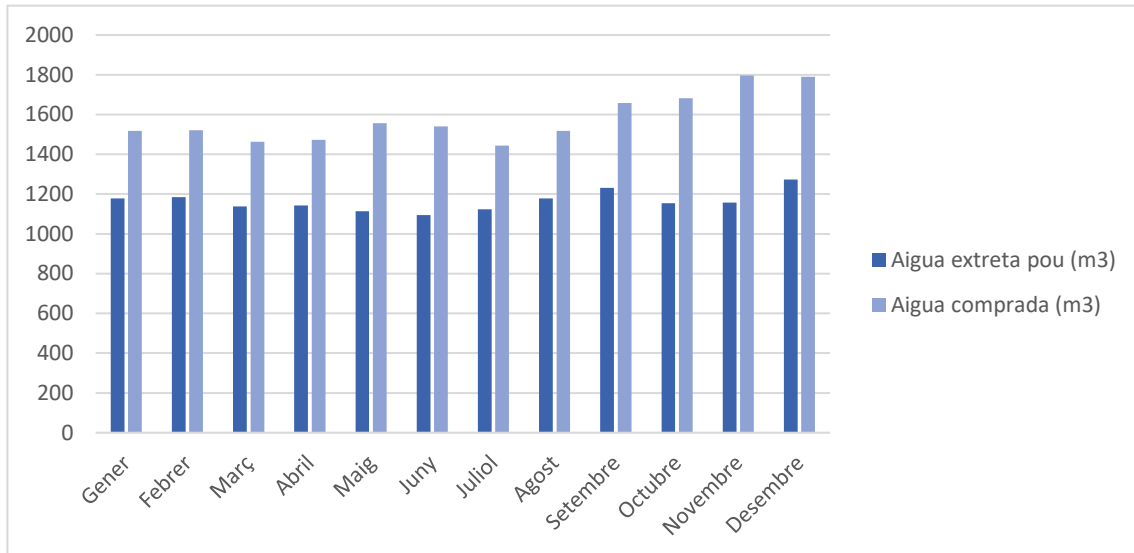


Figura 16. Volum mesurat dels dos tipus d'aigua, any 2020

Per tal de mesclar de manera adequada ambdues aigües, la instal·lació compta amb una vàlvula d'èmbol. Les vàlvules d'èmbol garanteixen un rendiment fiable: els seu disseny equilibrat permet suportar pics de pressió, a la vegada que poder regular la seua obertura de manera automatitzada. L'automatització corre a càrrec d'un autòmat que, en funció de la quantitat de nitrats mesurats una vegada feta la mescla i la demanda de la xarxa, controla els diferents elements comentats anteriorment.

La Figura 17 mostra un esquema sinòptic de la instal·lació, el qual s'utilitza per part del personal de l'ajuntament per a monitorar el funcionament del sistema. Tot i que hi haja quatre bombes representades, només hi ha instal·lades i en funcionament dues. S'observa que en l'instant de la captura, ambdues bombes estaven en funcionament, i la vàlvula d'èmbol estava oberta al 87,33% de la seua capacitat, sent el 100% completament oberta. Per la conducció de l'esquerra arriba l'aigua comprada a l'EMSHI, passa per la bomba de l'esquerra i després per la vàlvula d'èmbol. A partir d'aquest punt, les dues aigües ja s'han mesclat. L'aigua provinent del dipòsit entra per sota de la bomba de la dreta, que proporciona pressió per tal que no hi haja corrent de retorn al dipòsit. A partir d'aquest punt, en el qual la mescla ja s'ha produït, hi ha un manòmetre i un sensor per analitzar les variables químiques, i l'aigua ix de la sala per a ser distribuïda per la població. S'han inserit fletxes en la Figura 17 per facilitar la comprensió de la circulació de l'aigua.

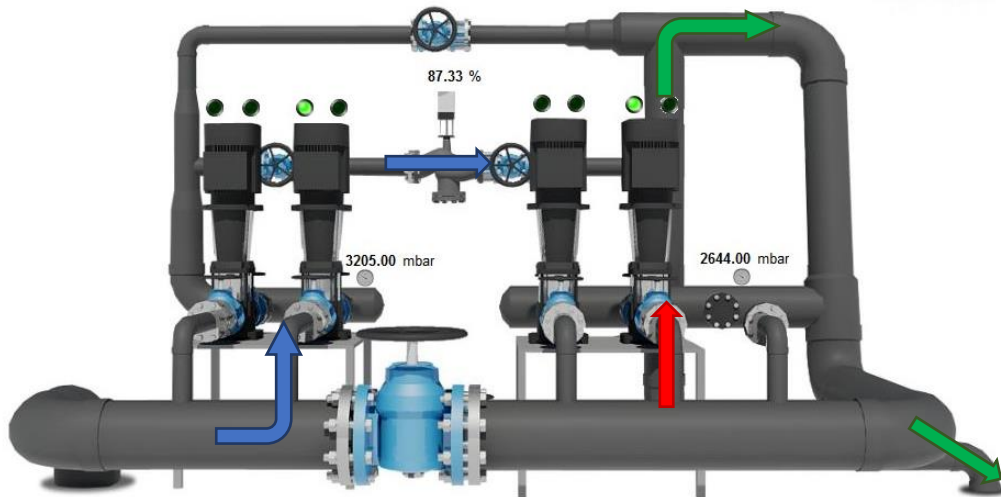


Figura 17. Esquema sinòptic de la instal·lació. En blau, l'aigua de Picassent; en roig, la del pou; en verd, l'aigua mesclada

Per últim, cal mencionar la vàlvula de cuny en color blau de la Figura 17. Es tracta d'una vàlvula de *bypass* d'accionament manual que permet fer ús de l'aigua de Picassent en cas de per qualsevol eventualitat, no es puga disposar de l'aigua del pou.

3.5. Canonades

Una vegada l'aigua ha sigut mesclada i eixit de la sala de mescla, és el moment en què les canonades han de transportar l'aigua fins als punts de consum. Són el principal element a tenir en compte a l'hora de fer actuacions en la xarxa, raó per la qual es pot observar una quantitat i diversitat notable d'elles.

La xarxa de Massanassa està composta per canonades de diferents materials i diàmetres, i suma un total de quasi 27 km de canonades. Encara que quasi la meitat de la xarxa estiga conformada per canonades de fibrociment (el 48,1%, concretament), des de l'ajuntament s'aprofita cada intervenció que permet l'accés a les canonades per renovar aquestes per les seves contraparts de polietilè. La tria d'aquests materials té el seu origen en una ordre ministerial del 7 de desembre del 2001. Aquesta ordre posa limitacions a la comercialització i ús de certs productes vinculats al fibrociment. Es posa èmfasi en que el risc esdevé en la producció i manipulació del material. No obstant això, "estudis epidemiològics no mostren evidències de la carcinogenicitat de l'amiant ingerit" (Organització Mundial de la Salut, 2011). A aquestes guies se sumen la Directiva 98/83/CE i la seua posterior modificació 1787/2015, en les quals no es fixa cap límit a la presència de fibres d'amiant en l'aigua ni la necessitat de controlar-ho. A pesar de tot, la tendència general és substituir-les per altres materials més moderns com el polietilè.

El polietilè és un material molt més manipulable, lleuger i accessible, a diferència del fibrociment. Aquestes característiques, unides a unes bones característiques mecàniques i resistència a corrosió i a diferents agents químics, el fan un candidat ideal per a conformar l'entramat d'una xarxa de distribució

hidràulica. A sobre, el polietilè compta amb un factor de fricció baix, la qual cosa permet reduir les pèrdues de càrrega de la instal·lació, augmentant la seua eficiència.

És per les raons esmentades que el polietilè s'ha fet lloc a la xarxa d'abastiment amb un 51,9% del total de la longitud. A la Taula 1 es troben recopilades les diferents longituds de cada diàmetre que es poden trobar a la xarxa, separades pel seu material.

| Fibrociment | | Polietilè | |
|--------------------------|----------------|------------------|----------------|
| Diàmetre nominal | Longitud (m) | Diàmetre nominal | Longitud (m) |
| 50 | 8208,8 | 32 | 38,2 |
| 60 | 216,9 | 40 | 171,5 |
| 80 | 2744,2 | 50 | 1591,7 |
| 100 | 1383,7 | 63 | 766,3 |
| 150 | 410,4 | 75 | 333,7 |
| | | 90 | 8810,0 |
| | | 110 | 848,0 |
| | | 125 | 625,5 |
| | | 160 | 290,5 |
| Longitud Tot. (m) | 12964,1 | | 13475,4 |
| Total (m) | | | 26950,7 |

Taula 1. Classificació de les canonades de la xarxa actual

4. DISSENY DE LA XARXA

4.1. Punt de partida

Com s'ha comentat anteriorment, de la gestió de subministrament d'aigua potable en Massanassa s'encarrega el propi ajuntament. És per açò que el plànol de la xarxa hidràulica fou proporcionat pel consistori, i és el primer punt des d'on s'ha començat a desenvolupar el model hidràulic de la xarxa.

El plànol, representat a la Figura 1, està conformat per una multitud de capes que en un principi s'haurien de correspondre al diàmetre i material de cada canonada. Tanmateix, el plànol data del 2011 i s'hi han anat fent modificacions a mesura que es feien actuacions sobre la pròpia xarxa. És per aquesta raó, unida a una densitat excessiva d'informació del plànol, que s'ha optat per, tot prenent el plànol de l'ajuntament com a referència, crear un de nou. Sí s'ha utilitzat el plànol per a l'elaboració dels apartats 3.3. i el 3.5., com s'ha pogut comprovar.

Amb aquesta finalitat, s'ha utilitzat el programa de programari lliure SAS.Planet. El motiu de l'elecció d'aquest, és la capacitat de descàrrega d'imatges en alta resolució i un considerable contrast, superior a la de programes com Google Maps i Google Earth, com es pot comprovar a la Figura 18. També cal destacar la capacitat de triar els satèl·lits a partir dels quals visualitzar i descarregar la informació cartogràfica desitjada. Aquestes utilitats són de prou importància ja que, durant la confecció de la xarxa s'han detectat certs carrers que donada l'antiguitat del casc antic, d'angostos i estrets, resulten difícils d'identificar.



Figura 18. Comparació entre SAS.Planet (esquerra) i Google Maps (dreta)

Amb tot, la Figura 19 és la imatge satel·litària resultant, obtinguda dels servidors de satèl·lit de Bing. La seua utilitat real es fa palesa quan es fa zoom sobre una àrea determinada, gràcies a la seua alta resolució i detall.



Figura 19. Imatge satel·litària de Massanassa

4.2. Epanet

Per tal de dissenyar la xarxa, s'ha d'utilitzar un programa que permeta realitzar una anàlisi dinàmica. El programa escollit ha sigut Epanet en la seua versió 2.0, amb el qual s'ha dibuixat el recorregut de la xarxa i configurat els diferents paràmetres per a la simulació del model.

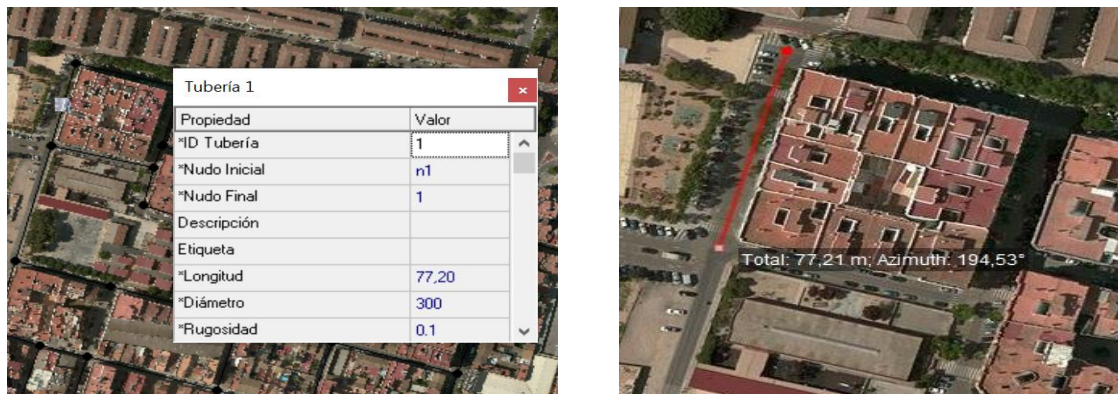


Figura 20. Comparació longituds Epanet (esquerra) i SAS.Planet (dreta)

El primer pas per a dissenyar una xarxa a Epanet és introduir el seu traçat. Per tal de poder ajustar la xarxa a la distribució urbanística de Massanassa, s'ha buscat que les longituds de les conduccions tinguen la mateixa llargària que a la realitat. La imatge amb què s'ha treballat ha sigut la Figura 19. El es pot observar a la Figura 20, on es compara la longitud de la via obtinguda amb SAS.Planet amb la d'Epanet.

Amb la Figura 1 com a referència, s'ha recreat el plànol de la xarxa que mostra la Figura 21. Tot i ser una còpia quasi exacta del plànol proporcionat per l'ajuntament, es pot observar que té algunes

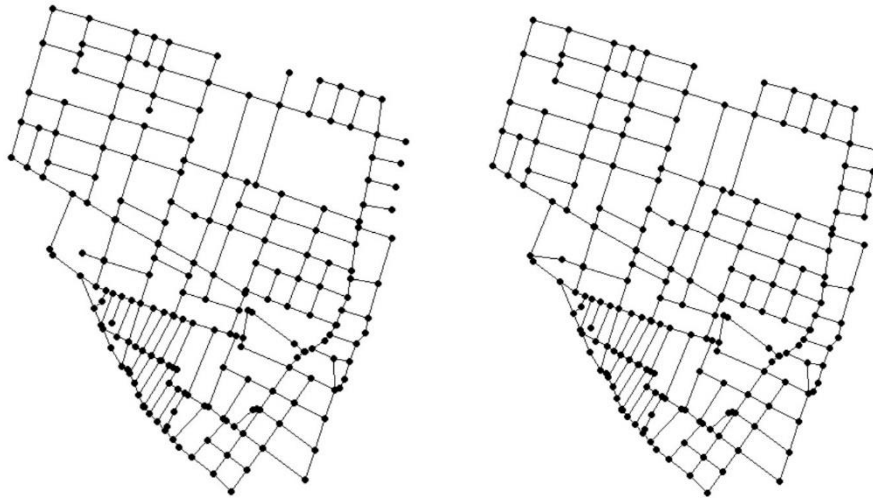


Figura 21. Xarxes d'Epanet amb ramificacions (esquerra) i totalment mallada (dreta)

carències. La més important és el fet que hi ha ramificacions que no resulten favorables des del punt de vista de la seguretat quant a l'abastiment d'aigua. Com s'ha comentat a l'apartat 1.3., les xarxes mallades presenten una sèrie d'avantatges que les fan preferibles front a les ramificades. Per aquesta raó, s'han fet una sèrie de canvis consistents en tancar la xarxa de manera que no hi haja cap punt amb una única canonada que el connecte a la resta de la xarxa. La diferència entre ambdues versions està representada a la Figura 21.

Una vegada tancada la xarxa, encara queda un aspecte per resoldre. Es pot observar una densitat alta de nodes de consum en la zona que es correspon al casc antic. Es fa menester reduir el número de nodes en aquesta zona per dues raons:

- Per ser aquest treball una aproximació a la realitat per no tindre informació respecte a les escomeses on es connecten els abonats a la xarxa, no és representatiu tal quantitat de nodes de consum en aquesta zona. Com es vorà més endavant, la densitat poblacional de la zona és baixa, ja que en aquesta zona del casc antic, l'altura dels edificis és menor i contenen un menor nombre d'habitants.
- Com la zona es correspon al casc antic de la població, resultaria convenient realitzar el menor nombre d'actuacions, donada la naturalesa del edificis de la zona. Addicionalment, com els carrers són particularment angosts, aquest seria un factor afegit a la dificultat de realitzar actuacions per a la instal·lació del sistema.

Amb tot, s'ha elaborat un nou mapa de la xarxa amb un nombre menor de nodes en la zona mencionada. El resultat es mostra a la Figura 22, sent la versió definitiva de la xarxa de què s'ha fet ús en la simulació. Es tracta d'una xarxa amb 178 nodes i 293 canonades.

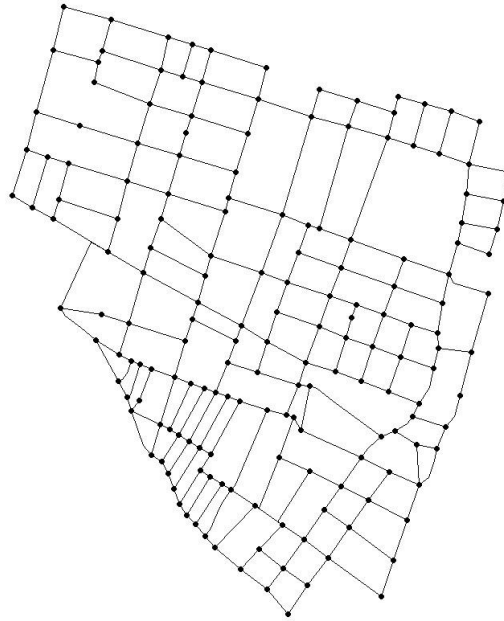


Figura 22. Plànol definitiu de la xarxa

4.2.1. Nusos

Els nusos són els punts concurrents de dos o més canonades. El model presentat té 178 nusos, tal com mostra la Figura 22. Cadascun d'aquests punts queda definit físicament per l'equació de Bernoulli (1). Aquesta fórmula dona la magnitud d'energia d'un fluid en metres de columna de fluid. En aquest cas, en metres de columna d'aigua, una vegada s'ha substituït la densitat pel seu valor corresponent. Així doncs, la forma que adopta la igualtat presentada té tres components:

- Cinètica: és l'energia causada per la velocitat que porta el fluid.
- Geomètrica: és l'energia generada per l'altura o cota que tinga el fluid.
- De pressió: l'energia que conté el fluid per la pressió que té.

$$H = \frac{v^2}{2g} + z + \frac{P}{\rho g} \quad [\text{mca}] \quad (1)$$

L'expressió es deriva de les equacions de Navier-Stokes, i en la forma en què s'ha expressat, assumeix fluid barotròpic (varia la densitat si varia la pressió) i viscositat nul·la ($\mu=0$). Addicionalment, s'ha

considerat flux estacionari, és a dir, sense variació en el temps; i irrotacional, que significa que la distribució de les tres components de la velocitat queda determinada per un únic escalar.

A través de la fórmula (2), es comprova que la velocitat és funció de l'àrea de la conducció i el cabal de fluid que circula per aquesta. El rang de velocitats recomanat per a conduccions a pressió és d'entre 0,5 m/s i 2,5 m/s. Per sota d'aquests valors es corre el risc de que no es produïska una circulació adequada i l'aigua quede estancada. Per damunt, les altes velocitats poden propiciar pèrdues de pressió.

$$Q = v \cdot A \quad [m^3/s] \quad (2)$$

Adicionalment, un altre indicador a tindre en compte en el dimensionat són les pèrdues per fricció. Les pèrdues per fricció o primàries, "es produeixen pel contacte del fluid amb la canonada, fregament d'unes capes de fluid amb altres (règim laminar) o de les partícules de fluid entre elles (règim turbulent)" (Mataix, 1982). Aquest terme, quan s'introdueix a l'equació de Bernoulli, ho fa restant l'altura del punt calculat. Per fer-se una idea de la influència del diàmetre en aquest indicador, l'equació (3) ho defineix. Es tracta de l'equació empírica de Darcy-Weisbach:

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \quad [mca] \quad (3)$$

En la qual, les seues components són:

hf: pèrdua de càrrega a causa de la fricció [metres columna d'aigua]

f: factor de fricció de Darcy [adimensional]

L: longitud de la canonada [m]

D: diàmetre de la conducció [m]

v: velocitat mitjana del fluid [m/s]

g: acceleració de la gravetat [m/s²]

Amb una breu anàlisi de l'equació, es comprova la gran influència que té el diàmetre de la canonada en les pèrdues de fricció o primàries. Si es produeix un augment del diàmetre, les pèrdues augmentaran significativament. Per contra, si es fa ús de diàmetres amb valors menors, es produirà una disminució. Així doncs, el disseny de la xarxa queda fortament influenciat per aquest valor, ja que tot i utilitzar diàmetres de gran dimensió fa que les pèrdues de fricció disminuïsqen, açò suposa un major cost per a la xarxa.

Per últim, es considera la longitud de la canonada com a factor d'influència en el dimensionat. S'observa que, tot i ser també influent en el valor de les pèrdues de càrrega, no té la mateixa dimensió que el cabal o el diàmetre.

A Epanet, una connexió o node queda completament definit quan es coneix la seua coordenada X i Y, l'elevació, la demanda base i el patró de demanda. Les coordenades ja han quedat especificades anteriorment amb la definició del traçat de la xarxa. Hi ha més paràmetres per assignar a un node, però no resulten fonamentals i queden fora de l'abast del treball. En els següents subapartats es concreta com s'han obtingut els diferents paràmetres.

Cota

La cota és la magnitud associada a l'energia potencial d'un punt, que ve donada per l'elevació geogràfica del mateix. Per tal d'introduir aquesta variable al model, s'ha recorregut al visor topogràfic del Sistema de Informació Topogràfica Nacional (SignA), pertanyent a l'Institut Geogràfic Nacional (IGN). Aquest visor té una funcionalitat la qual permet visualitzar l'altura topogràfica de cada coordenada del mapa, com mostra la Figura 23.

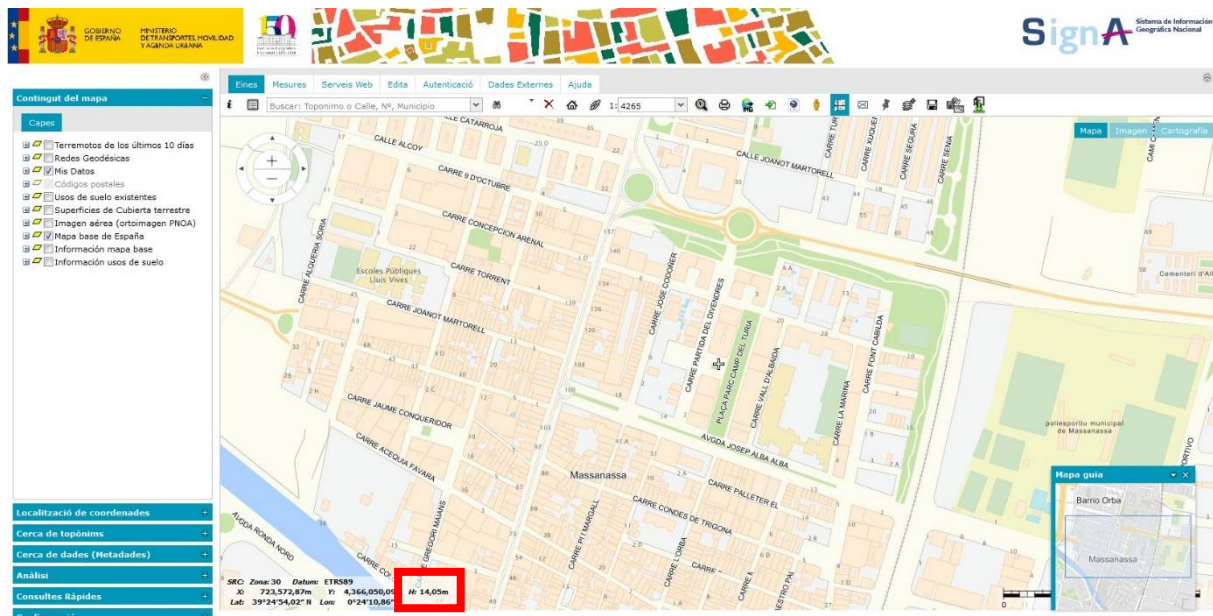


Figura 23. Visor del SignA. En el requadre roig, l'altura d'una coordenada

Escombrant tota la zona del nucli urbà de la població, s'ha comprovat com no hi ha grans diferències de cota entre les diferents zones. El punt més alt és de 14,18 metres i el més baix, de 10,36 metres. Els valors que habitualment es tracten en instal·lacions hidràuliques se solen moure en les desenes de metres per a que siguin significatius. Així doncs, es considera que la diferència de cotes entre els nodes de la instal·lació és menyspreable. Per tant, es pren l'altura de tots els nodes de consum a una cota de 14 metres, ja que aquest és el cas menys favorable.

Demanda

La demanda és el “volum d'aigua, en quantitat i qualitat, que els usuaris estan disposats a adquirir per satisfer un determinat objectiu de producció o consum” (Reial Decret 907/2007). Per obtenir la demanda dels punts de consum, s'han contemplat diverses opcions:

1. A través dels consums registrats en la sala de mescla, obtenir una mitjana del consum per habitant i dia. A aquest nombre, aplicar-li un percentatge que es corresponga a l'aigua utilitzada per a beure i cuinar.
2. Fent ús dels consums registrats en els comptadors situats en les entrades dels edificis, calcular el mateix indicador que a l'opció 1. Aquesta xifra és menor que la de l'opció anterior a causa de les pèrdues inherents a qualsevol instal·lació hidràulica, i per tant, no seria representativa del volum d'aigua que s'hauria d'impulsar.
3. Prendre els valors de la Guia tècnica número 9, sobre sanejament, aigua i salut, elaborada per la Universitat de Loughborough per a la Organització Mundial de la Salut. El document recomana prendre el valor de 3 litres d'aigua per a beure i altres 3 litres destinats a la preparació d'aliments. En total, 6 litres per persona i dia.

Així doncs, donada la naturalesa del consum per al qual s'ha dissenyat la instal·lació, s'ha optat per l'opció 3. A les opcions 1 i 2, el consum d'aigua té variacions estacionals, com s'ha comprovat en la Figura 16 de l'apartat 3.4. Ara bé, l'emprament d'aigua per a beure i cuina se sol mantenir constant, per la qual cosa permet dimensionar la xarxa amb un valor més estable.

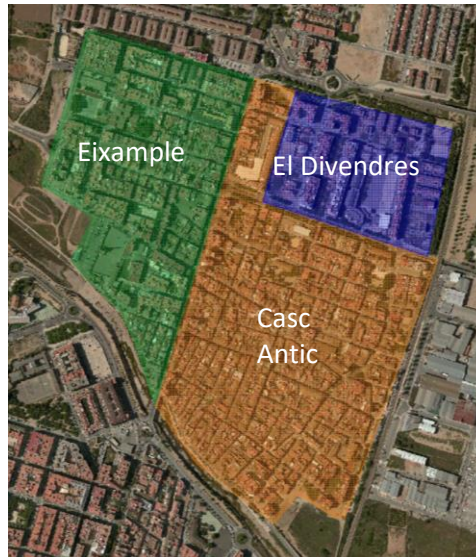


Figura 24. Distribució per barris al nucli urbà

El següent pas consisteix a assignar a cadascun dels nodes un valor de demanda base. Per a tal finalitat, s'ha fet un estudi de la població per barris, atenent a la classificació que fa una anàlisi demogràfica i educativa elaborada per l'Agència d'Ocupació i Desenvolupament Local del propi Ajuntament de Massanassa. En aquest text, la classificació divideix la població en tres zones o barris, la qual coincideix

amb la denominació popular: l'Eixample, El Divendres i el Casc Antic. La distribució dels barris al nucli urbà és la que es mostra a la Figura 24.

Tot seguit, per saber com distribuir la demanda base en cadascun dels nodes de la xarxa, s'ha de conèixer la quantitat de persones que habita en cadascun dels barris. Amb l'objectiu de determinar aquestes xifres, s'ha fet ús del visor del Institut Nacional d'Estadística (INE). El visor en qüestió permet visualitzar una gran quantitat de variables demogràfiques, de les quals només s'ha seleccionat *Nombre de persones* atesa la finalitat que es busca. La ferramenta agrupa la població en districtes censals. Aquests districtes no es corresponen de manera idèntica a la classificació per barris feta a la Figura 24, però es pot aconseguir replicar aquesta ordenació fent la suma de diversos districtes censals. La manera en què s'ha obtingut la informació es mostra en la Figura 25.

