

2024

www.gcprojectes.com

Guifré Comengés Font
Enginyer Ind. col. 12364
Plaça Major 20 baixos
Stª Mª de Palautordera

guifre@gcprojectes.com

[PROJECTE EXECUTIU – PUNT DE RESERVA D'AIGUA PER A L'EXTINCIÓ D'INCENDIS FORESTALS]

Projecte executiu de recuperació d'un punt de reserva d'aigua per a l'extinció d'incendis forestals (Dipòsit 200 m³) al camí de Santa Bàrbara (parcel·la 41 del polígon 1, subparcel·la 'b', ref. cadastral 17169A001000410000YM; coord. UTM31N-ETRS89: X 465417.9 , Y 4.626686.4), al municipi de Sant Feliu de Buixalleu .

DOCUMENT I - MEMÒRIA

1.- Promotor	3
2.- Antecedents	3
3.- Objecte del projecte.....	3
4.- Normativa aplicable	4
5.- Classificació urbanística	5
6.- Descripció de la proposta i justificació.....	5
7.- Estudi geotècnic	9
8.- Memòria constructiva	10
9.- Càlcul de l'estructura de formigó.....	15
10.- Càlculs hidràulics.....	34
11.- Termini d'execució i de garantia.....	37
12.- Solvència	37
13.- Mitjans a adscriure a l'obra.....	38
14.- Subcontractació i lots.....	38
15.- Supervisió del projecte.....	39
16.- Declaració d'obra complerta.....	39
17.- Resum del pressupost.....	40

DOCUMENT II ANNEXES

Annex I Estudi geotècnic	ext
Annex II estudi de gestió de residus de la construcció	41
Annex III Estudi bàsic de seguretat i salut	57
Annex IV Pla de control de qualitat	105
Annex V Catàlegs hidrants, vàlvula i accessoris electrosoldables.....	ext
Annex VI Plec de condicions	132

DOCUMENT III PLÀNOLS

1. Situació i emplaçament
2. Rètols informatius
3. Plànol executiu dipòsit e instal·lacions auxiliars

DOCUMENT IV

Quadres de preus, justificació de preus, amidament i pressupost	143
---	-----

I.- MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1. PROMOTOR

El promotor és l'ajuntament de Sant Feliu de Buixalleu, amb CIF P1716900D i Domicili a la carretera de Gaserans 181 – Sant Feliu de Buixalleu 17451 Girona.

2. ANTECEDENTS

El municipi de Sant Feliu de Buixalleu té una superfície de 65 km², té una estructura disseminada caracteritzada per la inexistència de nuclis urbans compactes, on la major part dels seus 804 habitants (població a 1 de gener de 2018) viuen en masies i cases de pagès situades en el sòl no urbanitzable.

La major part del municipi (més del 80%) està constituït per àrees muntanyoses amb finques que tenen la consideració de terrenys forestals, en aquest sentit, cal remarcar que el municipi de Sant Feliu de Buixalleu està declarat com a zona d'alt risc d'incendi d'acord amb el que disposa el Decret 64/1995 de 7 de març pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals.

L'emplaçament on es preveu crear el punt de reserva d'aigua per a l'extinció d'incendis forestals va ser objecte de la construcció d'un primer dipòsit d'aigua amb hidrant, amb capacitat de 120 m³ apte per la presa d'aigua d'helicòpters, autoritzat per l'acord del Ple Municipal de data 11.5.1999. Es tractava d'un dipòsit metàl·lic adjacent al nucli urbà del veïnat de Sant Feliu, Parcel·la 41 del polígon 1 (subparcel·la b), que va col·lapsar l'any 2018.

Aquest projecte pretén la creació d'un nou dipòsit de formigó armat en el mateix emplaçament que l'anterior, però d'una capacitat de 200 m³ dins el marc d'actuacions en matèria de gestió forestal sostenible.

3. OBJECTE DEL PROJECTE

El projecte pretén la recuperació d'un punt de reserva d'aigua de 200 m³ per a l'extinció d'incendis forestals accessible per helicòpters i mitjans terrestres dins el marc de la gestió forestal sostenible en el punt georeferenciat 465417.9 , 4626686.4 en un paratge adjacent al nucli urbà del veïnat de Sant Feliu de Buixalleu, finca amb referència cadastral 17169A001000410000YM (Polígon 1, parcel·la 41, subparcel·la b), en terrenys forestals que es corresponen amb l'emplaçament de l'antic dipòsit metàl·lic que va col·lapsar, qualificats com a sòl no urbanitzable, bosc (clau NU.B).

Es tracta d'un punt de reserva d'aigua apte per a helicòpters que forma part de l'inventari d'infraestructures descrites al "Pla de Prevenció d'Incendis forestals de Sant Feliu de Buixalleu" núm. 0079 aprovat per resolució del Director general de Medi Natural dictada en data 8.01.2008.

El punt de reserva d'aigua inclou la construcció d'un nou dipòsit de formigó de 8.66 metres de diàmetre interior i 3.6 metres d'alçada, dels quals la làmina d'aigua estarà a 3.4 m, pel que **el volum d'aigua del dipòsit serà de 200,26 m³** (volum total serà 212 m³).

En el projecte s'inclou un hidrant de 2 sortides "Barcelona" en el punt més baix separat del dipòsit, a una distància de 95 metres i amb una diferència topogràfica (i manomètrica) de 17 metres, és a dir, una pressió estàtica de 1.7 bars.

El nou punt de reserva d'aigua s'ajusta a les condicions tècniques de realització que s'indiquen a la guia facilitada per la Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi, del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, en base a l'establert en les "Bases reguladores específiques dels ajuts per a la prevenció d'incendis forestals i restauració del potencial forestal".

4. NORMATIVA APLICABLE

Per a la redacció d'aquest projecte executiu s'han tingut en compte les següents normes;

- a) Llei 38/1999 de 5 de novembre d'ordenació de l'edificació
- b) Text refós de la Revisió de les normes subsidiàries de Sant Feliu de Buixalleu, aprovat definitivament per la Comissió d'Urbanisme de Girona en les sessions de 31 de gener de 2001 i 31 d'octubre de 2001, acord publicat al DOGC el 24.1.2002. El text refós de la normativa ha estat publicat al DOGC núm 4597 de 21.3.2006
- c) Codi tècnic de l'edificació CTE RD 314/2006, de 17 de març de 2006 (BOE 28/03/2006) modificat per RD 1371/2007 (BOE 23/10/2007).
- d) Llei 9/2017 de 8 de novembre reguladora de contractes dels sector públic
- e) Real Decret 513/2017, de 22 de maig, pel que s'aprova el Reglament de instal·lacions de protecció contra incendis.
- f) Real Decret 210/2018 Programa de prevenció i gestió de residus i recursos de Catalunya PRECAT
- g) REAL DECRET 105/2008 , Regulador de la producció i gestió de residus de construcció i enderroc
- h) DECRET 89/2010 (derogat parcialment i modificat), pel que s'aprova el Programa de gestió de residus de la construcció de Catalunya (PROGROC), es regula la producció

i gestió dels residus de la construcció i demolició, i el cànon sobre la deposició controlada dels residus de la construcció.

- i) Text refós de la Llei reguladora dels residus Decret Legislatiu 1/2009, de 21 de juliol (DOGC 28/7/2009) Regulador de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- j) Residuos y suelos contaminados Llei 22/2011 , de 28 de juliol (BOE 29/7/2011)
- k) Ordre APM/1007/2017 sobre normes generals de valorització de materials naturals excavat per a la seva utilització en reblerts i obres diferents d'aquelles en que es van generar.
- l) Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables a qualsevol obra, pública o privada en la que es realitzin treballs de construcció o enginyeria civil
- m) Guia tècnica Direcció general de Forests 2016: Característiques dels punts d'aigua de la xarxa bàsica d'incendis forestals
- n) Construcció de dipòsits d'aigua: Oficina tècnica de prevenció municipal d'incendis forestals
- o) Real Decret 470/2021, de 29 de juny, pel que s'aprova el Codi Estructural.

5. CLASSIFICACIÓ URBANÍSTICA

La parcel·la ja havia disposat del dipòsit de xapa que va col·lapsar l'any 2018 en el mateix emplaçament. Es tracta d'un terreny qualificat com a sòl no urbanitzable forestal (Clau NU.B) regulada pels articles 83 i 110 del "Text refós de la Revisió de les Normes Subsidiàries de Sant Feliu de Buixalleu". Es tracta d'una actuació d'interès públic.

6. DESCRIPCIÓ DE LA PROPOSTA I JUSTIFICACIÓ

Donat que;

- El dipòsit precedent va col·lapsar l'any 2018 formava part de l'inventari d'infraestructures descrites al "Pla de Prevenció d'Incendis forestals de Sant Feliu de Buixalleu"
- El dipòsit és una actuació d'interès públic
- El municipi està declarat com a zona d'alt risc d'incendi i l'emplaçament és estratègic per els motius següents:
 - Està situat fora de la zona de servitud de vies de comunicació (carreteres, ferrocarril, etc.)

- Està a més de 100 metres de les línies d'alta tensió, aerogeneradors, habitatges, i a més de 50 metres d'altres obstacles com línies elèctriques, telefòniques, talussos.
- En un radi de 20 metres de qualsevol punt del dipòsit no hi ha obstacles de major alçada que el dipòsit.
- En un radi de 30 metres en direcció als vents dominants, no hi ha obstacles que sobrepassin els 4 metres per sobre les límit superior del dipòsit
- Hi ha pous veïns propers que permeten un auto-abastiment
- Està situat a més de 2.5 km en línia recta d'altres punts o basses d'aigua amb la finalitat de prevenció d'incendis, que siguin funcionals i accessibles per als helicòpters.

Es proposa la construcció d'un dipòsit de formigó armat "in situ" de 200 m³ i una sortida de proveïment de hidrant per tal que puguin abastir-se helicòpters i camions, amb tal fi, es presenta aquest projecte que complirà amb totes les recomanacions que li son d'aplicació com la guia de la Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi, del Departament d'Agricultura, Ramaderia, pesca i alimentació. Mateixa ubicació que l'antic.

Accés de mitjans terrestres

Pel que fa referència a l'accés pels mitjans terrestres, es disposarà un hidrant alimentat des del dipòsit amb una canonada de 110 mm de diàmetre que estarà situada a 20 cm per sobre del fons per evitar la sortida de sediments, garantint un cabal mínim de 1000 litres minut. El dipòsit també disposarà d'una sortida de fons, independent de la canonada de sortida cap a l'hidrant, per al buidatge i neteja del dipòsit.

Camí d'accés a l'hidrant

El camí d'accés per vehicles BRP al punt d'aigua compleix les característiques d'accés secundari que defineix el Pla INFOCAT:

- Té una amplada del ferm superior a 3 metres, amb sobre amples cada 100 o 150 metres.
- Té una alçada de caixa lliure d'obstacles de 4 metres
- Té un punt per girar completament els vehicles, amb un diàmetre superior a 20 metres prop del punt de càrrega.

Espai de maniobra de càrrega

La connexió de càrrega està situada en un punt georeferenciat en les coordenades UTM31N – ETRS89: 465512.5 , 4626687.5 a cota 407 m, on es disposa d'un espai suficient per a què, estant estacionat un camió, un segon hi pot maniobrar sense dificultat. En aquest espai hi cab una circumferència inscrita de 10 metres de radi, i també s'hi forma una cruïlla de camions tipus "T".

Punt de recàrrega per mitjans terrestres

El punt de càrrega per mitjans terrestres estarà localitzat a 95 metres (>25 metres) del dipòsit d'aigua, de manera que es poden fer càrregues terrestres simultànies amb els mitjans aeris.

Descripció i tipologia de l'hidrant

L'hidrant estarà situat a la cota 407 m, mentre que el dipòsit de reserva d'aigua està situat a la cota 424, de manera que el desnivell entre ambdós punts és de 17 metres (superior a 10 metres), de manera que permet subministrar aigua a una pressió superior als 100 kPa permetent que els vehicles carreguin aigua per gravetat, per la qual cosa es preveu instal·lar un hidrant amb 2 ràcords BCN 70 i vàlvula de quadradet, a l'interior d'una arqueta o caseta.

La cota superior de l'arqueta estarà situada 5 cm per sobre de la cota del terreny i amb un mínim de 10 cm de formigonat a l'entorn envoltant. L'entorn de l'arqueta tindrà drenatge natural cap a l'exterior, per evitar l'aterrament de l'arqueta.

