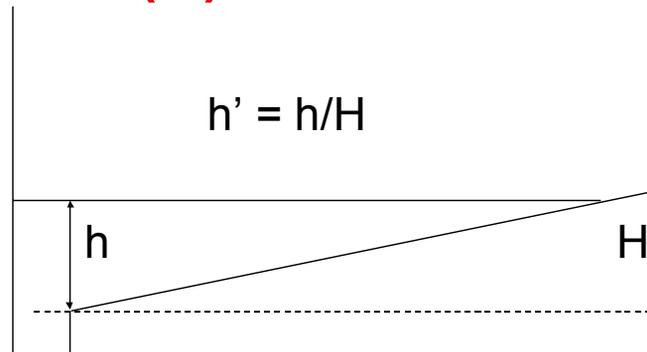


LE 3 FASI DI PULIZIA - La teoria

1. Bulk Flow, 2. Flussaggio, 3. Flussaggio finale

Le 3 fasi sono identificabili dal rapporto h' tra la profondità dell'acqua in un determinato momento (h) e la differenza di livello del fondo in pendenza (H) :

$$h' = h/H$$



Variando h' :

$$h' > 5$$

acque relativamente profonde, la pendenza del fondo non influenza il flusso in modo significativo, FASE 1.

$$0.7 < h' < 1.4$$

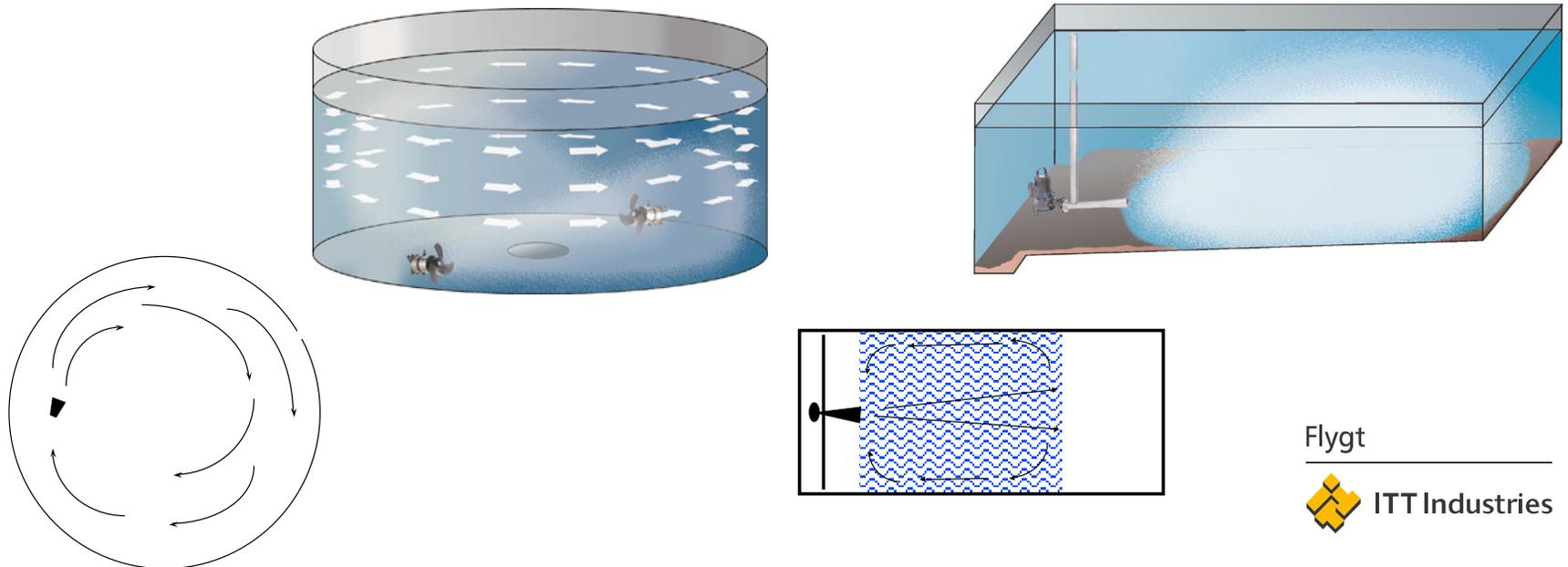
profondità basse, il getto d'acqua è molto efficace nella pulizia del fondo. La pendenza influenza il flusso, FASE 2 - flussaggio.

$$h' < 0.7$$

profondità minime, il flusso di ritorno del getto ha buona capacità pulente, FASE 3 - flussaggio finale.