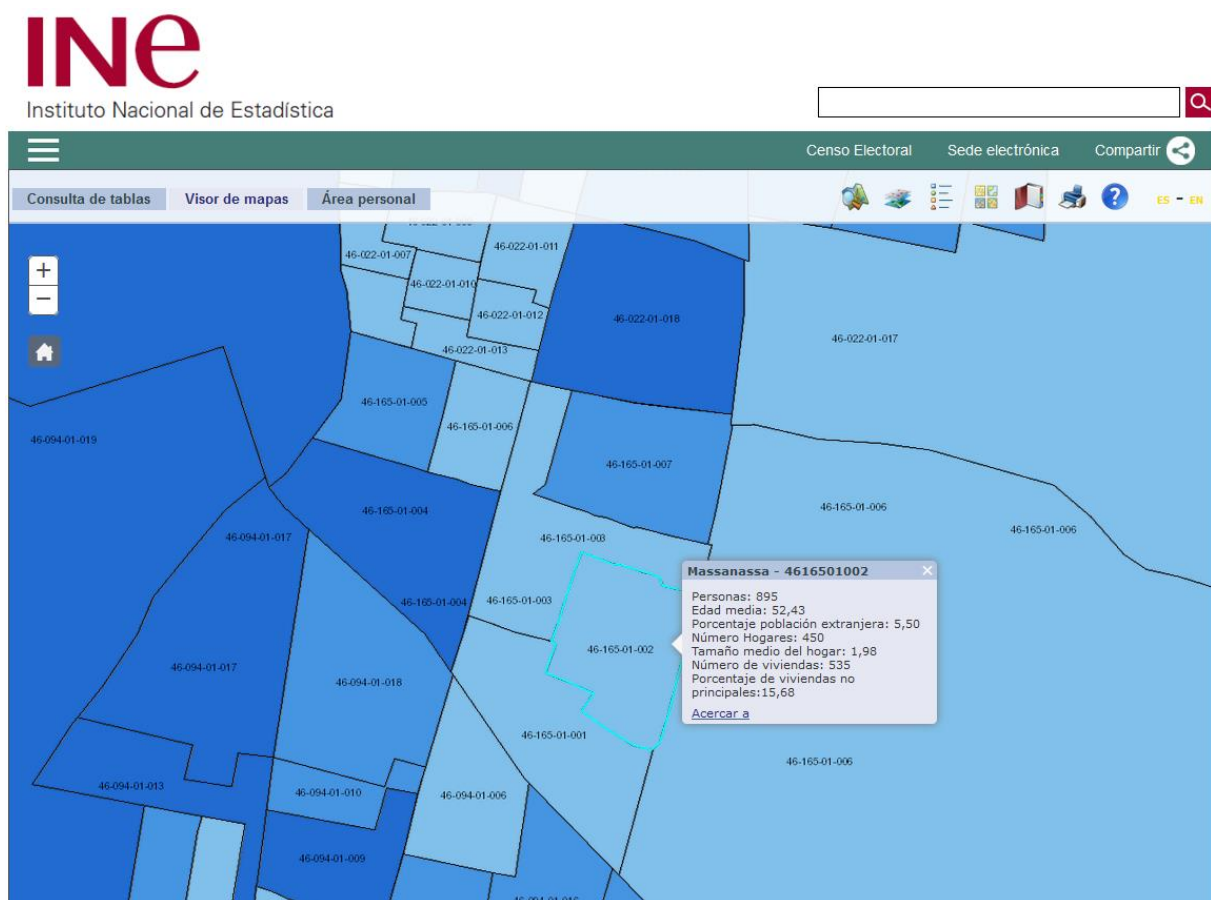


Figura 25. Població per districtes censals

Com s'ha pogut comprovar, l'ordenació per barris feta a l'anàlisi demogràfica i educativa de l'Agència d'Ocupació i Desenvolupament Local no és arbitrària. En la base de dades de l'INE l'arranjament pren una forma similar, tot i que més fragmentada.

Amb les dades obtingudes, s'ha sumat la població dels districtes, de manera que la població per barris queda resumida en la Taula 2.

| Barri | Districte censal | Població |
|--------------|------------------|-------------|
| Casc Antic | 46-165-01-001 | 1010 |
| | 46-165-01-002 | 895 |
| | 46-165-01-003 | 1020 |
| | | 2925 |
| Eixample | 46-165-01-004 | 2070 |
| | 46-165-01-005 | 1680 |
| | 46-165-01-006 | 770 |
| | | 4520 |
| El Divendres | 46-165-01-007 | 1420 |
| | | 1420 |

Taula 2. Població per districtes censals i barris

Una vegada obtinguda la població per barris, cal determinar la demanda base en cada node. El procediment seguit ha consistit en multiplicar els 6 litres per habitant i dia per la població de cada barri i dividir aquest nombre pel número de nodes de cada barri. El resultat obtingut es mostra a la Taula 3.

| Barri | Població | Total litres/dia | Nodes | Litres per node/dia | l/s |
|--------------|----------|------------------|-------|---------------------|---------|
| Casc Antic | 2925 | 17550 | 96 | 182,81 | 0,00212 |
| Eixample | 4520 | 27120 | 59 | 459,66 | 0,00532 |
| El Divendres | 1420 | 8520 | 23 | 370,43 | 0,00429 |

Taula 3. Càlcul demanda base

Així doncs, als nodes del Casc Antic els corresponen 0,00212 litres per segon de demanda base; als nodes de l'Eixample 0,00532 l/s; i 0,00429 l/s per als del barri El Divendres. És significatiu els valors tan baixos que s'obtenen. Aquest fet és degut a la pròpia naturalesa del servei que s'està dissenyant, i el volum trasbalsat tan baix en comparació amb què se sol treballar amb aquest tipus d'instal·lació.

Una vegada obtinguts els valors de demanda base per a cada node de cada barri, s'han assignat aquests valors a la seua representació a Epanet.

Patró de demanda

El patró de demanda, o corba de modulació horària, fa referència a una sèrie de factors que s'apliquen a la demanda base per a determinar la demanda real en cada interval temporal, i reflexa l'ús real que fan els abonats d'una xarxa. Es calcula com la relació, en tant per u, entre la demanda d'un interval horari (normalment una hora) i la mitjana (normalment un dia). Llavors, en el cas que el coeficient siga major d'u, la demanda base queda majorada, resultant un factor clau en el disseny de xarxes d'abastiment.

Per tal d'obtenir aquests valors, s'ha analitzat quin és el patró de demanda amb valors més alts, ja que aquest serà demostratiu del moment en el que la xarxa està sota més estrès. Aquest és, per tant, el punt més desfavorable. Convé dissenyar la instal·lació sota aquest supòsit ja que es garanteix que la xarxa pot funcionar adequadament en aquesta situació, i en conseqüència, en la resta d'escenaris que puguen aparèixer durant la vida de la instal·lació.

Una vegada calculats els patrons de demanda de tots els mesos de l'any (Annex 1), s'ha determinat que el mes més desfavorable durant l'any 2020 és el d'abril. A la Taula 4 es mostra un resum dels valors obtinguts. Entre els valors estan la mitjana del volum injectat al nucli urbà al llarg d'un període de 24 hores en condicions normals i els propis coeficients que conformen el patró de demanda. Aquests valors permeten visualitzar en quin moment es poden tindre demandes més elevades, associades a nivells de pressió més baixos i que poden posar en risc la instal·lació per l'aparició del fenomen de cavitació.

| Període | m ³ /h | Coefficient |
|----------------|-------------------|-------------|
| 0:00 | 58,84 | 0,64 |
| 1:00 | 56,73 | 0,62 |
| 2:00 | 56,05 | 0,61 |
| 3:00 | 56,57 | 0,62 |
| 4:00 | 56,34 | 0,61 |
| 5:00 | 58,98 | 0,64 |
| 6:00 | 71,83 | 0,78 |
| 7:00 | 87,68 | 0,95 |
| 8:00 | 104,95 | 1,14 |
| 9:00 | 121,10 | 1,32 |
| 10:00 | 129,76 | 1,41 |
| 11:00 | 127,92 | 1,39 |
| 12:00 | 126,81 | 1,38 |
| 13:00 | 124,54 | 1,36 |
| 14:00 | 102,58 | 1,12 |
| 15:00 | 90,19 | 0,98 |
| 16:00 | 97,26 | 1,06 |
| 17:00 | 105,74 | 1,15 |
| 18:00 | 112,88 | 1,23 |
| 19:00 | 121,02 | 1,32 |
| 20:00 | 111,69 | 1,22 |
| 21:00 | 84,46 | 0,92 |
| 22:00 | 74,91 | 0,82 |
| 23:00 | 66,72 | 0,73 |
| Mitjana | 91,90 | |

Taula 4. Dades període d'abril de 2020

La cavitació ocorre quan l'aigua passa a un estat gasós, es formen bombolles que viatgen amb la corrent líquida i que, en el moment en que es torne a guanyar pressió, aquestes exploten de manera violenta. Aquestes explosions poden causar danys greus a tot tipus d'instal·lacions de transport de fluids. En definitiva, es tracta d'una situació a evitar a tota costa.

Per últim, un manera molt gràfica de representar un patró de modulació és mitjançant un gràfic de barres. El resultat de fer-ho per al mes d'abril de 2020 és la Figura 26. En aquesta, s'observa que presenta dos punts de demanda més elevada durant el principi de matí i tard per la vesprada, períodes coincidents amb l'inici i la fi de la jornada habitual de treball per a la majoria de la població. Altrament, durant la nit s'aprecia una notable baixada en els valors del coeficients, arribant quasi a la meitat de la mitjana de la demanda base.

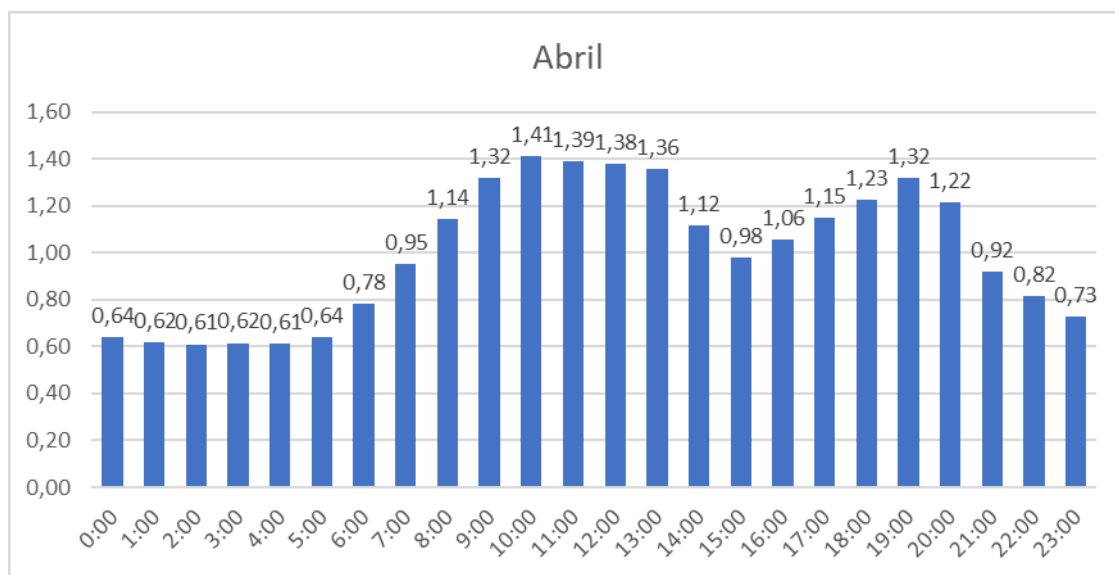


Figura 26. Dades període d'abril de 2020

Només resta traslladar els resultats obtinguts a Epanet. El resultat es mostra a la Figura 27. Resulta d'utilitat representar la corba amb anterioritat per poder comprovar la seua correspondència una vegada es trasllada al programa de simulació i anàlisi corresponent i poder detectar errors amb facilitat. Una vegada realitzat aquest pas, es garanteix que tots els nodes de consum treballaran sota les mateixes premisses de canvis en la demanda amb el temps.

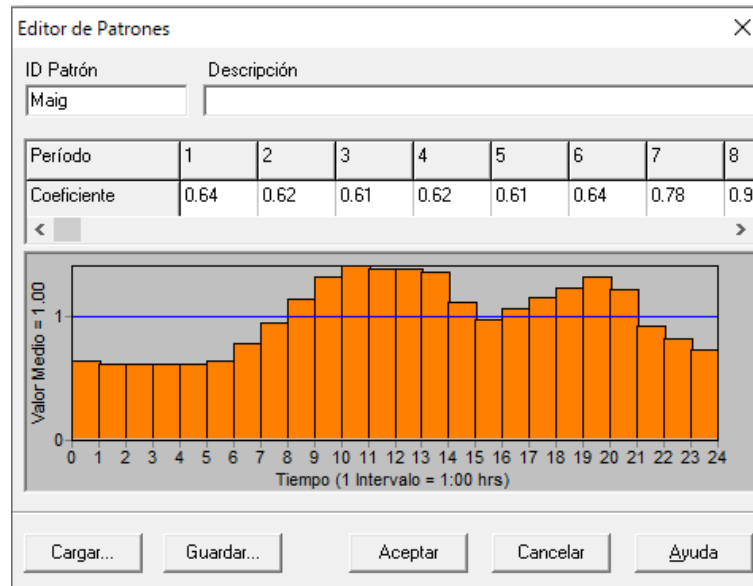


Figura 27. Patrò de demanda a Epanet

4.2.2. Canonades

L'element principal de qualsevol xarxa de distribució d'aigua són les canonades. A Epanet, cada canonada està representada per una línia que uneix dos nodes. El model elaborat de la Figura 22 presenta 293 canonades disposades en una estructura completament mallada. Aquesta distribució, com s'ha comentat a l'apartat 1.3., és la preferible quan es busca assegurar l'abastiment en cas d'avaria o reparació en algun punt de la xarxa.

Com es pot comprovar a la Taula 1 de l'apartat 3.5., la xarxa actual està conformada per canonades de polietilè i fibrociment, en una proporció quasi igual. No obstant, en el disseny d'aquesta xarxa la totalitat de les canonades és de polietilè, per la seua facilitat de manipulació i instal·lació junt amb les bones qualitats mecàniques que presenta.

Pel que fa als diàmetres a utilitzar, a causa del baix cabal que s'ha de transportar, l'àrea també resultarà en un valor significativament baix. Aquesta relació ve donada per, una vegada més, l'equació (2). Per tant, s'ha de fer un seguiment de la velocitat de circulació de l'aigua i comprovar la influència del diàmetre de les conduccions en aquest paràmetre.

Per tal de dimensionar la xarxa, s'ha fet ús dels valors comercials obtinguts dels catàlegs disponibles. La producció d'aquestes conduccions s'ha portat a terme tot seguint les indicacions de la norma UNE-EN 12201, relativa a sistema de canalització en materials plàstics per a conducció d'aigua i sanejament amb pressió. Addicionalment, es compleixen tant la DIN 8074 com la ISO 15494, ja que la primera se'n deriva de la segona. La particularitat d'aquestes conduccions front a la resta radica en la banda blava que es pot apreciar en el lateral, la qual indica que la canonada és apta per al transport d'aigua potable o qualsevol ús alimentari per les seues característiques atòxiques (Figura 28).

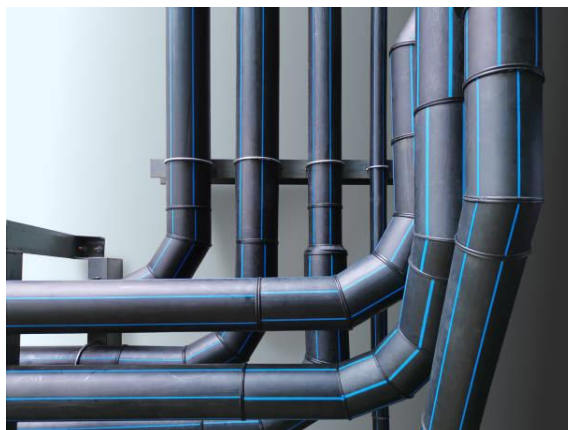


Figura 28. Conduccions de polietilè per a ús alimentari

Els valors dels diàmetres utilitzats estan reflectits a la Taula 5. S'ha utilitzat la sèrie de canonades amb pressió nominal 16 bar. Tot i que es tracta d'un valor molt superior al que es pot trobar a qualsevol punt de la instal·lació, és l'única sèrie que proporciona un valor tan baix de diàmetres interiors. A la taula es poden llegir el diàmetre nominal de la conducció o diàmetre exterior, el seu espessor, el diàmetre interior i el preu per metre.

| Diàmetre Nominal mm | Espessor mm | Diàmetre Interior mm | Preu €/m |
|---------------------|-------------|----------------------|----------|
| 10 | 1,8 | 6,4 | 0,5 |
| 12 | 1,8 | 8,4 | 0,62 |
| 16 | 1,8 | 12,4 | 0,87 |
| 20 | 1,9 | 16,2 | 1,22 |
| 25 | 2,3 | 20,4 | 1,79 |
| 32 | 3 | 26 | 1,7 |
| 40 | 3,7 | 32,6 | 2,73 |
| 50 | 4,6 | 40,8 | 4,19 |
| 63 | 5,8 | 51,4 | 6,64 |

Taula 5. Diàmetres utilitzats. Font: catàleg d'AIQSA

A continuació, s'hi troba també el valor de rugositat absoluta. Es tracta d'un valor constant i amb dimensió de mil·límetres en el cas de Darcy-Weisbach, la qual ha sigut l'emprada per a les simulacions. Aquest paràmetre depèn únicament del material de la canonada. Per al disseny de la xarxa, s'ha utilitzat el valor indicat al manual d'Epanet per al Polietilè, de 0,0025 mm.

A Epanet no ha sigut necessari introduir manualment els valors de la longitud, ja que, com s'ha comentat a l'apartat 4.2., aquestes xifres s'han configurat de manera automàtica dimensionant prèviament el fons sobre el que s'ha delimitat la xarxa i activant l'opció de longituds automàtiques. El resultat obtingut és el de la Figura 29. A l'Annex 2 es poden consultar amb més detall les longituds de les conduccions.

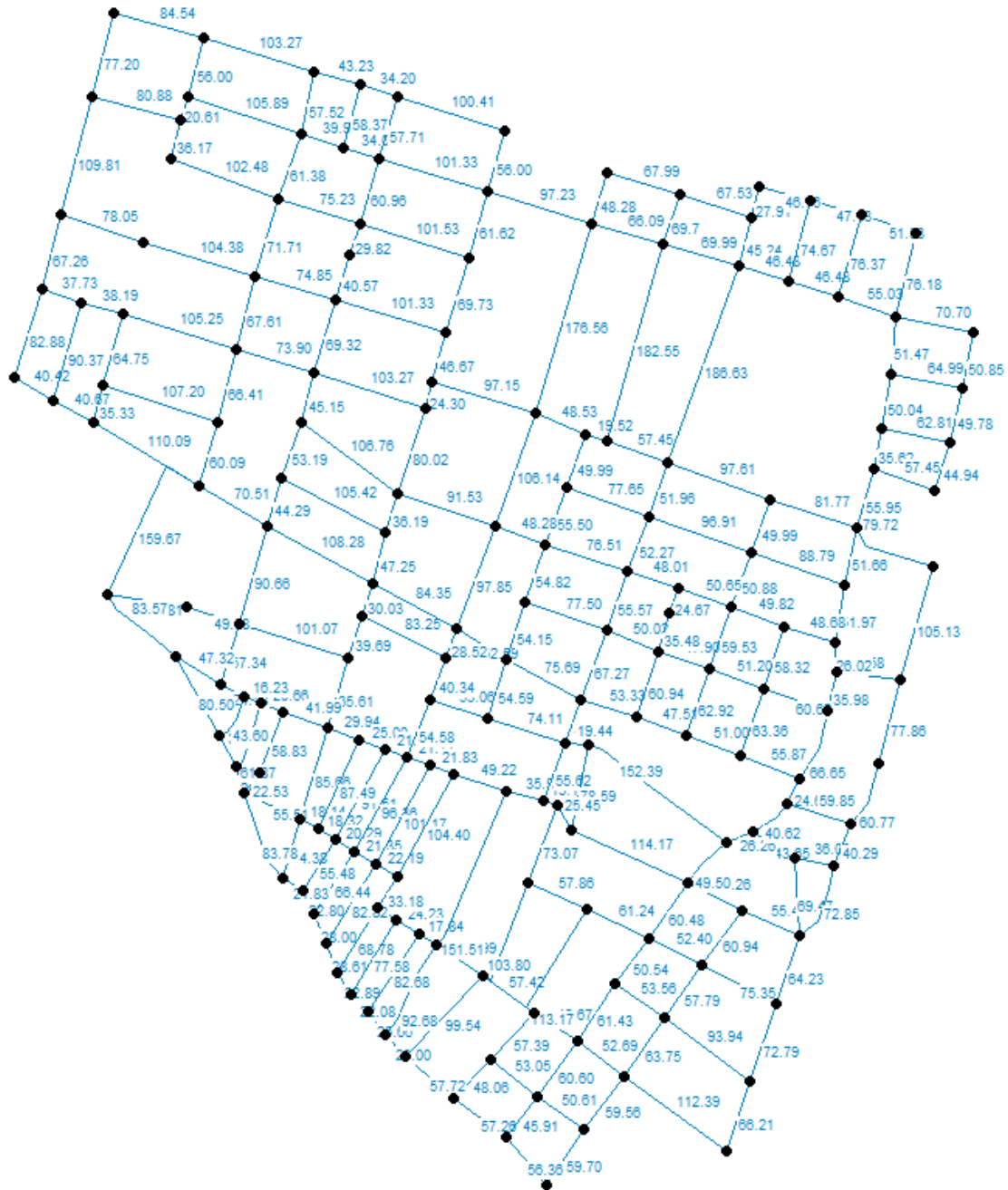


Figura 29. Longituds definitives de les canonades de la xarxa

5. SIMULACIONS

Fins ara s'ha concretat la definició dels elements que són la base d'una xarxa de distribució d'aigua. El següent punt concreta els pocs elements i paràmetres que resten, com són els diàmetres i la bomba d'impulsió; i desenvolupa les simulacions i el procediment seguit per tal d'arribar als resultats presentats i la solució final.

5.1. Diàmetres

En primer lloc, i abans de buscar la bomba adient, s'ha fet una primera aproximació dels diàmetres necessaris per mantenir la pressió adequada en tots els punts de la xarxa. Aquest pas permet, més endavant, seleccionar la bomba amb un model pràcticament similar al que s'ha arribat finalment.

Pel que fa a la pressió que s'ha de trobar en tots els punts de consum, es busca seguir que aquesta permeta garantir un servei de qualitat als usuaris, així com complir amb els requisits establerts per la normativa. El valor típic amb què solen treballar els tècnics de l'ajuntament és de 25 mca. Aquest valor persegueix l'objectiu de no permetre que cap aixeta tinga una pressió menor als 10 mca, independentment de l'altura de l'edifici. En conseqüència, amb l'increment de l'altura d'un edifici, menor serà la pressió que puga tindre, podent arribar a ser aquest valor als 10 mca mencionats. No obstant, l'actual pla d'ordenació urbanística de Massanassa no contempla altures superiors als cinc pisos d'altura actuals. Si l'altura de cada pis es pot aproximar als 3 metres, es compleix el criteri mencionat.

Amb tot, el valor que s'ha pres com a pressió màxima de servei és de 30 mca, seguint les indicacions de l'equip tècnic de l'ajuntament. D'aquesta manera, es garanteix l'altura mínima de 10 mca en qualsevol punt, a la vegada que es deixa un marge de seguretat de 5 mca en cas de pèrdues no previstes en la instal·lació. I si en algun moment del futur es decideix augmentar l'altura màxima de construcció, la xarxa seguiria sent capaç de subministrar l'aigua a la pressió mínima exigible. Per a altures superiors, seria responsabilitat dels particulars de disposar d'un grup de bombeig *ad hoc*.

D'altra banda, s'ha cercat l'objectiu de no superar els 30 mca en excés per tal de reduir a la mínima expressió el cabal de fuites, la qual pot provocar la ruptura de les conduccions com a conseqüència immediata, a la vegada que permet homogeneïtzar les pressions en la xarxa.

Per tal de simular un aportament constant d'aigua a la xarxa, s'hi ha introduït a Epanet un embassament. Aquesta és la manera que permet Epanet de simular un abastiment continu d'aigua, en aquest cas la provinent de la planta de Picassent. El paràmetre a configurar es tracta de l'altura piezomètrica, la qual comprèn l'elevació y la pressió. Com s'ha mencionat en l'apartat 3.3., l'aigua arriba a una pressió aproximada de 25 mca, a la qual se li han de sumar el 14 metres d'elevació que s'han considerat per a la totalitat de la població. El dipòsit, per tant, té una altura piezomètrica de 39 mca. S'ha situat arran el node que representa el punt des d'on s'injecta l'aigua a la xarxa, senyalat amb una fletxa a la Figura 30. Connectat l'embassament a la xarxa mitjançant una canonada d'1 metre de longitud, per limitar-hi les pèrdues, queda definida l'aportació constant d'aigua.

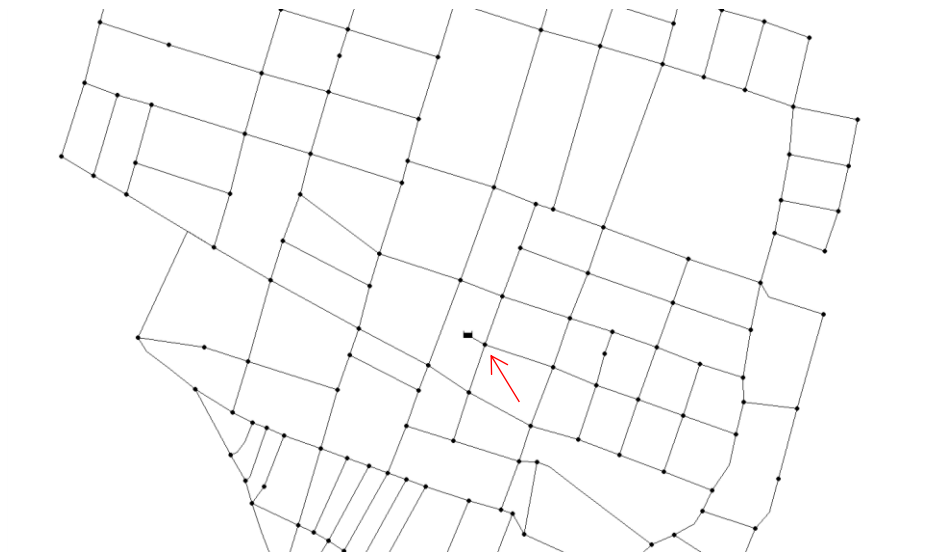


Figura 30. Embassament i punt de connexió a la xarxa

El següent pas ha consistit en dimensionar totes les conduccions a un diàmetre interior inicial de 12,4 mm, i realitzar una simulació. Per estalviar feina més endavant, totes les comprovacions i canvis realitzats amb les simulacions s'han fet amb dades de les 10:00 hores, la qual s'ha comprovat a la corba de modulació com a període més desfavorable. Com és lògic, la majoria de canonades presenten unes pèrdues per fricció desmesurades, i com a resultat, tots els punts tenen pressions negatives a l'hora més desfavorable.

A continuació, s'ha augmentat l'altura total de l'embassament a 50 metres com a substitutiu provisional de l'altura aportada per la bomba. El que ha seguit és un procés iteratiu en el qual s'ha augmentat el diàmetre d'una o diverses canonades al seu immediat superior (segons la Taula 5) i tornat a simular. L'objectiu perseguit ha sigut que tots els punts de demanda presenten pressions superiors a 30 mca a les 10 hores del matí (quan la demanda és màxima) i totes les línies indiquen unes pèrdues per fricció pròximes a 1 m/km. És un valor notablement baix, però també ho són la resta de valors de la instal·lació que s'ha dimensionat. Pel mateix motiu, es tracta d'un sistema molt sensible a canvis en cadascun dels seus paràmetres. D'aquesta manera, es pretén trobar una primera aproximació dels diàmetres més econòmics que presten el servei desitjat.

El resultat d'aquest primer dimensionament es mostra a la Figura 31. Com s'ha esmentat, tots els punts es troben per sobre dels 30 mca a l'hora més desfavorable. El procediment s'ha portat endavant baixant gradualment l'altura de l'embassament, fins que s'ha arribat al valor de 45 metres d'altura total. Per sota d'aquest valor, les pèrdues per fricció de les canonades ja ajustades i per sota de la unitat, fan que el punt amb valor de pressió més baix estiga per sota dels 30 mca. També cal mencionar que en cas de trobar alguna línia que presente unes pèrdues excepcionalment baixes, s'ha reduït el seu diàmetre, en alguns casos fins al mínim, de 6,4 mm de diàmetre.

