



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

PROJECTE O TESINA D'ESPECIALITAT

Títol

ETAP i dipòsit de regulació a Engolasters (Andorra)

Autor/a

Jordi Vilarrubla Bullich

Tutor/a

Joan Garcia Serrano

Departament

Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental

Intensificació

Enginyeria Ambiental

Data

Maig 2013

DOCUMENT NÚMERO 1:

MEMÒRIA

ÍNDEX

Resum	2
1. Objectius	3
2. Antecedents	3
3. Descripció de la solució proposada	4
3.1. Canalitzacions cambra de càrrega – e.t.a.p. – dipòsit regulador	4
3.2. Cambra de càrrega	4
3.3. Estació de tractament d'aigua potable (e.t.a.p.)	5
3.4. Dipòsit regulador d'aigua tractada	5
4. Justificació del projecte	7
4.1. Despesa mitja diària (gm)	7
4.2. Volum d'emmagatzemament (gm)	7
4.3. Càlcul del volum de regulació	7
4.4. Càlcul del volum d'incendis	8
4.5. Càlcul del volum d'avaries	9
4.6. Conclusions	9
5. Característiques generals dels treballs	10
5.1. Cambra de càrrega	10
5.2. ETAP	10
5.3. Dipòsit de regulació	10
5.4. Canalitzacions	11
6. Principals aspectes de l'obra	11
6.1. Excavacions i sosteniments	11
6.2. Execució de la cambra de càrrega	11
6.3. Execució de la ETAP	12
6.4. Execució del dipòsit	12
6.5. Instal·lacions hidràuliques	13
6.6. Instal·lacions elèctriques i de comunicació	14
7. Informació topogràfica	15
8. Informació geològica i geotècnica	15
9. Hipòtesis realitzades	15
10. Estudi d'alternatives	16
11. Càlculs	16
12. Classificació del contractista	17
13. Expropiacions i planejament urbanístic	17
14. Pressupost dels treballs	17
15. Termini per l'execució dels treballs	17
16. Documents del projecte	18
17. Conclusions	19
18. Normativa d'aplicació	19

Resum

Per garantir un bon subministrament d'aigua potable a la zona d'Engolasters, la companyia d'aigües Potables d'Escaldes Engordany, ha decidit construir una ETAP i un dipòsit de regulació.

Es tracta del projecte d'execució de la ETAP i del dipòsit de regulació, així com d'una cambra de càrrega, situat a Engolasters, a la parròquia d'Escaldes Engordany, al Principat d'Andorra.

Per tal de poder garantir el continu subministrament s'opta per construir un dipòsit rectangular de 600 m³ format per dos vasos. Les dimensions interiors dels vasos serà de 5 m d'amplada i 12 m de llargària. L'alçada d'aigua interior serà de 5 m. Els murs exteriors del dipòsit tenen un espessor de 40 cms, mentre que el mur que separa els vasos, es de 30 cms. La solera i la coberta, tenen un gruix de 40 cms. Adjacent al dipòsit, es construeix una cambra de vàlvules amb la finalitat d'albergar-hi les bombes i vàlvules. L'accés a l'interior de cadascun dels dos vasos, es farà per una escala interior a la cambra de vàlvules, la qual ascendeix fins la coberta del dipòsit, en el que es deixaran dues obertures d'accés, tancades amb unes tapes metàl·liques.

Pel que fa a la ETAP, per filtrar i potabilitzar les aigües, es compta amb els següents reactius: hipoclorit sòdic, àcid clorhídric, policlorur d'alumini i agent floculant, s'ha optat també per uns filtres del sistema doble etapa que redueixen considerablement la terbolesa de l'aigua.

La cambra de càrrega actua com a reguladora de la pressió d'entrada als filtres de la ETAP, ja que ens permet tenir una pressió òptima constant.

Les càrregues a tenir en compte són la pressió de la terra i de l'aigua, una càrrega de manteniment a la part superior i càrregues d'aire i neu. Atès que l'estructura es troba en una zona sísmica, també s'ha considerat l'efecte sísmic.

Tots els elements estructurals s'han dissenyat d'acord amb la normativa espanyola de formigó estructural (EHE-08). L'anàlisi estructural ha estat realitzat mitjançant el programa Cype. Les condicions ambientals i de durabilitat marca que l'amplada màxima de fissura no pot excedir els 0,2 mm sota càrregues quasipermanents. En aquest tipus d'estructura les càrregues quasipermanents son bastant altes, per tant el reforç final és controlat per l'estat límit de servei de fissuració.