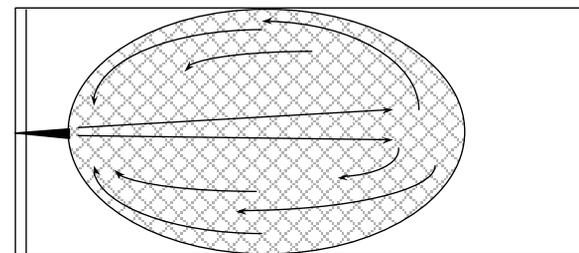
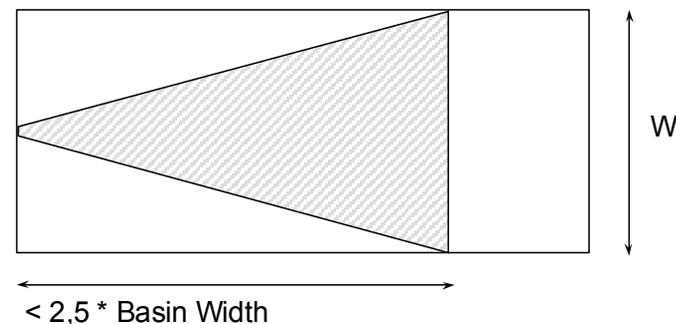
FASE 1 - Bulk Flow ($h' > 5$)

- Si realizza **in svuotamento** quando la vasca è sufficientemente piena per permettere un **moto di massa** creato da mixer e/o eiettori.
- Lo scopo è quello di **staccare e sospendere le particelle** che si sono attaccate al fondo vasca **e alle pareti** in modo da scaricarle durante lo svuotamento del bacino.
- La scelta viene effettuata, a un determinato battente, sulla base di un valore di **spinta** (quantità di moto trasmessa al fluido) tale da garantire determinati sforzi di taglio ($\tau = 1.5 \text{ Pa}$) che permettono il distacco delle particelle.
- Sono avvantaggiate le macchine che creano maggiore spinta (**MIXER > HE > AW**).



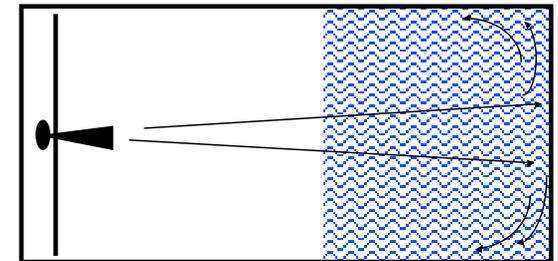
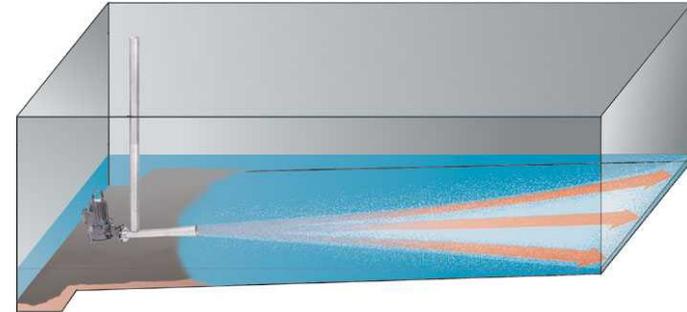
FASE 1 - Limiti & compromessi

- In vasche rettangolari il moto libero di massa generato da un eiettore o da un mixer ha un limite fisico dato dalla espansione del getto (circa 20°) per vasche rettangolari $L_{max} = 2.5 W$.
- La zona interessata da bulk-flow sarà quindi - in certi casi - limitata, salvo disporre più unità (potrebbe essere inutile per le fasi di flussaggio). Si accetta generalmente un **compromesso**, privilegiando l'aspetto di flussaggio.
- I mixer sono molto efficaci in FASE 1 ma vanno spenti a battenti bassi per evitare la **cavitazione** per cui non realizzano alcun flussaggio.