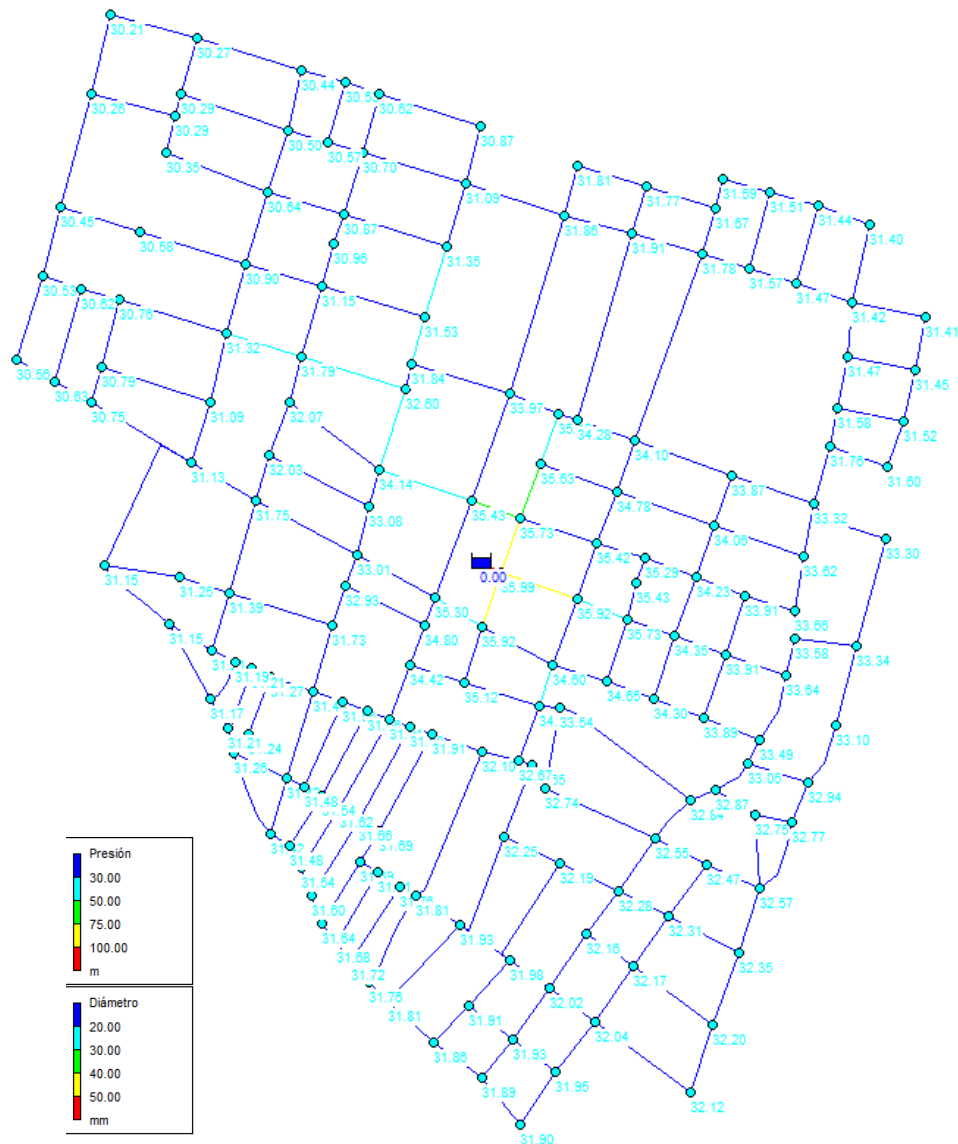


Figura 31. Pressions a la xarxa en primera aproximació del dimensionat

5.2. Bombeig

Una vegada s'ha obtingut una primera versió de la xarxa, cal introduir la bomba d'impulsió. Com s'ha mencionat a l'apartat 5.1., l'altura total del dipòsit ha variat dels 39 m inicials als 45 m. Aquests sis metres són, doncs, l'altura que ha d'aportar la bomba. Per tal de trobar un model que satisfaga l'aplicació desitjada, s'ha fet una recerca dels models comercials els catàlegs dels quals es poden consultar.

L'altura ja s'ha determinat, sent necessaris com a mínim 6 mca. Pel que fa al cabal, es recorre a la Taula 3 i la Taula 4. De la Taula 3 s'obté:

| Habitants | l/dia | l/segon | Màxim coeficient de demanda | Demanda real (l/s) |
|-----------|-------|----------|-----------------------------------|--------------------|
| 8865 | 53190 | 0,615625 | 1,41 | 0,86803 |

Taula 6. Càlcul del cabal màxim de disseny

Per al total d'habitants de la població, a raó de 6 litres al dia, s'obtenen 53190 litres per dia consumits a tota la població. Aquest valor es converteix en litres per segon per tal de saber la demanda mitjana per segon al nucli urbà. Per últim, aquest valor de demanda mitjana es multiplica pel valor màxim de la corba de modulació, per tal de dimensionar la demanda real en el pitjor escenari possible. El resultat és una demanda majorada de 0,86803 litres per segon.

Pel que fa a l'altura, convé recalcar que els 6 mca necessaris s'han obtingut a través del procés iteratiu pel qual s'ha anat variant l'altura del dipòsit i observant la pressió en els nusos a les 10:00h, el moment de major demanda de la xarxa. Per consegüent, si es valida el funcionament de la instal·lació en aquesta situació, la més desfavorable, s'assegura el seu funcionament en la resta.

Així doncs, els valors del punt de funcionament amb els quals es dimensiona la bomba són un cabal de 0,86803 l/s i una altura de 6 mca.

El resultat de la cerca és una bomba centrífuga de ferro colat, amb variador de velocitat i encarregada de subministrar pressió addicional a una conducció a pressió. Com a referència, s'agafa el model Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE – 98453511 de l'empresa Grundfos (Figura 32), la qual ja inclou de sèrie un variador de velocitat i un sensor per monitorar la pressió a l'eixida, per poder controlar la velocitat en



Figura 32. Bomba model Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE - 98453511. Font: Grundfos

funció de la pressió, així com vàlvula de tall, vàlvula antiretorn i més elements per garantir el seu funcionament i seguretat sense elements addicionals una vegada instal·lada.

La Figura 33, junt amb la Figura 34, mostren la corba de rendiment i la corba de potència de la bomba sent el seu punt de funcionament: $Q=0,868$ l/s i $H=6$ m amb una eficiència total del 38,9%, el que s'assoleix amb una velocitat de gir del 62%. La resta d'especificacions es poden trobar l'Annex 3.

Si bé és veritat que no es tracta d'un valor de rendiment elevat, és convenient recordar l'aplicació tan específica per a la que s'està dimensionant la bomba. Al tractar-se d'un cas inusual pel que fa a xarxes de distribució d'aigua, no s'ha trobat una bomba que encaixe de manera més adient a l'escenari descrit. És per aquesta raó que la bomba funciona a una velocitat de quasi la meitat respecte la màxima i el rendiment n'és un reflex.

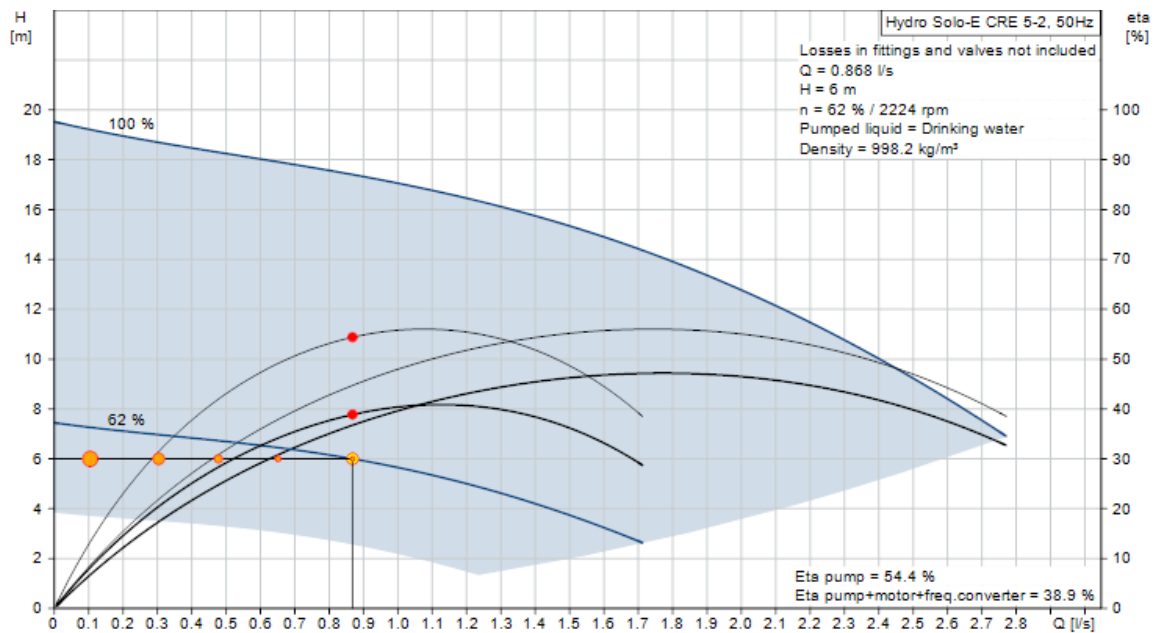


Figura 33. Corba de rendiment, altura i cabal de la bomba instal·lada. Font: Grundfos

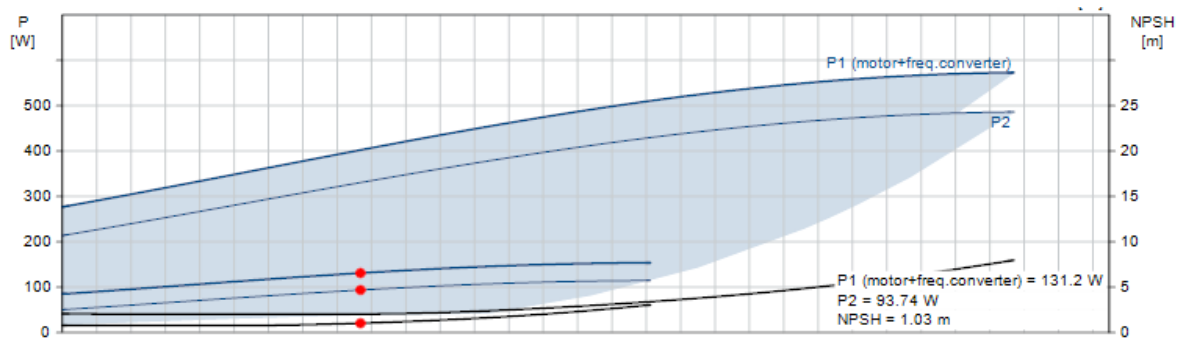


Figura 34. Corba de potència de la bomba instal·lada. Font: Grundfos

Per definir la bomba a Epanet, s'han pres set punts de la corba altura-cabal, de la Figura 33, i introduït a Epanet. El mateix programa fa una interpolació dels punts per presentar la corba que s'hi mostra a la Figura 35.

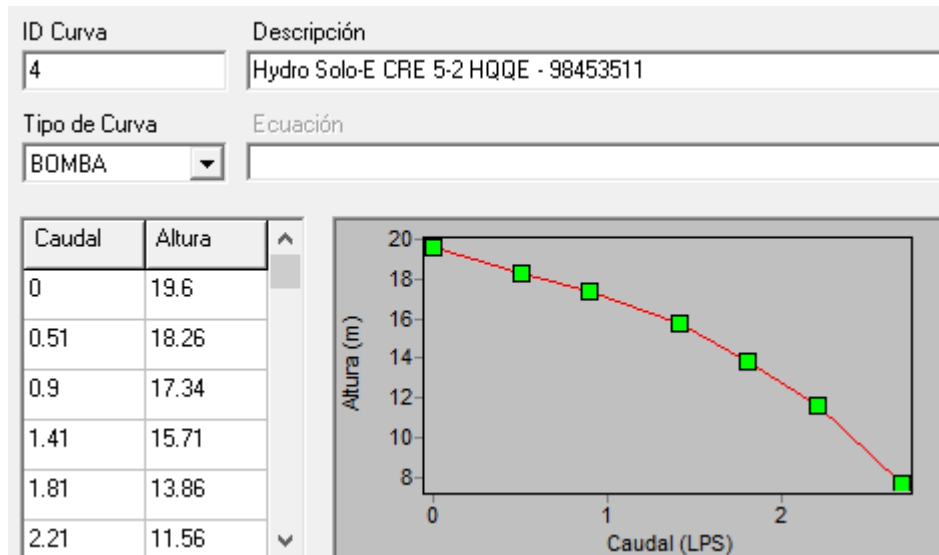


Figura 35. Definició de la corba de la bomba a Epanet

Una vegada definida la bomba, s'ha procedit a simular amb la bomba en sèrie amb el dipòsit. S'ha aprofitat l'avinentesa per ajustar, ara definitivament, els diàmetres de totes les canonades. Durant el procés s'ha buscat mantenir al mínim els diàmetres sense pèrdues importants de pressió.

Tot seguit, es comprova que la pressió als nusos en la majoria de períodes definits en el patró de demanda és major a 30 mca. Per aquesta raó, s'ha fet ús de la funcionalitat que incorpora la bomba per variar la velocitat de gir, amb l'objectiu de que la pressió als nusos estiga a totes hores per damunt de 30 mca però no arribe a superar aquest valor.

Per modelar-ho a Epanet, primer cal conèixer els factors que multipliquen la velocitat de gir nominal de la bomba. Per a cada període d'una hora, s'ha buscat el valor de velocitat relativa que fa que a l'hora més desfavorable (10:00 h) la pressió es trobe entre els 30 i els 31 mca a tots els punts de la xarxa. Els valors obtinguts són els que es troben resumits a la Taula 7.

| <u>Període</u> | <u>Coefficient</u> |
|----------------|--------------------|
| 0:00 | 0,55 |
| 1:00 | 0,55 |
| 2:00 | 0,55 |
| 3:00 | 0,55 |
| 4:00 | 0,55 |
| 5:00 | 0,55 |
| 6:00 | 0,56 |
| 7:00 | 0,57 |
| 8:00 | 0,58 |

| | |
|-------|------|
| 9:00 | 0,6 |
| 10:00 | 0,62 |
| 11:00 | 0,61 |
| 12:00 | 0,61 |
| 13:00 | 0,61 |
| 14:00 | 0,59 |
| 15:00 | 0,58 |
| 16:00 | 0,57 |
| 17:00 | 0,58 |
| 18:00 | 0,59 |
| 19:00 | 0,6 |
| 20:00 | 0,59 |
| 21:00 | 0,58 |
| 22:00 | 0,57 |
| 23:00 | 0,56 |

Taula 7. Coeficients de velocitat relativa de la bomba

Per introduir aquestes variacions temporals al model d'Epanet, hi caben dos possibilitats:

Lleis de control simples

Mitjançant una gramàtica similar a la d'un llenguatge de programació, s'introdueix a la consola les instruccions corresponents. Com es mostra a la Figura 36, es defineix l'element sobre el que es realitza la instrucció, en aquest cas *PUMP03*, corresponent a l'única bomba, amb identificador 3. A continuació es defineix el valor del coeficient relatiu a la variació de velocitat i per últim, l'hora a la qual s'aplica aquest canvi de velocitat.

```
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 0
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 1
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 2
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 3
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 4
LINK PUMP03 0.55 AT TIME 5
LINK PUMP03 0.56 AT TIME 6
LINK PUMP03 0.57 AT TIME 7
LINK PUMP03 0.58 AT TIME 8
LINK PUMP03 0.6 AT TIME 9
LINK PUMP03 0.62 AT TIME 10
LINK PUMP03 0.61 AT TIME 11
LINK PUMP03 0.61 AT TIME 12
LINK PUMP03 0.61 AT TIME 13
LINK PUMP03 0.59 AT TIME 14
LINK PUMP03 0.58 AT TIME 15
LINK PUMP03 0.57 AT TIME 16
LINK PUMP03 0.58 AT TIME 17
LINK PUMP03 0.59 AT TIME 18
LINK PUMP03 0.6 AT TIME 19
LINK PUMP03 0.59 AT TIME 20
LINK PUMP03 0.58 AT TIME 21
LINK PUMP03 0.57 AT TIME 22
LINK PUMP03 0.56 AT TIME 23
```

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 36. Editor de les lleis de control

Corba de modulació

D'una manera similar a com s'ha fet amb les demandes dels nusos, es defineix una corba que aplica, per a cada període definit, un valor corrector. El resultat de configurar aquest patró és el que consta a la Figura 37.

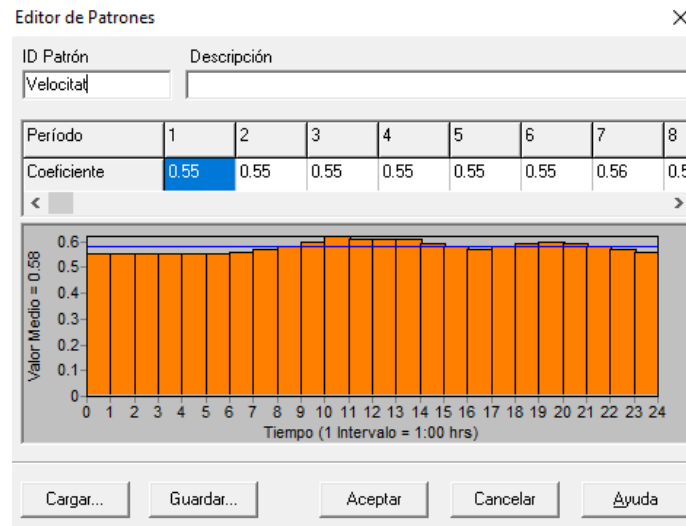


Figura 37. Patró de coeficients correctors de velocitat

Finalment, s'ha optat per la segona opció. Com que ambdues opcions ofereixen el mateix resultat, amb l'opció de la corba resulta més fàcil identificar visualment cap incorrecció en el cas que l'hi haja.

Una vegada modulats el comportament de la bomba, es verifica que s'obtenen els resultats esperats respecte a nivells de pressió en els punts de demanda.

5.3. Estudi de viabilitat econòmica

5.3.1. Costos d'exploració

L'anàlisi energètica de la bomba es realitza sobre les 24 hores en les quals aquesta treballa, amb les dades obtingudes de les simulacions a Epanet. Així mateix, el càlcul relatiu al consum mensual s'extrapola a partir de les dades d'un únic dia. S'assumeix que, de manera aproximada, el consum de la bomba es manté constant al llarg d'un mes. Tot i això, el període d'anàlisi és el relatiu a la mensualitat amb consums més elevats i, per tant, major estrès per a la xarxa. Fer-ho d'aquesta manera permet assegurar el funcionament de la xarxa en la majoria dels escenaris possibles.

A continuació, es passa a descriure el procés que seguit per tal d'elaborar l'estudi de viabilitat. En primera instància, amb la corba de modulació introduïda, es fa un seguiment de diversos paràmetres de la bomba durant les seues hores de funcionament. Així, s'obtenen els valors d'altura i cabal bombejats a cada hora. Amb aquesta informació, es calcula la potència de la bomba mitjançant l'expressió (4).

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} [W] \quad (4)$$

L'equació està conformada pels termes:

P: potència consumida per la bomba [W]

γ : pes específic del líquid, producte de la gravetat per la densitat. En aquest cas, 9810 [N/m³]

Q: cabal circulant per la bomba [m³/s]

H: altura aportada per la bomba [mca]

η : rendiment de la bomba [%]

Els paràmetres s'han obtingut de les simulacions d'Epanet, a excepció del rendiment. Aquest es pot consultar a les corbes de rendiment proporcionades pel fabricant, situades a l'Annex 3. Per tal d'obtenir uns resultats més ajustats a la realitat, s'ha elaborat la corba de rendiment per obtenir els valors exactes per a cada punt de funcionament. Una vegada més, cal destacar que aquest model de bomba s'ha pres com a referència i, per tant, els valors només són orientatius.

Així doncs, els valors obtinguts són els que figuren a la Taula 8.

| Hora | Cabal (l/s) | Hb (mca) | η (%) | P (kW) | E (kWh) |
|-------|-------------|----------|------------|--------|---------|
| 0:00 | 0,39 | 5,62 | 39,85 | 0,054 | 0,054 |
| 1:00 | 0,38 | 5,68 | 39,33 | 0,054 | 0,054 |
| 2:00 | 0,37 | 5,71 | 38,78 | 0,053 | 0,053 |
| 3:00 | 0,38 | 5,68 | 39,33 | 0,054 | 0,054 |
| 4:00 | 0,37 | 5,71 | 38,78 | 0,053 | 0,053 |
| 5:00 | 0,39 | 5,62 | 39,85 | 0,054 | 0,054 |
| 6:00 | 0,47 | 5,71 | 43,42 | 0,061 | 0,061 |
| 7:00 | 0,58 | 5,74 | 46,47 | 0,070 | 0,070 |
| 8:00 | 0,69 | 5,81 | 47,36 | 0,083 | 0,083 |
| 9:00 | 0,8 | 5,95 | 46,09 | 0,101 | 0,101 |
| 10:00 | 0,85 | 5,96 | 44,80 | 0,111 | 0,111 |
| 11:00 | 0,84 | 5,88 | 45,09 | 0,107 | 0,107 |
| 12:00 | 0,84 | 5,96 | 45,09 | 0,109 | 0,109 |
| 13:00 | 0,82 | 5,88 | 45,63 | 0,104 | 0,104 |
| 14:00 | 0,68 | 5,9 | 47,37 | 0,083 | 0,083 |
| 15:00 | 0,59 | 5,79 | 46,64 | 0,072 | 0,072 |
| 16:00 | 0,64 | 5,8 | 47,22 | 0,077 | 0,077 |
| 17:00 | 0,7 | 5,77 | 47,33 | 0,084 | 0,084 |
| 18:00 | 0,74 | 5,7 | 47,05 | 0,088 | 0,088 |
| 19:00 | 0,8 | 5,72 | 46,09 | 0,097 | 0,097 |
| 20:00 | 0,74 | 5,77 | 47,05 | 0,089 | 0,089 |
| 21:00 | 0,56 | 5,68 | 46,08 | 0,068 | 0,068 |

| | | | | | |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|
| 22:00 | 0,5 | 5,74 | 44,47 | 0,063 | 0,063 |
| 23:00 | 0,44 | 5,69 | 42,22 | 0,058 | 0,058 |

Taula 8. Consum energètic diari de la bomba

| Energia màxima (W) | Energia total (kW) |
|-----------------------|-----------------------|
| 110,93 | 1,85 |

Taula 9. Consums màxim i total diari

Tot seguit, el càlcul del preu del consum energètic mensual es realitza a partir també de les dades i el preu d'un únic dia. Per conèixer el preu del kWh en funció de l'hora (hora vall, pla i punta) es consulta el tríptic de tarifes de l'empresa Iberdrola, ja que és l'empresa amb què l'ajuntament té contractat el subministrament elèctric. Per tant, el preu de la potència contractada de la bomba no és fa des de zero com si fora una instal·lació nova, sinó que suposa un increment en la factura actual. En aquest cas, Iberdrola factura 17,37 euros per cada kW addicional a la potència contractada, 9,04 euros pels drets de connexió i 19,7 €/kW pels drets d'accés. Aquest increment es comptabilitza en múltiples de 0,1 kW.

Com indica la Taula 9, l'energia màxima supera el 0,1 kW, raó per la qual l'increment escollit serà de 0,2 kW, amb l'increment del preu mensual corresponent dels tres conceptes reflectits en la Taula 10.

| Drets d'extensió (€) | Drets de connexió (€) | Drets d'accés (€) | TOTAL (€) |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| 34,74 | 9,04 | 39,4 | 83,18 |

Taula 10. Taula resum de l'increment de potència contractada

A continuació, es calcula el cost que suposa la despesa energètica de la bomba en el seu funcionament diari. Aquest càlcul es realitza tenint en compte les diferents tarifes aplicables als tres trams de consum establerts per la pròpia empresa, en compliment amb el Reial Decret-Ilei 1/2019 i les disposicions aprovades per la Comissió Nacional dels Mercats i de la Competència (CNMC) a la Circular 3/2020. Els preus relatius a la tarifa actualment contractada per l'ajuntament, la 3.0 TD, per a potències superiors a 15kW, són els que consten a la Taula 11. Aquesta tarifa, a diferència de les dirigides a consumidors particulars, presenta una distribució temporal diferenciada per mesos i major nombre de períodes diaris. Hi ha quatre temporades elèctriques diferents (alta, mitja-alta, mitjana i baixa), i a cada mes se li assigna una temporada. D'altra banda, existeixen sis trams de preus diaris. En funció de la temporada que es considere un mes, se li apliquen tres dels sis trams de preus, distribuïts de manera diferent en funció de la temporada. Els preus de cada tram o període son els que consten a la Taula 11.

| Període | Consum | Potència |
|---------|--------------|-----------------|
| P1 | 0,2188 €/kWh | 0,0558 €/kW dia |
| P2 | 0,1920 €/kWh | 0,0399 €/kW dia |
| P3 | 0,1566 €/kWh | 0,0213 €/kW dia |
| P4 | 0,1328 €/kWh | 0,0188 €/kW dia |
| P5 | 0,1093 €/kWh | 0,0141 €/kW dia |
| P6 | 0,1089 €/kWh | 0,0093 €/kW dia |

Taula 11. Preus tarifa 3.0 TD. Font: Iberdrola

Al mes d'abril, en particular, se li apliquen els períodes tarifaris presentats a la Figura 38.

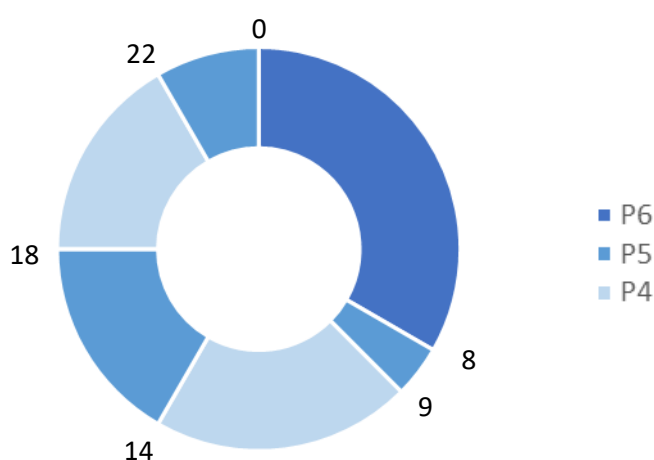


Figura 38. Distribució períodes abril

Així, el cost diari i mensual de l'energia consumida per la bomba és el que figura a la Taula 12. S'hi ha afegit l'impost relatiu a l'electricitat i l'IVA. Tot i que aquest últim es trobe actualment reduït al 10%, aquesta situació està prevista que acabe a finals de l'any 2021, per la qual cosa es fa el càlcul amb el valor habitual que tindrà la instal·lació en els següents anys de funcionament.

| Energia | Concepte | Preu (€) |
|---------------------------|---------------------------------------|----------|
| Potència facturada | Increment 0,2 kW | 83,18 |
| Energia facturada | P4 0,453 kWh x 0,1328 €/kWh x 31 dies | 1,86 |
| | P5 0,622 kWh x 0,1093 €/kWh x 31 dies | 2,11 |
| | P6 0,773 kWh x 0,1089 €/kWh x 31 dies | 2,61 |
| | Subtotal | 89,76 |
| | Impost electricitat (5,1127%) | 4,589 |
| | IVA (21%) | 18,85 |
| | Cost total mensual | 113,199 |

Taula 12. Factura mensual

Per acabar, si es repeteix el càlcul per a la resta de mesos, amb la mateixa energia consumida, el cost anual respecte a l'energia és de 1389,12 €. El detall d'aquest càlcul es pot consultar a l'Annex 4. Es fa palès els valors tan poc significatius de la potència consumida per la bomba, a resultes del baix cabal que impulsa. Convé recordar de nou que es tracta d'una aproximació estreta a partir dels valors d'un únic dia, i el càlcul s'ha fet assumint tots els dies de l'any com a màxima demanda, així que tot i que no és possible predir quin serà el comportament futur de la demanda, previsiblement serà menor. Amb tot, aquestes dades donen una idea orientativa del rang de preus pels que es mou el funcionament de la xarxa.

5.3.2. Costos d'execució

Una vegada elaborat el pressupost, es pot tenir una idea aproximada dels costos associats a cada part de la realització del projecte. Per fer més aclaridor el contingut del mateix, la Figura 39 ho resumeix. Conjuntament, es pot consultar amb major detall el pressupost al document corresponent. La figura representa el pressupost d'execució material, previ als impostos, benefici industrial i despeses generals.