Les xarxes elèctriques i electròniques ens permet tenir un bon funcionament de la instal·lació. D'altra banda la xarxa de distribució ens connecta les diferents estructures presents en el projecte i ens connecten el dipòsit amb la xarxa d'aigua ja existent.

Previ al replè de les zones posteriors dels murs, caldrà emplenar el dipòsit, per tal de fer un assaig a la estanquitat. El replè començarà col·locant un drenatge perimetral al voltant de tot el dipòsit, per evitar problemes per supressió.

Finalment es sembrarà el terreny manipulat durant les obres, i es plantarà plantes de la zona, per deixar l'entorn el màxim assemblet a com era abans de l'execució de les obres, i reduir així l'impacte ambiental generat per la construcció.

1. Objectius

L'objectiu del present projecte consisteix en la redacció del projecte constructiu d'una Estació de Tractament d'Aigua Potable i d'un dipòsit de regulació a Engolasters, al Principat d'Andorra.

La ETAP constarà dels diferents filtres, coagulants, desinfectants,... per tal de garantir una bona qualitat de l'aigua tractada.

Per tal de tenir la pressió necessària a la ETAP i no necessitar grups de bombeig, es construirà una cambra de càrrega.

Finalment per tal de regular i emmagatzemar l'aigua tractada, es projectarà un dipòsit de 600 m³, constituït per dos vasos per tal de facilitar les tasques de manteniment del mateix sense interrompre el subministrament.

1. Les tasques a realitzar per a la redacció del present projecte son les següents:
2. Càlcul hidràulic de la instal·lació
3. Distribució de les diferents obres en el territori
4. Càlcul estructural de la ETAP, el dipòsit i la cambra de càrrega
5. Definició gràfica dels locals i les seves dimensions
6. Definició de la instal·lació elèctrica
7. Elaboració del pressupost d'execució
8. Redacció dels documents que formen el projecte (memòria, plec de condicions, pressupost)

2. Antecedents

Aquest projecte té per objecte l'Estació de Tractament d'Aigua Potable (d'ara endavant E.T.A.P. o ETAP) que la propietat, la Companyia d'Aigües Potables d'Escaldes-Engordany (des d'ara CAPESA o La Propietat), té previst executar per proveir, en quantitat i qualitat suficients, els abonats d'Engolasters a la zona propera a la Font de les Ordigues.

Com a actuacions prèvies a les definides en aquest projecte executades fins a la data cal considerar les derivades de la posada en pràctica del projecte "Conducció Presa de Ramió - Cambra de Càrrega a ETAP d'Engolasters "de Juny de 2003.

Aquesta execució s'ha vist revisada, d'acord amb les instruccions impartides per la Propietat, amb el recent projecte "Revisió del Projecte de la canalització captació de Ramió - Cambra de Càrrega d'Engolasters", SUPORT-ISURKI, de Setembre del 2007.

En visita a la zona del 10 de juliol de 2007, es va estudiar sobre el terreny una proposta preliminar d'ubicació de l'ETAP pròpiament dita, de la seva cambra de

càrrega, del seu dipòsit d'aigua tractada i de la connectivitat amb les canalitzacions hidràuliques existents i per executar.

Aquest projecte comprèn la definició, des del punt de vista d'equipament i instal·lacions hidràulic (instal·lacions), de les següents obres:

1. Cambra de càrrega en l'extrem inferior de la canalització existent, en cota 1620 m.
2. Estació de tractament d'aigua potable a cota aprox. 1600, per al cabal horitzó del Pla Director, estimat en 7,5 l/s.
3. Dipòsit Regulador d'Aigua Tractada.
4. Bombament a la zona del Llac d'Engolasters.
5. Connectivitat hidràulica entre les instal·lacions i amb la xarxa de distribució de la zona.

Per a això, pren com a punt de partida la finalització hidràulica del projecte de la canalització Ramió - Cambra de càrrega abans referit, és a dir, aquest projecte pren com a punt d'origen aigües amunt la canalització que segueix el canal de FEDA pel seu interior.

Com a antecedents a aquest projecte, i per a la seva plena interpretació, resulta obligat consultar la bibliografia referida en l'annex nº5.

3. Descripció de la solució proposada

3.1. Canalitzacions cambra de càrrega – e.t.a.p. – dipòsit regulador

Es preveu la instal·lació soterrada d'una canalització de fosa dúctil (d'aquí en endavant FD) revestida de morter de ciment centrifugat, tipus Saint Gobain o similar, en DN150, PN16, segons secció tipus detallat en el capítol de plànols.

