



Sistemi di pulizia e automazione per vasche di prima pioggia



Flygt



ITT Industries

La pulizia delle vasche di raccolta

- La rimozione dei sedimenti rappresenta un aspetto importante della manutenzione delle vasche di raccolta per acque piovane.
- I flussi di acqua piovana o - peggio ancora - mista sono inquinati e contengono sempre dei **sedimenti che in quiete tendono a depositarsi** nelle vasche di ritenzione.
- I sedimenti depositati hanno una **frazione organica**, che in presenza di elevata umidità (e temperatura) causa la crescita di funghi e batteri, con produzione di gas e conseguenti spiacevoli odori.

Sistema di pulizia ideale

Idealmente il sistema di pulizia usato dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- Evitare il consumo di **acqua potabile**
- Essere **facile da installare e rimuovere**
- Necessitare di **poca manutenzione**
- Poter **operare ad intermittenza** (< consumi), a diversi livelli di riempimento e **in particolare fino al minimo**
- Permettere un **controllo a distanza**
- **Resistere** ai danneggiamenti provocati dal flusso
- **Adattarsi al caso specifico** (vasche esistenti)
- **Non essere troppo costoso**

Sistemi di pulizia

I sedimenti possono essere rimossi dalle vasche in diversi modi tra cui ricordiamo la pulizia mediante pale raschianti, attrezzature mobili (getti a pressione ottenuti con pompe booster), sistemi di lavaggio con cassoni ribaltanti, pulizia manuale, ecc.

Alcuni sistemi di pulizia presentano evidenti svantaggi, come:

- il **consumo di acqua pulita** di rete
- il notevole **ingombro** e la **difficoltà di installazione e rimozione**
- la **scarsa adattabilità** a vasche esistenti con geometrie particolari
- la necessità di **controlli e manutenzioni frequenti**
- l'**assenza di pulizia sulle pareti** del bacino
- **problemi igienici e di sicurezza** (operatori in vasca per pulizia o manutenzione)
- **Criteri di scelta empirici e incerti**

Sistemi di pulizia efficaci e sperimentati

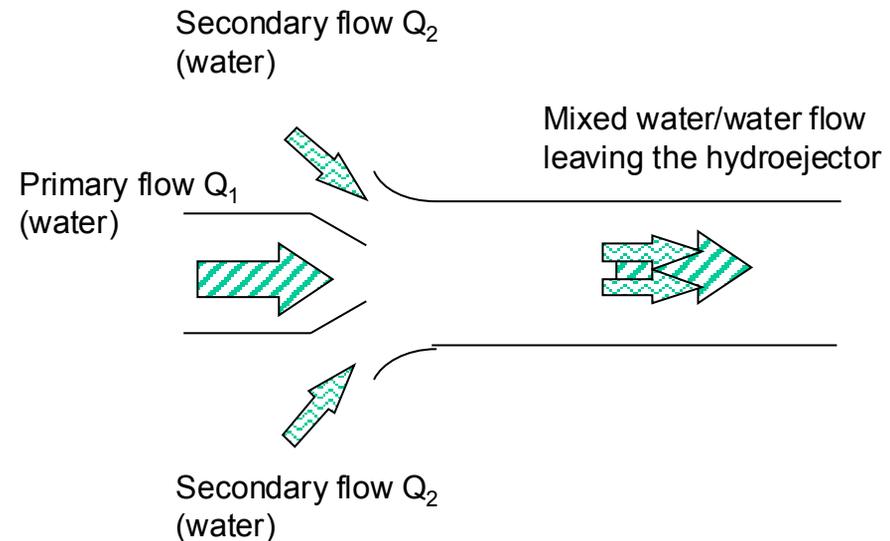
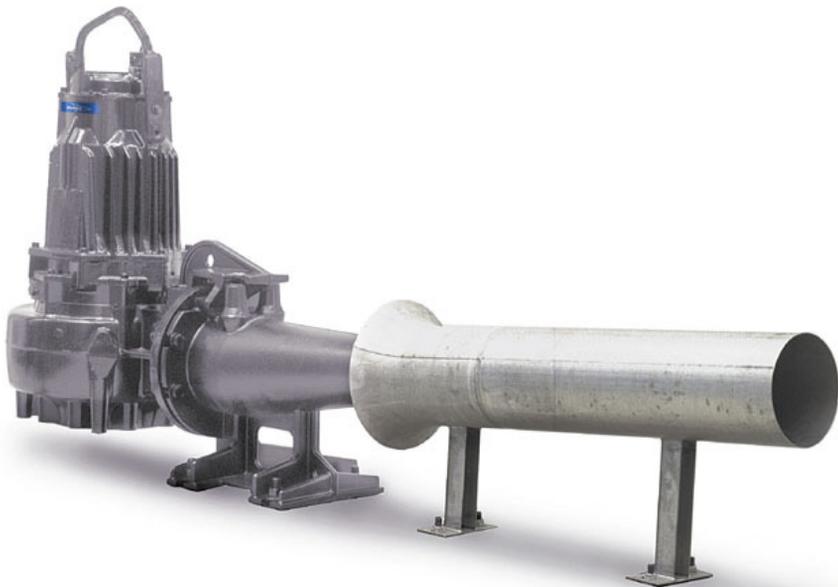
Un modo efficace per riportare in sospensione e rimuovere i sedimenti accumulatisi nei bacini è quello di utilizzare delle **pompe sommerse abbinata a degli eiettori acqua-acqua (HE) o aria-acqua (AW) e / o dei miscelatori sommersi.**



Questi macchinari creano un getto d'acqua in grado di raggiungere e pulire vasche anche di grandi dimensioni. Consentono scelte progettuali supportate da sicure linee guida basate su prove condotte sia nei laboratori ITT Flygt di Solna (Svezia) che su migliaia di applicazioni reali già realizzate.