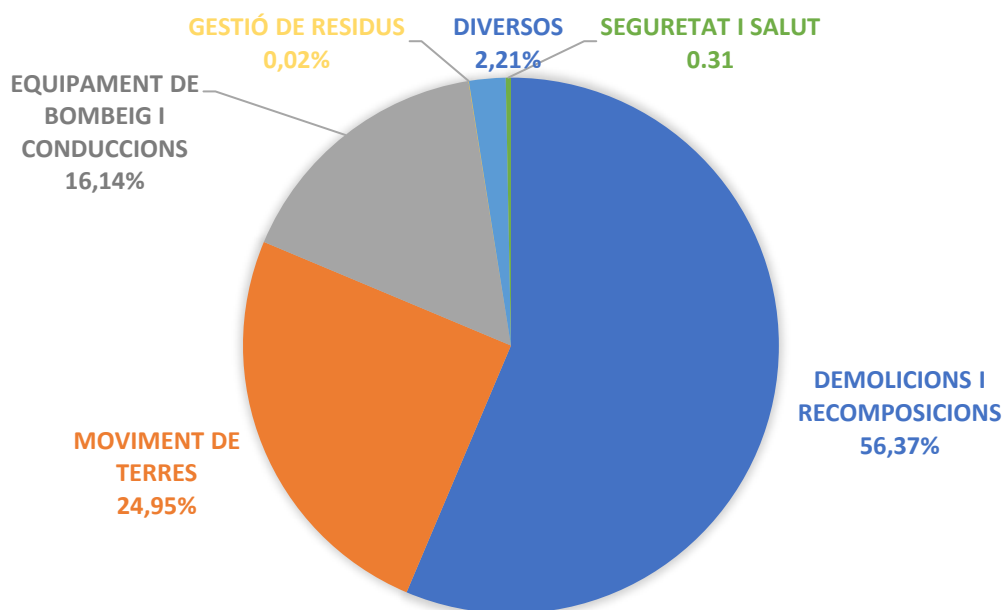


Figura 39. Distribució percentual dels capítols del pressupost

Sobre un Pressupost d'Execució Material (PEM) de 402649,28 €, resulta dominant l'apartat de demolicions i recomposicions, amb un 56,37% del total. Cal tenir en compte que no es tracta d'una intervenció puntual, sinó d'una actuació integral que afecta a tota la població. Al cap i a la fi, s'han d'excavar quasi 17 km en total per acomodar les canonades. Addicionalment, la terra que s'ha de buidar per portar a terme les obres requereix atenció, la qual cosa ocupa un quart del PEM. Per pes monetari, a continuació es troba els components de la instal·lació en si, les canonades i la unitat de

bombeig, que en total sumen quasi seixanta-cinc mil euros. Per últim, es troben certes despeses complementàries per a la realització de les obres, la redacció del propi projecte i el Pla de Seguretat i Salut, que s'ha calculat com el tres per mil del PEM.

En resum, es determina que el major cost associat a l'execució del projecte corre a càrrec de la demolició del paviment, la seua reconstrucció i el maneig de les terres, que suposen un 81,32% del PEM, molt lluny del 16,14% de la xarxa que ha de proporcionar el subministrament d'aigua.

5.4. Aprofitament dipòsit de compensació

Respecte al dipòsit de compensació presentat a l'apartat 3.2., queda sense ús després de l'actuació descrita. L'aigua, que prèviament passava pel dipòsit abans de mesclar-se amb l'aigua comprada en alta a l'EMSHI, es mescla directament en la solució proposada.

Per tant, pot resultar lògic pensar d'aprofitar la infraestructura ja construïda. La manera de fer-ho passa per utilitzar el dipòsit de compensació per al que el seu nom bé indica: acumular aigua a una certa altura (i per tant, pressió) per poder abastir a la xarxa en moments de gran demanda o per evitar que treballa el grup d'impulsió, amb el consegüent estalvi energètic i monetari que suposa.

Per a tal efecte s'ha modelat la configuració que es presenta al diagrama unifilar de la Figura 40. El plantejament passa per utilitzar una sèrie de vàlvules que permeten l'entrada d'aigua al dipòsit, així com la seua eixida o no. Altrament, hi ha una tercera vàlvula que regula la circulació d'aigua per la canonada que es troba directament a l'eixida de la bomba i permet la derivació sense passar pel dipòsit.

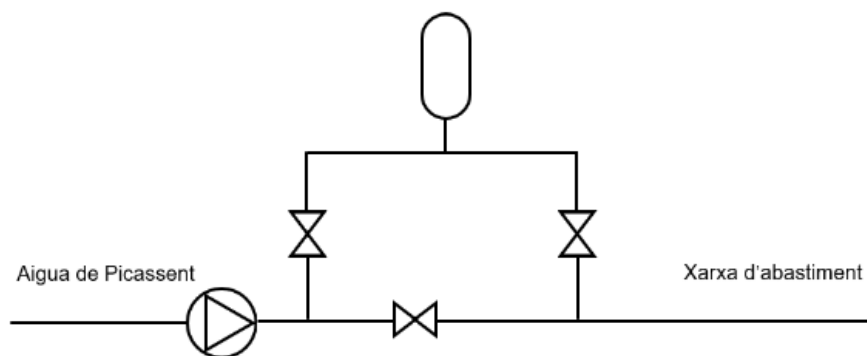


Figura 40. Diagrama unifilar de la instal·lació

Que modelat a Epanet resulta com es mostra a la Figura 41.

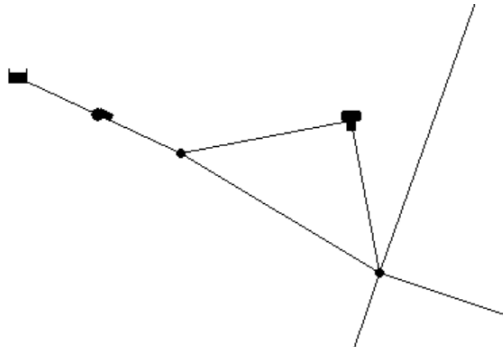


Figura 41. Modelització del dipòsit a Epanet

Com s'ha mencionat a l'apartat 3.2., l'altura màxima del dipòsit és de 27 metres. S'ha fet una primera simulació suposant el dipòsit ple i configurant l'estat inicial de les canonades que provenen de la bomba com a tancades. Així, és el dipòsit l'únic que abasteix d'aigua a la xarxa.

El resultat és que la pressió al punt més pròxim al dipòsit, té una pressió de 12,97 mca. Açò es deu a la diferència de cotes entre els dos punts. Com s'ha definit la cota geomètrica dels nodes de consum com a 14 metres, la diferència entre els dos punts, restant les pèrdues de fricció, és de gairebé 13 mca. Per tant, el dipòsit no és capaç de cobrir les necessitats de la xarxa en termes de pressió. En el cas de voler utilitzar simultàniament la bomba i el dipòsit, açò provocaria que la pressió en els nusos fora superior a 30 mca, superior a la de dipòsit, per la qual cosa el dipòsit no descarregaria.

D'altra banda, si el que es busca és merament un estalvi energètic/econòmic, s'ha comprovat a l'apartat anterior que, a causa del tan baix cabal que s'impulsa, el consum energètic és molt baix.

Això no obstant, una proposta d'ús del dipòsit és com a reserva d'emergència. Amb 6 metres d'altura útil i un diàmetre de 7 metres, es capaç d'emmagatzemar un màxim de 230 m³ d'aigua. Com la bomba instal·lada té la capacitat suficient per aportar l'altura necessària, el dipòsit es pot anar omplint lentament quan unes baixes demandes permeten para la bomba d'impulsió i omplir el dipòsit. En cas d'emergència o fallida generalitzada de la xarxa, el dipòsit ple permetria dotar d'aigua potable a tota la població durant 4 dies a raó de 6 litres per habitant i dia. En el cas de fer aquest ús per al dipòsit, caldria fer un estudi previ del temps màxim de romanència de l'aigua i controlar variables de tipus biològic per evitar la seua contaminació. Aquesta anàlisi, però, queda més enllà de l'objectiu d'aquest estudi.

6. RESULTATS

Tot seguit es presenten els resultats obtinguts després de seguir la metodologia exposada a l'apartat 5. Es fa un breu repàs a les variables més significatives d'una instal·lació d'aquesta tipologia: diàmetres, pressió i velocitat.

6.1. Diàmetres

Durant el procés iteratiu de disseny s'ha buscat mantenir les pèrdues per fricció dins d'uns límits raonables a la vegada que es garantien els 30 mca de pressió en tots i cadascun dels nodes de la xarxa.

Així, cap de les canonades supera 1 m/km de pèrdues per fricció, com s'havia plantejat en la primera aproximació. Addicionalment, s'ha comprovat l'efecte que té canviar els diàmetres més menuts a valors superiors. Aquesta comprovació ve motivada per fer ús d'un menor nombre de diàmetres a l'hora de conformar la instal·lació, reduint la possibilitat d'error en el muntatge de les pròpies canonades, juntes, vàlvules, etc. Com no s'ha detectat cap canvi substancial en els paràmetres a controlar, el valor mínim del diàmetre interior de les conduccions és de 12,4 mm. D'aquesta manera, la xarxa està preparada per a admetre ampliacions urbanístiques que comporten demandes superiors a les actuals, sense deixar de acomplir la seua funció amb la demanda actual.

El resultat definitiu del dimensionat de la xarxa és el que es mostra a la Figura 42, en la qual es poden apreciar els diferents diàmetres que la constitueixen. No obstant, el detall del diàmetre de cada conducció, així com de la seua longitud i disposició sobre el mapa, es poden trobar a l'Annex 2 i al plànol.

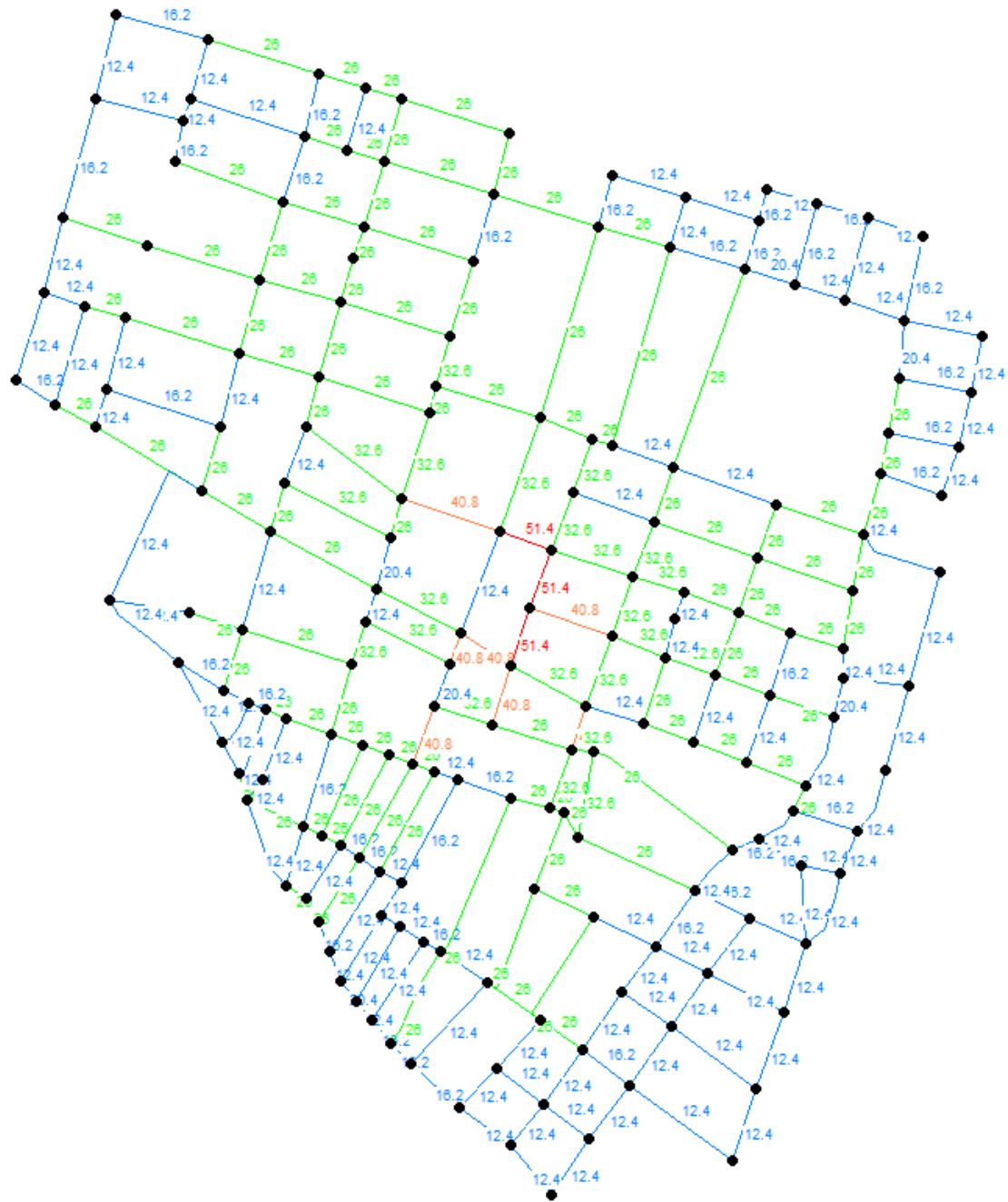


Figura 42. Diàmetres definitius de la xarxa

6.2. Pressions

Mostrant la pressió als nusos i variant l'hora del dia, es confirma que en cap punt es baixa dels 30 mca en cap moment, i especialment a l'hora més desfavorable, com es mostra a la Figura 43. S'ha configurat l'escala per tal de que en cas de la pressió baixa de 30 mca, el color del node canvie de blau obscur a blau clar, com indica la llegenda. Es pot afirmar, doncs, que es mantenen les pressions mínimes en el període de major demanda.

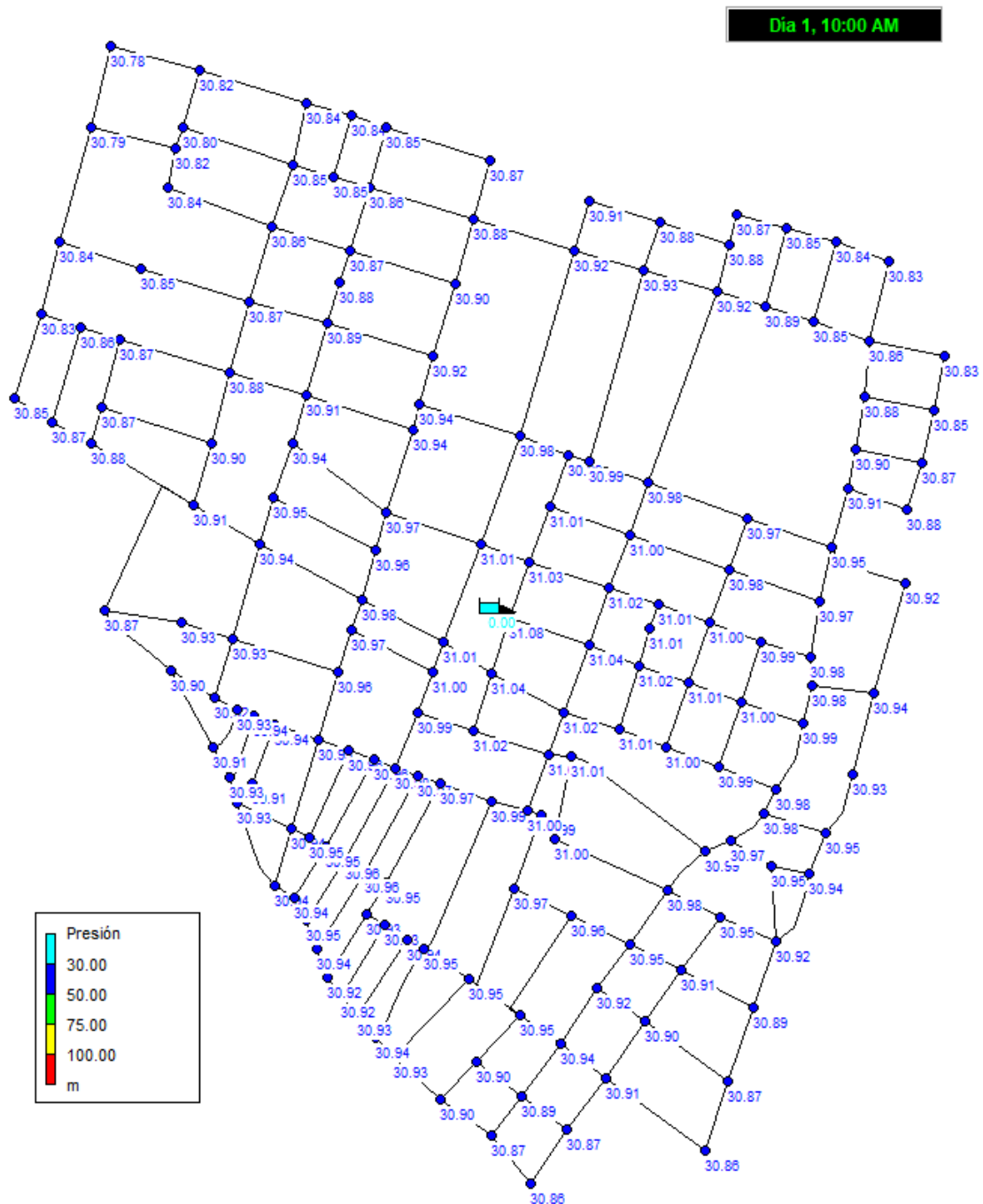


Figura 43. Pressions en el període de major demanda

Pel que fa a comprovar l'homogeneïtat de les pressions al llarg del dia, i verificar que la variació de velocitat de la bomba és efectiva, es grafia l'evolució de la pressió al llarg del dia. Per a tal fi, es prenen les dades del node 178, el 163 i el 77. S'han escollit aquests tres nodes per representar tres tipologies de nusos:

- El node 178 és el node més allunyat de la bomba i en el qual, durant el procés de dimensionat i ajust, s'ha contrastat que és el node amb menors pressions de tota la xarxa.
- El node 163 està situat, en relació a la majoria de la resta, relativament prop de la impulsió. Per la qual cosa se li podria suposar uns majors valors de pressió.
- El node 77 s'ha seleccionat per trobar-se a mig camí entre els dos anteriors. No es troba ni molt prop de la bomba ni en cap cantó de la xarxa, en un terme mig.

En la Figura 44 es troba la situació en el mapa de cadascun dels tres punts comentats. Així mateix, en la Figura 45 es pot visualitzar l'evolució temporal al llarg d'un dia de la pressió en els tres nusos.

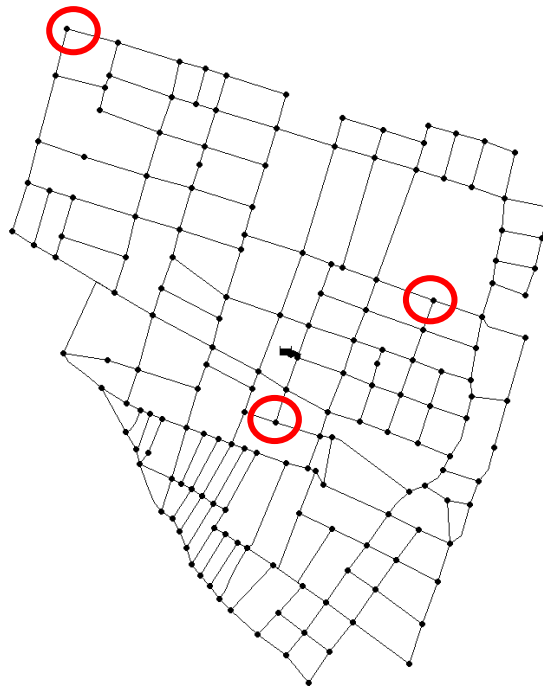


Figura 44. Situació dels nodes, d'esquerra a dreta: node 178, node 163 i node 77

La Figura 45 verifica per tant, que la pressió en aquests tres nodes es manté entre els 30 i els 31 mca de manera constant al llarg del dia.

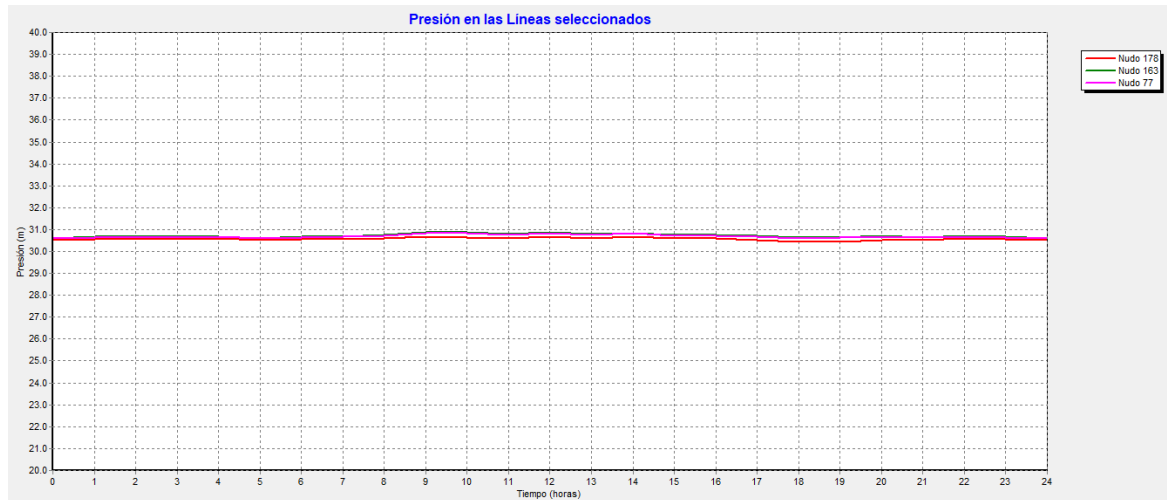


Figura 45. Evolució temporal de la pressió als nodes 178, 163 i 77

6.3. Velocitats

Mentre els resultats obtinguts amb els diàmetres i les pressions es troben dins de límits raonables tenint en compte les particularitats d'aquesta instal·lació, el cas de les velocitats resulta dissemblant.

Com s'ha comentat a l'apartat 4.2.1., la velocitat a una conducció tancada ve donada per l'equació (2), on queden relacionades la velocitat, el cabal i l'àrea de la conducció. Així mateix, es recorda que un valor habitual de velocitat de circulació en xarxes d'abastiment es troba entre els 0,5 m/s i els 2,5 m/s. Velocitats més altes poden provocar augments en les pèrdues de pressió i fins i tot, danyar els elements de la xarxa. Per contra, valors menors solen portar lligats dificultats en la circulació de l'aigua i un augment dels temps de romanència en la xarxa.

Les velocitats que s'obtenen de les simulacions de la xarxa es poden observar a la Figura 46. A pesar d'haver-se realitzat en el període de major demanda de la xarxa, on es poden trobar majors cabals circulant per la xarxa, i per tant, majors velocitats, son notoris els valors tan baixos obtinguts. En la majoria de casos gairebé arriben a les centèsimes de metres per segons i s'hi observen alguns casos en què arriben a la mil·lèsima. Com s'ha dit, en el cas de velocitats excessivament baixes, es poden produir sedimentacions i podrien arribar a aparèixer problemes de salubritat.

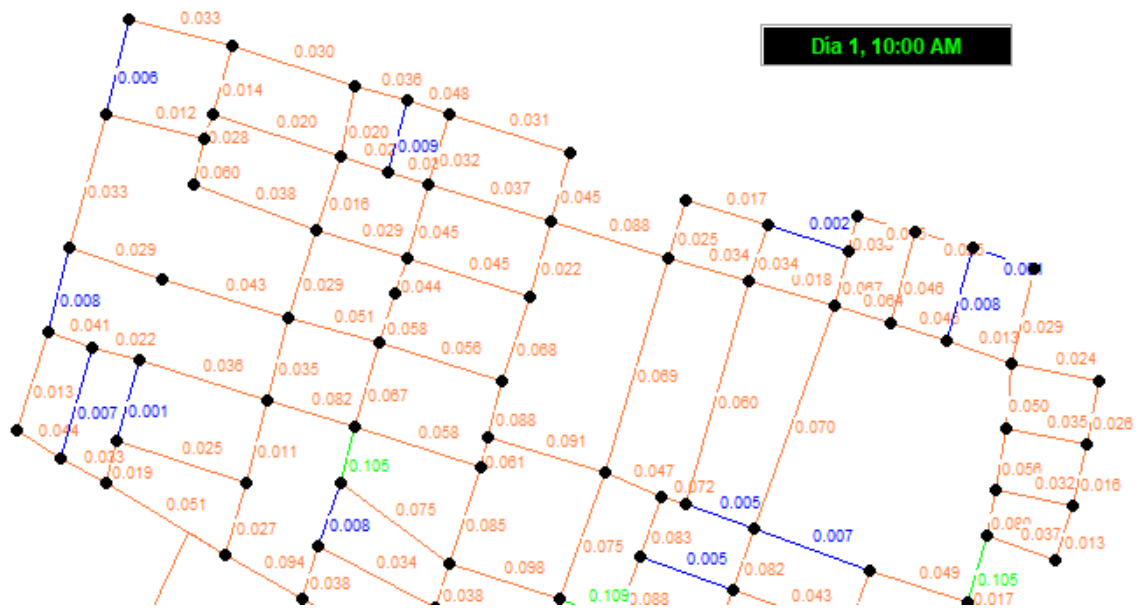


Figura 46. Velocitats en el període de major demanda

Per poder obtenir velocitats acceptables amb els cabals que circulen per la xarxa, per exemple d'1 m/s, farien falta diàmetres minúsculs, com mostra la Taula 13. A la taula hi ha una sèrie de valors obtinguts directament de les simulacions i els diàmetres que serien necessaris.

| Cabal (l/s) | Diàmetre (mm) |
|-------------|---------------|
| 0,0730 | 9,641 |
| 0,0368 | 6,845 |
| 0,0180 | 4,787 |
| 0,0050 | 2,523 |
| 0,0010 | 1,128 |
| 0,0002 | 0,505 |

Taula 13. Diàmetres teòrics necessaris

Com es pot comprovar, la majoria de conduccions presenten uns valors inviàbles per assolir dita velocitat. Les dos úniques que es podrien aconseguir amb els diàmetres presentats a l'apartat 4.2.2. es corresponen a canonades molt properes a la bomba, per on circulen els majors cabals de la xarxa.

6.4. Pèrdues unitàries

Per últim, es verifica com les pèrdues unitàries o de fricció es troben per sota d' 1 m/km en el període punta de demanda de la xarxa, com mostra la Figura 47. En aquesta, s'ha configurat l'escala per a mostrar en color roig cap valor que supere 1 m/km. Així doncs, resulta aparent com la xarxa es capaç de suportar increments de demanda superiors a l'actual màxim.

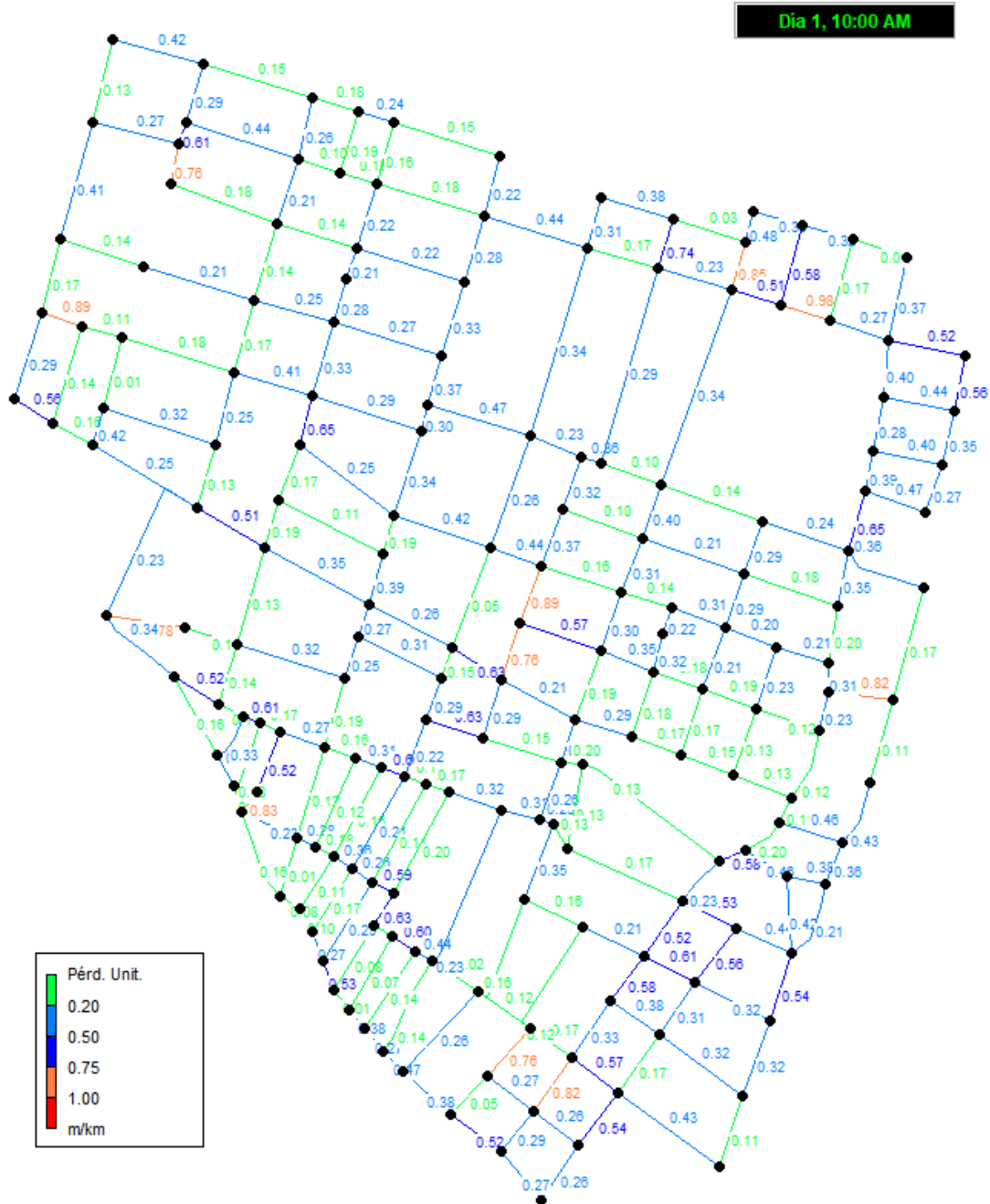


Figura 47. Pèrdues unitàries en hora punta

7. CONCLUSIONS

Durant el desenvolupament d'aquest treball s'ha analitzat el funcionament d'una instal·lació per a un servei d'abastiment d'aigua potable paral·lel a l'existent a la població de Massanassa. Aquesta instal·lació resulta innovadora i diferencial respecte a la resta de xarxes que es troben avui dia en la majoria de municipis. Rebre aigua potable de qualitat de manera diferenciada únicament per a beure i preparar aliments pot suposar una millora en la qualitat de vida dels habitants del municipi. Per aconseguir-ho, ha sigut necessari fer un estudi de les necessitats de demanda de la població. Aquest estudi que, a pesar de les seues limitacions per centrar-se en un únic període d'un mes, resulta significatiu a l'hora de dissenyar i projectar una instal·lació hidràulica.