FASE 2 - Flussaggio ($0.7 < h' < 1.4$)

- Allo scendere del livello ($h' < 5$) non è più realizzabile un moto di massa, essendo presente una minima quantità di acqua in vasca che possa essere accelerata e movimentata dal getto
- Quando il fondo del bacino è ancora coperto totalmente da pochi cm d'acqua e l'eiettore è parzialmente o totalmente scoperto ($0.7 < h' < 1.4$) inizia il **flussaggio** caratterizzato da un **getto molto forte** e in misura minore dalla corrente di ritorno che ne risulta
- Si osserva una diffusione e uno scorrimento del getto sopra al velo d'acqua, che ne allunga la capacità pulente, oltre ad una instabilità del getto che lo devia alternativamente agli angoli opposti



FASE 2 - Flussaggio - parametri chiave

In fase di flussaggio deve essere garantito lo sviluppo di un getto con **gittata** (lunghezza) sufficiente a raggiungere la parete e gli angoli sul lato opposto del bacino.

La **spinta del getto** e la **pendenza** del bacino sono i due parametri che influenzano significativamente la **gittata del getto**.

L'effettiva **gittata utile** è definita come quella in cui si osserva una pulizia efficace (distacco e trasporto) di sabbia fine (d_{50} 170 micron). Si è provato anche che questa condizione è superiore (circa del 30%) alla capacità pulente richiesta per il distacco di particelle organiche.



FASE 2 - parametri chiave HE

La scelta degli HE si basa sulla larghezza del bacino, verificando di raggiungere la lunghezza richiesta (vasca).

HE adatti a vasche con : $1 < L/W < \text{circa } 2$.

Negli eiettori HE la gittata L [m] è calcolabile mediante una formula sperimentale (ricavata da test in vasca prove) confermata da diverse applicazioni reali (per $L < 26$ m).

La gittata L è funzione della spinta F [N], della pendenza S [%] e di h'.

Portata Q della pompa è data dal sistema pompa-ugello (Q/H).

$$F = \frac{1,14 * \rho * Q^2}{\left(\frac{\pi * D^2}{4} \right)}$$

F = Thrust (N)

ρ = Density (1000 kg/m³)

Q = Flow from the pump (check Q/H) (m³/s)

D = Diameter of the nozzle (m)

$$1. \quad L = (0,013 * F + 8 - Z) * f(S) * g(h')$$

$$2. \quad f(S) = \frac{1}{(0,18 * S) + 0,8}$$

$$3. \quad g(h') = \cos \left(\frac{(h' - 0,92)}{0,52} \right)$$

Z= Correction for increased slope.
 Z = 2 for S = 1,5%
 Z = 4 for S = 2,0%
 Z = 6 for S = 2,5% Etc.

FASE 2 - parametri chiave AW

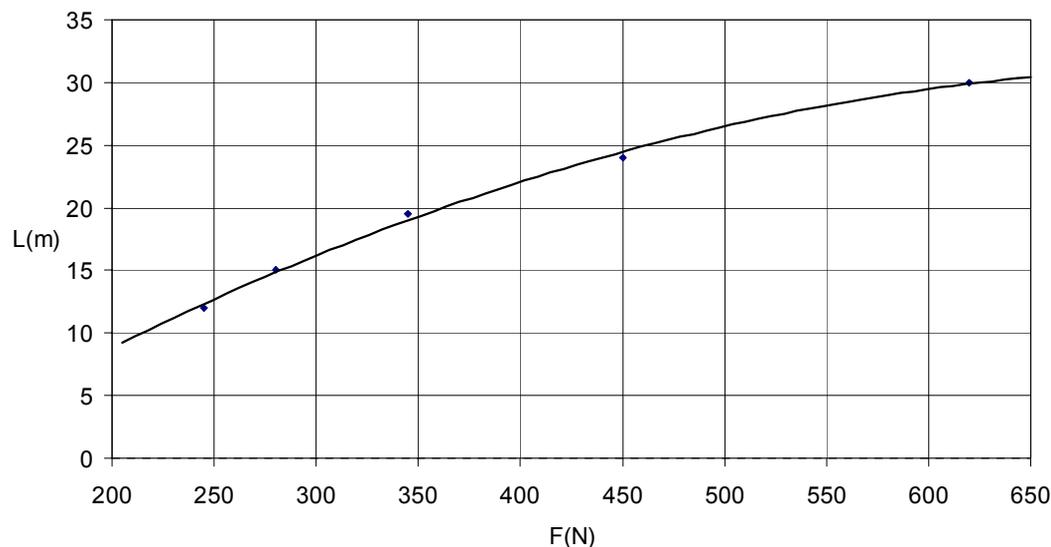
La scelta degli eiettori AW si basa sulla larghezza del bacino verificando di raggiungere la lunghezza della vasca.

