

8. CONCLUSIONS

El model construït i estudiat en aquesta tesina correspon a una construcció a escala reduïda d'una ETAP que es construirà a la localitat de l'Ampolla –Terres de l'Ebre-. Aquesta ETAP servirà per abastir la comarca del Tarragonès –tret de Tarragona ciutat- a través de la captació de l'aigua de l'Ebre, la seva potabilització i finalment el seu emmagatzematge dins del dipòsit per esmorteir els pics de demanda de la població en èpoques de sequera. Tenint en compte que es tracta d'un element que formarà part de la xarxa d'abastament pública, qualsevol detall científic que pugui disminuir la variació de la qualitat de l'aigua durant la seva estada al dipòsit és de vital importància per evitar possibles perills per a la salut pública.

Definida de manera prèvia la geometria del dipòsit, l'estudi ha consistit en veure quina de les entrades proposades genera menys zones d'aigua no mesclada i per tant, barreja de manera més eficient l'aigua entrant amb l'aigua emmagatzemada – anomenada també aigua de l'ambient-. Les zones d'aigua no mesclada suposen una disminució de la capacitat real del dipòsit degut a la variació de la qualitat que provoca el fet de no oxigenar-se amb aigua nova i també les variacions de temperatura que això suposa.

Repetint, de nou, les tres opcions que s'ha tingut en compte pel què fa a entrades possibles, la Figura 8-1 les esquematitza. Les entrades A i B es fan a través de caiguda lliure directa al dipòsit, mentre que l'Entrada C és a través de canonada.

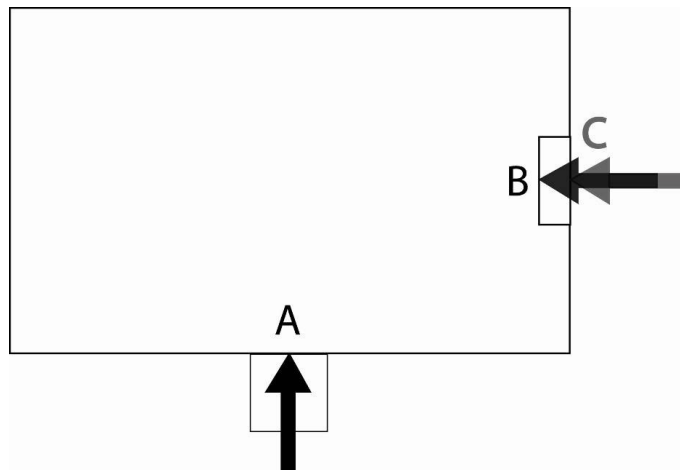


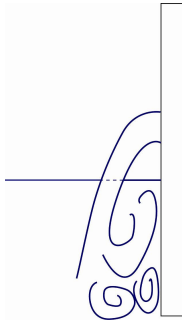
Figura 8-1 Entrades considerades

Són 4 les situacions de funcionament del dipòsit que s'ha estudiat amb cadascuna de les entrades: dues no permanents (de buidatge i ompliment) i dues de permanents amb diferent combinació de les sortides.

Una de les conclusions més interessants és que **la distància entre la paret d'entrada d'aigua i la paret oposada a l'entrada és un factor tant determinant com el volum o el momentum d'entrada.**

| ENTRADA | SITUACIÓ 1 | SITUACIÓ 2 | SITUACIÓ 3 | SITUACIÓ 4 |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| A | 1h 51' 7" | 4h 7' 19" | 2h 13' 16" | 2h 11' 20" |
| B | 1h 33' 36" | 3h 8' 24" | 3h 3' 7" | 2h 49' 52" |
| C | 56' 2" | 2h 3' 11" | 1h 20' 13" | 1h 18' 58" |

Taula 8-1 Resultats en prototip del temps de mescla de cada entrada en cada situació.



En qualsevol de les situacions, **l'entrada que aconsegueix una mescla més eficient és l'Entrada C** -Taula 8-1. L'energia amb la qual entra per C és inferior a l'energia d'entrada en A i B, però en aquests dos últims casos, es dissipa degut als remolins verticals que es formen al xocar l'aigua entrant de manera vertical, amb el volum d'aigua resident al dipòsit, com es pot veure a la Figura 8-2. A més, com s'ha comentat en l'apartat 7.2.1, aquesta diferència en l'eficiència és deguda també a la fricció existent entre els quatre raigs de caiguda que creen més superfície de contacte amb l'ambient.