Zona de protecció als punts de càrrega dels mitjans terrestres

Les zones de protecció al voltant del punt de càrrega dels mitjans terrestres serà de 25 metres amb un pendent no superior al 20%. La vegetació situada a l'interior d'aquesta àrea estarà tractada amb una restricció del sotabosc important, i una aclarida de l'arbrat fins al 35 % del recobriment, d'acord amb les condicions establertes per l'annex 2 del Decret 123/2005, de 14 de juny, de mesures de prevenció dels incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb la trama urbana.

Criteris d'accés per mitjans aeris

La zona d'accés per mitjans aeris estarà definida per la trajectòria d'entrada i sortida al punt d'aigua. Per definir aquesta trajectòria cal tenir en compte el pendent, el vent dominant i la presència d'obstacles com línies elèctriques, línies de comunicacions, aerogeneradors i edificacions. Sempre que sigui possible, cal evitar que aquesta trajectòria coincideixi amb la direcció de sortida i posta del sol durant els mesos d'estiu. Complirà els requeriments següents;

- Els 25 metres que envolten el punt de reserva d'aigua estaran nets de tot tipus de vegetació.
- Els 100 metres que envolten el punt de reserva d'aigua tenen un pendent d'entrada i sortida inferior al 12.5 % lliure d'obstacles, és a dir, als 25 metres de distància l'obstacle no pot superar els 3 metres d'alçada i als 100 metres no superarà els 12.5 metres d'alçada.

Senyalització

Per garantir una major visibilitat del punt de reserva d'aigua des de l'helicòpter, es preveu pintar una franja arlequinada de vermell i blanc en els 40 cm superiors del dipòsit d'aigua. Les franges tindran una longitud entre 1.5 i 2 metres.

Per tal de facilitar l'arribada dels mitjans terrestres als punts de càrrega, s'instal·laran senyals intuïtius i comprensibles en les cruïlles dels camins que hi arriben. Es preveu una senyalització vertical metàl·lica, de tipus informatiu, amb placa principal quadrada blava i una placa complementària de color blanc amb la fletxa de direcció i/o distància.

La ubicació de l'hidrant estarà senyalitzada mitjançant un senyal vertical situat a menys d'1 metre de l'hidrant, amb una placa de senyalització homologada.

Cartells informatius i d'avís a la població sobre els punts d'aigua

Es preveu una senyalització informativa d'almenys 60 cm d'alt i 100 cm d'ample en el mateix punt d'aigua, en el camí d'accés, on s'indicarà que és un punt d'aigua per incendis i que resta prohibit banyar-s'hi. A la part inferior s'indicarà l'entitat responsable del punt d'aigua i els senyals de prohibit banyar-s'hi i perill de lliscament.

Previsions per a la fauna

El dipòsit disposarà d'una rampa que permeti la sortida dels animals però que, al mateix temps, no suposi cap impediment o risc pels helicòpters de bombers. Es preveu la construcció d'una rampa adossada al lateral del dipòsit que pugi des del nivell inferior al marge superior fins a coronar-lo. La rampa tindrà un pendent suau màxim de 30º i una amplada no inferior als 40 cm, i una superfície rugosa.

La rampa serà metàl·lica d'acer inoxidable, i s'executarà paral·lela a la trajectòria d'entrada-sortida dels helicòpters. També pot executar-se amb obra.

Integració visual del punt d'aigua

Es preveu que la integració visual del punt de reserva d'aigua en el territori s'aconsegueixi a partir de la seva localització, sense que aquesta adequació comporti cap disminució en els condicionants d'ús pels mitjans d'extinció.

Cal pintar el dipòsit de color ral 6015 per tal d'evitar l'impacte de la visió de les parets de formigó cru en les visuals.

Tanca perimetral

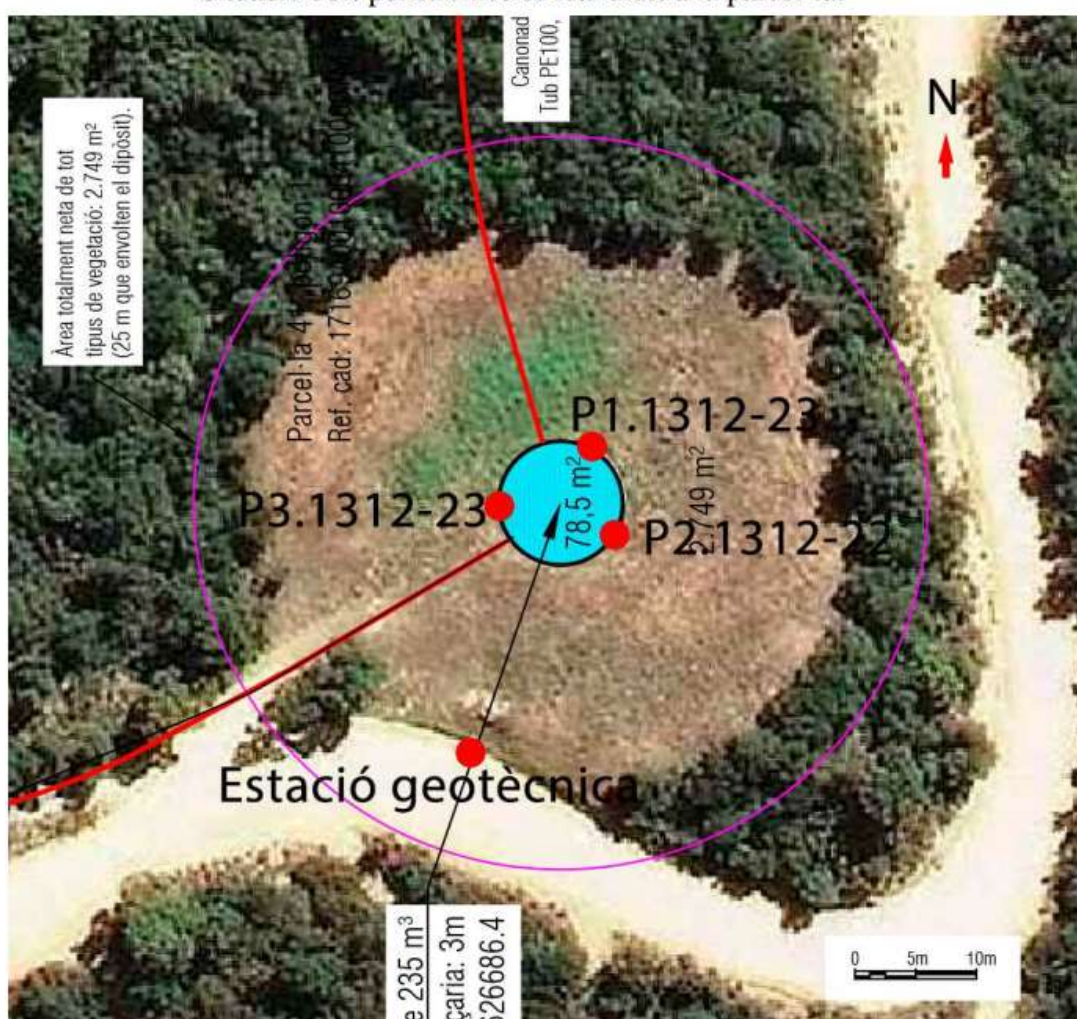
No es preveu la instal·lació de cap tanca perimetral.

7. ESTUDI GEOTÈCNIC

El dia 26 de gener de 2023, l'empresa Geo-cervall SL va realitzar l'estudi geotècnic de l'emplaçament del dipòsit. Aquest estudi descriu la presència de diversos afloraments de roca sana discontinua i parts de roca meteoritzada formant un nivell de sauló on es desenvolupa la capa vegetal.

S'han realitzat 3 assaigs de penetració DPSH fins al rebuig per la presència de substrat resistent, i s'ha pres mostra per assaig del que s'ha conclòs que és "no agressiu al formigó".

Situació dels penetròmetres realitzats a la parcel·la.



En l'apartat final es recomana una cimentació superficial sanejant la base fins als substrat, podent suposar una capacitat de càrrega de 4.9 kp/cm^2 amb un assentament de fins a 6 mm. No es recomana deixar talussos lliures degut a l'alteració i fracturació del substrat.

L'estudi geotècnic s'adjunta com annex

8. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

8.1. ESBROSSADA DEL TERRENY

Esbrossada d'arbustos, herbes i petits troncs amb tractor equipat amb braç desbrossador i mitjans manuals com pugui ser desbrossadora manual, motoserra i similars, en un radi de 25 metres al voltant del dipòsit, així com el corriol que comunica el dipòsit amb l'hidrants, per permetre el pas de la retroexcavadora (2.5 metres com a mínim) per executar la rasa de la canonada d'alimentació.

En el radi de 25 metres al voltant de l'hidrants, que es considera el punt de càrrega dels camions, també es procedirà a la restricció pràcticament total del sotabosc amb maquinària lleugera, i una aclarida de l'arbrat fins el 35% del recobriment amb motoserra.

Un cop realitzada l'esbrossada, es podrà optar per un triturat *fi in situ*, o portar les restes vegetals a abocador.

8.2. DEMOLICIONS

El dipòsit antic metàl·lic disposava d'una solera de formigó que ara es procedirà a demolir amb martell picador i equip d'oxitall, complint allò que estableix la NTE-ADD de demolicions per condicionament del terreny. La demolició es farà fins elements suficientment petits com per ser manejables per poder-los carregar a camió o contenidor.

També es procedirà a la demolició de les parets metàl·liques de l'antic dipòsit, tallant-les en fragments manejables per a la seva retirada i gestió. Els treballs es suspendran si el vent supera els 60 km/h doncs podria provocar volades de la xapa que serien un risc per la seguretat i la salut de les persones.

8.3. EXCAVACIONS

Un cop eliminats els elements descrits anteriorment, aflorarà el terreny natural que es tractarà bàsicament de sauló segons estudi geotècnic. Caldrà sanejar, regularitzar i anivellar aquesta subbase preparant la caixa que rebrà el formigó de neteja del nou dipòsit. L'excavació s'estima en una fondària d'entre 10 i 20 cm, tot i que caldrà validar-ho en fase d'execució per part de la DF. També s'eliminaran antigues instal·lacions que poguessin aparèixer de l'antic dipòsit (tubs i canalitzacions).

L'excavació s'haurà de realitzar amb el diàmetre exterior de la solera del nou dipòsit per poder fer servir el terreny com encofrat natural. En cas contrari, caldrà executar un encofrat lleuger en el perímetre resultant.

També es realitzarà l'excavació del tram de rasa que rebrà els tubs de sortida d'aigua sota el dipòsit, i es procurarà que tot el conjunt quedi anivellat, net i lleugerament piconat.

Mentre que s'executi la solera, la excavació quedarà protegida en front accions de l'erosió per part d'aigües de vessament. Es realitzarà un refinat del fons i laterals i càrrega a camió de les terres excavades.

També s'executarà l'excavació de les rases de 70 cm de fondària incloent l'ampliació en el punt de l'arqueta. L'amplada de les rases serà de 40 cm en el recorregut indicat en el plànol. El fons de l'excavació quedarà anivellat, net i lleugerament piconat, i es conservaran 4/7 parts de la terra per al posterior reblert de la part superior (la part inferior es reblirà amb sorra fina de riu).

8.4. REBLIMENTS

Les rases es rebliran amb 2 tipus de material diferent i en l'ordre següent;

- Es col·locaran 10 cm de sorra per rebre la canonada de 110 mm de PEAD degudament compactats i anivellats amb picó vibrant de guiat manual, reblert lateral compactant fins als ronyons, i posteriorment reblert amb la mateixa sorra fins a 10 cm per sobre de la generatriu superior de la canonada.
- A continuació s'utilitzarà la terra de la pròpia excavació neta de pedres (terra seleccionada) i compactació en 2 tongades successives de 20 cm d'espessor màxim amb safata vibrant de guiat manual, fins assolir una densitat seca no inferior al 95% de la màxima obtinguda al PM.

8.5. CAPA DE FORMIGÓ DE NETEJA

A la base del nou dipòsit, es col·locarà capa de formigó de neteja i anivellació de fons d'excavació, de 10 cm d'espessor de formigó HL-250/F/20/XC2 fabricat a central i abocat des de camió en el fons de l'excavació prèviament realitzada.