Adatti a vasche con rapporto $1 < L/W < 3$.

Negli eiettori AW una parte della luce disponibile all'ugello è occupata dall'aria e la velocità di uscita aumenta, ottenendo delle gittate più elevate del getto.

Gli AW hanno infatti > gittate con < portate delle pompe rispetto agli HE.

Esistono diagrammi dei diversi eiettori AW (Q/H) che - intersecati alla curva caratteristica della pompa abbinata - forniscono la portata pompata, da diagrammi Q/spinta si ricava la spinta, quindi si usa il diagramma sottostante per ottenere la massima lunghezza del getto.

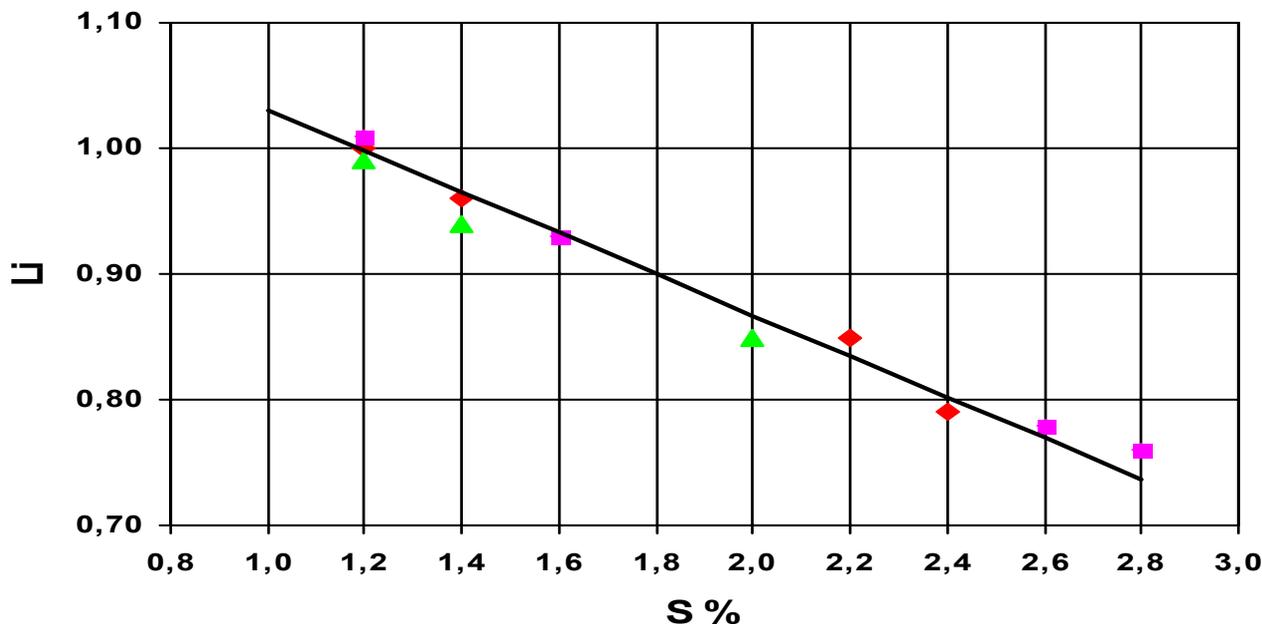


FASE 2 - influenza della pendenza

La pendenza del fondo vasca è estremamente importante nella fase di flussaggio in quanto a partire da pendenze superiori al 1% la lunghezza raggiunta dal getto decresce di circa 2 m per ogni 0.5% di pendenza del fondo in più.