Figura 8-2 Dissipació d'energia a les entrades A i B

Entre l'Entrada A i l'Entrada B, l'eficiència depèn de la situació considerada. En les situacions no permanents, l'Entrada B resulta molt més eficient que l'Entrada A degut a que el xoc contra la paret oposada es produeix molt abans en A que en B. En canvi, **en les situacions permanents és l'Entrada A la que obté una millor eficiència de la mescla**; això és degut a la influència de les sortides, i al fet que el raig entrant per B no va a xocar contra la paret oposada a l'entrada sinó que ho fa en el mateix punt que xoca el raig entrant per A: al punt mig de la paret oposada a l'Entrada A. Això fa que, dels dos flancs que genera el xoc contra la paret, el dret mescli només una quarta part del volum del dipòsit i l'altre hagi de mesclar les tres quartes parts restants - Figura 8-4-. En l'Entrada A, com que la divisió del raig es produeix a la paret oposada, cada flanc mescla d'igual manera les dues meitats del dipòsit -Figura 8-3.

Fent referència als resultats en valor absolut -Taula 8-2- l'entrada C tarda 56 minuts en mesclar-se en el cas del dipòsit omplint-se. Aquest és el millor dels resultats, amb diferència, seguit de l'hora i vint minuts que triga la mateixa entrada a mesclar l'aigua en el cas de les dues situacions permanents -Situació 3 i Situació 4-. En l'extrem oposat, l'Entrada A en la situació del dipòsit buidant-se (Situació 2) tarda més de quatre hores en mesclar seguida de l'Entrada B en aquesta mateixa situació. És de destacar que en totes les entrades, la pitjor de les situacions és la Situació 2, en la qual el dipòsit es buida, tenint un cabal d'entrada inferior al cabal de sortida.

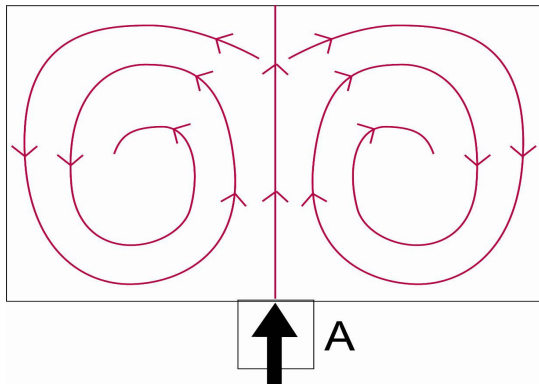


Figura 8-3 Línies de corrent de l'Entrada A

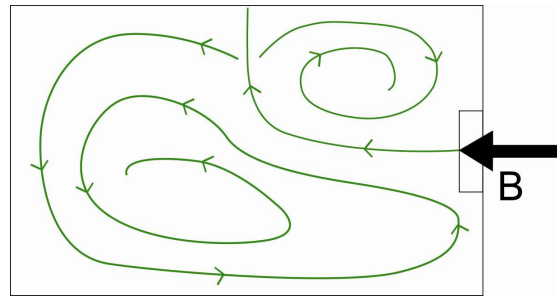
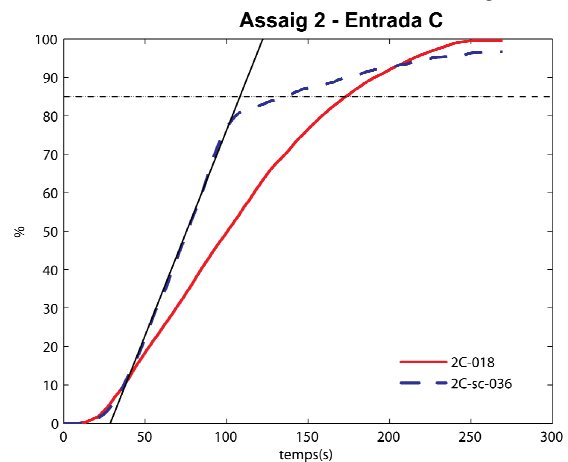