Un cop abocat, caldrà enrasar perfectament el formigó, tenint en compte que hi haurà un mínim de 2 tubs que sobresortiran per quedar embeguts a la base del dipòsit (a executar prèviament).

En relació als citats 2 tubs, també quedaran embeguts en el formigó pobre, tal com es descriu en el plànol de secció (A-A') per garantir que no es moguin a l'hora d'executar la solera del dipòsit.

Els treballs de formigonat es suspendran quan plogui amb intensitat o nevi, existeixi vent excessiu, o la temperatura ambient sigui superior als 40°C o que es prevegi que en les properes 48 hores por descendir per sota els 0°C. Es disposarà a obra de mitjans en previsió que es produeixin canvis bruscs de les condicions ambientals durant el formigonat o posterior enduriment, no podent-se començar el formigonat sense autorització expressa de la DF.

Per al replanteig s'utilitzaran tocs i mestres, s'abocarà el formigó i es realitzarà la coronació i enrasament del formigó. La superfície final quedarà horitzontal i plana.

8.6. LLOSA DE FONAMENTACIÓ DIPÒSIT

Llosa de formigó armat, realitzada amb HA-30/F/20/XC2 fabricat a central, és a dir, formigó armat de 300 kg/cm² de consistència fluida, amb 20 mm de diàmetre màxim d'àrid i ambient XC2 (per carbonatació), amb additiu hidròfug.

L'armat de la llosa serà amb rodons del 8 cada 15 cm de malla electrosoldada (o realitzada "in situ") tant en la cara superior com inferior, amb un recobriment de 3.5 cm (es col·locaran separadors per garantir la correcta col·locació de les armadures). Les barres seran d'acer B-500-S amb els solapes indicats al codi estructural, i es deixaran les esperes i reforços indicades al detall constructiu corresponent dels plànols.

En cas que el terreny no tingui fondària suficient per garantir l'encofrat perimetral, es procedirà a l'encofrat lleuger circular.

La superfície s'acabarà mitjançant regla vibrant i posterior poliment mitjançant arremolinadora mecànica.

Es deixaran els 2 passos de tubs per sortida d'aigua del dipòsit, tenint en compte que s'envoltaran de material hidroexpansiu per segellar la unió i evitar fuites.

Es suspendran els treballs de formigonat quan plogui amb intensitat, nevi, existeixi vent excessiu, la temperatura ambient sigui superior als 40°C o es prevegi que en les properes 48 hores pugui descendir la temperatura per sota els 0°C. Es disposarà d'una sèrie de mitjans en previsió que es produeixin canvis bruscs de les condicions ambientals durant el formigonat o posterior període d'enduriment, no podent començar el formigonat dels diferents elements sense l'autorització per escrit del director d'execució de l'obra. Caldrà realitzar provetes.

8.7. MURS DEL DIPÒSIT

En primer lloc cal dir que s'utilitzarà un encofrat circular del radi indicat als plànols, a dues cares, d'acabat llis, realitzat amb panell de superfície fenòlica ajustable per cargols a biguetes metàl·liques fins a l'alçada de mur indicada a projecte, incloent la col·locació del tub passa murs de PEAD 110 mm del sobreexidor que s'envoltarà de cordó hidroexpansiu per segellar la unió i evitar fuites. Passamurs per al pas dels tensors que posteriorment es segellaran amb material impermeable, elements de sustentació, fixació i apuntalament necessaris.

L'encofrat circular es farà complert, és a dir, NO hi haurà trobades verticals, així doncs, l'armat també serà continu amb barres B-500-S.

Un cop preparat l'encofrat i revisat l'armat per part de la DF, es procedirà a l'execució del mur amb formigó HA-30/B/20/XC2 amb additiu hidròfug fabricat a central i abocament amb bomba.

Cal dir que a la base del mur es col·locarà cordó hidroexpansiu continu per evitar pèrdues d'aigua en la unió mur-llosa. També en aquesta unió es realitzarà mitja canya amb morter sense retracció i morter epoxídica elàstic bi-component tal com s'indica en els plànols.

El vibrat del mur ha de ser verificat per la direcció facultativa, doncs és clau per evitar la posterior presència de fissures en el formigó per on pugui haver-hi fuites d'aigua. El vibrat redueix les petites bombolles d'oxigen a l'interior del formigó.

Caldrà realitzar provetes de totes les formigoneres, tant de la llosa com del mur.

Es suspendran els treballs de formigonat quan plogui amb intensitat, nevi, existeixi vent excessiu, la temperatura ambient sigui superior als 40°C o es prevegi que en les properes 48 hores pugui descendir la temperatura per sota els 0°C. Es disposarà d'una sèrie de mitjans en previsió que es produeixin canvis bruscs de les condicions ambientals durant el formigonat o posterior període d'enduriment, no podent començar el formigonat dels diferents elements sense l'autorització per escrit del director d'execució de l'obra.

8.8. RAMPA FAUNÍSTICA

La rampa es realitzarà col·locant blocs de formigó per revestir de la manera que es veu en la fotografia dels plànols. Els blocs seran hidròfugs, color gris, de 40x20x20 cm amb resistència normalitzada R10, rebut amb morter confeccionat a obra, amb un mínim de

250 kg de ciment per metre cúbic, amb additiu hidròfug, dosificació 1:6 subministrat en sacs. El pendent de la rampa serà d'un màxim del 20%.

La paret de la rampa s'arrebossarà amb el mateix morter, i pel que fa a la coronació, es podran utilitzar trossos de peces del mateix bloc de formigó per ajudar a confeccionar la rampa. La superfície final es deixarà rugosa per facilitar l'accés i sortida d'animals i evitar rellicades.

8.9. CANONADES I VÀLVULES

Les canonades seran de Polietilè d'Alta Densitat en tots els casos, color negre amb ratlles blaves als laterals, de 110 mm d'espessor, pressió nominal 10 atm. En el cas de canonades soterrades aniran sobre llit de sorra de 10 cm, mentre que la canonada del sobreexidor anirà fixada amb anelles d'acer galvanitzat a la paret del mur.

Els girs de 90º descrits als plànols es fixaran als tubs per termofusió amb la part interior del colze (socket welding) mitjançant equip polifusor. Aquest sistema és més segur que els colzes d'unió mecànica i garanteix millor l'estanqueïtat.

La "T" d'unió de la canonada del sobreexidor amb la canonada de buidatge inferior (veure plànols) es realitzarà també per termofusió en els mateixos termes que els descrits en el paràgraf anterior.

Pel que fa les vàlvules d'obertura i tancament, es disposaran a l'interior d'arqueta i seran de 4" de diàmetre metàl·liques, de cargol estacionari i unió per brides, igual que la unió amb l'hidrant també serà per brida. Aquestes vàlvules es col·locaran sobre element rígid de recolzament per evitar pèrdues a llarg termini.

A l'extrem obert dels tubs es col·locarà carxofa de filtració, per evitar que elements en suspensió i estranys poguessin entrar en el conducte i obturar-lo. Aquests elements es netejaran anualment per mantenir-los en perfectes condicions.

També caldrà verificar abans de cada temporada d'incendis el correcte funcionament de les vàlvules d'obertura, per evitar que poguessin quedar "clavades" i no ser operatives en el moment de necessitar-les.

Les vàlvules es situaran a l'interior d'arqueta d'obra de 90x60x75 cm de dimensions interiors, construïda en fàbrica de maó ceràmic calat de ½ peu d'espessor, rebut amb morter de ciment industrial M-5, sobre solera de formigó en massa de 15 cm de gruix. L'arqueta disposarà de drenatge, i s'arrebossarà interiorment i brunyit amb morter amb additiu hidròfug M-15 formant arestes i cantonades a mitja canya, tancada superiorment amb tapa prefabricada de formigó armat.

8.10. HIDRANT

Hidrant de columna seca per protegir-lo de gelades de 4" DN100 amb presa a 90º per facilitar la connexió amb la canonada horitzontal. Disposarà de boca de 100 mm i dues boques de 2 ½" DN 70 mm (boca Barcelona) ràcords i taps.

Aquest element es muntarà a l'interior de caseta que pot ser metàl·lica prefabricada, i

9. CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA DE FORMIGÓ

9.1. INTRODUCCIÓ

Per tal de realitzar aquest càlcul s'ha tingut en compte el llibre "Hormigón Armado" de Jiménez Montoya, un clàssic en aquest tipus d'aplicacions, així com el CTE-SE i el codi estructural CE-21 tal com es recull en l'apartat de "normativa aplicable".

El dipòsit ha de tenir una capacitat de 200 m³. Planta circular de 8.66 metres de diàmetre interior i 3.6 metres d'alçada, però l'alçada de la làmina d'aigua estarà a Hw=3.4 metres, que és el que es considerarà com alçada útil per a l'empenta hidrostàtica donat que hi ha un tub sobreexidor. Així doncs, la proporció D/H és de 2.54.

El càlcul es farà analitzant les accions a considerar-se en el càlcul del dipòsit i la seva combinació per poder complir amb l'ELU i també amb el més restrictiu ELS de fissuració.

Per a la base del dipòsit es col·locaran 10 cm de formigó de neteja HM-15 per evitar supressions d'aigua del terreny sobre la solera. Prèviament a la disposició del formigó de neteja es disposarà una capa de graves o TOT-ú de 20 cm protegides amb làmina geotèxtil. La solera tindrà un espessor de hs=20 cm armada en dos capes amb malla electrosoldada.

Pel que fa la unió paret-solera, s'utilitzarà una junta d'estanqueïtat tipus "wàter-stop" i elements hidroexpansius per evitar al màxim la pèrdua d'aigua per aquest punt.

9.2. AMBIENT D'EXPOSICIÓ I RECOBRIMENT

Donat que es tracta d'acumulació d'aigua per extinció d'incendis i no d'aigua potable, es considera despreciable la presència de clor, pel que s'adopta una classe d'exposició XC2 entesa com elements de formigó armat en permanent contacte amb aigua o enterrats en sòls no agressius.

La corrosió es considera des del punt de vista de la carbonatació i no de clorurs. El CE-21 preveu un recobriment de 20 mm en aquestes condicions, però en aquest projecte s'incrementa fins als 35 mm. Es proposa un ciment de baixa hidratació CEM I. La resistència del formigó serà de 30 /mm² i el contingut mínim de ciment de 325 kg/m³ (relació A/C 0,5).

Les armadures passives a utilitzar seran barres corrugades B-500S amb límit elàstic $f_{yk} = 500$ N/mm²

9.3. CONSIDERACIONS DE FISSURACIÓ

La fissura màxima permesa del dipòsit és un tema crític per evitar fuites i reducció de la seva durabilitat, així com també serà crític les armadures mínimes a introduir per prevenir-les.

Per evitar fissuració per sol·licitacions a tracció (dipòsit) la norma proposa que $w_{\max} \geq w_k$ sent w_k l'obertura característica de la fissura, i $w_{\max}$ l'obertura màxima de la fissura permesa.

La obertura clàssica es calcula segons $w_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m$ amb $\beta=1.64$ (cuantil 95%) i s_m la separació mitja entre fissures en mm. Aquesta s_m es calcula amb la fórmula següent;

$$s_m = 2 \cdot c + 0,2 \cdot s + 0,4 \cdot k_1 \cdot \frac{\Phi \cdot A_{c,eficac}}{A_{s,eficac}}$$

On c és l'espessor de recobriment en mm

S : Separacio entre eixos de barres en mm (fins a barres del 12)

K_1 : coeficient per flexió simple 0,125

Φ : Diàmetre de les barres

$A_{c,eficac}$: Àrea del formigó allí on les barres influeixen en l'obertura de fissures= $b \cdot h/4$

ξ_{sm} = allargament mitjà de les armadures

Pel que fa l'obertura màxima de la fissura permesa $W_{\max}$ es segueixen les recomanacions del llibre Jiménez Montoya per dipòsits sotmesos a alternances de humitat-sequetat o exposats a gelades o agents agressius i es limita a $W_{\max}=0,1$ mm tot i que en dipòsits permanentment submergits es pot augmentar fins als 0,2 mm. Altres com Vilardell (1990) limita l'ample de fissura a 0.2 mm a la cara exterior i 0.1 mm a la cara interior. Per tot plegat en aquest projecte adoptarem aquests últims valors proposats.