Pel que fa a la al treball de simulació, s'han advertit una sèrie de valors destacadament menors que els que se solen trobar en altres tipus d'instal·lacions d'abastiment d'aigua potable. Un fet lògic al capdavant si es té en compte el volum que representa l'assignació d'aigua feta en relació amb la dotació habitual. Amb tot, a banda de la modelització elaborada per tal de simular la xarxa dissenyada, el fet de comptar amb un model de simulació hidràulica pot obrir les portes al personal tècnic de l'ajuntament per fer altres tipus d'anàlisis que milloren la xarxa actual.

No només s'ha comprovat la viabilitat del projecte, sinó el baix cost de funcionament que pot tindre aquesta solució. En contraposició, destaca el preu d'execució de les obres per a la seua instal·lació, que podrien suposar el major obstacle per a la seua realització. Tanmateix, el que s'ha perseguit no és la redacció d'un projecte pendent d'execució, sinó dotar a l'ajuntament d'un projecte aproximatiu per portar endavant una actuació com la que s'exposa per tal que es pugui valorar la seua viabilitat des d'una posició fonamentada. Donat l'aspecte experimental de la iniciativa, aquest estudi de viabilitat es tracta d'un tempteig previ que podria no veure la llum sense cap conseqüència per al consistori.

En cas que el projecte s'execute, la seua pròpia naturalesa fa que estiga preparat per a les necessitats futures. Com s'ha vist, els valors de les pèrdues són tan baixos que en el cas d'augmentar la demanda de la població, la xarxa ho podria assumir sense dificultats. Aquesta situació només es pot donar en cas d'una construcció significativa d'obra nova on ara hi ha habitatges tradicionals. En tot cas, la mateixa bomba que s'ha dimensionat té el seu punt de funcionament a certa distància respecte la seua velocitat màxima, raó per la qual no seria necessari optar per una de major potència.

A més a més, com que la xarxa discorre de manera paral·lela a l'actual, en cas de portar endavant l'obra, es pot aprofitar l'avinentesa per revisar i actualitzar les parts més velles o deteriorades del sistema present. Això, però, va més enllà de l'abast d'aquest treball de fi de grau.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Mataix, C. (1982). *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas - 2b: Edición*. Ediciones del Castillo.
- [2] Organització Mundial de la Salut. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Creative Commons.
- [3] Reial Decret 907/2007, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la planificació hidrològica. *Butlletí Oficial de l'Estat*. Madrid, 16 de juliol de 2007, nre. 162, pàg. 29361-29398

ANNEXOS

ANNEX 1. CÀLCUL DEL PATRÓ DE DEMANDA

En aquest annex es passa a detallar el procediment de càlcul seguit per obtenir els coeficients del patró de demanda corresponent al mes de maig de l'any 2020.

Les dades de què es disposen són les que es mostren a la Figura 1. Les dades arriben fins a la fila 743, però només s'inclouen unes poques dades amb fi il·lustratiu. Per a cada mes de l'any, l'ajuntament crea un registre on, per a cada hora de cada dia, queden enregistrades certes entrades. Aquestes són:

- Total d'aigua potable comprada en alta (procedent de Picassent)
- Percentatge d'aigua potable comprada subministrada a la xarxa
- Total d'aigua extreta del pou (en m³)
- Percentatge d'aigua del pou que s'injecta a la xarxa
- Total d'aigua potable injectada a la xarxa (en m³)
- Total d'aigua potable injectada al nucli urbà (en m³)
- Percentatge que l'aigua potable injectada al nucli urbà representa sobre el total
- Total d'aigua potable subministrada al polígon industrial (en m³)
- Percentatge que l'aigua potable subministrada al polígon industrial representa sobre el total

| Ajuntament de Massanassa | | | | | | URBANISMO - 2020 | | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|------------------|
| Àrea d'Urbanisme i Activitats Diverses | | | | | | CONTROL MENSUAL AGUA ABRIL - 2020 | | | | |
| ABRIL Fecha y Hora | Total Agua Potable Comprada en Alta | % Agua Potable suministrada a la red | Total Agua Extraída Pozo | % Agua suministrada desde el pozo a la red | Total Agua Potable Suministrada a la Red | Total Agua Potable Casco Urbano | % Agua potable en el Casco Urbano | Total Agua Potable Suministrada Poligono | % Agua Potable en el Poligono Industrial | Reparación Fugas |
| 30/4/2020 23:00 | 46.00 | 57.50 | 34.00 | 42.50 | 80.00 | 80.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 22:00 | 51.00 | 56.98 | 38.50 | 43.02 | 89.50 | 89.50 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 21:00 | 58.75 | 58.31 | 42.00 | 41.69 | 100.75 | 100.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 20:00 | 75.25 | 58.45 | 53.50 | 41.55 | 128.75 | 128.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 19:00 | 78.00 | 55.52 | 62.50 | 44.48 | 140.50 | 140.50 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 18:00 | 75.00 | 56.29 | 58.25 | 43.71 | 133.25 | 133.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 17:00 | 75.00 | 55.97 | 59.00 | 44.03 | 134.00 | 134.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 16:00 | 70.75 | 55.17 | 57.50 | 44.83 | 128.25 | 128.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 15:00 | 62.75 | 56.03 | 49.25 | 43.97 | 112.00 | 112.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 14:00 | 70.75 | 57.64 | 52.00 | 42.36 | 122.75 | 122.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 13:00 | 78.75 | 56.65 | 60.25 | 43.35 | 139.00 | 139.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 12:00 | 76.50 | 56.15 | 59.75 | 43.85 | 136.25 | 136.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 11:00 | 76.00 | 56.19 | 59.25 | 43.81 | 135.25 | 135.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 10:00 | 76.25 | 56.48 | 58.75 | 43.52 | 135.00 | 135.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 9:00 | 76.50 | 55.74 | 60.75 | 44.26 | 137.25 | 137.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 8:00 | 73.25 | 55.49 | 58.75 | 44.51 | 132.00 | 132.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 7:00 | 63.50 | 54.74 | 52.50 | 45.26 | 116.00 | 116.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 6:00 | 53.50 | 54.73 | 44.25 | 45.27 | 97.75 | 97.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 5:00 | 46.50 | 55.52 | 37.25 | 44.48 | 83.75 | 83.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 4:00 | 44.00 | 56.05 | 34.50 | 43.95 | 78.50 | 78.50 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 3:00 | 42.50 | 55.92 | 33.50 | 44.08 | 76.00 | 76.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 2:00 | 42.00 | 56.76 | 32.00 | 43.24 | 74.00 | 74.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 1:00 | 41.50 | 56.08 | 32.50 | 43.92 | 74.00 | 74.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 30/4/2020 0:00 | 42.50 | 56.86 | 32.25 | 43.14 | 74.75 | 74.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 23:00 | 47.00 | 57.32 | 35.00 | 42.68 | 82.00 | 82.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 22:00 | 51.25 | 56.94 | 38.75 | 43.06 | 90.00 | 90.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 21:00 | 60.00 | 58.39 | 42.75 | 41.61 | 102.75 | 102.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 20:00 | 76.75 | 58.25 | 55.50 | 41.75 | 131.75 | 131.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 19:00 | 80.00 | 56.34 | 62.00 | 43.66 | 142.00 | 142.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 18:00 | 73.75 | 54.97 | 60.00 | 45.03 | 133.25 | 133.25 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 17:00 | 70.00 | 55.67 | 55.75 | 44.33 | 125.75 | 125.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 16:00 | 65.50 | 55.63 | 52.25 | 44.37 | 117.75 | 117.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 15:00 | 62.00 | 56.11 | 48.50 | 43.89 | 110.50 | 110.50 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 14:00 | 72.00 | 59.63 | 48.75 | 40.37 | 120.75 | 120.75 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 29/4/2020 13:00 | 80.00 | 55.36 | 64.50 | 44.64 | 144.50 | 144.50 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | |

Figura 1. Full de càlcul del control mensual de l'aigua del mes de d'abril de 2020.

Ajuntament de Massanassa

De totes aquestes dades, només es fa ús de la primera columna, relativa a la data i hora de la mesura; i de la setena columna, relativa al volum total d'aigua potable injectada al nucli urbà.

Aquestes dues columnes es copien en un full de càlcul a banda. El següent pas consisteix a eliminar la data (en format dd/mm/aaaa) de cada registre amb la finalitat d'agrupar cada hora i calcular-ne la mitjana.

Una vegada fet aquest pas, s'ordena d'inferior a superior a través de la funció amb el mateix nom al menú *Dades*. Així, es mostra des de les 0:00 fins a les 23:00, les 30 mesures per a cada hora de cada dia, amb el volum corresponent d'aigua potable circulant pel nucli urbà.

A continuació, per a cada canvi en la cel·la corresponent a l'hora de mesura, es fa servir la funció de *Mitjana*. El resultat d'aquesta operació s'insereix després de la cel·la anterior al canvi d'hora de mesura. A la Taula 1 es mostra el resultat d'aquestes operacions.

| Hora | Volum (m3) | Hora | Volum (m3) | Hora | Volum (m3) |
|---------|------------|---------|------------|----------|------------|
| 0:00:00 | 58,25 | 8:00:00 | 113,00 | 16:00:00 | 92,00 |
| 0:00:00 | 59,25 | 8:00:00 | 117,50 | 16:00:00 | 95,25 |
| 0:00:00 | 55,00 | 8:00:00 | 111,75 | 16:00:00 | 99,00 |
| 0:00:00 | 54,75 | 8:00:00 | 110,00 | 16:00:00 | 93,00 |
| 0:00:00 | 54,25 | 8:00:00 | 113,00 | 16:00:00 | 97,50 |
| 0:00:00 | 53,75 | 8:00:00 | 108,00 | 16:00:00 | 94,00 |
| 0:00:00 | 53,50 | 8:00:00 | 111,00 | 16:00:00 | 93,75 |
| 0:00:00 | 58,00 | 8:00:00 | 115,75 | 16:00:00 | 90,00 |
| 0:00:00 | 56,50 | 8:00:00 | 119,50 | 16:00:00 | 94,25 |
| 0:00:00 | 58,25 | 8:00:00 | 112,75 | 16:00:00 | 102,00 |
| 0:00:00 | 59,50 | 8:00:00 | 110,50 | 16:00:00 | 97,25 |
| 0:00:00 | 59,50 | 8:00:00 | 110,75 | 16:00:00 | 95,75 |
| 0:00:00 | 61,50 | 8:00:00 | 110,50 | 16:00:00 | 93,00 |
| 0:00:00 | 65,00 | 8:00:00 | 117,00 | 16:00:00 | 100,00 |
| 0:00:00 | 69,00 | 8:00:00 | 130,75 | 16:00:00 | 104,75 |
| 0:00:00 | 69,25 | 8:00:00 | 122,50 | 16:00:00 | 102,75 |
| 0:00:00 | 62,75 | 8:00:00 | 122,00 | 16:00:00 | 100,75 |
| 0:00:00 | 62,50 | 8:00:00 | 106,25 | 16:00:00 | 97,25 |
| 0:00:00 | 61,50 | 8:00:00 | 118,75 | 16:00:00 | 101,75 |
| 0:00:00 | 65,50 | 8:00:00 | 116,00 | 16:00:00 | 100,50 |
| 0:00:00 | 77,75 | 8:00:00 | 123,00 | 16:00:00 | 101,00 |
| 0:00:00 | 82,00 | 8:00:00 | 128,75 | 16:00:00 | 114,00 |
| 0:00:00 | 75,00 | 8:00:00 | 144,50 | 16:00:00 | 116,75 |
| 0:00:00 | 75,50 | 8:00:00 | 138,25 | 16:00:00 | 121,25 |
| 0:00:00 | 78,50 | 8:00:00 | 141,50 | 16:00:00 | 117,75 |
| 0:00:00 | 75,25 | 8:00:00 | 140,50 | 16:00:00 | 130,50 |
| 0:00:00 | 74,00 | 8:00:00 | 165,00 | 16:00:00 | 119,50 |
| 0:00:00 | 74,50 | 8:00:00 | 163,75 | 16:00:00 | 116,25 |
| 0:00:00 | 75,25 | 8:00:00 | 141,75 | 16:00:00 | 114,75 |
| 0:00:00 | 76,75 | 8:00:00 | 143,50 | 16:00:00 | 121,00 |

| | | | | | |
|----------------|-------|----------------|--------|-----------------|--------|
| 0:00:00 | 76,00 | 8:00:00 | 136,75 | 16:00:00 | 117,50 |
| 0:00:00 | | 8:00:00 | | 16:00:00 | |
| Mitjana | 65,99 | Mitjana | 124,66 | Mitjana | 104,35 |
| 1:00:00 | 55,75 | 9:00:00 | 128,50 | 17:00:00 | 99,50 |
| 1:00:00 | 56,00 | 9:00:00 | 129,75 | 17:00:00 | 98,25 |
| 1:00:00 | 54,25 | 9:00:00 | 111,25 | 17:00:00 | 101,25 |
| 1:00:00 | 52,50 | 9:00:00 | 110,25 | 17:00:00 | 96,50 |
| 1:00:00 | 51,50 | 9:00:00 | 106,50 | 17:00:00 | 101,00 |
| 1:00:00 | 51,25 | 9:00:00 | 108,25 | 17:00:00 | 102,25 |
| 1:00:00 | 50,50 | 9:00:00 | 114,00 | 17:00:00 | 96,00 |
| 1:00:00 | 54,50 | 9:00:00 | 130,75 | 17:00:00 | 96,25 |
| 1:00:00 | 54,75 | 9:00:00 | 130,50 | 17:00:00 | 100,50 |
| 1:00:00 | 56,50 | 9:00:00 | 115,25 | 17:00:00 | 103,50 |
| 1:00:00 | 56,00 | 9:00:00 | 111,75 | 17:00:00 | 98,25 |
| 1:00:00 | 56,25 | 9:00:00 | 110,25 | 17:00:00 | 99,00 |
| 1:00:00 | 59,25 | 9:00:00 | 113,00 | 17:00:00 | 94,25 |
| 1:00:00 | 58,50 | 9:00:00 | 113,75 | 17:00:00 | 97,50 |
| 1:00:00 | 66,50 | 9:00:00 | 146,50 | 17:00:00 | 114,50 |
| 1:00:00 | 66,50 | 9:00:00 | 133,75 | 17:00:00 | 108,00 |
| 1:00:00 | 59,50 | 9:00:00 | 124,25 | 17:00:00 | 109,50 |
| 1:00:00 | 59,25 | 9:00:00 | 110,25 | 17:00:00 | 108,75 |
| 1:00:00 | 59,50 | 9:00:00 | 121,00 | 17:00:00 | 113,75 |
| 1:00:00 | 64,25 | 9:00:00 | 119,00 | 17:00:00 | 103,75 |
| 1:00:00 | 75,75 | 9:00:00 | 122,25 | 17:00:00 | 109,75 |
| 1:00:00 | 74,75 | 9:00:00 | 142,25 | 17:00:00 | 125,50 |
| 1:00:00 | 74,00 | 9:00:00 | 159,75 | 17:00:00 | 124,75 |
| 1:00:00 | 75,00 | 9:00:00 | 137,50 | 17:00:00 | 125,50 |
| 1:00:00 | 76,25 | 9:00:00 | 142,00 | 17:00:00 | 128,00 |
| 1:00:00 | 74,00 | 9:00:00 | 148,00 | 17:00:00 | 136,00 |
| 1:00:00 | 71,50 | 9:00:00 | 169,25 | 17:00:00 | 128,50 |
| 1:00:00 | 72,50 | 9:00:00 | 167,75 | 17:00:00 | 123,00 |
| 1:00:00 | 73,00 | 9:00:00 | 155,75 | 17:00:00 | 130,50 |
| 1:00:00 | 74,00 | 9:00:00 | 155,25 | 17:00:00 | 128,25 |
| 1:00:00 | 72,75 | 9:00:00 | 157,75 | 17:00:00 | 127,25 |
| 1:00:00 | | 9:00:00 | | 17:00:00 | |
| Mitjana | 63,11 | Mitjana | 130,52 | Mitjana | 110,62 |
| 2:00:00 | 54,75 | 10:00:00 | 129,75 | 18:00:00 | 106,00 |
| 2:00:00 | 54,25 | 10:00:00 | 123,75 | 18:00:00 | 98,25 |
| 2:00:00 | 55,50 | 10:00:00 | 107,75 | 18:00:00 | 105,25 |
| 2:00:00 | 51,75 | 10:00:00 | 108,50 | 18:00:00 | 106,75 |
| 2:00:00 | 52,25 | 10:00:00 | 103,75 | 18:00:00 | 106,50 |
| 2:00:00 | 49,75 | 10:00:00 | 109,00 | 18:00:00 | 108,00 |
| 2:00:00 | 51,00 | 10:00:00 | 110,75 | 18:00:00 | 105,00 |
| 2:00:00 | 53,00 | 10:00:00 | 133,25 | 18:00:00 | 104,75 |
| 2:00:00 | 51,50 | 10:00:00 | 126,25 | 18:00:00 | 104,50 |
| 2:00:00 | 55,75 | 10:00:00 | 108,75 | 18:00:00 | 105,25 |

| | | | | | |
|----------------|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| 2:00:00 | 55,25 | 10:00:00 | 106,75 | 18:00:00 | 105,50 |
| 2:00:00 | 55,25 | 10:00:00 | 106,75 | 18:00:00 | 104,50 |
| 2:00:00 | 57,25 | 10:00:00 | 109,00 | 18:00:00 | 105,00 |
| 2:00:00 | 58,50 | 10:00:00 | 118,00 | 18:00:00 | 106,00 |
| 2:00:00 | 64,25 | 10:00:00 | 155,25 | 18:00:00 | 121,00 |
| 2:00:00 | 65,25 | 10:00:00 | 136,50 | 18:00:00 | 115,25 |
| 2:00:00 | 61,00 | 10:00:00 | 122,00 | 18:00:00 | 112,00 |
| 2:00:00 | 59,75 | 10:00:00 | 105,50 | 18:00:00 | 114,00 |
| 2:00:00 | 58,25 | 10:00:00 | 119,75 | 18:00:00 | 122,25 |
| 2:00:00 | 63,00 | 10:00:00 | 118,50 | 18:00:00 | 112,25 |
| 2:00:00 | 75,75 | 10:00:00 | 119,50 | 18:00:00 | 117,25 |
| 2:00:00 | 73,75 | 10:00:00 | 156,25 | 18:00:00 | 130,50 |
| 2:00:00 | 73,50 | 10:00:00 | 161,50 | 18:00:00 | 127,00 |
| 2:00:00 | 72,25 | 10:00:00 | 138,25 | 18:00:00 | 131,50 |
| 2:00:00 | 75,00 | 10:00:00 | 143,00 | 18:00:00 | 135,25 |
| 2:00:00 | 73,25 | 10:00:00 | 150,50 | 18:00:00 | 135,50 |
| 2:00:00 | 72,00 | 10:00:00 | 150,50 | 18:00:00 | 132,00 |
| 2:00:00 | 73,25 | 10:00:00 | 169,50 | 18:00:00 | 130,00 |
| 2:00:00 | 72,00 | 10:00:00 | 157,25 | 18:00:00 | 129,50 |
| 2:00:00 | 73,25 | 10:00:00 | 157,50 | 18:00:00 | 131,50 |
| 2:00:00 | 72,50 | 10:00:00 | 159,50 | 18:00:00 | 134,00 |
| 2:00:00 | | 10:00:00 | | 18:00:00 | |
| Mitjana | 62,38 | Mitjana | 129,77 | Mitjana | 116,19 |
| 3:00:00 | 52,00 | 11:00:00 | 116,00 | 19:00:00 | 117,00 |
| 3:00:00 | 53,75 | 11:00:00 | 117,25 | 19:00:00 | 105,00 |
| 3:00:00 | 55,25 | 11:00:00 | 106,00 | 19:00:00 | 108,00 |
| 3:00:00 | 51,00 | 11:00:00 | 104,75 | 19:00:00 | 118,75 |
| 3:00:00 | 51,50 | 11:00:00 | 104,25 | 19:00:00 | 117,75 |
| 3:00:00 | 51,75 | 11:00:00 | 106,75 | 19:00:00 | 120,00 |
| 3:00:00 | 50,75 | 11:00:00 | 106,75 | 19:00:00 | 115,50 |
| 3:00:00 | 51,50 | 11:00:00 | 117,00 | 19:00:00 | 109,75 |
| 3:00:00 | 52,75 | 11:00:00 | 120,50 | 19:00:00 | 104,00 |
| 3:00:00 | 56,50 | 11:00:00 | 111,00 | 19:00:00 | 111,75 |
| 3:00:00 | 54,75 | 11:00:00 | 109,50 | 19:00:00 | 121,50 |
| 3:00:00 | 57,00 | 11:00:00 | 105,50 | 19:00:00 | 117,75 |
| 3:00:00 | 57,25 | 11:00:00 | 105,50 | 19:00:00 | 122,00 |
| 3:00:00 | 57,25 | 11:00:00 | 116,25 | 19:00:00 | 116,75 |
| 3:00:00 | 64,50 | 11:00:00 | 141,50 | 19:00:00 | 121,50 |
| 3:00:00 | 65,25 | 11:00:00 | 128,50 | 19:00:00 | 114,50 |
| 3:00:00 | 61,75 | 11:00:00 | 115,50 | 19:00:00 | 118,00 |
| 3:00:00 | 60,25 | 11:00:00 | 100,75 | 19:00:00 | 122,25 |
| 3:00:00 | 60,00 | 11:00:00 | 117,50 | 19:00:00 | 125,25 |
| 3:00:00 | 63,50 | 11:00:00 | 116,75 | 19:00:00 | 122,00 |
| 3:00:00 | 76,00 | 11:00:00 | 116,50 | 19:00:00 | 123,75 |
| 3:00:00 | 73,50 | 11:00:00 | 148,50 | 19:00:00 | 132,00 |
| 3:00:00 | 72,75 | 11:00:00 | 152,75 | 19:00:00 | 128,25 |

| | | | | | |
|----------------|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| 3:00:00 | 72,50 | 11:00:00 | 137,50 | 19:00:00 | 133,00 |
| 3:00:00 | 75,75 | 11:00:00 | 144,75 | 19:00:00 | 136,25 |
| 3:00:00 | 74,25 | 11:00:00 | 151,00 | 19:00:00 | 142,50 |
| 3:00:00 | 74,25 | 11:00:00 | 137,00 | 19:00:00 | 138,75 |
| 3:00:00 | 71,50 | 11:00:00 | 149,75 | 19:00:00 | 136,25 |
| 3:00:00 | 70,50 | 11:00:00 | 152,25 | 19:00:00 | 134,25 |
| 3:00:00 | 72,50 | 11:00:00 | 152,75 | 19:00:00 | 137,50 |
| 3:00:00 | 72,25 | 11:00:00 | 160,25 | 19:00:00 | 139,75 |
| 3:00:00 | | 11:00:00 | | 19:00:00 | |
| Mitjana | 62,39 | Mitjana | 124,85 | Mitjana | 122,94 |
| 4:00:00 | 54,00 | 12:00:00 | 114,50 | 20:00:00 | 108,50 |
| 4:00:00 | 54,75 | 12:00:00 | 112,75 | 20:00:00 | 102,00 |
| 4:00:00 | 56,75 | 12:00:00 | 107,25 | 20:00:00 | 106,50 |
| 4:00:00 | 54,00 | 12:00:00 | 105,25 | 20:00:00 | 117,75 |
| 4:00:00 | 56,50 | 12:00:00 | 108,25 | 20:00:00 | 113,00 |
| 4:00:00 | 53,00 | 12:00:00 | 109,00 | 20:00:00 | 119,50 |
| 4:00:00 | 53,00 | 12:00:00 | 111,00 | 20:00:00 | 114,00 |
| 4:00:00 | 51,50 | 12:00:00 | 112,75 | 20:00:00 | 107,75 |
| 4:00:00 | 53,00 | 12:00:00 | 118,00 | 20:00:00 | 103,25 |
| 4:00:00 | 58,50 | 12:00:00 | 110,50 | 20:00:00 | 106,50 |
| 4:00:00 | 58,00 | 12:00:00 | 108,50 | 20:00:00 | 115,75 |
| 4:00:00 | 59,75 | 12:00:00 | 107,75 | 20:00:00 | 117,25 |
| 4:00:00 | 60,50 | 12:00:00 | 110,50 | 20:00:00 | 115,50 |
| 4:00:00 | 61,00 | 12:00:00 | 121,50 | 20:00:00 | 115,75 |
| 4:00:00 | 64,75 | 12:00:00 | 136,00 | 20:00:00 | 123,00 |
| 4:00:00 | 66,25 | 12:00:00 | 125,75 | 20:00:00 | 120,00 |
| 4:00:00 | 62,75 | 12:00:00 | 119,00 | 20:00:00 | 113,50 |
| 4:00:00 | 61,25 | 12:00:00 | 105,25 | 20:00:00 | 124,00 |
| 4:00:00 | 63,75 | 12:00:00 | 122,75 | 20:00:00 | 129,00 |
| 4:00:00 | 66,50 | 12:00:00 | 119,25 | 20:00:00 | 116,00 |
| 4:00:00 | 77,25 | 12:00:00 | 113,75 | 20:00:00 | 123,75 |
| 4:00:00 | 73,00 | 12:00:00 | 142,00 | 20:00:00 | 140,75 |
| 4:00:00 | 72,00 | 12:00:00 | 149,75 | 20:00:00 | 133,00 |
| 4:00:00 | 74,00 | 12:00:00 | 140,25 | 20:00:00 | 133,25 |
| 4:00:00 | 77,75 | 12:00:00 | 145,00 | 20:00:00 | 136,00 |
| 4:00:00 | 75,25 | 12:00:00 | 151,75 | 20:00:00 | 142,75 |
| 4:00:00 | 77,00 | 12:00:00 | 140,00 | 20:00:00 | 139,75 |
| 4:00:00 | 73,75 | 12:00:00 | 150,50 | 20:00:00 | 135,25 |
| 4:00:00 | 70,00 | 12:00:00 | 146,25 | 20:00:00 | 135,00 |
| 4:00:00 | 72,25 | 12:00:00 | 148,50 | 20:00:00 | 134,00 |
| 4:00:00 | 69,50 | 12:00:00 | 154,25 | 20:00:00 | 129,50 |
| 4:00:00 | | 12:00:00 | | 20:00:00 | |
| Mitjana | 63,91 | Mitjana | 124,76 | Mitjana | 121,66 |
| 5:00:00 | 57,50 | 13:00:00 | 104,00 | 21:00:00 | 83,25 |
| 5:00:00 | 62,50 | 13:00:00 | 112,25 | 21:00:00 | 82,50 |
| 5:00:00 | 69,25 | 13:00:00 | 108,00 | 21:00:00 | 85,00 |