Des del punt de vista elèctric, s'instal·laran dos tubs de doble capa tipus Decaplast o similar, un de DN110 per a alimentació elèctrica dels serveis auxiliars de la cambra de càrrega des de la ETAP i un altre en DN63 per a comunicacions.

3.2. Cambra de càrrega

El sistema hidràulic objecte del present projecte té per objecte captar l'aigua del Riu Madriu a cota aproximada 1.688, canalitzar-la a pressió per una canonada d'aproximadament 3000 m. de longitud que transcorren en la seva major part per l'interior del canal de la companyia elèctrica FEDA i omplir la cambra de càrrega situada just per sota del canal, aproximadament a la cota. 1620 i que servirà per proporcionar el cabal requerit i una pressió estable a la potabilitzadora en cota 1600 i que proveirà d'aigua tractada els abonats d'Engolasters.

Des d'aquest punt, i ara sí dins del subministrament del present projecte, s'executarà un tram de canalització soterrada a FD DN80 per unir el picatge del conducte amb la línia d'entrada a la cambra de càrrega.

Aquesta línia contarà, com a elements singulars, amb els enumerats a continuació:

- 1 comptador electromagnètic a piles, per comptabilització del cabal captat des de l'obra de presa i trasbalsat fins a la cambra de càrrega.
- 1 Vàlvula de flotador amb una carrera de 700 mm. i una guia de pistó amb disseny especial per evitar els efectes de la cavitació.
- 1 te per una eventual futura connexió d'una vàlvula d'alleugeriment.

La Cambra de Càrrega tindrà una alçada màxima de làmina neta (la controlada per la vàlvula de flotador) d'aigua respecte de la solera de 1,90 m. i una capacitat aproximada de 17 m³. Les dimensions en planta serien de 3 m. d'ample per 3 m. de fons.

La vàlvula de flotador assegurarà un nivell d'ompliment entre el 63 i el 100%, sempre quan el cabal captat sigui igual o superior al consumit a la sortida cap a la ETAP.

El vas de la cambra comptarà amb sobreeixidor unit en la seva sortida a l'exterior amb el tub de buidat, que comptarà amb la corresponent vàlvula de tancament.

Per facilitar les tasques d'operació i manteniment, tant les línies hidràuliques d'entrada com les de sortida estaran ubicades en sendes cambres de claus visitables.

Els tubs de sortida cap a la E.T.A.P. i de buidat s'executaran en FD DN100.

3.3. Estació de tractament d'aigua potable (e.t.a.p.)

El sistema de filtració DOBLE ETAPA està especialment dissenyada per obtenir resultats òptims en el procés de filtració d'una aigua d'acord amb les exigències de la nova reglamentació en aigües potables (Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero de 2003) que imposa un nivell mínim de turbidesa a sortida de planta potabilitzadora de 1 NTU. Aquestes turbideses, sense l'existència d'un procés controlat i dissenyat específicament, són difícils d'aconseguir. Aquest sistema de filtració pot treballar obtenint resultats satisfactoris amb aigües crues d'altres turbideses.

Aquest sistema està compost de dos filtres, instal·lats en sèrie, controlats per vàlvules de diafragma o vàlvules de papallona pneumàtiques. Aquestes vàlvules, gestionades adequadament per un PLC, són les encarregades de dirigir les diferents direccions del flux d'aigua en les diferents etapes d'operació: filtració, rentat a contracorrent del primer filtre, esbandit del primer filtre, rentat a contracorrent del segon filtre i esbandit del segon filtre.

3.4. Dipòsit regulador d'aigua tractada

El dipòsit regulador d'aigua tractada té com a objectiu fonamental absorbir les demandes puntuals de la xarxa davant el cabal constant de tractament, per al que se'l dota d'una capacitat d'emmagatzematge d'aigua tractada conseqüent amb aquest desequilibri.

Aquestes demandes puntuals poden estar provocades per circumstàncies previsible, com els pics diaris de consum en franges horàries de màxima demanda, o imprevisible, com ara demanda en cas d'abastament a grups d'incendi o tancs motobomba, avaria a les artèries principals de distribució, tancament per manteniment de l'adducció d'abastament, etc ...

A aquest efecte, la capacitat del dipòsit es dimensiona considerant els volums de regulació, incendi i avaries.

El càlcul s'aborda en l'annex nº 5, on es detallen els criteris i paràmetres considerats.