Pel que fa la solera, a la cara superior e inferior s'adoptarà $W_{\max}=0,2$ mm

Per tal de determinar les armadures, aquestes es calcularan de manera independent a flexió i a tracció simple i es sumaran. L'armadura a flexió es determina en funció dels ELU i l'obertura màxima admesa per la fissura, mentre que la de tracció simple es resol adoptant un valor molt baix en la tensió admissible de l'acer que es fixa en:

- Tensió admissible per $w = 0.1$ s'adopta $\sigma_s = 100$ N/mm²
- Tensió admissible per $w = 0.2$ s'adopta $\sigma_s = 130$ N/mm²

Per valors entremetjos s'interpola de forma lineal, tant per la quantia mínima com per la tensió admissible de l'acer.

9.4. ARMADURES MÍNIMES EN DIPÒSITS

La normativa no diu res al respecte d'armadures mínimes en dipòsits pel que es seguirà novament les recomanacions de Jiménez Montoya sobre quanties mínimes referides a la secció total del formigó;

Per parets de dipòsits cilíndrics de formigó armat:

- Per armadura vertical amb $W_{max} = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0020$ per paret interior
- Per armadura vertical amb $W_{max} = 0,2 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0015$ per paret exterior
- Per armadura horitzontal amb $W_{max} = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_{min,} = 0,0020$ per la paret interior
- Per armadura horitzontal amb $W_{max} = 0,2 \text{ mm}$; $\rho_{min,} = 0,0015$ per la paret exterior

Per soleres en qualsevol tipus de dipòsit

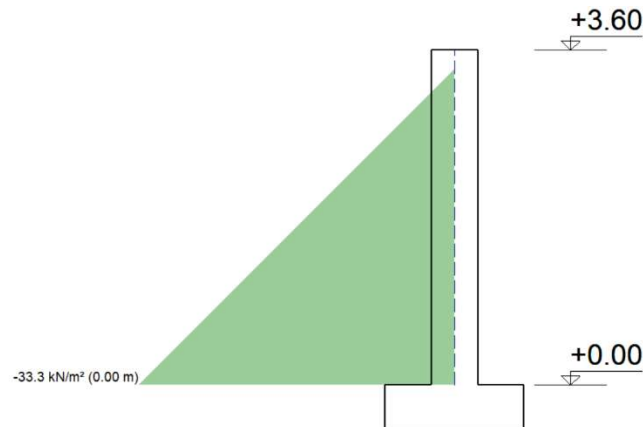
- Per armadura superior amb $W_{max} = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0020$
- Per armadura superior amb $W_{max} = 0,2 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0015$
- Per armadura inferior amb $W_{max} = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0020$
- Per armadura inferior amb $W_{max} = 0,2 \text{ mm}$; $\rho_{min, flexió} = 0,0015$

9.5. ACCIONS SOBRE EL DIPÒSIT I COEFICIENTS DE SEGURETAT

La llei de pressions obeeix a la fórmula $\rho \cdot g \cdot h$ on

- ρ = densitat aigua 1000 kg/m^3
- g = Constant de la força de la gravetat $9,8$
- h = alçada manomètrica del dipòsit = 3.4 metres

Es pot observar que la pressió sobre les parets és independent del diàmetre del dipòsit, i també es pot observar com aquesta és una fórmula lineal que donarà lloc al que s'anomena triangle de pressions, que gràficament queda representat de la manera següent;



La pressió entre 3.4 i 3.6 metres és zero perquè aquesta part del dipòsit no s'omplirà mai. La pressió és màxima a la base de 33.3 KN/m². A l'exterior no hi haurà terres per sobre el nivell de la solera, o serà molt petit i per tant despreciable.

La pressió sobre la solera també és de 33.3 KN/m² constant en tota la superfície, el que equival a 0.3 kg/cm². La pressió sobre el terreny serà la resultant de sumar a aquesta pressió el pes de la llosa que alhora dependrà del seu espessor mitjà, tot i que serà major sota els murs i menor en el centre del dipòsit, això està en línia amb el que proposa Jiménez Montoya. La densitat del formigó es considera 2.500 kg/m³.

Les accions del vent, sísmica, tèrmiques i efectes diferits no tindran en compte en el càlcul. Tampoc es tindrà en compte l'empenta de les terres donat que la solera interior es troba a nivell del terreny exterior. No hi ha pretensat. El control d'execució serà normal per dipòsits armats no pretensats, per tant, es considera un valor C₁=1.5 per l'empenta hidrostàtica.

L'empenta hidrostàtica es considera una acció permanent donat que s'admet que el nivell de líquid serà pràcticament constant.

9.6. MÈTODE DE CàLCUL PER A LA PARET DEL DIPÒSIT

S'aplica l'equació diferencial de Timoshenko simplificada despreciant els valors que provenen de suposar que l'espessor de la paret és petit en comparació al radi del dipòsit i a la seva alçada, això és aplicable a dipòsits amb un ratio diàmetre/alçada menor a 6 (D/H<6) i suposant que la paret està empotrada en una fonamentació absolutament rígida.

Donat que per parets de dipòsits sotmeses simultàniament a flexió i tracció no està resolta de forma completa, només es calcularà la fissuració provocada per la flexió i sumarem l'armadura necessària per tracció.

9.6.1. CàLCUL DE LA PARET EN ESTAT LÍMIT ÚLTIM DE FLEXIÓ

La fórmula que regeix ELU de flexió és la següent;

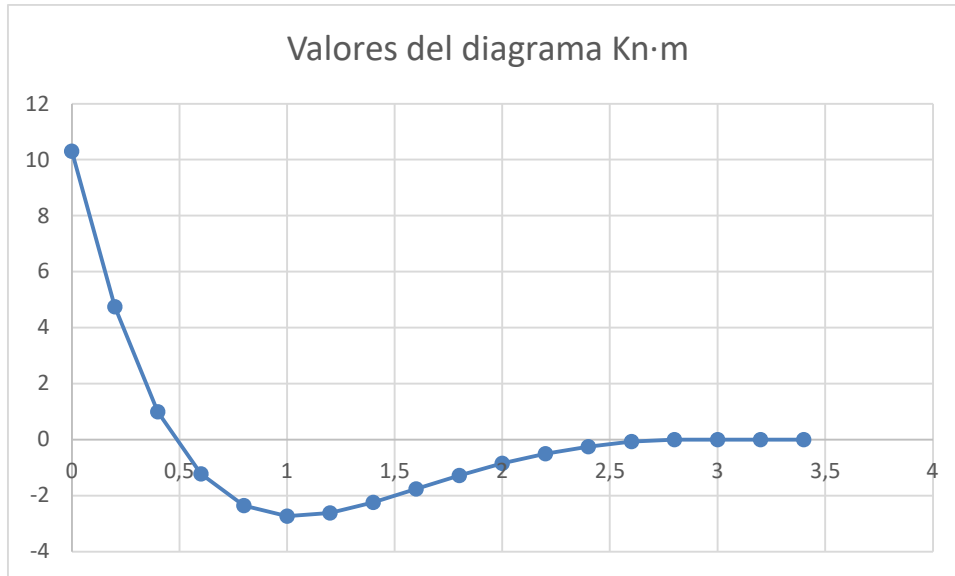
$$M_{xd}(x) = 1,50 \cdot \frac{h^2 \cdot \lambda^2 \cdot \gamma_w \cdot R^2}{6 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot [-Hw \cdot e^{-\lambda x} \cdot \sin(\lambda x) + \left(Hw - \frac{1}{\lambda}\right) \cdot e^{-\lambda x} \cdot \cos(\lambda x)]$$

El valor màxim es dona a l'encastament (x=0) $1,50 \cdot \frac{h^2 \cdot \lambda^2 \cdot \gamma_w \cdot R^2}{6 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot [Hw - \frac{1}{\lambda}]$

Substituint les variables queda de la manera següent:

$$M_{xd}(x) = 1,50 \cdot \frac{0.2^2 \cdot 1.4^2 \cdot 10 \cdot 4.33^2}{6 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot [-3.4 \cdot e^{-1.4x} \cdot \sin(1.4x) + \left(3.4 - \frac{1}{1.4}\right) \cdot e^{-1.4x} \cdot \cos(1.4x)]$$

El diagrama resultant és el següent;



Es pot observar com el moment flector és positiu i màxim a la base del mur amb un valor de 10,3 KN·m i el moment flector negatiu màxim és de -2.73 KN·m a 1 metre d'alçada.

Càlcul de l'armadura a flexió;

Per conèixer l'armadura a flexió en la posició vertical i es calcula l'armadura necessària pel mètode de la paràbola rectangle. Aquest mètode consisteix en calcular el foment flector reduït de càlcul i comparar-lo amb el moment límit $\mu_{lim}=0.26$ a partir del qual s'haurà de col·locar armadura a compressió. Finalment s'aplica el polinomi $w=0,8278-0,8278\sqrt{1-2.416\cdot\mu}$

Per la part inferior del mur queda de la manera següent;

$$\mu = \frac{M_{xd}^{inf}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10.3}{1 \cdot 0.165^2 \cdot 20.000} = 0.019 < \mu_{lim}(0.26) \text{ No cal disposar d'armadura comprimida}$$

On

b és l'ample simplificat a la unitat

d és l'amplada útil, en aquest cas $0.2-0.035=0.165$

f_{cd} = correspon al límit elàstic del formigó dividits per un coeficient de seguretat 1.5 per l'acer 20.000

f_{yd} correspon al límit elàstic de l'acer dividit per 1,15 que queda com $500/1.15= 434,78$

A continuació apliquem el polinomi pel que $w=0.8278-0.8278\sqrt{1-2.416\cdot 0.019} = 0.019$

L'armadura a tracció serà: $A \frac{inf}{v1} = \frac{w \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.019 \cdot 0.165 \cdot 20}{435} \times 10^4 = 1,45 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 34 \text{ cm}$

Però la $w_{min} = 0.03$ pel que l'equació queda $\frac{0.03 \cdot 0.165 \cdot 20}{435} \times 10^4 = 2,27 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 22 \text{ cm}$

Pel que fa la part exterior/sup del mur queda de la manera següent;

$$\mu = \frac{M_{xd}^{sup}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2.73}{1 \cdot 0.165^2 \cdot 20.000} = 0.005 \text{ amb } w_{min} = 0.03$$

$$A_{vd}^{sup} = \frac{w \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.03 \cdot 0.165 \cdot 20}{435} \times 10^4 = 2.27 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 22 \text{ cm}$$

9.6.2. CÀLCUL DE LA PARET EN ESTAT LÍMIT ÚLTIM D'ESFORÇ TALLANT

Es considera C1: 1.50·(pressió hidrostàtica)

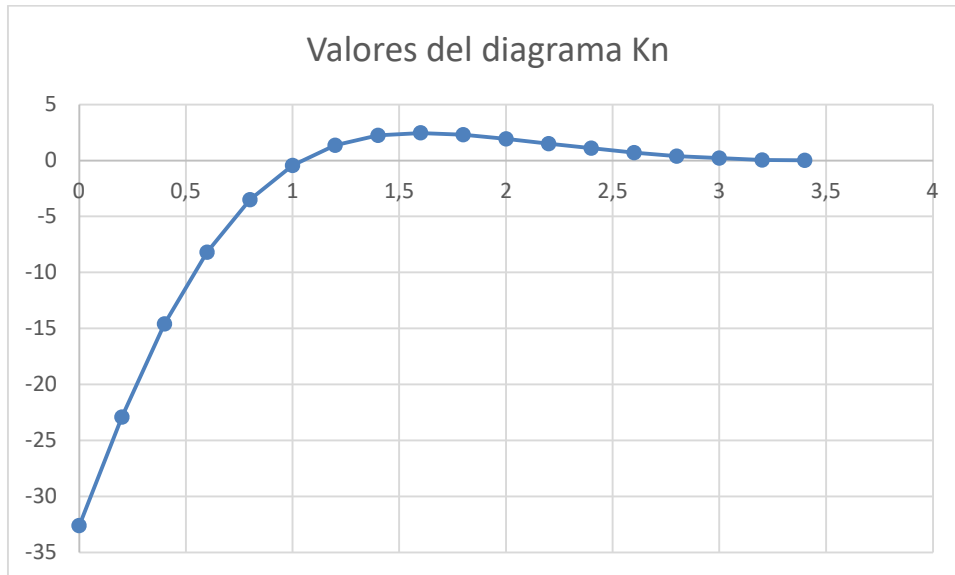
$$Q_{xd}(x) = 1,50 \cdot Q_x(x) =$$

$$1,50 \cdot \frac{h^2 \cdot \lambda^3 \cdot \gamma_w \cdot R^2}{6 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot [Hw \cdot e^{-\lambda x} \cdot (-\cos(\lambda x) + \sin(\lambda x)) + \left(\frac{1}{\lambda} - Hw\right) \cdot e^{-\lambda x} \cdot (\cos(\lambda x) + \sin(\lambda x))]$$

$$\text{El seu valor és màxim a l'encastament (x=0) equival a } 1,50 \cdot \frac{h^2 \cdot \lambda^3 \cdot \gamma_w \cdot R^2}{6 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{1}{\lambda} - 2Hw\right)$$

Per al càlcul de l'armadura a tallant en dipòsits cilíndrics s'adoptarà el criteri que el màxim esforç tallant pugui ser absorbit per la contribució del formigó V_{cu} , pel que no serà necessari disposar de cercols.

