

Treball final de màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol: Efecte del disseny de les crepines en la pèrdua de càrrega de filtres de sorra per reg amb degoters.

Document: Memòria i annexos

Alumne: Pau Herrera i Bosque

Tutor: Toni Pujol Sagaró

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Juny 2023

ÍNDEX

| | |
|--|---|
| Índex | 1 |
| 1 Introducció | 3 |
| 2 Dades medis filtrants | 5 |
| 2.1 Equacions medi porós..... | 5 |
| Equació d'Ergun | 5 |
| 3 Geometria | 6 |
| 4 Efectes de la configuració del model | 6 |
| 4.1 Introducció..... | 6 |
| 4.2 Tipus de malla | 7 |
| 5 Resultats per a diferents geometries | 7 |
| 6 discussió i Conclusions | 9 |

1 INTRODUCCIÓ

Els filtres de sorra s'utilitzen en sistemes de reg gota a gota per retenir les partícules que puguin obturar els degoters. El consum d'energia elèctrica del sistema de bombeig és funció de la pèrdua de càrrega al pas del filtre. Una millora hidràulica de les crepines, que són els elements que retenen la sorra i permeten el pas de l'aigua, reduiria la caiguda de pressió al pas del filtre i en milloraria l'eficiència energètica del sistema.

Els antecedents d'aquest estudi són diversos estudis i experiments de l'any 2015 pel departament d'Enginyeria Mecànica i De la Construcció Industrial conjuntament amb el departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

D'aquests experiments aprofitem el disseny del filtre del muntatge experimental de l'estudi realitzat el 2015 (Bové et al. 2015).

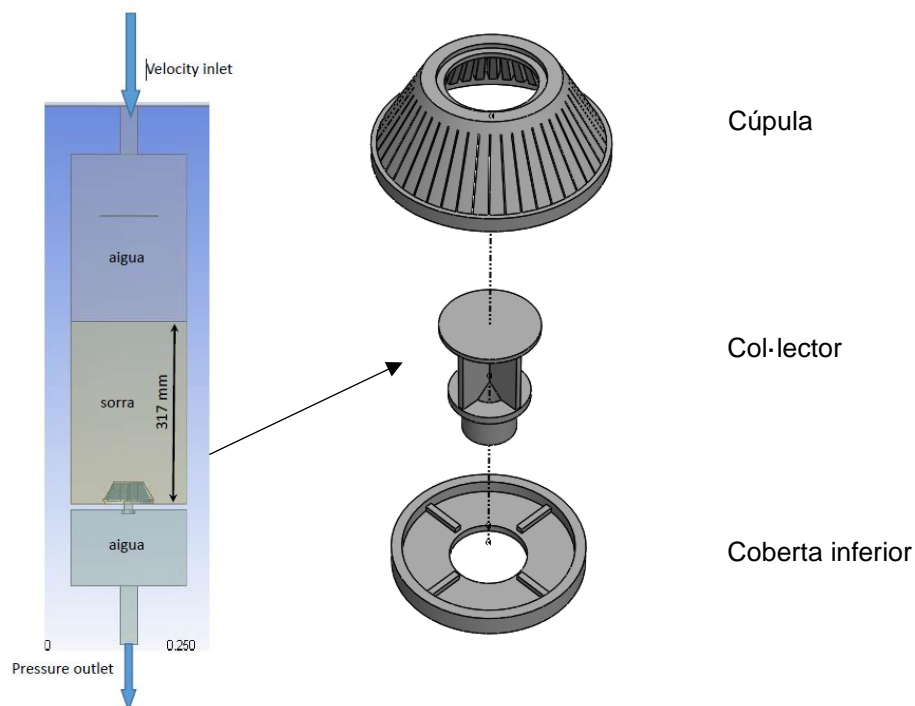


Figura 1: Muntatge experimental del filtre a escala de l'estudi realitzat el 2015 (Bové et al. 2015).