Només cal dir aquí que l'evolució de la demanda s'ha analitzat considerant la corba principal (corba nº1) elaborada pel model matemàtic de la xarxa de distribució a Escaldes-Engordany l'any 1996, que reflecteix el patró predominant de consum de la parròquia.

Per al càlcul del volum d'incendis s'ha tingut en compte la normativa d'edificació NBE-CPI-82.

Finalment, per determinar el volum destinat a proveir als abonats en cas de col·lapse de la / les xarxa / s de distribució i / o abastament i / o sistemes de potabilització, l'autonomia temporal assignada al dipòsit ha estat de dotze (12) hores. Aquest criteri ha estat conseqüència d'un compromís entre un període de temps considerat raonable per a la detecció i esmena d'una avaria d'importància mitjana-alta i la disponibilitat d'espai per a l'edificació.

Els resultats de considerar els criteris de disseny enumerats més amunt es tradueixen en la proposta de construcció d'un dipòsit de cambra partida amb una capacitat mínima de 600 m³

La solució adoptada, mes detallada, així com el funcionament i instal·lació dels diferents components de la ETAP, es detallen en l'annex núm. 3.

4. Justificació del projecte

La Companyia d'Aigües Potables d'Escaldes-Engordany té previst executar una ETAP i un dipòsit de regulació, per proveir, en quantitat i qualitat suficients, els abonats d'Engolasters a la zona propera a la Font de les Ordigues.

A continuació es justifica la capacitat necessària del dipòsit.

4.1. Despesa mitja diària (gm)

Es dimensionarà el volum d'emmagatzematge d'acord a l'horitzó del projecte "Abastament d'aigua potable a la zona d'Engolasters", segons el qual la despesa mitjana esperada és:

$$Gm \text{ tot} = 7,5 \text{ l/s} = 27 \text{ m}^3/\text{h} = 648 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.2. Volum d'emmagatzemament (gm)

El volum mínim d'emmagatzemament del dipòsit es calcularà considerant la situació de màxim consum prevista per l'any horitzó, és a dir, 27,00 m³/h, i serà el resultat d'aplicar la fórmula següent:

$$V_{alm} = V_{reg} + V_{inc} + V_{ava} \quad [I]$$

on:

V_{reg} és el volum de regulació.

V_{inc} és el volum d'incendis.

V_{ava} és el volum d'avaries.

4.3. Càlcul del volum de regulació

Aquest paràmetre es defineix com el volum de reserva addicional necessari que ha d'aportar un dipòsit regulador per laminar les puntes de consum horari de la població que sobrepassen el cabal mitjà de tractament de les instal·lacions potabilitzadores.

Tenint en compte la magnitud i característiques de l'adducció de subministrament, es considera acceptable suposar que la mateixa proporcionarà en tot moment i durant tot l'any, excepte en el cas de produir-se circumstàncies excepcionals (estiatge pertinaç, fallades tècniques de la canalització, realització de tasques de manteniment, etc ...) el cabal de disseny de l'E.T.A.P.

A la taula adjunta s'observen els valors horaris de consum i el balanç resultant en cada franja horària. Al final de la mateixa, els totals nets indiquen que el balanç diari no és deficitari.

La franja diària amb balanç positiu és la que transcorre en horari nocturn des de les 23 h. fins a les 7 h., ambdues incloses, amb un saldo positiu de 144,99 m³.

D'altra banda, la franja diària amb balanç negatiu transcorre, com és d'esperar, en horari de màxim consum des de les 8 h. fins a les 22 h, ambdues incloses, amb un saldo negatiu de 145,53 m³.

Hora	Coef.	G horari	Q entrada	Balanç
	%	m3/h	m3/h	m3/h
0	0,45	12,150	27,000	14,850
1	0,32	8,640	27,000	18,360
2	0,19	5,130	27,000	21,870
3	0,17	4,590	27,000	22,410
4	0,16	4,320	27,000	22,680
5	0,17	4,590	27,000	22,410
6	0,43	11,610	27,000	15,390
7	1	27,000	27,000	0,000
8	1,43	38,610	27,000	-11,610
9	1,54	41,580	27,000	-14,580
10	1,54	41,580	27,000	-14,580
11	1,52	41,040	27,000	-14,040
12	1,54	41,580	27,000	-14,580
13	1,49	40,230	27,000	-13,230
14	1,52	41,040	27,000	-14,040
15	1,3	35,100	27,000	-8,100
16	1,18	31,860	27,000	-4,860
17	1,1	29,700	27,000	-2,700
18	1,17	31,590	27,000	-4,590
19	1,25	33,750	27,000	-6,750
20	1,43	38,610	27,000	-11,610
21	1,31	35,370	27,000	-8,370
22	1,07	28,890	27,000	-1,890
23	0,74	19,980	27,000	7,020
		648,540	648,000	-0,540

En resum, el dipòsit recuperaria a la nit l'excedent de consum de les hores de màxim consum, havent d'aportar el volum deficitari de 145,53 m³.