De tota manera es procedeix a la resolució de la equació per quantificar els esforços de tallant, el que dona com a resultat la gràfica següent;



El tallant màxim es dona a la base i és de -32.6 KN

Pel que fa a la determinació de l'armat en dipòsits cilíndrics s'adopta el criteri que l'esforç tallant pot ser absorbit per la contribució del formigó V_{cu} pel que no serà necessari disposar de cercols.

9.6.3. CÀLCUL DE LA PARET EN ESTAT LÍMIT ÚLTIM DE TRACCIÓ SIMPLE

Per l'estat límit de Servei en fissuració es considerarà $C4 = 1.00$, per l'estat límit últim de tracció també es considera $C3=1.00$ (no es majora perquè es considerarà una tensió de l'acer de només $\sigma_s = 100 \text{ N/mm}^2$ per les qüestions de fissuració ja exposades) amb la fórmula següent;

$$N\phi d(x) = 1.00 \cdot \gamma_w \cdot R \cdot [e^{-\lambda x} \cdot \left(\frac{\sin(\lambda x)}{\lambda}\right) - Hw \cdot (\cos(\lambda x) + \sin(\lambda x)) + (Hw - x)]$$

Es pot observar com el valor de l'esforç a l'empotrament a tracció és nul, i el valor màxim es una mica per sota de la meitat de la paret del dipòsit.

Passem a substituir les variables;

$$\lambda \text{ coeficient de forma del dipòsit} = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h}{4 \cdot R^2 \cdot D}} = \sqrt[4]{\frac{27.264 \cdot 0.2}{4 \cdot 4.33^2 \cdot 18.93}} = 1.4$$

$$\text{Sent D la rigidesa a flexió} = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\nu^2)} \text{ On } \nu \text{ és el coeficient de poisson} = 0.2$$

$$E = 8500 \cdot \sqrt[3]{fck + 8} = 8500 \cdot \sqrt[3]{25 + 8} = 8500 \cdot 3.2 = 27.264 \text{ MPa}$$

$$\text{Per tant, la rigidesa a flexió és de } D = \frac{27.264 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3}{12(1-0.2^2)} = 18,93 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{m}$$

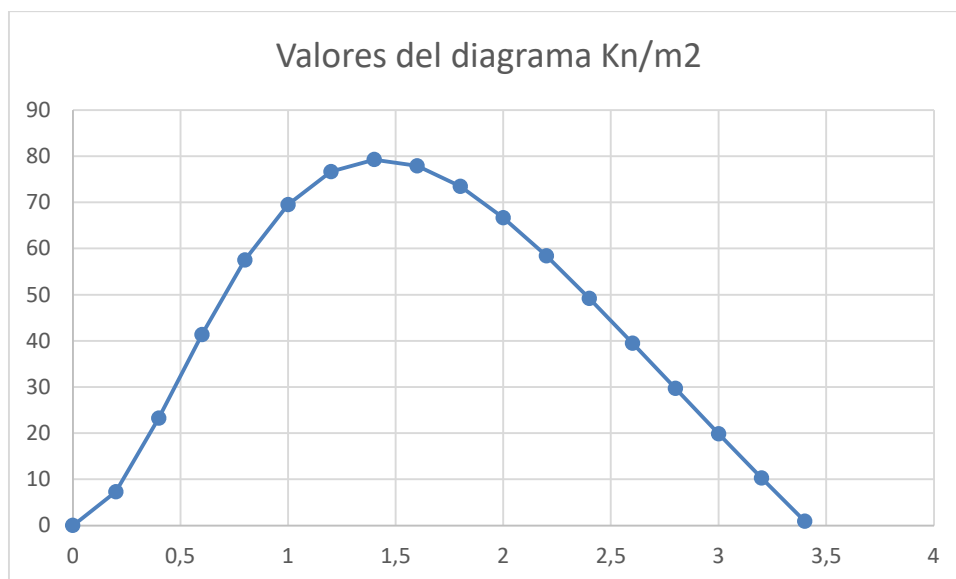
$$\text{Pes específic de l'aigua } \gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

Per tot plegat, la

$$N\phi d(x) = \gamma_w \cdot R \cdot [e^{-\lambda x} \cdot \left(\frac{\sin(\lambda x)}{\lambda}\right) - Hw \cdot (\cos(\lambda x) + \sin(\lambda x)) + Hw x]$$

$$N\phi d(x) = 43.3 \cdot [e^{-1.4x} \cdot \left(\frac{\sin(1.4x)}{1.4}\right) - 3.4 \cdot (\cos(1.4x) + \sin(1.4x)) + 3.4 x]$$

A continuació s'adjunta la gràfica dels esforços en funció de l'alçada resultants;



En el seu punt màxim $N\phi d(x) = L$ esforç màxim a tracció és de 79.3 kN/m² a 1.4 metres de la base del dipòsit

Per a l'armat es considerarà la $\sigma = 100$ N/mm² obtenint una armadura de;

$$A_{h1} = N\phi d / \sigma_s = 79300 / 100 \cdot 100 = 7,93 \text{ cm}^2 \text{ equival a 1 rodó } \Phi 12 \text{ c/ 14 cm}$$

9.6.4. COMPROVACIÓ DE LA PARET EN ELS DE FISSURACIÓ

En primer lloc recordem el criteri de fissures màximes de projecte;

- Per armadura vertical amb $W_{\max} = 0,1$ mm; $\rho_{\min, \text{flexió}} = 0,0020$ per paret interior
- Per armadura vertical amb $W_{\max} = 0,2$ mm; $\rho_{\min, \text{flexió}} = 0,0015$ per paret exterior
- Per armadura horitzontal amb $W_{\max} = 0,1$ mm; $\rho_{\min} = 0,0020$ per la paret interior
- Per armadura horitzontal amb $W_{\max} = 0,2$ mm; $\rho_{\min} = 0,0015$ per la paret exterior

L'estat límit de servei implica que els coeficients de combinacions d'accions seran sense majorar, és a dir, 1.00xempenta hidrostàtic. Els moments flectors, tallants i traccions seran els mateixos però en aquest cas sense majorar.

Per conèixer l'armadura de fissuració en la posició vertical interior es busca la A_{v2} necessària perquè la envoltant dels moments flectors verticals del costat interior produeixi una obertura de fissura $w_k \leq 0.1$ pel que la quantia serà $\rho = 0,002$. Per l'exterior veure a continuació:

Les armadures mínimes son les següents:

- Cara interior $A_{v, \min, 1} = \rho \cdot b \cdot h = 0,0020 \cdot 100 \cdot 20 = 4 \text{ cm}^2 = 1\Phi 8 \text{ c/12.5 cm}$
- Cara exterior $A_{v, \min, 1} = \rho \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3 \text{ cm}^2 = 1\Phi 8 \text{ c/16 cm}$

CARA INTERIOR

La separació entre fissures és la següent;

$$S_m = 2c + 2s + 0,4k_1 \frac{\phi_{Ac, eff}}{A_s}$$

On

C: Espessor de recobriment en mm (35)

S: Separació entre barres en mil·límetres amb valor màxim $15 \cdot \Phi$ (120mm)

$K_1 = 0,125$ en el cas de flexió simple

Φ = diàmetre de les barres

$A_{c, eff}$: Àrea de formigó en la zona de recobriment;

$$\text{Si } s \leq 15\Phi \text{ aleshores } A_{c, eff} = b \cdot 1 \cdot h/4$$

$$\text{Si } s > 15\Phi \text{ aleshores } A_{c, eff} = 15 \cdot \Phi \cdot h/4 \text{ (15} \cdot 8 \cdot 20/4)$$

Substituint en l'equació;

$$S_m = 2 \cdot 35 + 0,2 \cdot 120 + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{8 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5}{50} = 70 + 24 + 4,8 = 98,8 \text{ mm}$$

L'allargament mig unitari;

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot [1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

On

$\sigma_s = M_k / (0,88 \cdot d \cdot A_s)$ on M_k és el moment flector per unitat d'ample (6.87 KN·m)

d és el cantell útil de la secció $d = h - c - \Phi / 2 = 0,2 - 0,035 - 0,004 = 0,161$

A_s = Àrea total de l'armadura a tracció (si $s > 15\Phi$ equival a l'àrea d'una barra)

E_s mòdul de deformació longitudinal de les barres d'acer 200.000 N/mm²

$K_2 = 0,5$

$$\sigma_{sr} = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{f_{ctm}}{0,9 \cdot d \cdot A_s} = \frac{1 \cdot 0,2^2}{6} \cdot \frac{289}{0,9 \cdot 0,161 \cdot 0,0004} = 33.298 \text{ KN/m}^2$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Substituint en l'equació queda;

$$\sigma_s = 6,87 / (0,88 \cdot 0,161 \cdot 4 \times 10^{-4}) = 121,223 \text{ KN/m}^2$$

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot [1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{121,223}{200.000} \cdot [1 - 0,5 \left(\frac{33,298}{121,223} \right)^2] = 5,83 \times 10^{-4} \geq 2,42 \times 10^{-4}$$

L'obertura característica de fissura:

$$w_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m = 1,64 \cdot 98,8 \cdot 5,83 \times 10^{-4} = 0,094 \text{ mm}$$

Donat que la fissura és menor a la màxima permesa, l'armat es considera CORRECTE.

CARA EXTERIOR

La separació entre fissures és la següent;

$$S_m = 2c + 2s + 0,4k_1 \cdot \frac{\Phi_{Ac,eff}}{A_s}$$

On

C: Espessor de recobriment en mm (35)

S: Separació entre barres en mil·límetres amb valor màxim $15 \cdot \Phi$ (120mm)

$K_1 = 0,125$ en el cas de flexió simple

Φ = diàmetre de les barres

$A_{c,eff}$: Àrea de formigó en la zona de recobriment;

$$\text{Si } s \leq 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = b \cdot 1 \cdot h/4$$

$$\text{Si } s > 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = 15 \cdot \Phi \cdot h/4 \text{ (15} \cdot 8 \cdot 20/4)$$

Substituint en l'equació;

$$S_m = 2 \cdot 35 + 0,2 \cdot 120 + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{8 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5}{50} = 70 + 24 + 4,8 = 98,8 \text{ mm (idem interior)}$$

L'allargament mig unitari;

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot [1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

On

$\sigma_s = M_k / (0,88 \cdot d \cdot A_s)$ on M_k és el moment flector per unitat d'ample (1.82 KN·m)

d és el cantell útil de la secció $d = h - c - \Phi/2 = 0,2 - 0,035 - 0,004 = 0,161$

A_s = Àrea total de l'armadura a tracció (si $s > 15\Phi$ equival a l'àrea d'una barra)

E_s mòdul de deformació longitudinal de les barres d'acer 200.000 N/mm²

$$K_2 = 0,5$$

$$\sigma_{sr} = \frac{b \cdot h^2}{6} \cdot \frac{f_{ctm}}{0,9 \cdot d \cdot A_s} = \frac{1 \cdot 0,2^2}{6} \cdot \frac{289}{0,9 \cdot 0,161 \cdot 0,0003} = 44.321 \text{ KN/m}^2$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Substituint en l'equació queda;

$$\sigma_s = 1,82 / (0,88 \cdot 0,161 \cdot 3 \times 10^{-4}) = 42.819 \text{ KN/m}^2$$

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot [1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{42,82}{200.000} \cdot [1 - 0,5 \left(\frac{44,32}{42,82} \right)^2] = 9,94 \times 10^{-5} \geq 8,56 \times 10^{-5}$$

L'obertura característica de fissura:

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m = 1,64 \cdot 98,8 \cdot 9,94 \times 10^{-5} = 0,016 \text{ mm}$$

Donat que la fissura és menor a la màxima permesa, l'armat es considera CORRECTE.