El procés és el següent: entra l'aigua bruta, circula a través de la sorra i surt l'aigua neta. La crepina és un element dissenyat per drenar i es situa sota el medi filtrant per impedir el pas de la sorra. Les esclotxes són més estretes que un gra de sorra i això permet que només passi l'aigua neta.

En el cas del nostre estudi, analitzem diverses crepines (Pujol et al. 2016) i (Sala 2015).

Taula 1: Crepines estudiades

| Crepina | Material | Forma | Àrea de pas | Disposició |
|---------|---------------|--------------|-----------------------|--------------------|
| A | PVC | Troncocònica | 607,5 mm ² | Lateral |
| B | Acer INOX 304 | Cilíndrica | 607,5 mm ² | Lateral |
| C | Acer INOX 304 | Cilíndrica | 607,5 mm ² | Lateral i superior |
| D | Acer INOX 304 | Cilíndrica | 850,5 mm ² | Lateral |

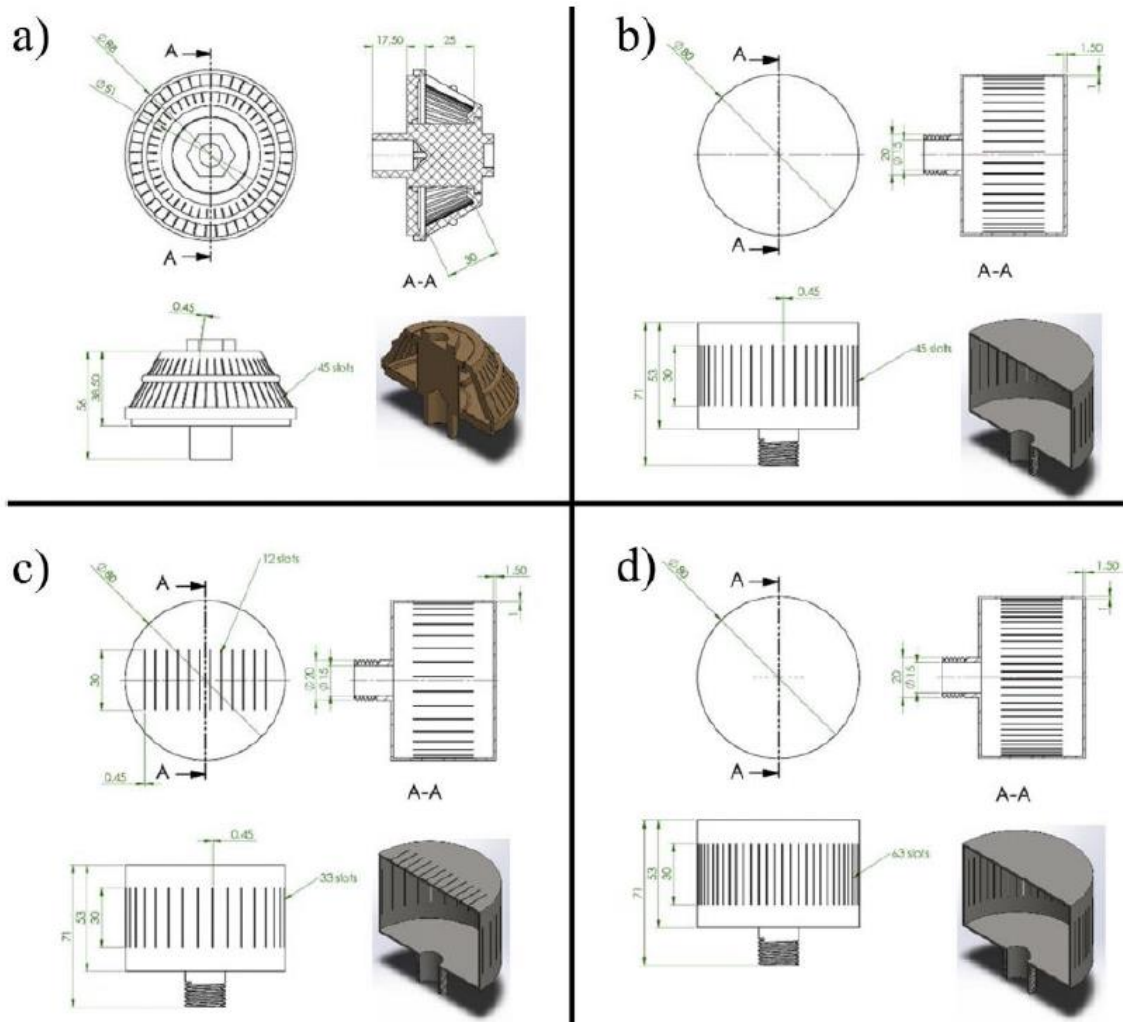


Figura 2 : Mides generals dels 4 dissenys de crepina estudiats. Font: (Pujol et al. 2016)

L'objecte del present projecte és determinar com afecta el disseny de les crepines a la pèrdua de càrrega de filtres de sorra pressuritzats a través de la simulació d'un filtre de laboratori mitjançant el programa ANSYS-Fluent.

Es farà el disseny dels models d'ANSYS-Fluent estudiar diferents crepines i determinar-ne el seu efecte en la pèrdua de càrrega del filtre.

2 DADES MEDIS FILTRANTS

Durant les simulacions s'utilitzen 2 tipus de medis filtrants: sorra silícica 1 i sorra silícica 2.

Les Taula 2, Taula 3 i Taula 4 mostren les denominacions que classifiquen els assajos segons, el tipus de medi, la mida dels grans i l'altura del medi filtrant.

Taula 2: Tipus de medi filtrant

| Medi | Denominació |
|------------------|-------------|
| Sorra silícica 1 | SS1 |
| Sorra silícica 2 | SS2 |

Taula 3: Mida dels grans del medi filtrant

| Medi | Rang de diàmetre de les partícules del medi filtrant (mm) |
|------|---|
| SS1 | 0.63 - 0.75 |