Per tant,

$$V_{reg} = 145,53 \text{ m}^3$$

4.4. Càlcul del volum d'incendis

D'acord amb la normativa d'edificació NBE-CPI-82, el cabal d'incendis disponible serà aquell que asseguri un subministrament de 17 l/s durant 2 hores a l'hidrant.

Per tant, el terme Vinc de l'expressió [I]:

$$V_{inc} = 17 \text{ l/s} \times 3,6 \times 2 \text{ h.} = 122,4 \text{ m}^3$$

4.5. Càlcul del volum d'averies

Es pren com a criteri de disseny assegurar, conjuntament amb la resta de les infraestructures hidràuliques d'emmagatzemament d'aigua tractada, una reserva d'emergència per 12 hores en règim de consum normal, considerat aquest el temps estàndard per la detecció, localització i reparació d'una avaria.

Sota aquesta premissa, el volum d'averies per l'any horitzó seria:

$$V_{ava} = G_m \times 12 \text{ h.} = 27 \text{ m}^3/\text{h} \times 12 \text{ h} = \mathbf{324,00 \text{ m}^3}$$

4.6. Conclusions

Substituint els termes parcials obtinguts en l'expressió a resoldre [I] s'obté el volum total d'emmagatzematge d'aigua potable aconsellable:

$$V_{alm} = V_{reg} + V_{inc} + V_{ava} = 145,53 + 122,4 + 324 = \mathbf{591,64 \text{ m}^3}$$

Per tant, la capacitat d'emmagatzematge d'aigua tractada a l'any horitzó del Pla d'Abastament a Engolasters per garantir els mínims de reserva a la població resident hauria de ser de 600 m³.

Aquest paràmetre de partida es concreta a la pràctica en la definició d'un nou dipòsit que ha de respectar els següents criteris de dimensionament:

- Volum net total d'emmagatzemament d'aigua tractada: 600 m³
- Altura de la cota de sobreexidor amb relació a la solera: 5 m.
- Solució estructural: 2 cambres de 300 m² cada una.

Els límits de la cota d'entrada d'aigua (provinent de la ETAP) i la cota de les canalitzacions de sortida d'aigua d'us, condicionen l'emplaçament altimètric del nou dipòsit en qüestió.

El desenvolupament de la Unitat d'Actuació UASuble 45, permet alliberar la superfície de sol públic necessària per a emplaçar el dipòsit en aquest indret.

5. Característiques generals dels treballs

El projecte global definit inclou bàsicament l'execució dels següents elements:

- Cambra de càrrega.
- E.T.A.P.
- Dipòsit de regulació de 600 m³ de capacitat.
- Canalitzacions entre infraestructures i connexió a xarxa.

5.1. Cambra de càrrega

La cambra de càrrega definida, està constituïda per dos cambres de vàlvules i un vas amb 17,1 m³ de capacitat.

Les cambres de vàlvules tindran unes dimensions interiors de 1,50 x 3,00 m amb una alçada de 3,80 m.

Les dimensions interiors del vas de càrrega serà de 3,00 x 2,90 m amb una alçada de 3,80 m.

La cambra de càrrega serà de formigó armat en la seva totalitat.

5.2. ETAP

La E.T.A.P. definida, està constituïda per dos locals adjacents separats per una paret de blocs de formigó, que separarà la zona de filtres de la zona de tractaments químics.

Les dimensions interiors de la planta de tractament son de 7,21 m d'amplada en la cara vista i de 14,85 m en la cara que queda integrada al terreny per 6,25 m de profunditat i alçada variable de 3,55 m a 4,49 m.

L'edificació serà en la seva totalitat de formigó armat, exceptuant el mur interior de separació de les dues zones de filtrat i de tractament químic que serà de blocs de formigó.

5.3. Dipòsit de regulació

El dipòsit de regulació definit, està constituït per dos vasos adjacents de 300,- m³ de capacitat cadascun.

Els vasos tenen una planta rectangular de 12,00 m de llargada total i de 5,00 m de profunditat total. La llargada total del dipòsit de regulació, es per tant de 12,00 m i la seva profunditat total màxima de 10,00 m. L'altura total del dipòsit de 7,00 m, des de la part inferior de la llosa de solera a la superior de la coberta.