Un incremento della pendenza riduce la gittata del getto.

**Lunghezza normalizzata del getto L_i
in funzione della pendenza del fondo**

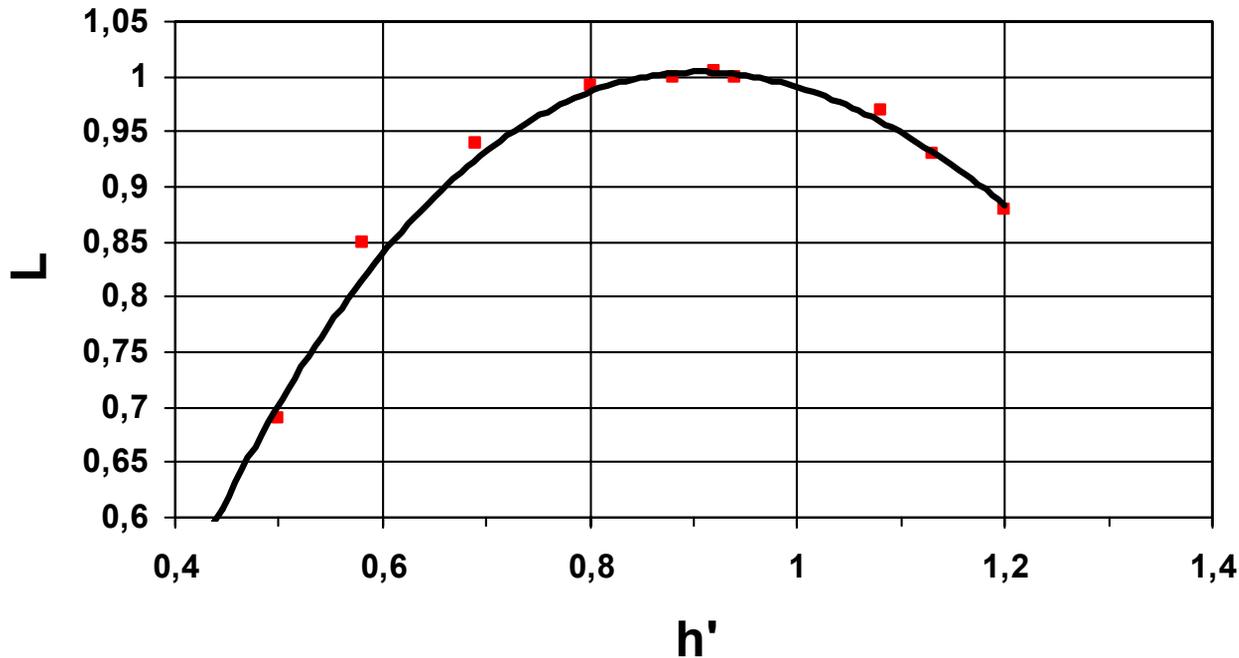


FASE 2 - influenza di h'

Al variare del livello in vasca varia h' e con esso varia la gittata.

La gittata maggiore del getto si raggiunge per $h' = 0.92$

Effetto di h' sulla gittata



FASE 3 - Flussaggio finale ($h' < 0.7$)

Avviene quando il rapporto: $h' = h/H < 0.7$

Il getto dell'eiettore inciderà sul fondo del bacino con angolazione modesta e scorrerà ulteriormente verso l'alto. La pendenza del fondo forzerà il flusso ad allargarsi lateralmente ed a rifluire verso il basso.

Mentre nelle fasi 1 & 2 le zone ai lati e appena davanti all'eiettore non sono interessate da un'efficace azione di lavaggio, durante la fase 3 le particelle sedimentate in queste zone vengono ripulite dal flusso di ritorno, che deve esercitare un sufficiente sforzo di taglio sul fondo del bacino per staccare i materiali depositati.