| SS2 | 0.75 - 0.85 |

Taula 4: Altura del medi filtrant

| Altura medi filtrant (mm) | Denominació |
|---------------------------|-------------|
| 317 | H317 |
| 217 | H217 |
| 117 | H117 |

2.1 Equacions medi porós

Es coneixen diferents mètodes per calcular el diferencial de pressió per unitat de longitud al medi filtrant ($\Delta p/\Delta L$), en aquest cas, la sorra.

En el cas d'aquest estudi, per la simulació dels casos, simulem el medi porós (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) fent ús de l'equació d'Ergun (Graciano-Urbe et al. 2021) ja que és el mètode recomanat per estudiar el comportament de filtres de sorra mitjançant ANSYS-Fluent (Herrera 2020).

Equació d'Ergun

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} = 150 \frac{\mu v_s}{D_{eq}^2 \psi^2} \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} + 1.75 \frac{\rho v_s^2}{D_{eq} \psi} \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon^3} \quad (1)$$

On: ε és la porositat del medi (representa el volum de buits entre partícules dividit pel volum total que ocupa, el màxim és 1 i el mínim és 0), μ és la viscositat de l'aigua, ρ és la densitat de l'aigua, ψ és el coeficient d'esfericitat de les partícules (1 si són totalment esfèriques, < 1 si no ho són), v_s és la velocitat superficial (igual al cabal dividit per la secció total del filtre) i D_{eq} correspon al diàmetre equivalent de la partícula.

La v_s no és igual a la velocitat real de les partícules a dins del medi, ja que l'aigua disposa d'una àrea més reduïda per on passar.

3 GEOMETRIA

El cos del filtre i les crepines s'han dissenyat com cossos de revolució respecte l'eix longitudinal. Aquest fet implica que hi hagi un únic pla de simetria pel conjunt del filtre. D'aquesta manera, reduïrem el temps de càlcul en les simulacions de l'ANSYS-Fluent ja que només es simula el comportament de la meitat del filtre.