Les dimensions lliures interiors dels vasos son de 12,00 x 5,00 m i l'alçada lliure interior de 6,00 m, amb 5,00 m de làmina d'aigua,

La totalitat dels vasos serà de formigó armat. La solera dels vasos està constituïda per una llosa de 0,60 m de cantell. Els paraments perimetrals tindran 0,40 m de gruix.

Les cobertes seran de 0,40 m de gruix i es recolzaran sobre els paraments laterals.

La formació de la coberta s'ha definit mitjançant la utilització de formigó armat.

La cambra de vàlvules tindrà unes dimensions interiors de 10,30 x 3,20 m, i una alçada total de 8,82 m. Des del nivell de l'accés exterior fins a la solera, queda un desnivell de 2,00 m.

5.4. Canalitzacions

Formen part també del projecte la instal·lació dels trams de canalitzacions soterrades, necessàries pel funcionament del sistema, així com també les arquetes de connexió necessàries.

La resta dels trams de canalitzacions vistes, així com també dels mecanismes de regulació necessaris, i tota la instal·lació de la planta de tractament, formen part també del present projecte.

6. Principals aspectes de l'obra

6.1. Excavacions i sosteniments

El dipòsit es situa majoritàriament soterrat en el terreny, per tant amb l'excavació s'obren considerables alçades de talús, que resulta necessari mantenir estables durant l'execució de l'obra.

El volum total de terres a excavar es d'uns 2940 m³.

El volum total de terres a reutilitzar en obra per a efectuar els ompliments es d'uns 1670 m³, per tant el volum de terres que caldrà portar a l'abocador, serà d'uns 1270 m³.

6.2. Execució de la cambra de càrrega

Es tracta de dues cambres de vàlvules i una cambra de càrrega, de formigó armat.

Primer es prepararà la ferralla i es formigonarà la solera.

Tot seguit es prepararan i formigonaran els alçats de la cambra i finalment es prepararà i formigonarà la coberta.

Una vegada enllestits tots els elements de formigó, es procedirà a efectuar la seva impermeabilització i posteriorment a preparar el drenatge de les parts que han de quedar enterrades i el seu ompliment.

Així mateix es procedirà a efectuar els revestiments dels paraments vistos, amb pedra del país, seguint les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental.

Seguint també les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental, s'ha definit la revegetació de la coberta i de les zones d'ompliment.

6.3. Execució de la ETAP

Es tracta d'una edificació de formigó armat, que conte dues sales separades mitjançant un embà de blocs de formigó.

Una vegada instal·lades les canalitzacions que recorren per la solera del dipòsit, es prepararà la ferralla i es formigonarà la mateixa.

Tot seguit es prepararan i formigonaran els alçats de la ETAP i es prepararà i formigonarà la coberta.

Finalment s'aixecarà el mur de blocs de formigó al seu interior.

Una vegada enllestits tots els elements de formigó, es procedirà a efectuar la seva impermeabilització i posteriorment a preparar el drenatge de les parts que han de quedar enterrades i el seu ompliment.

Així mateix es procedirà a efectuar els revestiments dels paraments vistos, amb pedra del país, seguint les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental.

Seguint també les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental, s'ha definit la revegetació de la coberta i de les zones d'ompliment.

6.4. Execució del dipòsit

Es tracta, com s'ha dit en apartats anteriors, d'un dipòsit de formigó armat, constituït per dos vasos independents.

Una vegada instal·lades les canalitzacions que discorren per la solera del dipòsit, es prepararà la ferralla i es formigonarà la mateixa.

Tot seguit es prepararan i formigonaran els alçats del dipòsit i finalment es prepararà i formigonarà la coberta.

Una vegada enllestits tots els elements de formigó, es procedirà a efectuar la seva impermeabilització i posteriorment a preparar el drenatge de les parts que han de quedar enterrades i el seu ompliment.

Així mateix es procedirà a efectuar els revestiments dels paraments vistos, amb pedra del país, seguint les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental.

Seguint també les recomanacions del Pla de Restauració de l'estudi d'Avaluació d'Impacte Ambiental, s'ha definit la revegetació de la coberta i de les zones d'ompliment.