| | | | | | |
|----------------|-------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| 5:00:00 | 79,50 | 13:00:00 | 107,75 | 21:00:00 | 89,50 |
| 5:00:00 | 69,00 | 13:00:00 | 109,00 | 21:00:00 | 86,25 |
| 5:00:00 | 67,00 | 13:00:00 | 110,75 | 21:00:00 | 89,75 |
| 5:00:00 | 66,50 | 13:00:00 | 112,50 | 21:00:00 | 85,75 |
| 5:00:00 | 56,00 | 13:00:00 | 103,25 | 21:00:00 | 81,00 |
| 5:00:00 | 60,50 | 13:00:00 | 111,50 | 21:00:00 | 83,75 |
| 5:00:00 | 69,50 | 13:00:00 | 111,75 | 21:00:00 | 83,00 |
| 5:00:00 | 68,50 | 13:00:00 | 110,25 | 21:00:00 | 90,75 |
| 5:00:00 | 70,75 | 13:00:00 | 109,25 | 21:00:00 | 88,75 |
| 5:00:00 | 70,50 | 13:00:00 | 113,00 | 21:00:00 | 90,25 |
| 5:00:00 | 78,00 | 13:00:00 | 121,50 | 21:00:00 | 90,25 |
| 5:00:00 | 68,50 | 13:00:00 | 127,25 | 21:00:00 | 95,50 |
| 5:00:00 | 69,75 | 13:00:00 | 124,00 | 21:00:00 | 95,25 |
| 5:00:00 | 76,25 | 13:00:00 | 120,00 | 21:00:00 | 91,25 |
| 5:00:00 | 71,75 | 13:00:00 | 110,75 | 21:00:00 | 93,25 |
| 5:00:00 | 73,25 | 13:00:00 | 120,75 | 21:00:00 | 94,50 |
| 5:00:00 | 75,25 | 13:00:00 | 119,25 | 21:00:00 | 92,50 |
| 5:00:00 | 88,25 | 13:00:00 | 118,25 | 21:00:00 | 96,50 |
| 5:00:00 | 75,50 | 13:00:00 | 139,25 | 21:00:00 | 110,75 |
| 5:00:00 | 77,25 | 13:00:00 | 140,50 | 21:00:00 | 106,75 |
| 5:00:00 | 86,75 | 13:00:00 | 136,00 | 21:00:00 | 103,00 |
| 5:00:00 | 89,25 | 13:00:00 | 138,00 | 21:00:00 | 107,50 |
| 5:00:00 | 87,25 | 13:00:00 | 146,00 | 21:00:00 | 116,75 |
| 5:00:00 | 99,25 | 13:00:00 | 137,50 | 21:00:00 | 110,25 |
| 5:00:00 | 84,25 | 13:00:00 | 153,25 | 21:00:00 | 106,00 |
| 5:00:00 | 74,00 | 13:00:00 | 134,75 | 21:00:00 | 107,50 |
| 5:00:00 | 77,00 | 13:00:00 | 142,50 | 21:00:00 | 106,25 |
| 5:00:00 | 73,75 | 13:00:00 | 140,75 | 21:00:00 | 105,00 |
| 5:00:00 | | 13:00:00 | | 21:00:00 | |
| Mitjana | 73,94 | Mitjana | 122,37 | Mitjana | 95,10 |
| 6:00:00 | 68,25 | 14:00:00 | 89,75 | 22:00:00 | 71,50 |
| 6:00:00 | 78,75 | 14:00:00 | 95,25 | 22:00:00 | 72,75 |
| 6:00:00 | 90,50 | 14:00:00 | 97,75 | 22:00:00 | 75,00 |
| 6:00:00 | 87,75 | 14:00:00 | 95,50 | 22:00:00 | 72,25 |
| 6:00:00 | 94,00 | 14:00:00 | 96,75 | 22:00:00 | 70,50 |
| 6:00:00 | 85,25 | 14:00:00 | 98,00 | 22:00:00 | 70,75 |
| 6:00:00 | 90,50 | 14:00:00 | 93,75 | 22:00:00 | 71,00 |
| 6:00:00 | 68,00 | 14:00:00 | 89,75 | 22:00:00 | 69,50 |
| 6:00:00 | 77,00 | 14:00:00 | 96,75 | 22:00:00 | 70,75 |
| 6:00:00 | 87,00 | 14:00:00 | 98,25 | 22:00:00 | 75,25 |
| 6:00:00 | 87,75 | 14:00:00 | 93,75 | 22:00:00 | 72,75 |
| 6:00:00 | 90,75 | 14:00:00 | 92,75 | 22:00:00 | 73,00 |
| 6:00:00 | 87,25 | 14:00:00 | 96,00 | 22:00:00 | 73,25 |
| 6:00:00 | 99,50 | 14:00:00 | 100,25 | 22:00:00 | 76,25 |
| 6:00:00 | 78,00 | 14:00:00 | 110,50 | 22:00:00 | 83,00 |
| 6:00:00 | 82,75 | 14:00:00 | 109,50 | 22:00:00 | 84,50 |

| | | | | | |
|----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|-------|
| 6:00:00 | 93,00 | 14:00:00 | 104,00 | 22:00:00 | 81,25 |
| 6:00:00 | 86,25 | 14:00:00 | 100,25 | 22:00:00 | 78,75 |
| 6:00:00 | 97,00 | 14:00:00 | 102,00 | 22:00:00 | 79,00 |
| 6:00:00 | 89,75 | 14:00:00 | 103,25 | 22:00:00 | 76,75 |
| 6:00:00 | 130,50 | 14:00:00 | 101,50 | 22:00:00 | 80,75 |
| 6:00:00 | 86,75 | 14:00:00 | 118,00 | 22:00:00 | 98,25 |
| 6:00:00 | 94,75 | 14:00:00 | 121,00 | 22:00:00 | 93,50 |
| 6:00:00 | 108,50 | 14:00:00 | 122,50 | 22:00:00 | 92,00 |
| 6:00:00 | 109,50 | 14:00:00 | 121,50 | 22:00:00 | 89,75 |
| 6:00:00 | 112,25 | 14:00:00 | 124,25 | 22:00:00 | 96,50 |
| 6:00:00 | 131,50 | 14:00:00 | 124,00 | 22:00:00 | 90,25 |
| 6:00:00 | 114,50 | 14:00:00 | 132,50 | 22:00:00 | 91,50 |
| 6:00:00 | 86,75 | 14:00:00 | 116,50 | 22:00:00 | 90,50 |
| 6:00:00 | 93,00 | 14:00:00 | 123,50 | 22:00:00 | 91,25 |
| 6:00:00 | 86,25 | 14:00:00 | 118,50 | 22:00:00 | 92,50 |
| 6:00:00 | | 14:00:00 | | 22:00:00 | |
| Mitjana | 92,69 | Mitjana | 106,05 | Mitjana | 80,79 |
| 7:00:00 | 90,00 | 15:00:00 | 83,75 | 23:00:00 | 61,00 |
| 7:00:00 | 101,25 | 15:00:00 | 88,25 | 23:00:00 | 64,25 |
| 7:00:00 | 103,00 | 15:00:00 | 90,00 | 23:00:00 | 66,75 |
| 7:00:00 | 101,75 | 15:00:00 | 85,75 | 23:00:00 | 60,75 |
| 7:00:00 | 105,25 | 15:00:00 | 90,75 | 23:00:00 | 60,75 |
| 7:00:00 | 102,00 | 15:00:00 | 90,50 | 23:00:00 | 59,00 |
| 7:00:00 | 105,25 | 15:00:00 | 85,50 | 23:00:00 | 60,50 |
| 7:00:00 | 87,50 | 15:00:00 | 82,00 | 23:00:00 | 58,25 |
| 7:00:00 | 99,75 | 15:00:00 | 89,50 | 23:00:00 | 61,00 |
| 7:00:00 | 104,75 | 15:00:00 | 93,75 | 23:00:00 | 65,25 |
| 7:00:00 | 100,25 | 15:00:00 | 86,50 | 23:00:00 | 64,00 |
| 7:00:00 | 100,75 | 15:00:00 | 86,50 | 23:00:00 | 64,50 |
| 7:00:00 | 104,25 | 15:00:00 | 87,00 | 23:00:00 | 63,25 |
| 7:00:00 | 111,50 | 15:00:00 | 97,50 | 23:00:00 | 66,50 |
| 7:00:00 | 96,75 | 15:00:00 | 93,25 | 23:00:00 | 71,50 |
| 7:00:00 | 99,25 | 15:00:00 | 93,25 | 23:00:00 | 75,00 |
| 7:00:00 | 110,00 | 15:00:00 | 97,75 | 23:00:00 | 74,75 |
| 7:00:00 | 100,25 | 15:00:00 | 89,00 | 23:00:00 | 68,00 |
| 7:00:00 | 107,25 | 15:00:00 | 95,25 | 23:00:00 | 69,75 |
| 7:00:00 | 104,00 | 15:00:00 | 91,75 | 23:00:00 | 67,00 |
| 7:00:00 | 123,50 | 15:00:00 | 94,00 | 23:00:00 | 72,25 |
| 7:00:00 | 104,25 | 15:00:00 | 106,75 | 23:00:00 | 85,25 |
| 7:00:00 | 115,00 | 15:00:00 | 108,50 | 23:00:00 | 84,00 |
| 7:00:00 | 125,50 | 15:00:00 | 111,00 | 23:00:00 | 81,50 |
| 7:00:00 | 128,25 | 15:00:00 | 114,00 | 23:00:00 | 79,00 |
| 7:00:00 | 128,25 | 15:00:00 | 119,75 | 23:00:00 | 84,75 |
| 7:00:00 | 149,75 | 15:00:00 | 114,00 | 23:00:00 | 80,75 |
| 7:00:00 | 149,25 | 15:00:00 | 109,75 | 23:00:00 | 79,50 |
| 7:00:00 | 108,00 | 15:00:00 | 104,75 | 23:00:00 | 81,00 |

| | | | | | |
|----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|-----------------------------------|-------|
| 7:00:00 | 116,50 | 15:00:00 | 113,25 | 23:00:00 | 82,25 |
| 7:00:00 | 107,50 | 15:00:00 | 106,25 | 23:00:00 | 82,25 |
| 7:00:00 Mitjana | 109,37 | 15:00:00 Mitjana | 96,76 | 23:00:00 Mitjana | 70,78 |

Taula 1. Càlcul del volum mitjà per hores al nucli urbà durant el mes de maig de 2020

Una vegada realitzat aquest càlcul, es repeteix el mateix procediment per a la resta de mesos de l'any. Després, s'agrupen les mitjanes de totes les hores per a tots els mesos de l'any. El resultat d'aquest mètode es presenta a la Taula 2 i la Taula 3.

| | Gener | Febrer | Març | Abril | Maig | Juny |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0:00 | 55,66 | 57,25 | 57,60 | 58,84 | 65,74 | 55,77 |
| 1:00 | 58,11 | 51,48 | 54,41 | 56,73 | 63,11 | 53,37 |
| 2:00 | 52,09 | 52,76 | 51,61 | 56,05 | 62,38 | 52,03 |
| 3:00 | 51,52 | 50,08 | 50,95 | 56,57 | 62,39 | 52,41 |
| 4:00 | 52,28 | 50,64 | 50,79 | 56,34 | 63,91 | 55,34 |
| 5:00 | 54,73 | 53,04 | 52,60 | 58,98 | 73,94 | 69,13 |
| 6:00 | 69,24 | 70,50 | 65,01 | 71,83 | 92,69 | 87,97 |
| 7:00 | 88,70 | 92,03 | 82,11 | 87,68 | 109,37 | 100,44 |
| 8:00 | 96,32 | 97,78 | 91,70 | 104,95 | 124,66 | 107,73 |
| 9:00 | 103,29 | 100,70 | 104,75 | 121,10 | 130,52 | 109,70 |
| 10:00 | 106,04 | 100,00 | 110,69 | 129,76 | 129,77 | 107,03 |
| 11:00 | 104,77 | 96,45 | 111,98 | 127,92 | 124,85 | 104,32 |
| 12:00 | 99,59 | 93,72 | 107,62 | 126,81 | 124,76 | 105,74 |
| 13:00 | 98,94 | 95,62 | 107,35 | 124,54 | 122,37 | 104,99 |
| 14:00 | 102,52 | 98,56 | 106,29 | 102,58 | 106,05 | 92,98 |
| 15:00 | 95,10 | 88,58 | 89,96 | 90,19 | 96,76 | 87,35 |
| 16:00 | 85,74 | 81,78 | 84,45 | 97,26 | 104,35 | 93,30 |
| 17:00 | 89,08 | 85,50 | 89,55 | 105,74 | 110,62 | 96,91 |
| 18:00 | 91,66 | 91,95 | 96,52 | 112,88 | 116,19 | 99,53 |
| 19:00 | 99,48 | 99,92 | 103,87 | 121,02 | 122,94 | 110,77 |
| 20:00 | 106,23 | 107,59 | 108,29 | 111,69 | 121,66 | 107,83 |
| 21:00 | 99,21 | 98,77 | 97,25 | 84,46 | 95,10 | 85,85 |
| 22:00 | 81,15 | 78,97 | 76,67 | 74,91 | 80,79 | 72,27 |
| 23:00 | 68,23 | 66,18 | 66,37 | 66,72 | 71,11 | 61,83 |
| Mitjana | 83,74 | 81,66 | 84,10 | 91,90 | 99,00 | 86,44 |

Taula 2. Volums mitjans per hores als mesos de l'any 2020 (m³)

| | Juliol | Agost | Setembre | Octubre | Novembre | Desembre |
|-------------|--------|-------|----------|---------|----------|----------|
| 0:00 | 55,58 | 56,71 | 54,96 | 63,33 | 68,17 | 60,56 |
| 1:00 | 52,78 | 54,21 | 53,30 | 62,17 | 66,41 | 57,52 |
| 2:00 | 51,61 | 52,81 | 52,48 | 61,60 | 65,67 | 51,26 |
| 3:00 | 52,34 | 53,60 | 53,36 | 61,85 | 66,46 | 59,73 |

| | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4:00 | 57,98 | 57,76 | 57,85 | 64,95 | 66,72 | 56,19 |
| 5:00 | 74,01 | 68,37 | 76,67 | 77,34 | 68,54 | 60,46 |
| 6:00 | 91,37 | 83,68 | 101,42 | 95,48 | 82,64 | 75,83 |
| 7:00 | 98,06 | 92,98 | 103,06 | 106,36 | 102,95 | 95,46 |
| 8:00 | 102,26 | 99,78 | 107,03 | 112,48 | 109,24 | 107,77 |
| 9:00 | 102,80 | 101,06 | 108,01 | 114,48 | 115,88 | 116,38 |
| 10:00 | 100,95 | 100,84 | 104,83 | 111,23 | 117,70 | 118,29 |
| 11:00 | 99,88 | 99,25 | 103,66 | 108,27 | 113,90 | 113,05 |
| 12:00 | 101,74 | 100,08 | 107,10 | 109,64 | 110,87 | 109,56 |
| 13:00 | 100,92 | 96,29 | 106,60 | 108,18 | 111,31 | 110,62 |
| 14:00 | 90,76 | 87,73 | 95,51 | 100,58 | 110,71 | 108,93 |
| 15:00 | 86,44 | 83,88 | 90,78 | 94,58 | 99,08 | 97,70 |
| 16:00 | 91,95 | 89,53 | 96,54 | 96,86 | 94,54 | 93,61 |
| 17:00 | 96,60 | 92,50 | 99,97 | 102,07 | 100,75 | 97,92 |
| 18:00 | 97,48 | 94,15 | 108,19 | 111,07 | 105,69 | 101,23 |
| 19:00 | 105,98 | 101,73 | 118,83 | 115,70 | 112,47 | 106,78 |
| 20:00 | 104,00 | 97,02 | 105,98 | 106,68 | 116,61 | 110,17 |
| 21:00 | 85,66 | 81,59 | 84,62 | 88,18 | 104,09 | 99,15 |
| 22:00 | 72,64 | 71,85 | 71,29 | 75,38 | 84,22 | 81,79 |
| 23:00 | 61,88 | 62,34 | 60,65 | 67,66 | 74,06 | 69,26 |
| Mitjana | 84,82 | 82,49 | 88,45 | 92,34 | 94,53 | 89,97 |

Taula 2. Volums mitjans per hores als mesos de l'any 2020 (continuació)

Com es pot comprovar a la Taula 2, també s'ha calculat el volum mitjà subministrat al llarg d'un dia per a cada mes de l'any. Fent la divisió de cada xifra per la seua mitjana diària, s'obté un coeficient en tant per u. Aquests valors són els factors correctors que agrupats en un espai temporal, formen el que s'anomena el patró de demanda. El resultat de fer aquesta operació per a totes les dades de la Taula 2 es representa en la Taula 3.

| | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Gener | 0,66 | 0,69 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,65 | 0,83 | 1,06 | 1,15 | 1,23 | 1,27 | 1,25 |
| Febrer | 0,70 | 0,63 | 0,65 | 0,61 | 0,62 | 0,65 | 0,86 | 1,13 | 1,20 | 1,23 | 1,22 | 1,18 |
| Març | 0,68 | 0,65 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,63 | 0,77 | 0,98 | 1,09 | 1,25 | 1,32 | 1,33 |
| Abril | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,62 | 0,61 | 0,64 | 0,78 | 0,95 | 1,14 | 1,32 | 1,41 | 1,39 |
| Maig | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,65 | 0,75 | 0,94 | 1,10 | 1,26 | 1,32 | 1,31 | 1,26 |
| Juny | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,61 | 0,64 | 0,80 | 1,02 | 1,16 | 1,25 | 1,27 | 1,24 | 1,21 |
| Juliol | 0,66 | 0,62 | 0,61 | 0,62 | 0,68 | 0,87 | 1,08 | 1,16 | 1,21 | 1,21 | 1,19 | 1,18 |
| Agost | 0,69 | 0,66 | 0,64 | 0,65 | 0,70 | 0,83 | 1,01 | 1,13 | 1,21 | 1,23 | 1,22 | 1,20 |
| Setembre | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,65 | 0,87 | 1,15 | 1,17 | 1,21 | 1,22 | 1,19 | 1,17 |
| Octubre | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,70 | 0,84 | 1,03 | 1,15 | 1,22 | 1,24 | 1,20 | 1,17 |
| Novembre | 0,72 | 0,70 | 0,69 | 0,70 | 0,71 | 0,73 | 0,87 | 1,09 | 1,16 | 1,23 | 1,25 | 1,20 |
| Desembre | 0,67 | 0,64 | 0,57 | 0,66 | 0,62 | 0,67 | 0,84 | 1,06 | 1,20 | 1,29 | 1,31 | 1,26 |

Taula 3. Valors correctors mitjans del patró de demanda per a cada mes

| | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gener | 1,19 | 1,18 | 1,22 | 1,14 | 1,02 | 1,06 | 1,09 | 1,19 | 1,27 | 1,18 | 0,97 | 0,81 |
| Febrer | 1,15 | 1,17 | 1,21 | 1,08 | 1,00 | 1,05 | 1,13 | 1,22 | 1,32 | 1,21 | 0,97 | 0,81 |
| Març | 1,28 | 1,28 | 1,26 | 1,07 | 1,00 | 1,06 | 1,15 | 1,24 | 1,29 | 1,16 | 0,91 | 0,79 |
| Abril | 1,38 | 1,36 | 1,12 | 0,98 | 1,06 | 1,15 | 1,23 | 1,32 | 1,22 | 0,92 | 0,82 | 0,73 |
| Maig | 1,26 | 1,24 | 1,07 | 0,98 | 1,05 | 1,12 | 1,17 | 1,24 | 1,23 | 0,96 | 0,82 | 0,72 |
| Juny | 1,22 | 1,21 | 1,08 | 1,01 | 1,08 | 1,12 | 1,15 | 1,28 | 1,25 | 0,99 | 0,84 | 0,72 |
| Juliol | 1,20 | 1,19 | 1,07 | 1,02 | 1,08 | 1,14 | 1,15 | 1,25 | 1,23 | 1,01 | 0,86 | 0,73 |
| Agost | 1,21 | 1,17 | 1,06 | 1,02 | 1,09 | 1,12 | 1,14 | 1,23 | 1,18 | 0,99 | 0,87 | 0,76 |
| Setembre | 1,21 | 1,21 | 1,08 | 1,03 | 1,09 | 1,13 | 1,22 | 1,34 | 1,20 | 0,96 | 0,81 | 0,69 |
| Octubre | 1,19 | 1,17 | 1,09 | 1,02 | 1,05 | 1,11 | 1,20 | 1,25 | 1,16 | 0,95 | 0,82 | 0,73 |
| Novembre | 1,17 | 1,18 | 1,17 | 1,05 | 1,00 | 1,07 | 1,12 | 1,19 | 1,23 | 1,10 | 0,89 | 0,78 |
| Desembre | 1,22 | 1,23 | 1,21 | 1,09 | 1,04 | 1,09 | 1,13 | 1,19 | 1,22 | 1,10 | 0,91 | 0,77 |

Taula 3. Valors correctors mitjans del patró de demanda per a cada mes (continuació)

Una vegada realitzats aquests passos, es pot concloure quin és el mes on es donen els valor més alts. Per a l'any 2020, s'observa a la Taula 3 que el valor de coeficients més alt es dona al mes d'abril, amb un valor de 1,41 en el seu màxim. Fixant-se ara en la Taula 2, s'adverteix que durant aquest període, s'han injectat 91,9 m³ d'aigua per hora durant tot el mes. Aquest és, per tant, el període que s'ha utilitzat com a patró de demanda per al dimensionat de la xarxa.

Finalment, es pot representar gràficament el patró de demanda mitjançant un gràfic de barres. D'aquesta manera, es pot visualitzar fàcilment l'evolució de la demanda i determinar quins són els moments de més estrès per a la xarxa. S'adverteix que el moments de major demanda es corresponen al principi del matí i tard per la vesprada, lligats a l'inici de la jornada i el fi d'aquesta per a la majoria de la població.

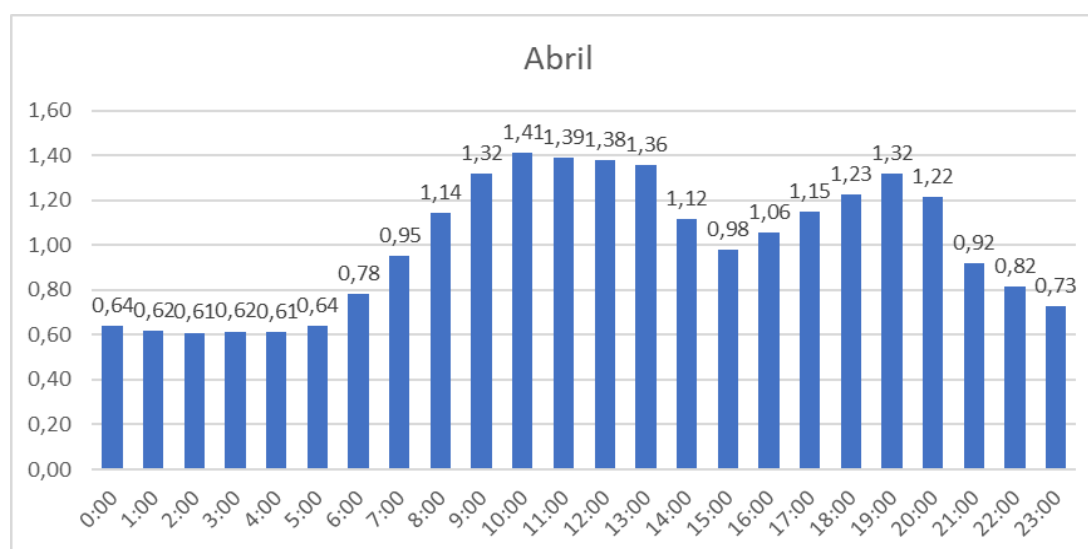


Figura 2. Distribució temporal dels coeficients de demanda

ANNEX 2. RESULTATS DE LA SIMULACIÓ



| ID Línia | Cabal (l/s) | Velocitat (m/s) | Pèrdues Unitàries (m/km) | ID Línia | Cabal (l/s) | Velocitat (m/s) | Pèrdues Unitàries (m/km) |
|----------|-------------|-----------------|--------------------------|----------|-------------|-----------------|--------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 0,07 | 151 | 0,04 | 0,05 | 0,14 |
| 2 | 0 | 0,01 | 0,19 | 152 | -0,09 | 0,05 | 0,09 |
| 3 | 0,85 | 0 | -5,96 | 153 | 0 | 0 | 0,03 |
| 5 | -0,01 | 0,02 | 0,11 | 154 | 0 | 0,02 | 0,34 |
| 6 | -0,01 | 0,01 | 0,06 | 155 | 0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 7 | 0 | 0,01 | 0,12 | 156 | 0 | 0,02 | 0,26 |
| 8 | 0 | 0,01 | 0,19 | 157 | 0 | 0,01 | 0,2 |
| 11 | -0,01 | 0,01 | 0,07 | 158 | 0 | 0 | 0,05 |
| 12 | -0,01 | 0,02 | 0,09 | 159 | 0 | 0,01 | 0,15 |
| 13 | 0 | 0,01 | 0,17 | 160 | 0 | 0,01 | 0,15 |
| 14 | -0,02 | 0,03 | 0,16 | 161 | 0 | 0,01 | 0,14 |
| 17 | 0,01 | 0,02 | 0,11 | 162 | 0 | 0,01 | 0,15 |
| 18 | -0,01 | 0,02 | 0,13 | 163 | 0 | 0 | 0,08 |
| 19 | -0,01 | 0,01 | 0,07 | 164 | 0 | 0,01 | 0,24 |
| 20 | -0,01 | 0,02 | 0,08 | 165 | 0 | 0,01 | 0,12 |
| 21 | 0 | 0,01 | 0,04 | 166 | 0 | 0,01 | 0,13 |
| 22 | -0,01 | 0,02 | 0,08 | 167 | 0 | 0,01 | 0,24 |
| 23 | 0 | 0,02 | 0,19 | 168 | 0 | 0,01 | 0,18 |
| 24 | 0 | 0 | 0,08 | 169 | 0 | 0,02 | 0,22 |
| 25 | 0 | 0,01 | 0,12 | 170 | 0 | 0,01 | 0,1 |
| 26 | 0 | 0,02 | 0,25 | 171 | 0 | 0 | 0,1 |
| 27 | -0,01 | 0,01 | 0,07 | 172 | 0 | 0 | 0,02 |
| 28 | -0,01 | 0,02 | 0,11 | 173 | 0 | 0,02 | 0,33 |
| 29 | -0,02 | 0,04 | 0,21 | 174 | 0 | 0,01 | 0,15 |
| 30 | -0,02 | 0,03 | 0,15 | 175 | 0 | 0,01 | 0,04 |
| 31 | 0 | 0,01 | 0,12 | 176 | 0 | 0 | 0,04 |
| 32 | -0,01 | 0,03 | 0,35 | 177 | 0 | 0 | 0,05 |
| 33 | 0 | 0,01 | 0,29 | 178 | 0 | 0,01 | 0,22 |
| 34 | -0,01 | 0,02 | 0,08 | 179 | 0 | 0,01 | 0,18 |
| 35 | -0,01 | 0,01 | 0,06 | 180 | 0 | 0 | 0,01 |
| 36 | -0,01 | 0,02 | 0,1 | 181 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 37 | -0,01 | 0,02 | 0,1 | 182 | 0,01 | 0,01 | 0,07 |
| 38 | 0 | 0 | 0,05 | 183 | 0 | 0 | 0,1 |
| 39 | 0,03 | 0,05 | 0,26 | 184 | 0 | 0,01 | 0,28 |
| 40 | 0 | 0 | 0,05 | 185 | 0 | 0,01 | 0,25 |
| 41 | 0 | 0,02 | 0,41 | 186 | 0 | 0,01 | 0,2 |
| 42 | -0,01 | 0,01 | 0,05 | 187 | 0 | 0,01 | 0,24 |
| 43 | -0,01 | 0,02 | 0,08 | 188 | 0 | 0,01 | 0,26 |
| 44 | -0,02 | 0,04 | 0,19 | 189 | 0 | 0,01 | 0,17 |


| | | | | | | | |
|----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
| 45 | -0,01 | 0,02 | 0,12 | 190 | 0 | 0,01 | 0,16 |
| 46 | 0 | 0,01 | 0,18 | 191 | 0 | 0,02 | 0,37 |
| 47 | 0 | 0 | 0,01 | 192 | 0 | 0,01 | 0,13 |
| 48 | 0 | 0,01 | 0,14 | 193 | 0 | 0,01 | 0,12 |
| 49 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | 194 | 0 | 0,01 | 0,12 |
| 50 | 0 | 0 | 0,1 | 195 | 0 | 0 | 0,11 |
| 51 | -0,01 | 0,02 | 0,05 | 196 | -0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 52 | -0,03 | 0,04 | 0,12 | 197 | -0,01 | 0,01 | 0,07 |
| 53 | 0,02 | 0,03 | 0,16 | 198 | 0 | 0 | 0,06 |
| 54 | 0,02 | 0,03 | 0,14 | 199 | 0 | 0 | 0,02 |
| 55 | 0,01 | 0,02 | 0,11 | 200 | -0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 56 | 0,01 | 0,02 | 0,12 | 201 | 0 | 0,02 | 0,23 |
| 57 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 202 | 0 | 0,02 | 0,24 |
| 58 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 203 | -0,01 | 0,03 | 0,13 |
| 59 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 204 | -0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 60 | 0 | 0,01 | 0,11 | 205 | 0 | 0,01 | 0,13 |
| 61 | 0 | 0,01 | 0,12 | 206 | 0 | 0,01 | 0,1 |
| 62 | 0 | 0 | 0,09 | 207 | 0 | 0,02 | 0,35 |
| 63 | -0,01 | 0,01 | 0,06 | 208 | 0 | 0,02 | 0,33 |
| 64 | -0,01 | 0,02 | 0,1 | 209 | 0 | 0,01 | 0,14 |
| 65 | -0,01 | 0,02 | 0,12 | 210 | -0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 66 | -0,01 | 0,03 | 0,13 | 211 | 0 | 0,01 | 0,03 |
| 68 | 0 | 0 | 0,06 | 212 | 0 | 0 | 0,06 |
| 69 | -0,01 | 0,02 | 0,09 | 213 | -0,01 | 0,01 | 0,07 |
| 72 | -0,01 | 0,02 | 0,08 | 214 | -0,02 | 0,03 | 0,14 |
| 73 | -0,01 | 0,02 | 0,12 | 215 | -0,02 | 0,05 | 0,23 |
| 74 | 0 | 0 | 0,01 | 216 | 0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 75 | 0,01 | 0,02 | 0,1 | 217 | 0 | 0,01 | 0,24 |
| 76 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 218 | 0 | 0,01 | 0,08 |
| 77 | 0 | 0,02 | 0,37 | 219 | -0,01 | 0,03 | 0,13 |
| 78 | 0 | 0,01 | 0,24 | 220 | 0,01 | 0,02 | 0,12 |
| 79 | 0 | 0 | 0,09 | 221 | -0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 80 | 0 | 0,01 | 0,18 | 222 | -0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 81 | 0 | 0 | 0,06 | 223 | -0,01 | 0,02 | 0,1 |
| 82 | -0,02 | 0,03 | 0,14 | 224 | -0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 83 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 225 | 0 | 0,01 | 0,08 |
| 85 | -0,01 | 0,01 | 0,06 | 226 | -0,05 | 0,03 | 0,07 |
| 86 | 0 | 0 | 0,07 | 227 | -0,04 | 0,05 | 0,15 |
| 87 | 0 | 0,01 | 0,12 | 228 | 0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 88 | 0 | 0,02 | 0,35 | 229 | 0,03 | 0,03 | 0,1 |
| 89 | 0 | 0,01 | 0,15 | 230 | 0 | 0 | 0,09 |
| 90 | 0 | 0,02 | 0,24 | 231 | 0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 91 | 0 | 0 | 0,04 | 232 | 0,01 | 0,01 | 0,07 |
| 92 | 0 | 0,02 | 0,28 | 233 | 0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 93 | 0 | 0,01 | 0,15 | 235 | 0 | 0,02 | 0,21 |
| 94 | 0 | 0 | 0,07 | 236 | 0,01 | 0,02 | 0,08 |