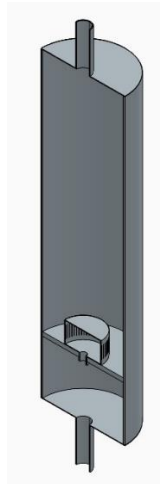


Figura 3: Filtre amb forma simètrica respecte l'eix longitudinal

4 EFECTES DE LA CONFIGURACIÓ DEL MODEL

4.1 Introducció

En aquest apartat del projecte s'estudien els efectes de la configuració del model en ANSYS Fluent sobre els resultats de les simulacions obtinguts. Més concretament, s'estudia el bloc *Set Up* del Fluent. Partint del cas inicial, que més endavant anomenarem E2T, es modifiquen les opcions que ofereix el programa.

Es comparen els resultats de les diverses configuracions respecte el cas inicial amb la crepina comercial (crepina A).

4.2 Tipus de malla

La malla es configura amb l'aplicació Mesh de l'ANSYS. El programa permet el mètode de mallatge avançat per capes prismàtiques “*inflation*” (Annex B) i així millorar la qualitat respecte a la malla automàtica que genera el propi programa (Pujol 2020).

5 RESULTATS PER A DIFERENTS GEOMETRIES

En aquest punt de l'estudi s'exposen els resultats obtinguts en les simulacions per a diferents medis filtrants, amb diferents crepines i també a diferents velocitats.

Gràcies als reports de les simulacions amb l'ANSYS, s'extreuen llistats de valors que ens permeten representar gràficament el comportament de la caiguda de pressió per a cada model de crepina.

A continuació es presenta un exemple de figura on s'observa la caiguda de pressió total en el filtre amb la crepina B per a diferents casos estudiats.

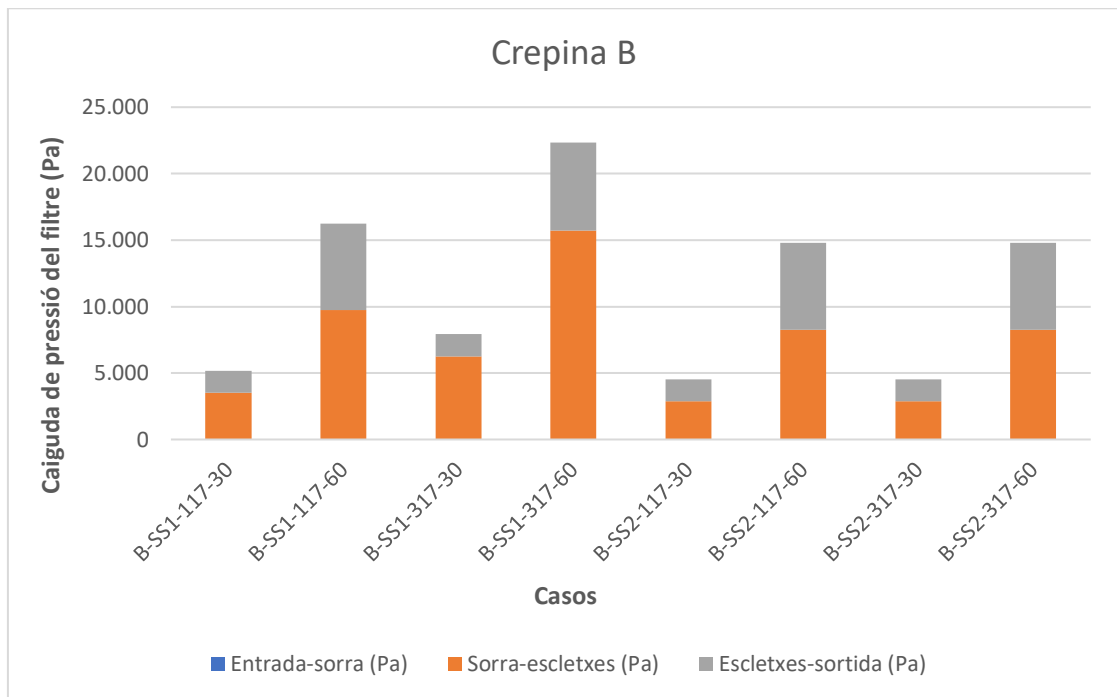


Figura4: Exemple resultats de la caiguda de pressió en la crepina B

A continuació es mostra un exemple del comportament de les velocitats a l'interior del filtre amb la crepina A. Apreciem línies de flux regular a través del tram de sorra i un augment de la velocitat a la sortida de la crepina.