Figura 8-4 Línies de corrent de l'Entrada B

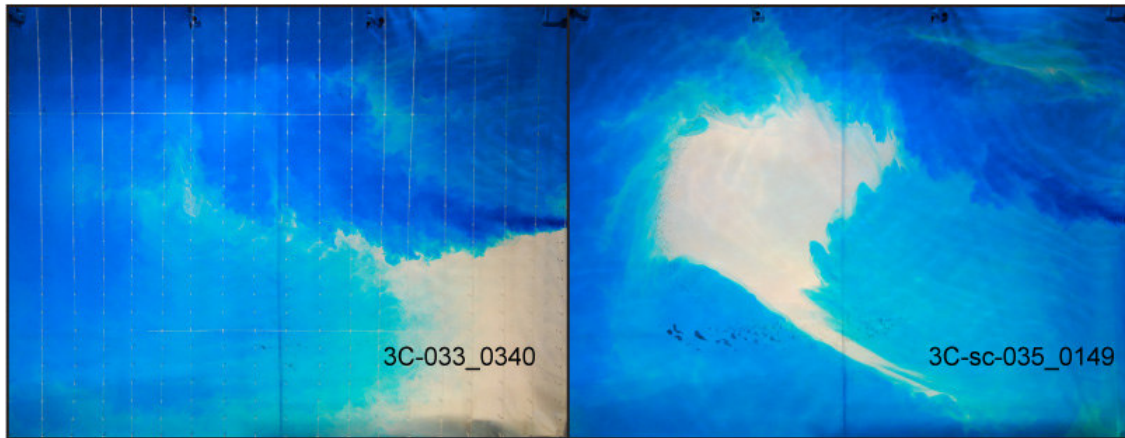
S'ha ampliat l'estudi a la influència de les columnes en l'eficiència de la mescla. El projecte original s'ajuda de 950 columnes per aguantar la llosa de formigó lleuger que tapa el dipòsit, però a petició de Rubau S.A, en el model s'ha posat 475 columnes i s'ha comparat aquesta situació amb la del dipòsit sense columnes. **Durant l'anàlisi dels resultats s'ha evidenciat la problemàtica de l'escalat físic del model al constatar l'aparició d'un efecte laminar al final dels assajos.**

L'explicació es dona arrel del canvi de pendent que hi ha en les gràfiques resultants d'aquests assajos -Gràfic 8-1-; aquest canvi de pendent evidencia una variació de la velocitat prou important com per considerar que en el límit de la cel·la formada, s'ha arribat a la situació laminar. L'efecte laminar es fruit dels problemes que genera el modelat físic en aigua al no escalar-se les característiques físiques d'aquest element, per tant, és molt probable que en el prototip no es donin, i més tenint en compte que la turbulència és fins a 250 vegades superior que al model.



Gràfic 8-1 Efecte laminar dels assajos sense columnes(- -)

En referència a **les columnes**, doncs, i despreciant l'efecte laminar s'ha pogut observar com aquestes **disminueixen l'eficiència de la mescla** tot i evitar la formació de les cel·les i grans remolins que es produeixen en els assajos amb columnes. Les columnes generen una turbulència local aigües avall d'aquestes i afavoreixen la mescla local, però a la vegada redueixen la velocitat augmentant les pèrdues i el temps total de mescla. A més el comportament del flux és totalment diferent, ja que pel fet de dividir-lo, les columnes propicien un front en pistó que no succeeix quan aquestes no existeixen, formant-se aleshores una cel·la rotatòria -imatge 8-1, fotograma dret.



Imatge 8-1 Comparació assaig amb columnes –esquerra - i assaig sense columnes – dreta-

Els temes desenvolupats arrel de les diferents curiositats que han presentat els assajos, un cop fets, permeten també l'extracció de conclusions interessants, algunes més enllà de la recerca científica i aplicables també de cara al funcionament de l'ETAP de l'Ampolla.

L'existència de dues solucions possibles de direcció de l'Entrada C, corresponents a les solucions estables de l'Equació de Navier Stokes (4.12), i la possible existència d' una tercera solució que no és visible degut a la seva inestabilitat **no influeixen en l'eficiència de la mescla** quan hi ha 475 columnes al dipòsit. Malgrat això, l'existència de més solucions depèn del valor del número de Reynolds: com més elevat el número de Reynolds, més solucions estables poden existir, però extrapolant els resultats obtinguts, les diferents solucions no influiran en el temps total de mescla.

Pel què fa a la formació de remolins verticals a les sortides, provocant l'entrada d'aire a aquestes que dificulta el pas de l'aigua i alhora disminueix la capacitat real de la canonada, la comparació porta a la **formació dels remolins en prototip considerant unes condicions de cabals d'entrada i sortida que no entren dins del rang de cabals de funcionament del prototip** -Taula 8-2-. Per tant no es formaran els vòrtexs observats en model, malgrat que poden formar-se en altres situacions que no s'ha observat durant els assajos.

| Prototip | | | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|
| Sortida | Nivell (m) | Qe (m3/s) | Qs (m3/s) | Sortides activades | Qs/sortida (m3/s) |
| 1--4 | 3.3 | 14.31 | 23.85 | 1-2-3-4 | 5.96 |
| 1--4 | 5 | 11.45 | 11.45 | 1-2-3-4 | 2.86 |
| 1--4 | 4 | 0.00 | 14.31 | 1-2-3-4 | 3.58 |
| 4 | 5.1 | 11.45 | 22.90 | 1-2-3-4 | 5.72 |
| 1 | 5 | 11.45 | 11.45 | 1-4 | 5.72 |
| 1 | 5.2 | 11.45 | 11.45 | 1-4 | 5.72 |

Taula 8-2 Possibles remolins formats en prototip