Per conèixer l'armadura de fissuració en la posició horitzontal per tracció simple es busca la A_{h1} mínima necessària perquè

- Per armadura horitzontal amb $W_{max} = 0,1 \text{ mm}$; $\rho_{min} = 0,0020$ per la paret interior
- Per armadura horitzontal amb $W_{max} = 0,2 \text{ mm}$; $\rho_{min} = 0,0015$ per la paret exterior

Les armadures mínimes son les següents:

- Cara interior $A_{h,min,1} = \rho \cdot b \cdot h = 0,0020 \cdot 100 \cdot 20 = 4 \text{ cm}^2 = 1\Phi 12 \text{ c/28 cm}$
- Cara exterior $A_{h,min,1} = \rho \cdot b \cdot h = 0,0015 \cdot 100 \cdot 20 = 3 \text{ cm}^2 = 1\Phi 12 \text{ c/37 cm}$, però es prendrà $1\Phi 12 \text{ c/28 cm}$ per simetria i simplicitat de càlcul.

CARA INTERIOR I EXTERIOR

La separació entre fissures és la següent;

$$S_m = 2c + 2s + 0,4k_1 \frac{\phi_{Ac,eff}}{A_s}$$

C: Espessor de recobriment en mm (35)

S: Separació entre barres en mil·límetres amb valor màxim $15 \cdot \Phi$ (180mm)

$K_1 = 0,125$ en el cas de flexió simple

Φ = diàmetre de les barres

$A_{c,eff}$: Àrea de formigó en la zona de recobriment;

Si $s \leq 15\Phi$ aleshores $A_{c,eff} = b \cdot 1 \cdot h/4$

Si $s > 15\Phi$ aleshores $A_{c,eff} = 15 \cdot \Phi \cdot h/4$ ($15 \cdot 12 \cdot 20/4 = 900$)

Substituint en l'equació;

$$S_m = 2 \cdot 35 + 0,2 \cdot 180 + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{12 \cdot 900}{113} = 70 + 36 + 4,8 = 110,8 \text{ mm}$$

L'allargament mig unitari;

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{79,3}{200.000} = 3,96 \times 10^{-4}$$

L'obertura característica de fissura:

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m = 1,64 \cdot 110,8 \cdot 3,96 \times 10^{-4} = 0,072 \text{ mm}$$

Donat que la fissura és menor a la màxima permesa, l'armat es considera CORRECTE

Per tot plegat, l'armadura horitzontal serà la següent;

- Armadura horitzontal interior $A_{h1}/2 = 4 \text{ cm}^2$ equival a 1 rodó $\Phi 10$ c/ 19 cm
- Armadura horitzontal exterior $A_{h1}/2 = 4 \text{ cm}^2$ equival a 1 rodó $\Phi 12$ c/ 28 cm

De tota manera, aquest armat no és comercial, pel que es pren l'armat horitzontal següent;

- Armadura horitzontal interior $A_{h1}/2 = 4 \text{ cm}^2$ equival a 1 rodó $\Phi 10$ c/ 15 cm
- Armadura horitzontal exterior $A_{h1}/2 = 4 \text{ cm}^2$ equival a 1 rodó $\Phi 12$ c/ 20 cm

9.6.5. RESUM DELS ARMATS

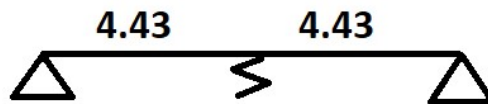
En primer lloc recordem el criteri de fissures màximes de projecte;

- Per armadura vertical interior $1\Phi 8$ c/12 cm
- Per armadura vertical exterior $1\Phi 8$ c/15 cm
- Per armadura horitzontal interior $\Phi 10$ c/ 15 cm
- Per armadura horitzontal exterior $\Phi 12$ c/ 20 cm

9.7. MÈTODE DE CÀLCUL PER A LA SOLERA

S'aplicarà el model de Winkler segons el qual la fletxa en un punt és proporcional a la càrrega actuant sobre el terreny, i on el coeficient de proporcionalitat és el mòdul de balast del terreny k . Això permet suposar simplificadament que el terreny es comporta com una molla lineal $K_x = k \cdot A$. Per a aquest tipus de material (sorra solta - sauló) s'adopta el mòdul de balast $k = 100.000 \text{ KN/m}^3$.

Per poder analitzar la solera considerant la seva interacció amb el terreny es discretitzarà en una estructura de nusos i barres recolzades sobre molles, prenent la longitud el radi (més la meitat de l'espessor dels murs perimetrals ($D = 8.86 \text{ m}$) i l'amplada de càlcul la unitat, per tant el problema passa a ser com el d'una biga lineal amb dos nusos recolzats als extrems i un nus recolzat sobre el terreny amb la constant de proporcionalitat, i després s'estendran els resultats a la resta de la solera. Val a dir que aquesta discretització és la més simple, però podria augmentar-se incrementant el nombre de nusos intermitjos, tot i que aleshores s'acostuma a realitzar el càlcul per ordinador i no manualment. La hipòtesis de treball és una solera d'espessor uniforme.



Les accions sobre la solera seran el seu pes propi i la càrrega hidrostàtica. Per al pes de la solera es prendrà una densitat del valor 25 kN/m^3 multiplicat pel seu espessor (20 cm). La càrrega hidrostàtica depèn de l'alçada (3.4 m) i la densitat de l'aigua i serà de 33.3 kN/m^2 . El control d'execució sobre la solera serà normal.

Donat que es tracta de dipòsit simètric sense pilars intermitjos, la solera es considera una única barra on s'apliquen q_{sd} i q_{wd} , i en els extrems s'aplica M_{shd} :

- $q_{sd} = \gamma_f \cdot q_s = 1.5 \cdot q_s = 1.5 \cdot 5 = 7.5 \text{ kN/m}^2$ aplicat a la barra (solera)
- $q_{wd} = \gamma_f \cdot q_w = 1.5 \cdot q_w = 1.5 \cdot 33.3 = 50 \text{ kN/m}^2$ aplicat a la barra (solera)

$q_{ELU} = \text{suma } q_{sd} + q_w = 57.5 \text{ kN/m}^2$ i 38.3 kN/m^2 E.L.S.

- $M_{shd} = \gamma_f \cdot M_{sh} = 1.5 \cdot 6.87 = 10,3 \text{ kN} \cdot \text{m}$ aplicat als dos nusos extrems (ELU) mentre que M_{sh} (ELS sense majorar) és $6.87 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Els coeficients en ELU a flexió i tallant seran 1.5 . En ELU l'esforç axil no es majora l'esforç transmès pel mur. En els Estats Límit de Servei ELS no es majora cap de les càrregues.

També cal tenir en compte l'empenta hidrostàtica sobre la paret que provoca un moment flector de l'eix vertical en la seva base es transmet a la solera, i un esforç tallant que arriba a través de l'axial de tracció. Finalment cal tenir en compte el pes propi del mur que es modelitza com una càrrega lineal en tot el perímetre, però aquest esforç serà absorbit per la base sense transmetre'l a la resta de la solera segons els principis de Winkler.

Novament, la fissura pren una gran importància donat que d'elles depèn l'estanqueïtat i durabilitat del dipòsit. Amb sol·licitacions normals, la norma EHE ens imposa que les tensions de compressió en el formigó compleixin $\sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck}$. Pel que fa referència a les sol·licitacions de

tracció, cal complir que l'obertura característica de la fissura sigui menor que l'obertura màxima permesa, que serà de 0.15 mm per fissures passants. Per aquesta obertura, Jiménez Montoya recomana una quantia mínima referida a la secció completa de 0.00175.

9.7.1. Estat límit últim a flexió

En quan a les coaccions, els dos nusos dels extrems estaran simplement recolzats, mentre que els nusos centrals, segons Girkmann, són els únics que es mantenen recolzats sobre el terreny (molla k). A més, els dos nusos dels extrems es veuen afectats per l'encastament del mur mitjançant el moment flector M_{sh} i una reacció horitzontal.

Per conèixer l'armat a flexió en la cara superior es busca l'envolvent de moments flectors en la cara superior i es calcula l'armat necessari A_{s1} amb el mètode de la paràbola rectangle descrit a la EHE. De la mateixa manera s'obté l'armadura a flexió a la cara inferior i s'obté l'armadura necessària A_{s4} .

9.7.2. Estat límit últim d'esforç a tallant

Fent ús de la discretització de la solera, es busca el valor màxim del tallant Q_{sdmax} i es comprova que pugui ser absorbit per la contribució del formigó V_{cu} sense necessitat d'armar. En cas que no sigui possible, es recorrerà a cercols.

9.7.3. Estat límit últim de tracció simple

Es tracta de resoldre el ELU provocat per la càrrega hidrostàtica $1 \times N_{sh}$. L'esforç que s'origina a la solera del dipòsit serà; $N_{sd} = \gamma \cdot N_{sh} = 1.00 \times N_{sh}$ adoptant una tensió de l'acer entre 100 i 130 N/mm² segons l'obertura màxima admesa, que permet deixar a 1 el coeficient de majoració. A partir d'aquest principi, l'armadura s'obtindrà per $A_{s3} = N_{sd} / \sigma_s$

9.7.4. Estat Límit de Servei de fissuració

Es tracta de resoldre l'estat límit segons la combinació de $1.00 \times PP + 1.00 \times \text{Càrrega hidrostàtica} + 1.00 \times M_{sh}$ sent M_{sh} el mateix que s'ha determinat per l'ELU a flexió.

Per conèixer l'armadura de fissuració en la cara superior es busca A_{s2} necessària perquè la envolvent dels moments flectors de la cara superior produeixi una obertura de fissura $w_k \leq 0.2$ ó 0.1 segons el criteri de fissuració adoptat. Igualment en la cara inferior per l'armadura A_{s5}

9.7.5. Armadures

9.7.5.1. Armadura radial de la solera a la cara superior

- Armadura necessària per flexió A_{s1}

- Armadura de fissuració As_2
- Armadura mínima As_{min1} per complir amb la quantia establerta mínima $\rho_{min, flexió}=0.0015$ segons criteri de fissuració:

$$As_{min1} = 0.0015 \times 100 \times 20 = 3 \text{ cm}^3 = 1\Phi 8 \text{ c}/16.6 \text{ cm simplifica a } 1\Phi 8 \text{ c}/15 \text{ cm}$$

- Armadura necessària per tracció simple As_3

Aleshores, l'armadura radial de la cara superior serà la màxima entre $(As_1; As_2; As_{min1}) + As_3/2$

9.7.5.2. Armadura radial de la solera a la cara inferior

- Armadura necessària per flexió As_4
- Armadura de fissuració As_5 es garanteix una fissura $w_k \leq 0.2$ ó 0.1 segons criteri de fissuració adoptat
- Armadura mínima As_{min2} per complir amb la quantia establerta mínima $\rho_{min, flexió}=0.002$ segons criteri de fissuració

$$As_{min2} = 0.002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^3 = 1\Phi 8 \text{ c}/12.5 \text{ cm}$$

- Armadura necessària per tracció simple As_3

Aleshores, l'armadura radial de la cara inferior serà la màxima entre $(As_4; As_5; As_{min2}) + As_3/2$

9.7.5.3. Armadura circumferencial de la solera a la seva cara superior

Coincideix amb l'armadura mínima As_{min1} que compleix la quantia $\rho_{min, flexió} = 0.0015$ o 0.002 segons criteri de fissuració adoptat.

9.7.5.4. Armadura circumferencial de la solera en la seva cara inferior

Coincideix amb l'armadura mínima As_{min2} que compleix la quantia $\rho_{min, flexió} = 0.0015$ o 0.002 segons criteri de fissuració adoptat.

9.7.6. Discretització de la solera

Com a model més simple, es discretitzarà la solera en una barra de longitud 8.86 metres amb els extrems recolzats i el centre recolzat sobre terreny recolzat sobre terreny amb el mòdul de balast com a "k de la molla".