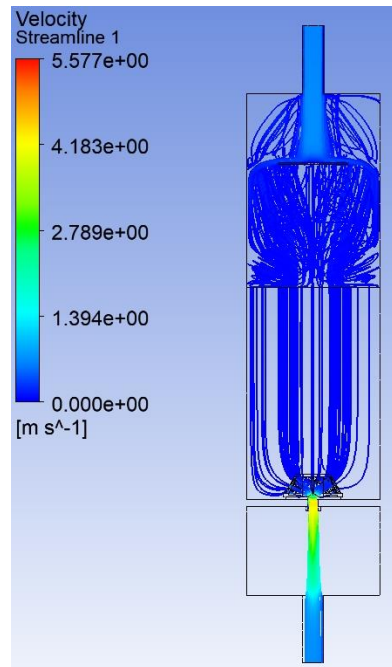


Figura 52: Flux de velocitats del filtre amb la crepina A

Un altre exemple de resultat gràfic és la següent figura que presenta un mapa de pressió al llarg del filtre per el cas de la crepina C amb una alçada de 317 mm a una velocitat de 60 m/h.

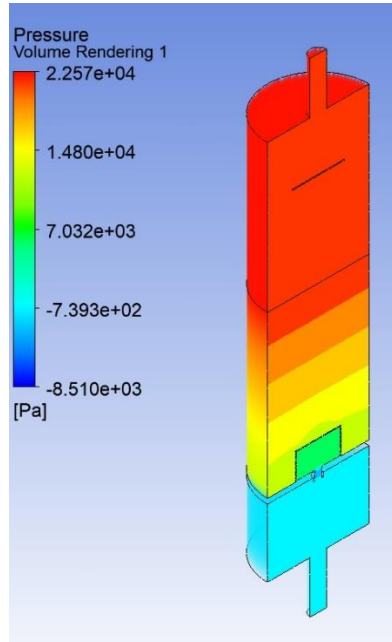


Figura 63: Pressió al filtre en el cas C-SS1-317-60

6 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Un cop estudiades les diferents crepines i el seu efecte en la pèrdua de càrrega, concloem en els següents punts:

- Una malla més refinada millora la precisió i fiabilitat dels resultats fins a cert punt però es comprova que a partir de més de 5 capes prismàtiques, ens queda una malla excessivament densa i no millora gaire respecte la malla de 5 capes prismàtiques.
- De les quatre crepines estudiades, la que presenta unes pèrdues de càrrega més altes és la crepina A. És un model comercial de forma troncocònica i amb una geometria interior que incorpora un col·lector. Aquesta geometria més complexa implica una major pèrdua de càrrega.
- A velocitats baixes, com per exemple a 30m/h, el disseny de la crepina té molta més influència en la pèrdua de càrrega que no pas en els casos amb velocitats més elevades.
- En els casos on es té una alçada de 117 mm de medi filtrant, es comprova que un disseny de crepina amb una distribució d'esclatxes més repartides, millorar els resultats. La crepina C presenta una pèrdua de càrrega inferior la crepina B tot i tenir la mateixa àrea de pas.
- Es comprova que la crepina D presenta millors pèrdues de càrrega ja que té una secció de pas un 40% superior a la resta de crepines, sobretot amb alçades de sorra de 117 mm. De totes maneres, la caiguda de pressió no és directament proporcional a l'àrea de pas.
- La pèrdua de pressió en el tram sorra-esclatxes és clarament més significativa en totes les configuracions a velocitat de 30m/h.
- Una geometria interna més simplificada com la de les crepines B, C i D redueix fins a un 14% de pèrdua de càrrega a l'interior de la crepina.