6.5. Instal·lacions hidràuliques

El projecte contempla també la instal·lació de les canalitzacions hidràuliques. Aquestes son:

- Cambra de càrrega:
 - Entrada d'aigua procedent del canal de FEDA distribució a l'interior de la cambra.
 - Desguàs de fons.
 - Sobreeixidor per a assegurar la limitació de làmina d'aigua, connectat al desguàs de fons.
 - Sortida d'aigua vers la cambra de vàlvules.
 - Sortides d'aigua de la cambra de vàlvules i embrancament a la xarxa de distribució fins ETAP.

- ETAP:
 - Entrada d'aigua procedent de la cambra de càrrega.
 - Desguàs a la solera, per evacuació de vessaments.
 - Sortida d'aigua tractada direcció al dipòsit de regulació.

- Dipòsit de regulació:
 - Entrada d'aigua procedent de la ETAP i distribució sobre el perímetre dels vasos.
 - Desguàs de fons de cada vas.
 - Sobreeixidor per a assegurar la limitació de làmina d'aigua, connectat al desguàs de fons.
 - Sortida d'aigua de consum vers la cambra de vàlvules.

- Sortides d'aigua de la cambra de vàlvules i embrancament a la xarxa i a la zona del llac mitjançant bombeig

Totes els materials que s'utilitzen per les esmentades instal·lacions seran de fosa dúctil o d'acer inoxidable.

Formen part també del projecte la instal·lació dels trams de canalitzacions soterrades, necessàries pel funcionament del sistema, així com també les arquetes de connexió necessàries.

6.6. Instal·lacions elèctriques i de comunicació

Les instal·lacions elèctriques previstes en aquest projecte, son les necessàries per l'exploració de la instal·lació següents:

- Enllumenat de la cambra de càrrega.
- Enllumenat de la ETAP.
- Funcionament de la ETAP.
- Enllumenat del dipòsit.
- Bombeig a la zona del llac.
- Enllumenat de l'accés.

7. Informació topogràfica

Per accedir a la zona d'Engolasters on s'ubicarà la nova ETAP i el nou dipòsit de regulació, s'accedeix per la CG-200, la qual s'agafa a la parròquia d'Escaldes-Engordany.

Les coordenades UTM de l'ubicació de les obres són:

UTM x	382511,7
UTM y	4708280,8

8. Informació geològica i geotècnica

Donada la particularitat d'aquest projecte (projecte final de carrera), i vista la impossibilitat de realitzar o trobar un estudi geotècnic de la zona on es realitza el projecte, s'adoptaran com a valor $E_s = 2H \text{ Kg/cm}^2$ i com a $k_{s1} = 15 \text{ Kg/cm}^3$, per realitzar els càlculs estructurals del dipòsit, la ETAP i la cambra de càrrega, ja que es tracta d'un sòl tipus grava grossa amb arena grossa. La informació mes ampliada es troba a l'annex número 11.

9. Hipòtesis realitzades

Per al càlcul de les diferents estructures que formen part del projecte, cambra de càrrega, ETAP i dipòsit de regulació, s'han realitzat les següents hipòtesis, relacionades principalment amb el càlcul del dipòsit:

Per al càlcul de dipòsit s'han tingut en compte les diferents hipòtesis d'ompliment, tenint en compte que el dipòsit està format per dos vasos els quals poden tenir diferent càrrega depenent de la situació en que es trobin. Un altre factor a tenir en compte han estat les terres adjacents al dipòsit, per estar semi enterrat. Per tant s'han avaluat les diferents hipòtesis d'ompliment, tenint en compte les fases en les que es pot trobar l'estructura al llarg de la seva vida útil:

- Vas 1 ple, vas 2 ple, terreny carregant
- Vas 1 ple, vas 2 buit, terreny carregant
- Vas 1 buit, vas 2 ple, terreny carregant
- Vas 1 buit, vas 2 buit, terreny carregant
- Vas 1 ple, vas 2 ple, terreny descarregat
- Vas 1 ple, vas 2 buit, terreny descarregat
- Vas 1 buit, vas 2 ple, terreny descarregat
- Vas 1 buit, vas 2 buit, terreny descarregat

10. Estudi d'alternatives

En l'estudi d'alternatives, estudiarem la construcció del dipòsit, ja que és l'element que forma part d'aquest projecte que presenta una diversificació de formes i dimensions més diversa. Entre les alternatives analitzades trobem les següents:

1. *In situ Planta Rectangular*

Aquesta opció, té l'avantatge de menor moviment de terres respecte del dipòsit circular, encara que s'utilitza més acer per armar l'estructura.