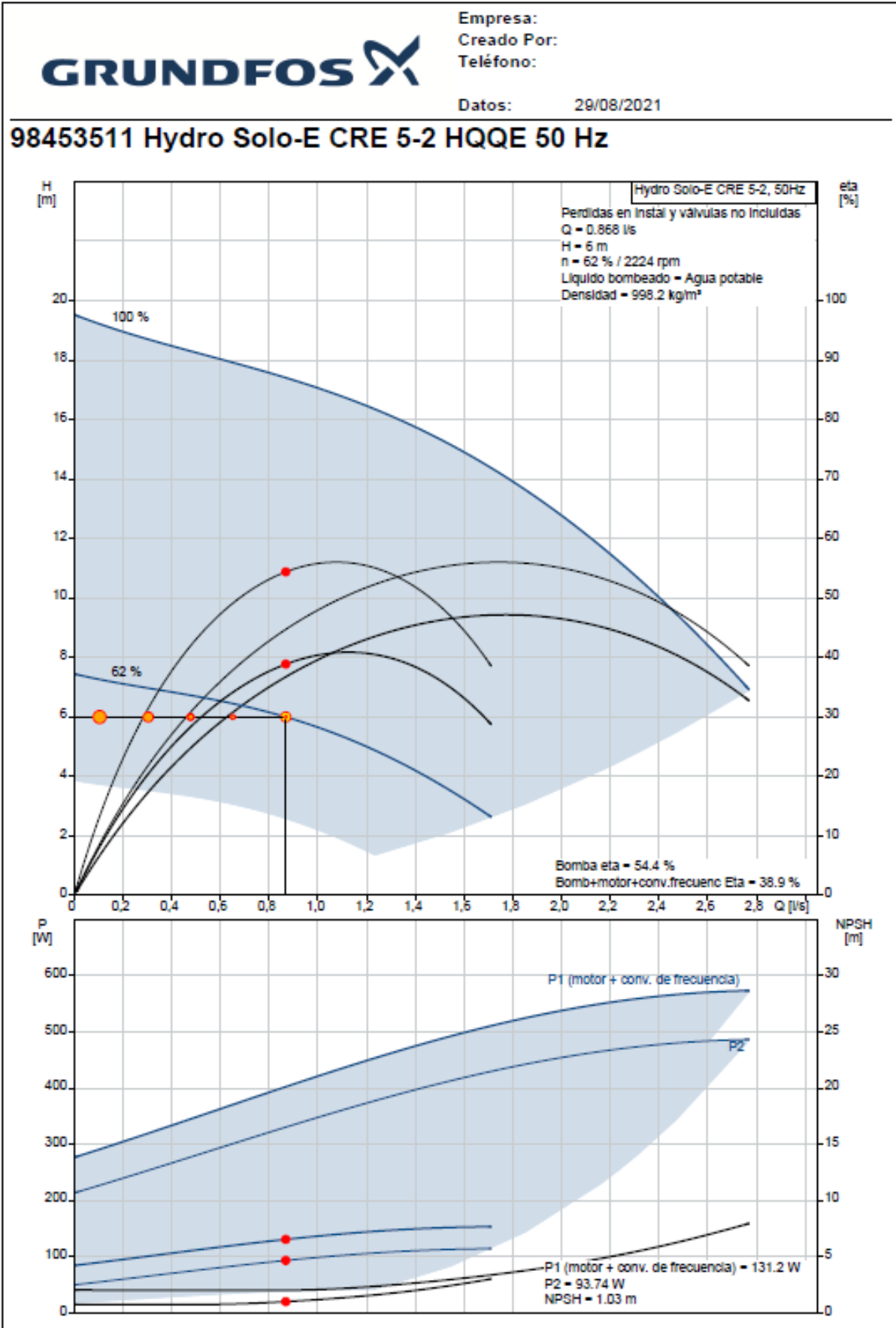
| | | | | | | | |
|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
| 95 | -0,02 | 0,03 | 0,17 | 237 | 0 | 0 | 0,1 |
| 96 | 0 | 0,01 | 0,15 | 238 | 0 | 0,02 | 0,26 |
| 97 | 0 | 0,01 | 0,19 | 239 | -0,01 | 0,01 | 0,06 |
| 98 | 0 | 0 | 0,04 | 240 | 0,02 | 0,02 | 0,06 |
| 99 | 0 | 0,02 | 0,22 | 241 | -0,03 | 0,03 | 0,09 |
| 100 | -0,01 | 0,03 | 0,38 | 242 | 0,03 | 0,04 | 0,13 |
| 101 | -0,01 | 0,01 | 0,06 | 243 | 0,02 | 0,03 | 0,08 |
| 102 | 0 | 0,01 | 0,14 | 244 | 0,01 | 0,02 | 0,09 |
| 103 | 0 | 0,02 | 0,34 | 245 | 0 | 0 | 0,06 |
| 104 | 0,01 | 0,03 | 0,23 | 246 | 0 | 0 | 0,07 |
| 105 | 0 | 0,02 | 0,44 | 247 | 0,01 | 0,02 | 0,08 |
| 106 | 0 | 0,01 | 0,13 | 248 | 0,05 | 0,04 | 0,08 |
| 107 | 0 | 0,01 | 0,24 | 249 | 0,02 | 0,03 | 0,08 |
| 108 | 0,01 | 0,02 | 0,18 | 250 | -0,04 | 0,03 | 0,07 |
| 109 | 0 | 0,01 | 0,26 | 251 | 0,06 | 0,05 | 0,1 |
| 110 | 0 | 0,01 | 0,17 | 252 | -0,01 | 0,02 | 0,13 |
| 111 | 0 | 0 | 0 | 253 | -0,04 | 0,03 | 0,06 |
| 112 | 0 | 0,01 | 0,14 | 254 | -0,02 | 0,03 | 0,16 |
| 113 | 0 | 0,01 | 0,15 | 255 | 0 | 0,01 | 0,19 |
| 114 | 0 | 0,02 | 0,26 | 256 | 0 | 0,01 | 0,17 |
| 115 | 0 | 0 | 0,08 | 257 | 0 | 0 | 0,09 |
| 116 | 0,03 | 0,03 | 0,1 | 258 | 0 | 0,01 | 0,16 |
| 117 | 0,02 | 0,03 | 0,15 | 259 | 0 | 0 | 0,09 |
| 118 | -0,01 | 0,01 | 0,07 | 260 | -0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 119 | 0,02 | 0,03 | 0,15 | 261 | 0 | 0,02 | 0,21 |
| 120 | 0 | 0 | 0,08 | 262 | 0 | 0,01 | 0,2 |
| 121 | 0 | 0 | 0,07 | 263 | 0 | 0 | 0,05 |
| 122 | 0,01 | 0,02 | 0,11 | 264 | 0 | 0 | 0,05 |
| 123 | -0,01 | 0,03 | 0,13 | 265 | 0 | 0,02 | 0,37 |
| 125 | 0 | 0,01 | 0,18 | 266 | 0 | 0,01 | 0,1 |
| 126 | 0 | 0,01 | 0,16 | 267 | 0 | 0,01 | 0,15 |
| 127 | 0 | 0,02 | 0,2 | 268 | -0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 128 | 0,01 | 0,02 | 0,12 | 269 | 0 | 0,01 | 0,16 |
| 130 | 0,03 | 0,04 | 0,11 | 270 | 0 | 0 | 0,08 |
| 131 | 0,02 | 0,04 | 0,17 | 271 | 0,01 | 0,02 | 0,1 |
| 132 | 0,03 | 0,03 | 0,11 | 272 | 0 | 0,01 | 0,11 |
| 133 | 0,03 | 0,03 | 0,1 | 273 | -0,03 | 0,04 | 0,13 |
| 134 | 0 | 0 | 0,05 | 274 | -0,15 | 0,07 | 0,22 |
| 135 | 0,01 | 0,02 | 0,1 | 275 | 0,14 | 0,07 | 0,16 |
| 136 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 276 | 0 | 0 | 0,02 |
| 137 | 0,01 | 0,02 | 0,09 | 277 | -0,03 | 0,03 | 0,11 |
| 138 | 0,02 | 0,03 | 0,16 | 278 | -0,03 | 0,04 | 0,12 |
| 139 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 279 | 0 | 0,01 | 0,11 |
| 140 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 280 | -0,03 | 0,03 | 0,1 |
| 141 | 0,02 | 0,03 | 0,15 | 281 | 0 | 0 | 0,08 |
| 142 | -0,11 | 0,05 | 0,09 | 282 | 0 | 0,01 | 0,16 |


| | | | | | | | |
|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
| 143 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 283 | -0,01 | 0,01 | 0,05 |
| 144 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 284 | 0,02 | 0,03 | 0,09 |
| 145 | 0,01 | 0,03 | 0,13 | 285 | 0,09 | 0,06 | 0,11 |
| 146 | 0,01 | 0,02 | 0,09 | 289 | 0,03 | 0,05 | 0,24 |
| 147 | 0,01 | 0,02 | 0,09 | 290 | 0,02 | 0,04 | 0,18 |
| 148 | -0,02 | 0,03 | 0,15 | 291 | 0 | 0,02 | 0,21 |
| 149 | 0,02 | 0,04 | 0,2 | 292 | 0 | 0,01 | 0,12 |
| 150 | 0,03 | 0,04 | 0,13 | 293 | -0,01 | 0,02 | 0,1 |

ANNEX 3. CORBA CARACTERÍSTICA I DADES TÈCNIQUES DE LA BOMBA

|  | |
|---|---|
| Empresa: Creado Por: Teléfono: Datos: 29/08/2021 | |
| Contar | Descripción |
| 1 | <p>Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE</p>  <p style="text-align: center;"><small>Advertir! la foto puede diferir del actual producto</small></p> <p>Código: 98453511</p> <p>El grupo de aumento de presión Hydro Solo-E de Grundfos es una unidad combinada de una bomba impulsada mediante velocidad variable (CRE) con válvula de corte, válvula antirretorno, tubería de descarga, transmisor de presión, manómetro, depósito de membrana e interruptor general principal.</p> <p>El sistema de aumento de presión está configurado y probado de fábrica, listo para el funcionamiento a presión constante.</p> <p>La bomba lleva un motor MGE trifásico con bridas IEC, con convertidor de frecuencia y controlador PI integrados en la caja de conexiones del motor.</p> <p>No es necesaria protección adicional del motor, ya que tanto el motor como el sistema electrónico están protegidos mediante protección integrada contra sobrecarga y temperatura.</p> <p>Un panel de control permite configurar el punto de ajuste requerido, configurar la bomba en funcionamiento MÍN o MAX o detenerla.</p> <p>El indicador de Grundfos Eye del panel de control ofrece una indicación visual del estado de la bomba: El panel de control incluye</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Encendido": El motor está funcionando (pilotos verdes giratorios) o no está funcionando (pilotos verdes fijos) • "Advertencia": El motor sigue funcionando (pilotos amarillos giratorios) o se ha detenido (pilotos amarillos permanentes) • "Alarma": El motor se ha detenido (pilotos rojos intermitentes). <p>La comunicación con la bomba puede establecerse por medio de Grundfos GO Remote (accesorio). El control remoto permite hacer otros ajustes, así como la lectura de varios parámetros, como "Valor real", "Velocidad", "Potencia de entrada" y "Consumo de potencia" total.</p> <p>La caja de conexiones cuenta con varias entradas y salidas que permiten que el motor se use en aplicaciones avanzadas en las que son necesarias muchas entradas y salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dos entradas digitales específicas • Tres entradas analógicas, 0(4)-20 mA, 0-5 V, 0-10 V, 0,5 - 3,5 V • Suministro de tensión de 5 V al potenciómetro y al sensor • Una salida analógica, 0-10 V, 0(4)-20 mA • Dos entradas digitales o salidas de colector abierto configurables • Dos entradas Pt100/Pt1000 • Entrada de sensor de protección contra funcionamiento en seco LiqTec • Entrada y salida para Sensor Digital Grundfos • Suministro de tensión de 24 V para sensores • Dos salidas de relé de señal (contactos sin potencia) • Conexión GENibus • Interfaz para módulo de bus de campo CIM de Grundfos <p>Líquido: Líquido bombeado: Agua potable Rango de temperatura del líquido: 0 .. 60 °C</p> |

|  | |
|---|---|
| <p>Empresa: Creado Por: Teléfono:</p> | |
| <p>Datos: 29/08/2021</p> | |
| Contar | Descripción |
| | <p>Densidad: 998.2 kg/m³</p> <p>Técnico: Caudal real calculado: 0.868 l/s Altura resultante de la bomba: 6.001 m Código del cierre: HQQE</p> <p>Materiales: Base: Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B Impulsor: Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304</p> <p>Instalación: Maximum ambient temperature: 50 °C Presión de trabajo máxima: 10 bar Standard for inlet connection: OVAL Tipo de conexión de entrada: Rp Tipo de conexión de salida: Rp Tamaño de la conexión de entrada: 1 1/4 inch Tamaño de la conexión de salida: 1 1/4 inch Tamaño de la brida del motor: FT85</p> <p>Datos eléctricos: Tipo de motor: 71A Potencia nominal - P2: 0.55 kW Frecuencia de red: 50 Hz Tensión nominal: 1 x 200-240 V Intensidad nominal: 3.45-2.90 A RequestedVoltage: 230 V RatedCurrentAtThisVoltage: 3.04 A Cos phi - factor de potencia: 0.98 Velocidad nominal: 360-4000 rpm Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F Motor N.º: 98248247</p> <p>Depósito: Volumen del tanque de presión: 18 l</p> <p>Otros: Peso neto: 31 kg Peso bruto: 40 kg Volumen de transporte: 0.6 m³</p> |

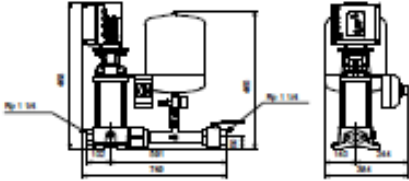


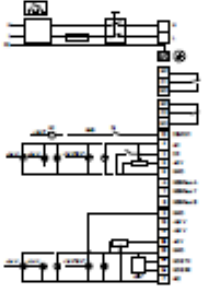


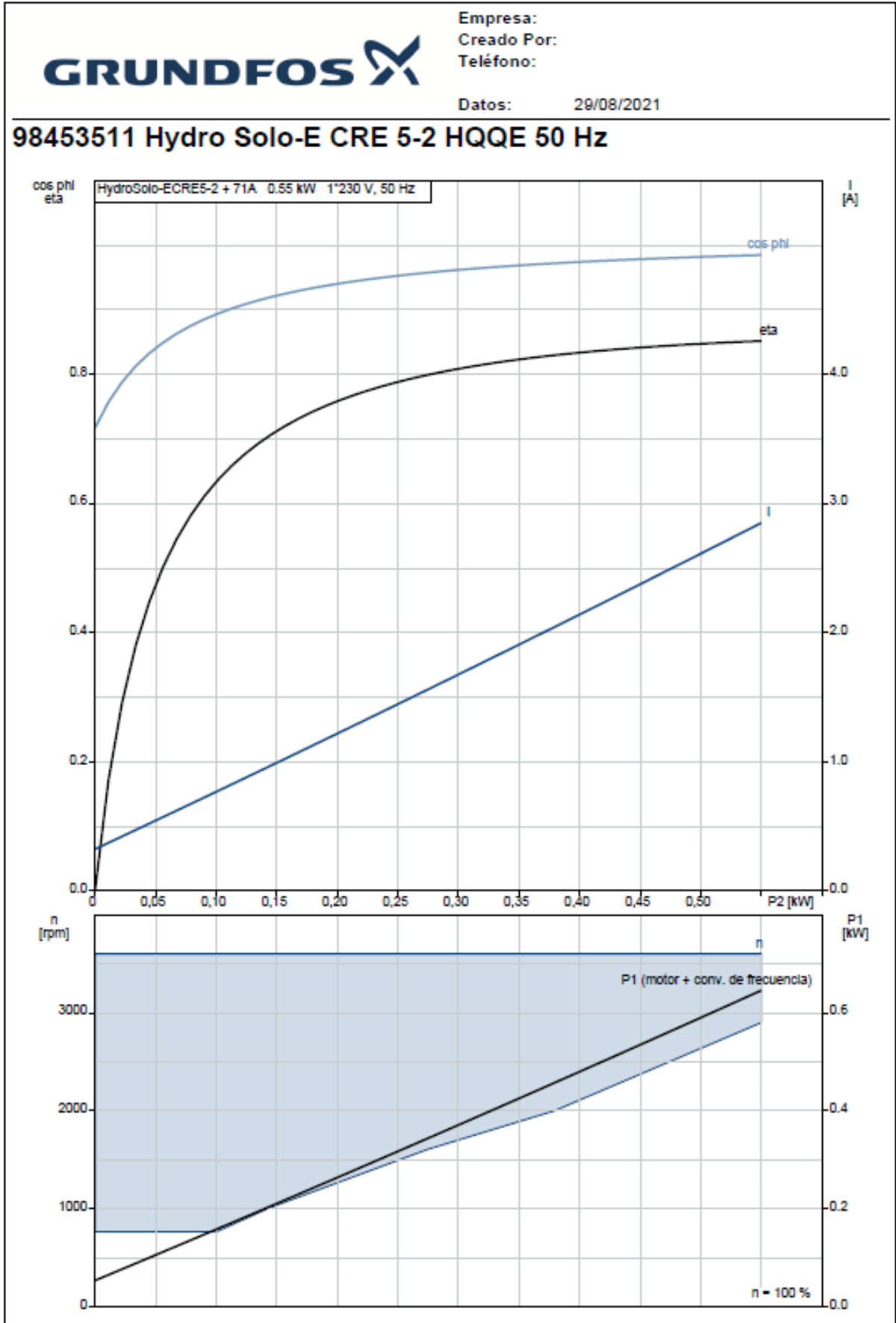
Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 29/08/2021

| Descripción | Valor |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Información general: | |
| Producto: | Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE |
| Código: | 98453511 |
| Número EAN: | 5711495309008 |
| Técnico: | |
| Caudal real calculado: | 0.868 l/s |
| Altura resultante de la bomba: | 6.001 m |
| Etapas: | 2 |
| Impulsores: | 2 |
| Código del cierre: | HQQE |
| Bomba n.º: | 98390208 |
| Materiales: | |
| Base: | Cast Iron |
| Base: | EN 1561 EN-GJL-200 |
| Base: | ASTM A48-25B |
| Impulsor: | Acero Inoxidable |
| Impulsor: | EN 1.4301 |
| Impulsor: | AISI 304 |
| Instalación: | |
| Maximum ambient temperature: | 50 °C |
| Presión de trabajo máxima: | 10 bar |
| Standard for Inlet connection: | OVAL |
| Tipo de conexión de entrada: | Rp |
| Tipo de conexión de salida: | Rp |
| Tamaño de la conexión de entrada: | 1 1/4 Inch |
| Tamaño de la conexión de salida: | 1 1/4 Inch |
| Tamaño de la brida del motor: | FT85 |
| Líquido: | |
| Líquido bombeado: | Agua potable |
| Rango de temperatura del líquido: | 0 .. 60 °C |
| Densidad: | 998.2 kg/m³ |
| Datos eléctricos: | |
| Tipo de motor: | 71A |
| Potencia nominal - P2: | 0.55 kW |
| Frecuencia de red: | 50 Hz |
| Tensión nominal: | 1 x 200-240 V |
| Intensidad nominal: | 3.45-2.90 A |
| Tensión solicitada: | 230 V |
| Intensidad nominal con esta tensión: | 3.04 A |
| Cos phi - factor de potencia: | 0.98 |
| Velocidad nominal: | 360-4000 rpm |
| Grado de protección (IEC 34-5): | IP55 |
| Clase de aislamiento (IEC 85): | F |
| Protección de motor integrada: | ELEC |
| Motor N.º: | 98248247 |
| Paneles control: | |
| Tipo de control: | ME |
| Depósito: | |
| Volumen del tanque de presión: | 18 l |
| Otros: | |
| Peso neto: | 31 kg |
| Peso bruto: | 40 kg |
| Volumen de transporte: | 0.6 m³ |
| Gama de productos: | Internacional |
| Arch. config. n.º: | 98499009 |





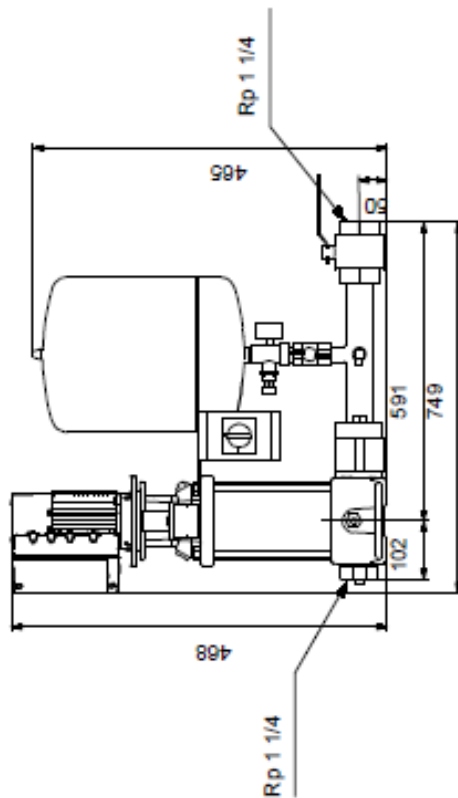
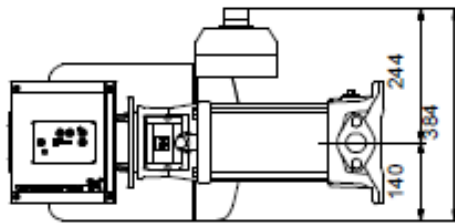


GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 29/08/2021

98453511 Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE 50 Hz



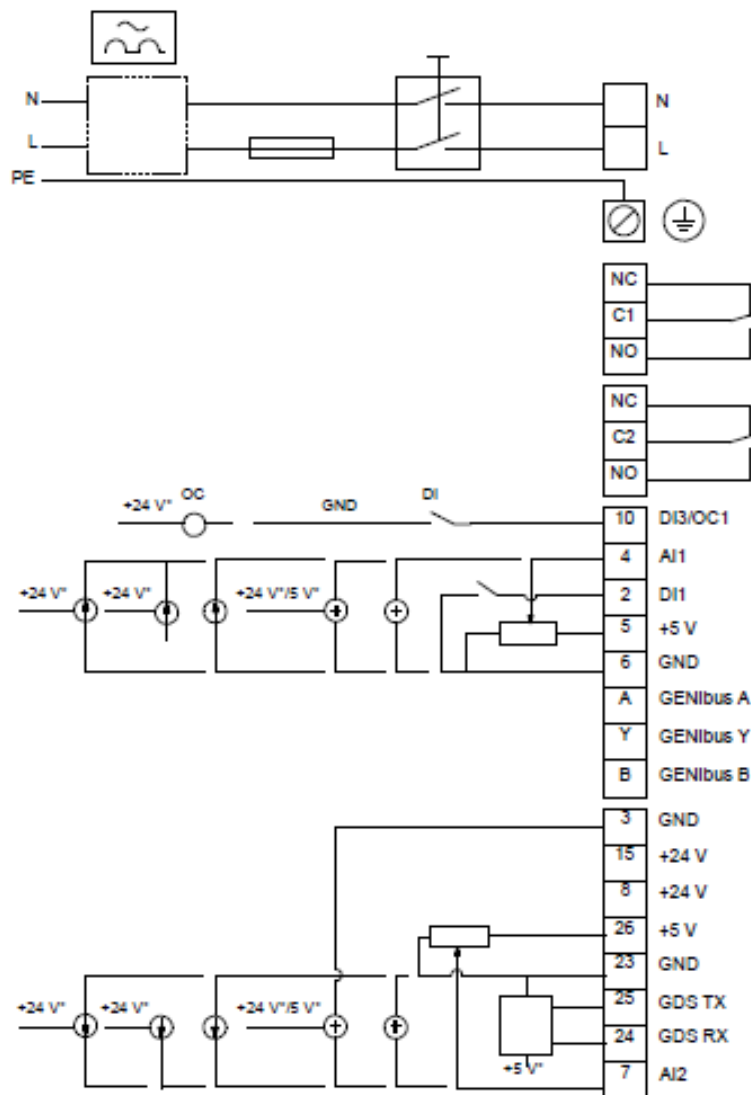
Nota: todas las unidades están en [mm] a menos que se indiquen otras. Exención de responsabilidad: este esquema dimensional simplificado no muestra todos los detalles.