- El nus extrem està simplement recolzat, pel que el pes propi del mur del dipòsit no transmet esforços a la solera (no hi ha deformació vertical al model).
- El nus interior està recolzat al centre del dipòsit sobre un suport deformable de forma lineal amb el mòdul de balast com a constant de proporcionalitat entre tensió i deformació.

- La fletxa en la posició de la “molla” ha de coincidir amb la deformació de la pròpia molla, és a dir, en la posició del centre del dipòsit.

Les càrregues anteriors sobre la barra son les que es descriuen a continuació per promptuari:

VIGA SIMPLE APOYADA: carga uniforme q en todo el vano.	
	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = R_B = \frac{qL}{2}$
	Cortantes: $V_{AB} = q \left(\frac{L}{2} - x \right)$ $V_A = -V_B = \frac{qL}{2}$
	Flectores: $M_{AB} = \frac{qx}{2}(L-x)$ $M_{\max} = \frac{qL^2}{8}$ para $x = \frac{L}{2}$
	Deformaciones
	Giros: $\phi_A = -\frac{qL^3}{24EI}$ $\phi_B = \frac{qL^3}{24EI}$
	Elástica: $y_{AB} = \frac{qx}{24EI}(x^3 - 2Lx^2 + L^3)$
	Flecha máxima: $y_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI}$ para $x = \frac{L}{2}$

- Donat que $q=38.3$ KN/m i la longitud de la barra estudiada és $L=8.86$ m, el moment màxim és de $M_{\max} = q \cdot L^2 / 8 = 375$ KN·m
 - Mòdul d'elasticitat $E = 28.577.000$ kPa
 - Inèrcia de la secció $I = 1/12 \cdot b \cdot s^3 = 0.000667$ m⁴
 - Mòdul d'elasticitat $E = 28.577.000$ kPa
 - $E \cdot I = 19.051$
- El tallant màxim $V_{\max} = q \cdot L / 2 = 38.3 \cdot 8.86 / 2 = 170$ kN
- La fletxa màxima és $y_{\max} = 5 \cdot q \cdot L^4 / 384 \cdot E \cdot I = 0.161$ m

ALERTA; Els moments i tallants depenen de la discretització, és a dir de la distància entre nusos (molles) que determina la longitud de les barres. Com més “fina” és la discretització, menor seran els esforços.

L'axil degut a l'empenta hidrostàtica sobre el mur és;

- 21,73 KN Axil

biga simplement recolzada amb moments puntuals als extrems, on $M_{sh}=6.87$ KN·m

VIGA SIMPLE APOYADA: momentos puntuales M contrarios en extremos.	
	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{M_a - M_b}{L}$ $R_B = -\frac{M_a - M_b}{L}$
	Cortantes: $V_{AB} = \frac{M_a - M_b}{L}$
	Flectores: $M_{AB} = -\frac{M_a}{L}(L-x) - \frac{M_b}{L}x$ $M_A = -M_a$ $M_B = -M_b$
Deformaciones	
	Giros: $\phi_A = \frac{L}{6EI}(2M_a + M_b)$ $\phi_B = -\frac{L}{6EI}(M_a + 2M_b)$
	Elástica: $y_{AB} = -\frac{M_a x}{6EI}(L-x) \left[1 + \frac{L-x}{L} + \frac{M_b}{M_a} \left(1 + \frac{x}{L} \right) \right]$

- En aquest cas, el tallant és $V_{ab}=0$ donat que els dos moments son iguals si es considera la biga de la llargada total del dipòsit.
- Pel que fa al flector, donat que els dos moments son coincidents, és igual a $M_a=6.87$ KN·m
- Pel que fa a la deformació $y = \frac{6.87 \cdot 4.43}{6 \cdot 19.051} \cdot 4.43 \cdot [1+0.5+1(1+0.5)] = \frac{6.87 \cdot 4.43^2 \cdot 3}{6 \cdot 19.051} = 0.0035$ m

Reaccions: S'utilitzaran les mateixes fórmules de deformació però per $F=-1$ de valor unitari ascendent;

- $V1' = \text{Unitaria}$ y $y1'_{\max} = 5 \cdot 1 \cdot (8.86)^4 / 384 \cdot EI = 0.0042 \cdot R$

A continuació cal aplicar la compatibilitat d'esforços

$$Kx = K \cdot A = 100.000 \cdot 1 \cdot 4.33 = 433.000 \text{ KN/m}$$

$$V_1 + V_1' R = R/Kx \text{ substituint queda } 0.16494 + 0.0042 \cdot R = R/433000$$

$$R = -37,48 \text{ KN}$$

- El tallant és $38.3 - 37,48 = 0.82$ KN
- El moment és $M_{sd}=6.87$ KN·m

9.7.7.E.L.U flexió cara inferior solera

El moment flector de càlcul reduït i la quantia mínima reduïda tenen els valors següents:

$$\mu = \frac{M_{xd}^{inf}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10.3}{1 \cdot 0.165^2 \cdot 20.000} = 0.019 < \mu_{lim} (0.26) \text{ No cal disposar armadura comprimida}$$

$$w = 0.8278 - 0.8278 \sqrt{1 - 2.416 \cdot 0.019} = 0.019$$

L'armadura de tracció serà;

$$A_{s4}^{inf} = \frac{w \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.019 \cdot 0.165 \cdot 20}{435} \times 10^4 = 1.44 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 34 \text{ cm}$$

9.7.8.E.L.U flexió cara superior solera

El moment flector de càlcul reduït i la quantia mínima reduïda tenen els valors següents:

$$\mu = \frac{M_{xd}^{sup}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10.3}{1 \cdot 0.165^2 \cdot 20.000} = 0.019 < \mu_{lim} (0.26) \text{ No cal disposar armadura comprimida}$$

$$w = 0.8278 - 0.8278 \sqrt{1 - 2.416 \cdot 0.019} = 0.019$$

L'armadura de tracció serà;

$$\mu = \frac{M_{xd}^{sup}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10.3}{1 \cdot 0.165^2 \cdot 20.000} = 0.019 \text{ amb } w_{min} = 0.03$$

$$A_{s1}^{sup} = \frac{w \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.03 \cdot 0.165 \cdot 20}{435} \times 10^4 = 2.27 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 22 \text{ cm}$$

9.7.9.E.L.U tallant

Donat que la discretització per punts de Winkler molt propers fa tendir el tallant a un valor mínim, es considera que el formigó pot absorbir el tallant $V_{cu} > Q_{xdmax}$, tot i això, es col·locarà l'armat mínim per norma que es determinarà més endavant segons la resta de criteris de quantia mínima.

9.7.10. E.L.U tracció

L'esforça de tracció a la solera és constant i té un esforç majorat de

$$N_{\Phi d} = 1.5 \times 21.73 / 1 \times 0.2 = 162.97 \text{ KN/m}^2$$

Pel que adoptant una tensió de l'acer de $\sigma_s = 100 \text{ MPa}$ corresponent a una obertura de fissura passant de 0.1 mm s'obté la següent armadura;

$$A_{s3} = \frac{N_{\Phi d}}{\sigma_s} = \frac{162.97 / 1000}{100} \times 10^4 = 2.27 \text{ cm}^2 = 16,3 \text{ cm}^4$$

9.7.11. E.L.S Fissuració

Els moments de càlcul que sol·liciten la solera en ELS son $M_{sd} = 6.87 \text{ kN} \cdot \text{m}$

L'armadura disposada a flexió és (sentit radial)

- $A_{s4}^{inf} = 1.44 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 34 \text{ cm}$
- $A_{s1}^{sup} = 2.27 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 22 \text{ cm}$

Començant per la cara inferior amb un recobriment de 5 cm i un límit de fissuració de 0.1 mm, la separació entre fissures queda de la manera següent;

La separació entre fissures CARA INFERIOR és la següent;

$$S_m = 2c + 2s + 0,4k_1 \cdot \frac{\Phi_{Ac,eff}}{A_s}$$

C: Espessor de recobriment en mm (50)

S: Separació entre barres en mil·límetres amb valor màxim $15 \cdot \Phi$ (120mm)

$K_1 = 0,125$ en el cas de flexió simple

Φ = diàmetre de les barres

$A_{c,eff}$: Àrea de formigó en la zona de recobriment;

$$\text{Si } s \leq 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = b \cdot 1 \cdot h/4$$

$$\text{Si } s > 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = 15 \cdot \Phi \cdot h/4 \text{ (} 15 \cdot 8 \cdot 20/4 = 600 \text{)}$$

Substituint en l'equació;

$$S_m = 2 \cdot 50 + 0,2 \cdot 120 + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{8 \cdot 600}{50} = 100 + 24 + 4,8 = 128,8 \text{ mm}$$

L'allargament mig unitari;

$$\sigma_s = M_k / 0,88 \cdot d \cdot A_s = 6,87 / (0,88 \cdot 0,115 \cdot 8,15 \times 10^{-4}) = 83,295 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{sr} = (0,2^2/6) \cdot (289,647 / (0,9 \cdot 0,115 \cdot 8,15 \cdot 10^{-4})) = 0,0066 \cdot 79 = 22,662 \text{ KN/m}^2$$

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - 0,5 \left(\frac{22,662}{83,295} \right) \right] = \frac{79,3}{200.000} = 3,82 \times 10^{-4}$$

L'obertura característica de fissura:

$$w_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m = 1,64 \cdot 128,8 \cdot 3,82 \times 10^{-4} = 0,08 \text{ mm} < w_{k,adm}$$

Donat que la fissura és menor a la màxima permesa, l'armat es considera CORRECTE

La separació entre fissures CARA SUPERIOR és la següent;

$$S_m = 2c + 2s + 0,4k_1 \cdot \frac{\Phi_{Ac,eff}}{A_s}$$

C: Espessor de recobriment en mm (35)

S: Separació entre barres en mil·límetres amb valor màxim $15 \cdot \Phi$ (120mm)

$K_1 = 0,125$ en el cas de flexió simple

Φ = diàmetre de les barres

$A_{c,eff}$: Àrea de formigó en la zona de recobriment;

$$\text{Si } s \leq 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = b \cdot 1 \cdot h/4$$

$$\text{Si } s > 15\Phi \text{ aleshores } A_{c,eff} = 15 \cdot \Phi \cdot h/4 \text{ (} 15 \cdot 8 \cdot 20/4 = 600 \text{)}$$

Substituint en l'equació;

$$S_m = 2 \cdot 35 + 0,2 \cdot 120 + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{8 \cdot 600}{50} = 70 + 24 + 4,8 = 98,8 \text{ mm}$$

L'allargament mig unitari;

$$\sigma_s = M_k / (0,88 \cdot d \cdot A_s) = 6,87 / (0,88 \cdot 0,115 \cdot 8,15 \times 10^{-4}) = 83,295 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{sr} = (0,2^2 / 6) \cdot (289,647 / (0,9 \cdot 0,115 \cdot 8,15 \cdot 10^{-4})) = 0,0066 \cdot 79 = 22,662 \text{ KN/m}^2$$

$$\xi_m = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - 0,5 \left(\frac{22,662}{83,295} \right) \right] = \frac{79,3}{200.000} = 3,82 \times 10^{-4}$$

L'obertura característica de fissura:

$$W_k = \beta \cdot s_m \cdot \xi_m = 1,64 \cdot 98,8 \cdot 3,82 \times 10^{-4} = 0,062 \text{ mm} < w_{k,adm}$$

Donat que la fissura és menor a la màxima permesa, l'armat es considera CORRECTE

9.7.12. Taula d'armats solera;

L'armadura disposada a flexió (i fissuració) és (sentit radial) superior e inferior:

- $A_{s4}^{inf} = 1,44 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 34 \text{ cm mínim } 1\Phi 8 \text{ c/ } 15 \text{ cm}$
- $A_{s1}^{sup} = 2,27 \text{ cm}^2 = 1 \text{ rodó } \Phi 8 \text{ c/ } 22 \text{ cm mínim } 1\Phi 8 \text{ c/ } 15 \text{ cm}$

L'armadura mínima $A_{s,min1} = 0,0015 \times 100 \times 20 = 3 \text{ cm}^2 = 1\Phi 8 \text{ c/ } 16,6 \text{ cm}$ simplifica a $1\Phi 8 \text{ c/ } 15 \text{ cm}$

Armadura circumferencial de la solera a la seva cara superior: Coincideix amb l'armadura mínima $A_{s,min1}$ que compleix la quantia $\rho_{min,flexió} = 0,0015$ segons criteri de fissuració adoptat.- S'adopta el mateix armat que en sentit radial però en perpendicular

Armadura circumferencial de la solera en la seva cara inferior: Coincideix amb l'armadura mínima $A_{s,min2}$ que compleix la quantia $\rho_{min,flexió} = 0,0015$ segons criteri de fissuració adoptat. S'adopta el mateix armat que en sentit radial però en perpendicular.