2. *In situ Planta Circular*

Aquesta proposta, tot i ser la que demana una menor quantitat d'armadura, a causa de que treballa per l'efecte anell, és la que necessita una major excavació per a encabir-lo en el terreny, degut a la geometria de la planta. Pel que fa a l'hora de manteniment, és el que don una pitjor resposta, ja que a fi de resistir per l'efecte anell, no es pot dividir el dipòsit en dos i llavors s'ha d'aturar el subministrament d'aigua durant les tasques de manteniment.

3. *Prefabricat Planta Rectangular*

El prefabricat, és l'alternativa que previsiblement presenta una construcció més ràpida, degut a que les diferents peces només s'han de muntar sobre el terreny. Però degut a la zona on s'ha d'instal·lar el dipòsit, l'accés de les peces es molt complicat i això comporta que es tardi més temps i que sigui més costós.

A partir dels criteris adoptats a l'hora d'estudiar les diferents alternatives, annex núm. 1, s'ha arribat a la conclusió que la solució que millor s'adapta a les nostres necessitats és l'alternativa 1, de dipòsit in situ de planta rectangular, format per dos vasos.

11. Càlculs

Els càlcul de les diferents estructures que formen part del projecte, cambra de càrrega, ETAP i dipòsit de regulació, s'han obtingut amb el software CYPE i els resultats obtinguts es troben a l'annex núm. 4.

12. Classificació del contractista

En base a l'Ordre Ministerial de 28/3/1968, modificada per O.M. del 28/6/1991 que dicta normes complementàries per a la classificació de contractistes d'obres de l'Estat, es considera necessari exigir al contractista adjudicatari de l'obra definida en aquest projecte que disposi de la classificació en els grups, subgrups i categories que tot seguit s'indiquen:

Grup E Subgrup 1 Categoria e Abastaments i sanejaments

13. Expropiacions i planejament urbanístic

Degut a que tot el sòl previst d'utilització en la construcció de les presents obres, ja sigui per la ocupació definitiva de les mateixes com per l'ocupació temporal per accés o acopi de materials, es terreny de l'administració, no serà necessari expropiar ni ocupar sòl privat.

Totes les finques afectades tenen la classificació urbanística de sòl rústic.

14. Pressupost dels treballs

Els preus unitaris que han servit de base per a calcular el pressupost estimatiu dels treballs, son els preus habituals de mercat en obres d'aquesta naturalesa a Andorra.

El pressupost estimatiu dels treballs, d'execució material, calculat en base a aquests preus unitaris, s'ha estimat en uns 761.921,92 € que incrementat amb un 13% per a despeses generals i un 6% de benefici industrial, ascendeix a uns 906.687,09 €.

15. Termini per l'execució dels treballs

El termini per l'execució dels treballs estimat, d'acord amb la planificació d'obra elaborada tenint en compte les operacions que constitueixen el camí crític, i una aportació racional de mitjans per a l'execució de l'obra, es de 4 mesos.

A l'annex de Pla d'Obra, número 8, es defineix el diagrama de barres de les diferents activitats vinculades, així com la seqüenciació de les mateixes d'acord amb els criteris d'execució de l'obra, que requereix el projecte definit.

16. Documents del projecte

El present projecte, ETAP i Dipòsit de regulació a Engolasters, està format pels següents documents:

- i. Memòria
- ii. Plànols
- iii. Plec de Condicions
- iv. Pressupost
- v. Annexes

Cadascun del documents citats anteriorment, està per separat de la resta i conté un índex propi.

Els següents annexes, complementen i justifiquen tots els extrems del projecte:

- Annex 1: Estudi d'Alternatives.
- Annex 2: Reportatge fotogràfic.
- Annex 3: Descripció de la solució adoptada.
- Annex 4: Càlculs estructurals.
- Annex 5: Càlculs hidràulics.
- Annex 6: Càlculs elèctrics.
- Annex 7: Justificació de preus.
- Annex 8: Pla d'obra.
- Annex 9: Estudi de Seguretat i Salut.
- Annex 10: Estudi d'Impacte Ambiental.
- Annex 11: Geologia i Geotècnia.

17. Conclusions

Amb els documents aportats es consideren suficientment justificades i valorades les actuacions que s'hauran de portar a terme per a la construcció de la nova ETAP i del dipòsit de regulació a Engolasters a la parròquia d'Escaldes Engordany al Principat d'Andorra, pel que s'estima haver complert l'objectiu que ens proposàvem a l'inici del document.

18. Normativa d'aplicació

- EHE-08
- Normativa sismoresistent 2002
- Normativa sismoresistent de ponts 05
- Código técnico de la edificación

La Seu d'Urgell, a maig de 2013.

Jordi Vilarrubla Bullich