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 29/08/2021

98453511 Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE 50 Hz



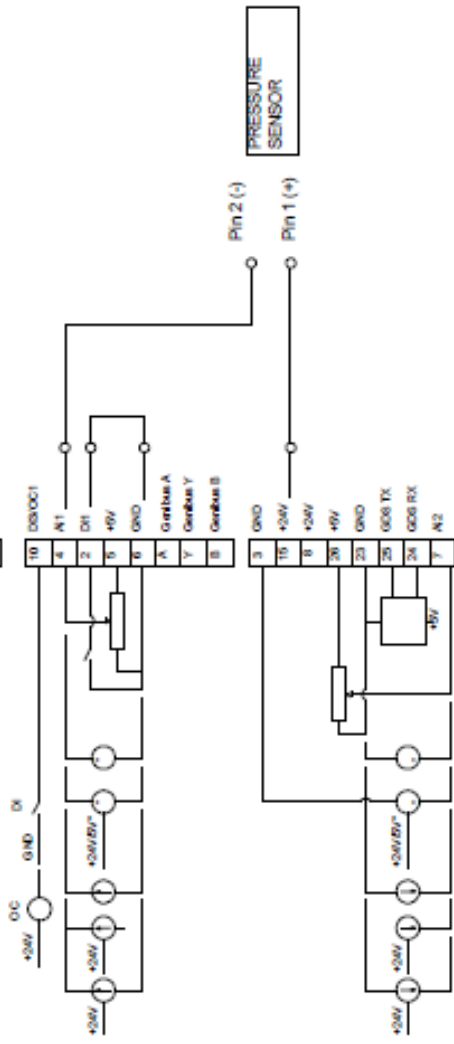
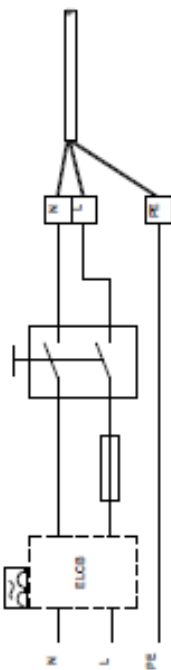
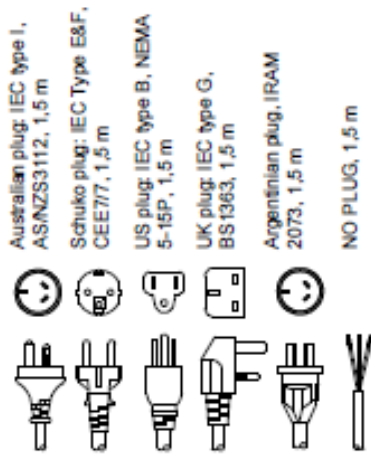
¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 08/08/2021

98374700 CMBE 3-30 I-U-C-C-D-A 50 Hz



¡Nota! Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

ANNEX 4. CÀLCUL DEL CONSUM ENERGÈTIC ANUAL

Com es menciona a la Memòria, la tarifa 3.0 TD divideix els mesos en quatre temporades segons la demanda: alta, mitjana-alta, mitjana i baixa. A la península, el repartiment entre mesos queda com mostra la Taula 1.

| Mes | Temporada elèctrica |
|----------|---------------------|
| Gener | Alta |
| Febrer | Alta |
| Març | Mitjana-alta |
| Abril | Baixa |
| Maig | Baixa |
| Juny | Mitjana |
| Juliol | Alta |
| Agost | Mitjana |
| Setembre | Mitjana |
| Octubre | Baixa |
| Novembre | Mitjana-alta |
| Desembre | Alta |

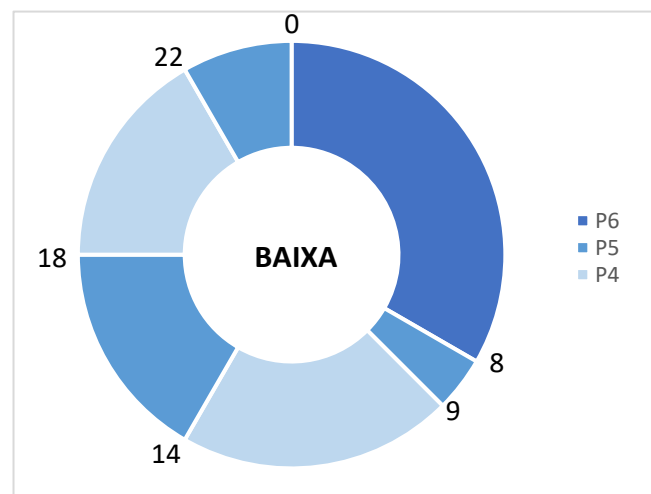
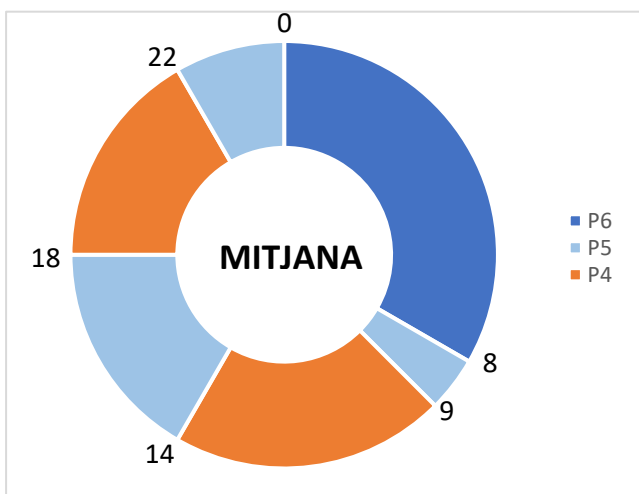
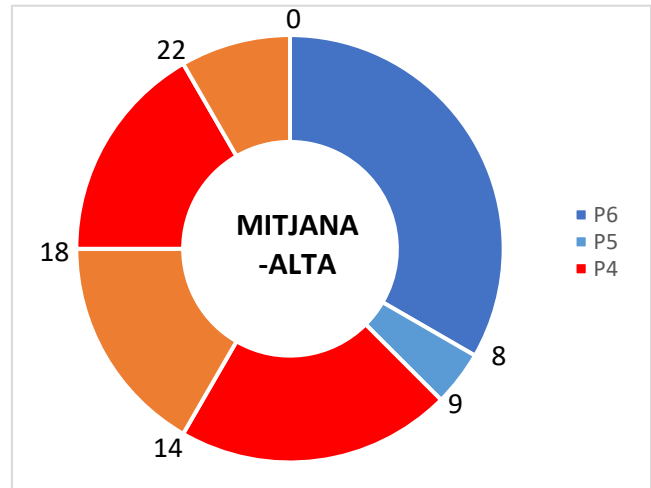
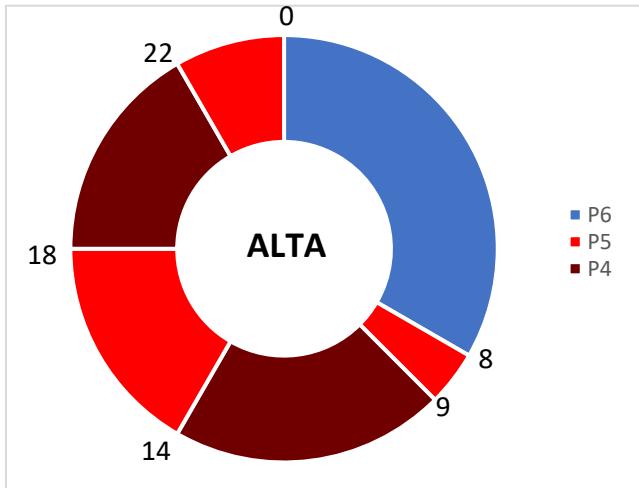
Taula 1. Temporades elèctriques per mesos

Una vegada definida la temporada elèctrica corresponent a cada mes, a cada temporada li correspon tres dels sis períodes de facturació. Rescatant la Taula 11, de la memòria, els preus queden reflectits a la Taula 2.

| Període | Consum | Potència |
|---------|--------------|-----------------|
| P1 | 0,2188 €/kWh | 0,0558 €/kW dia |
| P2 | 0,1920 €/kWh | 0,0399 €/kW dia |
| P3 | 0,1566 €/kWh | 0,0213 €/kW dia |
| P4 | 0,1328 €/kWh | 0,0188 €/kW dia |
| P5 | 0,1093 €/kWh | 0,0141 €/kW dia |
| P6 | 0,1089 €/kWh | 0,0093 €/kW dia |

Taula 2. Trams de facturació de la tarifa 3.0 TD

Així doncs, la distribució de períodes de facturació dins de cada temporada és la que segueix en la Figura 1.



S'ha fet una simplificació respecte a la realitat a l'hora de fer el càlcul, i aquesta és que durant dissabte, diumenge i festius, totes les hores computen com a P6, la tarifa més barata. Tot i això, es tracta de fer una aproximació del preu de l'energia consumida, que com ja s'ha vist, resulta un valor molt inferior a la resta de xifres que es troben al projecte. De la mateixa manera, no es busca donar un càlcul exacte, ja que s'ha pres com a potència consumida la de la xarxa en el seu moment de més estrès. De nou, es busca donar una idea aproximada del rang de preus en què es mou el cost de funcionament de la instal·lació.

Per últim, es fa el càlcul, resumit a la Taula 3. Prenent la mateixa energia consumida per a tots els mesos, però les diferents tarifes que s'hi apliquen. Una vegada es té el preu per mes de cada temporada, es multipliquen pel nombre de mesos que tenen aquesta temporada, com s'ha establert a la Taula 1.

| Temporada | Energia (kWh) | Preu (€/kWh) | Preu diari (€) | Preu mensual (€) | Preu mesos per període (€) |
|--------------------|---------------|--------------|----------------|------------------|----------------------------|
| Alta | 0,453 | 0,115 | 0,052 | 1,615 | |
| | 0,622 | 0,192 | 0,119 | 3,702 | |
| | 0,773 | 0,2188 | 0,169 | 5,243 | |
| | | | Total | 10,560 | 42,241 |
| Mitjana-alta | 0,453 | 0,115 | 0,052 | 1,615 | |
| | 0,622 | 0,1566 | 0,097 | 3,020 | |
| | 0,773 | 0,192 | 0,148 | 4,601 | |
| | | | Total | 9,235 | 18,471 |
| Mitjana | 0,453 | 0,115 | 0,052 | 1,615 | |
| | 0,622 | 0,1275 | 0,079 | 2,458 | |
| | 0,773 | 0,142 | 0,110 | 3,403 | |
| | | | Total | 7,476 | 22,428 |
| Baixa | 0,453 | 0,115 | 0,052 | 1,615 | |
| | 0,622 | 0,1177 | 0,073 | 2,269 | |
| | 0,773 | 0,1275 | 0,099 | 3,055 | |
| | | | Total | 6,940 | 20,819 |
| TOTAL ANUAL | | | | | 103,959 |

Taula 3. Preu de l'energia consumida previ impostos

Aquest és el preu únicament de la facturació de l'electricitat. Se li ha de sumar el cost de l'ampliació de la potència contractada per a tot un any (83,18€/mes), així com els impostos corresponents. El càlcul final es mostra a la Taula 4.

| Energia consumida (€/any) | Augment potència contractada (€/any) | Subtotal (€) | Impost sobre l'electricitat (5,1127%) (€) | IVA (21%) (€) | Total a pagar anualment (€) |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------|---|---------------|-----------------------------|
| 103,959 | 998,16 | 1,102,119 | 56,35 | 231,45 | 1389,91 |

Taula 4. Càlcul de la factura anual

PRESSUPOST

ÍNDEX DEL PRESSUPOST

| | |
|---|----|
| 1. QUADRE DE PREUS DESCOMPOSTOS..... | 91 |
| 2. PREUS UNITARIS, MEDICIONS I PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL | 94 |
| 3. PREU BASE DE LICITACIÓ | 95 |

1. QUADRE DE PREUS DESCOMPOSTOS

| CODI | U.M. | DESCRIPCIÓ | REND. | P. UNIT. | IMPORT |
|------------------|----------------|--|----------|------------|---------------------|
| CAPÍTOL 1 | | DEMOLICIONS I RECOMPOSICIONS MUNTATGE CANONADES | | | 226.971,89 € |
| DDDV.2bb | m ² | Demolició mecànica paviment urbà rajola hidràulica | 8.470,78 | 2,45 € | 20.749,43 € |
| MOOA12a | h | Peó ordinari construcció | 0,075 | 17,47 € | 1,31 € |
| MMMR.1cd | h | Pala carregadora pneumàtica 167cv 2,7m3 | 0,015 | 72,75 € | 1,09 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 2,40 € | 0,05 € |
| UPCH.7c | m ² | Paviment formigó colorit buixardat | 8.470,78 | 24,35 € | 206.222,46 € |
| MOOA.8a | h | Oficial 1a construcció | 0,12 | 20,81 € | 2,50 € |
| MOOA11a | h | Peó especialitzat construcció | 0,23 | 18,37 € | 4,23 € |
| PBPC.3abba | m ³ | H 25 blana TM 20 IIa | 0,15 | 64,55 € | 9,68 € |
| PEAM.3bcc | m ² | Malla electrosoldada ME 500 SD 20x20 Ø 6- 6 | 1,1 | 1,89 € | 2,08 € |
| PBAI12a | kg | Mescla colorant-ciment | 5 | 0,6 € | 3,00 € |
| MMMY21a | h | Màquina orbital | 0,2 | 11,92 € | 2,38 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 23,87 € | 0,48 € |
| CAPÍTOL 2 | | MOVIMENT DE TERRES | | | 100.464,53 € |
| AMME.2bc | m ³ | Excavació de rasa mitjans mecànics | 8.470,78 | 6,89 € | 58.368,84 € |
| MOOA.8a | h | Oficial 1a construcció | 0,01 | 20,81 € | 0,21 € |
| MOOA12a | h | Peó ordinari construcció | 0,02 | 17,47 € | 0,35 € |
| MMME.5fd | h | Retro eruga 150cv 1,4m3 | 0,06 | 83,3 € | 5,00 € |
| MMME.7a | h | Suplement per martell picador | 0,06 | 20 € | 1,20 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 6,76 € | 0,14 € |
| FMMR.5aaa | m ³ | Replè de rasa amb terra pròpia excavació | 8.460,38 | 4,97 € | 42.051,46 € |
| MOOA.8a | h | Oficial 1a construcció | 0,04 | 20,81 € | 0,83 € |
| MOOA12a | h | Peó ordinari construcció | 0,15 | 17,47 € | 2,62 € |
| MMMR.1d | h | Pala càrrega pneumàtica 179cv 3,2m3 | 0,012 | 61,42 € | 0,74 € |
| MMMC.2bb | h | Banda vibratòria 140kg 600x600 cm | 0,1 | 6,83 € | 0,68 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 4,87 € | 0,10 € |
| GRTT.3d | t | Transport terres | 10,4 | 4,25 € | 44,23 € |
| MMMT14cca | h | Camió de transport 15T 12m3 2eixos | 0,085 | 49,05 € | 4,17 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 4,17 € | 0,08 € |
| CAPÍTOL 3 | | EQUIPAMENT DE BOMBEIG I CONDUCCIONS | | | 64.990,61 € |
| PA0001 | u. | Grup de pressió Grundfos Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE - 98453511 | 1 | 1.651,09 € | 1.651,09 € |
| EIRC.1dbc | m | Canonada PE 100 1.6MPa 16mm | 5.954,87 | 2,71 € | 16.129,42 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,05 | 18,83 | 0,94 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,05 | 16,01 | 0,80 € |
| PURC.4bc | m | Canonada PE 100 1.6MPa 16mm | 1,05 | 0,87 | 0,91 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 2,66 | 0,05 € |
| EIRC.1dca | m | Canonada PE 100 1.6MPa 20mm | 2.020,8 | 326 | 6.590,12 € |

| | | | | | |
|------------------------------------|----------------|--|----------|----------|--------------|
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,055 | 18,83 € | 1,04 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,055 | 16,01 € | 0,88 € |
| PURC.4ca | m | Canonada PE 100 1.6MPa 20mm | 1,05 | 1,22 € | 1,28 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 3,20 € | 0,06 € |
| EIRC.1dcb | m | Canonada PE 100 1.6MPa 25mm | 244,41 | 3,87 € | 946,26 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,055 | 18,83 € | 1,04 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,055 | 16,01 € | 0,88 € |
| PURC.4cb | m | Canonada PE 100 1.6MPa 25mm | 1,05 | 1,79 € | 1,88 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 3,80 € | 0,08 € |
| EIRC.1dcb | m | Canonada PE 100 1.6MPa 32mm | 6.727,06 | 3,95 € | 26.591,45 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,06 | 18,83 € | 1,13 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,06 | 16,01 € | 0,96 € |
| PURC.4cc | m | Canonada PE 100 1.6MPa 32mm | 1,05 | 1,70 € | 1,79 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 3,88 € | 0,08 € |
| EIRC.1dcd | m | Canonada PE 100 1.6MPa 40mm | 1.437,74 | 5,23 € | 7.524,73 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,065 | 18,83 € | 1,22 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,065 | 16,01 € | 1,04 € |
| PURC.4cd | m | Canonada PE 100 1.6MPa 40mm | 1,05 | 2,73 € | 2,87 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 5,13 € | 0,10 € |
| EIRC.1dce | m | Canonada PE 100 1.6MPa 50mm | 230,4 | 7,51 € | 1.729,87 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,085 | 18,83 € | 1,60 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,085 | 16,01 € | 1,36 € |
| PURC.4ce | m | Canonada PE 100 1.6MPa 50mm | 1,05 | 4,19 € | 4,40 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 7,36 € | 0,15 € |
| EIRC.1dcf | m | Canonada PE 100 1.6MPa 63mm | 326,28 | 11,73 € | 3.827,66 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 0,13 | 18,83 € | 2,45 € |
| MOOF11a | h | Especialista fontaneria | 0,13 | 16,01 € | 2,08 € |
| PURC.4cf | m | Canonada PE 100 1.6MPa 63mm | 1,05 | 6,64 € | 6,97 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 11,50 € | 0,23 € |
| EIFA.1daa | u. | Escomesa PE <15m Ø32mm | 178 | 721,75 € | 12.8472,35 € |
| MOOF.8a | h | Oficial 1a fontaneria | 3,5 | 18,83 € | 65,91 € |
| MOOA12a | h | Peó ordinari construcció | 3,5 | 17,47 € | 61,15 € |
| PIFA.1daa | u. | Escom.<15m PE xarxa | 1 | 79,71 € | 79,71 € |
| PBPO11bb | m ³ | HNE-15/B/20 obra | 0,008 | 84,34 € | 0,67 € |
| PIFA16a | u. | Drets connexió escomesa | 1 | 330,48 € | 330,48 € |
| EFFC.1bdfa | m ² | Fab LP 24x11.5x9 e 11.5cm | 0,8 | 38,68 € | 30,94 |
| AMME.1abaa | m ³ | Excav. tràn. Cel obert mman | 3,6 | 38,54 € | 138,74 |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 707,60 € | 14,15 |
| CAPÍTOL 4 GESTIÓ DE RESIDUS | | | | | 95,88 |
| GRTT.1ab | m ³ | Càrrega mecànica RCDs material d'excavació | 10,4 | 0,71 € | 7,42 € |
| MMMR.1bb | h | Pala carregadora pneumàtica 102cv 1,5m3 | 0,01 | 49,14€ | 0,49 € |
| MOOA.8a | h | Oficial 1a construcció | 0,01 | 20,81 € | 0,21 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 0,70 € | 0,01 € |

| | | | | | |
|------------------------------------|----|--|-------|------------|-------------------|
| GRTT.3e | t | Transport terres camió 15t 50km | 20,8 | 4,25 € | 88,45 € |
| MMMT14cca | h | Camió de transport 15T 12m3 2eixos | 0,085 | 49,05 € | 4,17 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 4,17 € | 0,08 € |
| CAPÍTOL 5 DIVERSOS | | | | | 8878,74 € |
| SSST.3a | u. | Tanca mòbil p/vianants | 20 | 6,64 € | 132,72 € |
| MOOA12a | h | Peó ordinari construcció | 0,1 | 17,47 € | 1,75 € |
| MPST.3a | u. | Tanca mòbil p/vianants | 0,1 | 47,59 € | 4,76 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 6,51 € | 0,13 € |
| S SSP.5a | u. | Senyalització direccional | 4 | 24,36 € | 97,44 € |
| MOOA11a | h | Peó especialitzat construcció | 0,1 | 18,37 € | 1,84 € |
| MPSP.5a | u. | Senyalització direccional 60x90cm | 0,333 | 66,20 € | 22,04 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 23,88 € | 0,48 € |
| RP | u. | Redacció estudi de viabilitat | 1 | 8.648,58 € | 8.648,58 € |
| STDNT | h | Estudiant del grau en Enginyeria en Tecno- logies Industrials | 256 | 30,00 € | 7.680,00 € |
| PRTTL | u. | Portàtil Dell Inspiron 13 7359 | 1 | 799,00 € | 799,00 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 8.479,00 € | 169,58 € |
| CAPÍTOL 6 SEGURETAT I SALUT | | | | | 1.247,63 € |
| PSS | u. | Pla de seguretat i salut | 1 | 1.223,17 € | 1.223,17 € |
| | % | Costs directes complementaris | 0,02 | 1.223,17 € | 24,46 € |

2. PREUS UNITARIS, MEDICIONS I PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL

| UNITAT D'OBRA | UNITAT | MEDICIÓ | PREU UNITARI | IMPORT |
|--|----------------|----------|--------------|---------------------|
| CAPÍTOL 1 | | | | |
| Demolició mecànica paviment urbà rajola hidràulica | m ² | 8.470,78 | 2,45 € | 20.749,43 € |
| Paviment formigó colorit buixardat | m ² | 8.470,78 | 24,35 € | 206.222,5 € |
| CAPÍTOL 2 | | | | |
| Excavació de rasa mitjans mecànics | m ³ | 8.470,78 | 6,89 € | 58368,84 € |
| Replè de rasa amb terra pròpia excavació | m ³ | 8.460,38 | 4,97 € | 42051,46 € |
| Transport terres | t | 10,4 | 4,25 € | 44,23 € |
| CAPÍTOL 3 | | | | |
| Grup de pressió Hydro Solo-E CRE 5-2 HQQE – 98453511 | | 1 | 1.651,09 € | 1.651,09 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 16mm | m | 5.954,87 | 2,71 € | 16.129,42 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 20mm | m | 2.020,8 | 3,26 € | 6.590,12 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 25mm | m | 244,41 | 3,87 € | 946,2612 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 32mm | m | 6.727,06 | 3,95 € | 26.591,45 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 40mm | m | 1.437,74 | 5,23 € | 7.524,731 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 50mm | m | 230,4 | 7,51 € | 1.729,87 € |
| Canonada PE 100 1.6Mpa 63mm | m | 326,28 | 11,73 € | 3.827,664 € |
| Escomesa PE <15m Ø32mm | u. | 178 | 721,75 € | 128.472,3 € |
| CAPÍTOL 4 | | | | |
| Càrrega mecànica RCDs material d'excavació | m ³ | 10,4 | 0,71 € | 7,42 € |
| Transport terres camió 15t 50km | t | 20,8 | 4,25 € | 88,45 € |
| CAPÍTOL 5 | | | | |
| Tanca mòbil p/vianants | u. | 20 | 6,64 € | 132,72 € |
| Senyalització direccional | u. | 4 | 24,36 € | 97,44 € |
| Redacció estudi de viabilitat | u. | 1 | 8.648,58 € | 8.648,58 € |
| CAPÍTOL 6 | | | | |
| Pla de seguretat i salut | u. | 1 | 1.247,63 € | 1.247,63 € |
| TOTAL PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL | | | | 402.649,28 € |

3. PREU BASE DE LICITACIÓ

UNITATS D'OBRA:

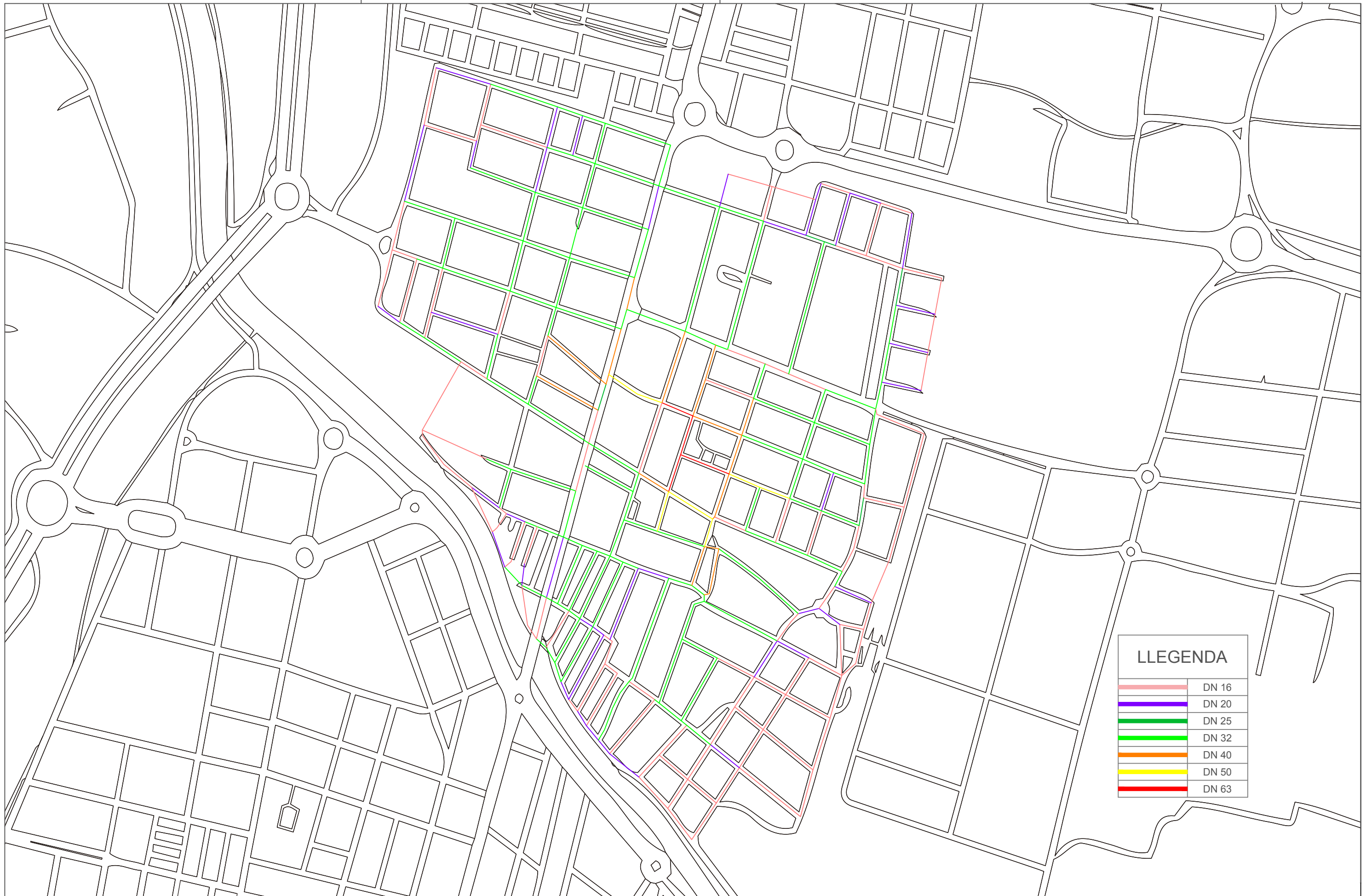
| | |
|--|--------------|
| CAPÍTOL 1. DEMOLICIONS I RECOMPOSICIONS MUNTATGE CANONADES | 226.971,89 € |
| CAPÍTOL 2. MOVIMENT DE TERRES | 100.464,53 € |
| CAPÍTOL 3. EQUIPAMENT DE BOMBEIG I CONDUCCIONS | 64.990,61 € |
| CAPÍTOL 4 . GESTIÓ DE RESIDUS | 95,88 € |
| CAPÍTOL 5. DIVERSOS | 8.878,74 € |
| CAPÍTOL 6. SEGURETAT I SALUT | 1.247,63 € |

| | |
|--|---------------------|
| Pressupost d'execució material | 402.649,28 € |
| Despeses generals (13%) | 52.344,41 € |
| Benefici industrial (6%) | 24.158,96 € |
| Pressupost d'execució per contracta | 479.152,64 € |
| IVA (21%) | 100.622,05 € |
| Pressupost base de licitació | 579.774,69 € |

El pressupost total ascendeix a la quantitat de:

CINC-CENTS SETANTA-NOU MIL SET-CENTS SETANTA-QUATRE EUROS AMB SEIXANTA-NOU CÈNTIMS

PLÀNOLS



| LLEGENDA | |
|----------|-------|
| | DN 16 |
| | DN 20 |
| | DN 25 |
| | DN 32 |
| | DN 40 |
| | DN 50 |
| | DN 63 |

TREBALL FI DE GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS



Projecte: **ANÀLISI DE VIABILITAT D'UNA XARXA HÍBRIDA D'ABASTIMENT D'AIGUA AL MUNICIPI DE MASSANASSA (VALÈNCIA)**

Plànol: **Xarxa hidràulica de Massanassa**

Autor: **Marc Tarazón Marí**

Data: **Agost 2021**

Escala: **1:5000**

Núm. Plànol:

1