9.8. Resum dels armats

A continuació es fa un resum dels armats al mur i la solera del dipòsit d'aigua;

	Solera	
	radial	circumferencial
Armat inferior	1Φ8 c/15 cm	1Φ8 c/15 cm
Armat superior	1Φ8 c/15 cm	1Φ8 c/15 cm

	Mur	
	vertical	horitzontal
Armat interior	1Φ8 c/12 cm	1Φ10 c/15 cm
Armat exterior	1Φ8 c/15 cm	1Φ12 c/20 cm

Comentaris a l'armat;

- Donat que l'armat radial i circumferencial de la solera és igual, es permetrà fer un armat bidireccional simple (malla electrosoldada)
- L'armat del mur horitzontal és màxim en el tram central, pot variar-se justificadament en els trams superior e inferior (superior on hi ha menys pressió hidrostàtica e inferior per tenir l'efecte de travament de la solera.

10. CÀLCULS HIDRÀULICS

10.1. DESCRIPCIÓ DE LA XARXA HIDRÀULICA

- Títol: Càlcul hidràulic canonada hidrant
- Població: Sant Feliu de Buixalleu
- Data: 19/1/2023
- Viscositat del fluid: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- N° de Reynolds de transició: 2500.0

La velocitat de la instal·lació haurà de quedar per sobre del mínim establert, per evitar sedimentació, incrustacions i estancament, i per sota del màxim, perquè no es produeixi erosió.

10.2. DESCRIPCIÓ DELS MATERIALS EMPLEATS

Els materials utilitzats per a aquesta instal·lació són:

1 PN10 TUB PEAD - Rugositat: 0.00200 mm

Descripció	Diàmetres mm
DN110	90.0

El diàmetre a utilitzar es calcularà de forma que la velocitat en la conducció no superi la velocitat màxima i superi la velocitat mínima establertes pel càlcul.

10.3. FORMULACIÓ

La formulació utilitzada es basa en la fórmula de Darcy i el factor de fricció segons Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$f_l = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$

on:

- h és la pèrdua d'altura de pressió en m.c.a.
- f és el factor de fricció
- L és la longitud resistent en m
- Q és el cabal en m³/s
- g és l'acceleració de la gravetat
- D és el diàmetre de la conducció en m
- Re és el nombre de Reynolds, que determina el grau de turbulència en el flux
- v és la velocitat del fluid en m/s
- ν és la viscositat cinemàtica del fluid en m²/s
- f_l és el factor de fricció en règim laminar ($Re < 2500.0$)
- f_t és el factor de fricció en règim turbulent ($Re \geq 2500.0$)
- k és la rugositat absoluta de la conducció en m

En cada conducció es determina el factor de fricció en funció del règim del fluid en aquesta conducció, adoptant f_l o f_t segons calgui per a calcular la caiguda de pressió.

S'utilitza com a llindar de turbulència un nº de Reynolds igual a 2500.0.

10.4. COMBINACIONS

A continuació es detallen les hipòtesis utilitzades en els consums, i les combinacions que s'han realitzat ponderant els valors consignats per a cada hipòtesi.

Combinació	Hipòtesi Única
Combinació 1	1.00

10.5. RESULTATS

10.5.1. LLISTAT DE NUSOS

Combinació: Combinació 1

Nus	Cota m	Cabal dem. m³/h	Alç. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
Dipòsit1	424.00	-59.99995	427.40	3.40	
Hidrant1	407.00	60.00000	419.44	12.44	Pres. mín.

10.5.2. LLISTAT DE TRAMS

Valors negatius en cabal o velocitat indiquen que el sentit de circulació és de nus final a nus inicial.

Combinacions: Combinació 1

Inici	Final	Longitud m	Diàmetres mm	Cabal m³/h	Pèrdues m.c.a.	Velocitat m/s	Coment.
Dipòsit1	Hidrant1	96.51	DN110	59.99995	7.96	2.62	Vel.màx.

10.5.3. LLISTAT D'ELEMENTS

Element	Vàlvula de regulació
Nus inicial: Dipòsit1 Nus final: Hidrant1	Distància al nus origen 6.000 m (Dipòsit1)
% d'apertura	Relació K/K(oberta)
1.00	10000.00
50.00	2.00
100.00	1.00
Coef. pèrdues per vàlvula oberta - K	2.50
Diàmetre interior de la vàlvula	90.0 mm
Combinacions	% d'apertura
Combinació 1	100.00

10.6. ENVOLUPANT

S'indiquen els màxims dels valors absoluts.

Envolupant de màxims

Inici	Final	Longitud m	Diàmetres mm	Cabal m³/h	Pèrdues m.c.a.	Velocitat m/s
Dipòsit1	Hidrant1	96.51	DN110	59.99995	7.96	2.62

S'indiquen els mínims dels valors absoluts.

Envolupant de mínims

Inici	Final	Longitud m	Diàmetres mm	Cabal m³/h	Pèrdues m.c.a.	Velocitat m/s
Dipòsit1	Hidrant1	96.51	DN110	59.99995	7.96	2.62

10.7. AMIDAMENT

A continuació es detallen les longituds totals dels materials utilitzats en la instal·lació.

1 PN10 TUB PEAD

Descripció	Longitud m	Long. majorada m
DN110	96.51	115.81

S'utilitza un coeficient de majoració en les longituds del 20.0 % per a simular al càlcul les pèrdues per peces especials no tingudes en compte al disseny.

11. TERMINI D'EXECUCIÓ I DE GARANTIA

El termini d'execució de la obra és de 3 mesos, sens perjudici del que ulteriorment pugui establir el contracte entre l'ajuntament i el contractista. L'ajuntament també podrà incorporar clàusules de penalització en cas de demora.

12. SOLVÈNCIA I CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA

D'acord l'article 77 de la llei 9/2017 de contractes del sector públic, la classificació empresarial només és exigible en contractes d'obres amb un valor estimat igual o superior a 500.000 €, no obstant, l'empresari pot acreditar la seva solvència indistintament mitjançant la classificació com a contractista d'obres en el grup o subgrup de classificació corresponent al contracte o bé acreditant el compliment dels requisits específics de solvència exigits en l'anunci de licitació o en la invitació a participar en el procediment i detallats en el plec del contracte, o conforme als criteris, requisits i mitjans recollits en els articles 87 i 88. En aquesta actuació, donades les característiques de l'obra, es podrà justificar la solvència mitjançant la classificació empresarial següent:

- Grup E "Hidràuliques"
- Subgrup 7 "Obres hidràuliques sense qualificació específica"
- Categoria 1ª. Quantia inferior o igual a 150.000 €

Donat que els capítols 4 i 5 del pressupost (fonamentació i estructures) suposen el 55.68% del PEM, s'introdueix un segon subgrup corresponent a formigó armat

- Subgrup B-2 (Formigó armat)

13. MITJANS A ADSCRIURE A L'OBRA

Donada la singularitat de la obra d'un dipòsit d'aigua i els riscos derivats d'una mala execució per inexperiència com puguin ser fissures en el formigó que comportin fuites d'aigua, i tot i que l'article 88 determina que la solvència tècnica en els contractes d'obres serà acreditada mitjançant algun dels mitjans recollits amb anterioritat a elecció de l'òrgan de contractació, el contractista haurà d'adscriure a l'obra, d'acord amb l'article 76.2 LCSP, els mitjans personals i materials següents:

- Eines i maquinària:
 - Vibrador
 - Camió grua
 - Camió de transport
 - Excavadora de mitjana potència amb possibilitat d'incorporar martell trencador
 - Encofrats circulars (específics per a l'execució de dipòsits d'aigua, i del radi exposat en els plànols, o encofrats circulars de radi variable).
- Personal:
 - Encarregat a peu d'obra amb titulació de capatàs o similar
 - Oficial de 1ª encofrador
 - Oficial de 1ª estructurista, en treballs de posada en obra de formigó
 - Responsable de seguretat i salut i recurs preventiu amb la formació requerida legalment

14. SUBCONTRACTACIÓ I DIVISIÓ EN LOTS

En virtut de l'article 215 de la Llei 9/2017 de contractes del sector públic, el contractista podrà concertar amb tercers la realització parcial de les obres, atenent-se a la limitació de percentatge del pressupost base de licitació que estableixi el plec de clàusules administratives. En aplicació d'aquest article, i atenent a la tipologia d'obra, la subcontractació no ha de ser superior al 40% del pressupost d'execució, i **no podran** subcontractar-se els capítols que a continuació s'exposen:

- Capítol 4: Fonamentacions, i molt especialment la partida 4.2 de llosa base del dipòsit.
- Capítol 5: Estructures
- Capítol 8: Aïllaments e impermeabilitzacions

Aquests tres capítols son centrals en aquets projecte, i requereixen de l'experiència del contractista en obres similars i disposar dels mitjans tècnics i materials per a la seva correcta execució, a més de disposar de la classificació "H" d'obres hidràuliques, especialment pel que fa referència a l'execució de llosa base i parets del dipòsit sense fuites d'aigua degudes a fissuració del formigó. Aspectes com disposar de l'encofrat adequat, abocar i vibrar correctament el formigó, deixar els revestiments de formigó sobre l'armat indicats, executar correctament les juntes entre paret i llosa base, segellar correctament els punts d'entrada-sortida dels tubs en les parets i base del dipòsit, executar correctament la mitjan canya inferior, etc. Son crítics en l'execució correcte d'aquest projecte.

L'execució de la obra NO es podrà contractar per lots perquè es tracta d'una sola unitat constructiva, i tots els capítols recollits al projecte fan referència a aquesta mateixa entitat. Des del punt de vista tècnic, la divisió per lots d'aquesta obra provocaria que l'execució del contracte fos excessivament difícil i onerosa.

15. SUPERVISIÓ DEL PROJECTE

La Llei 9/2017, del 8 de novembre, de Contractes del Sector Públic estableix, en el seu article núm. 235, que en aquells projectes amb un pressupost base de licitació de les obres menor a 500.000,00 €, IVA exclòs, l'informe tècnic de supervisió del projecte que es sol·liciti tindrà un caràcter facultatiu, a excepció d'aquelles obres que afectin a l'estabilitat, seguretat o estanqueïtat, en les quals l'informe serà preceptiu.

El projecte preveu totes les mesures necessàries per tal de garantir l'estabilitat, seguretat i estanqueïtat del dipòsit i resta d'elements que conformen el projecte.

16. DECLARACIÓ D'OBRA COMPLERTA

Les obres estan projectades perquè, un cop finalitzades, constitueixin una obra completa susceptible de ser entregada a l'ús general i que compleix la normativa vigent. En aquest cas, la declaració d'obra completa es farà mitjançant el certificat final d'obra.

17. RESUM DEL PRESSUPOST

1 Actuacions prèvies	874,67
2 Demolicions	2.362,07
3 Condicionament del terreny	905,89
4 Fonamentacions	5.820,76
5 Estructures	17.067,58
6 Mur rampa faunística	2.512,18
7 Instal·lacions	6.892,54
8 Aïllaments e impermeabilitzacions	690,83
9 Senyalització i equipament	1.574,28
10 Gestió de residus	1.090,11
11 Control de qualitat i assaigs	630,17
12 Seguretat i salut	683,19
Pressupost d'execució de material (PEM)	41.104,27
13% de despeses generals	5.343,56
6% de benefici industrial	2.466,26
Pressupost d'execució per contracta (PEC = PEM + GG + BI)	48.914,09
21% IVA	10.271,96
Pressupost d'execució per contracta amb IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	59.186,05

Puja el pressupost d'execució per contracta a l'expressada quantitat de CINQUANTA-NOU MIL CENT VUITANTA-SIS EUROS AMB CINC CÈNTIMS.

Sant Feliu de Buixalleu
Enginyer Industrial
Guifré Comengés Font