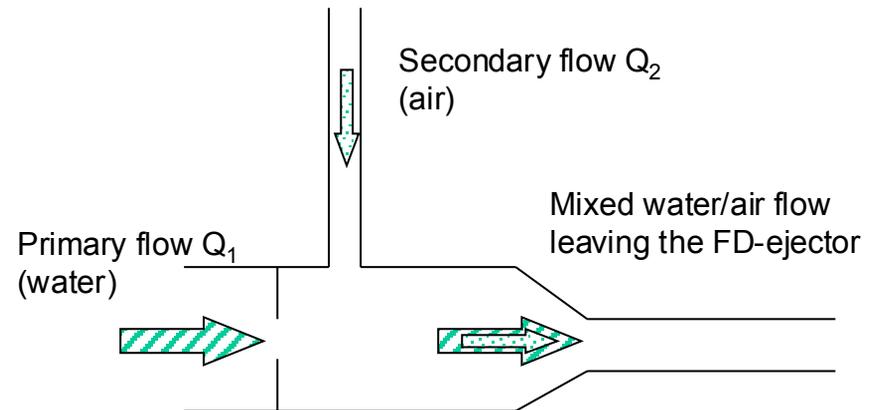
IDROEIETTORE (HE)

- Pompe sommerse bicanale ad alta efficienza antintasamento (serie η) accoppiate ad un ugello abbinato a un tubo eiettore
- Utilizzano pompe ad **alta portata** e bassa prevalenza, **buona spinta**
- Diversi ugelli e tubi eiettori disponibili
- Il flusso primario inviato dall'ugello induce un richiamo d'acqua (flusso secondario) nella zona di convogliamento del tubo eiettore
- Adatti a vasche a **pianta rettangolare larga** ($L/W < 2$) e a vasche cilindriche



EIETTORE ARIA-ACQUA (AW)

- Utilizzano pompe sommerse bicanale ad alta efficienza (serie η) a **media portata** e prevalenza abbinata ad un eiettore
- **Aria autoaspirata** per depressione causata da un ugello tarato
- Il **getto** creato ha una **buona velocità** e raggiunge **grandi distanze**
- Valori di **spinta** e di portata **inferiori agli eiettori HE**, ma gittata superiore
- Adatti soprattutto a vasche **rettangolari lunghe e strette** ($L/W > 2$)



Eiettori standard (50 Hz)

Eiettori AW

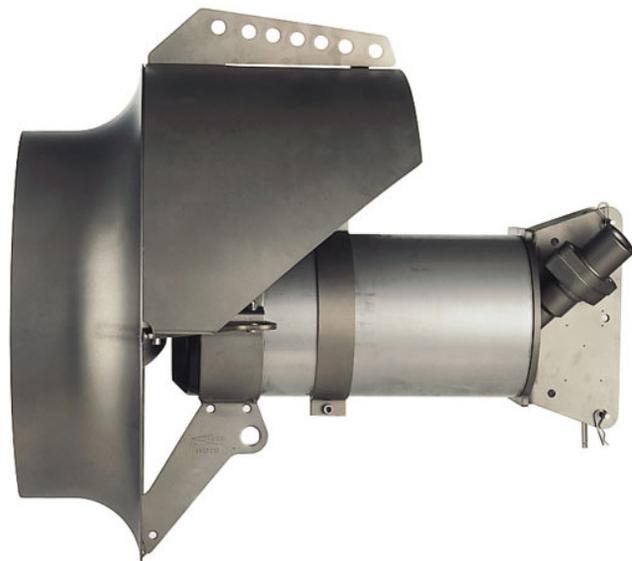
Pompa	Girante	kW nominali	DN Eiettore	Q (l/s)	H (m)	F (N)	Lmax (m)	Wmax (m)
N3102	MT461	3.1	100	30	7	240	12	4
N3127	MT438	4.7	150	57.2	5.7	280	15	5
N3127	MT437	5.9	150	62.8	7	350	19.5	6.5
N3153	MT433	7.5	150	63.5	9.3	440	24	8
N3153	MT431	11.0	150	65.6	12.6	680	30	10

Idroeiettori HE

Pompa	Girante	kW nominali	DN ugello/tubo	Q (l/s)	H (m)	F (N)	Lmax (m)	Wmax (m)
N3102	LT421	3.1	100/150	48	3.2	460	14	6
N3127	LT420	5.9	150/200	80.4	4.5	880	19	10
N3153	LT411	9	200/200	119.7	5.2	1390	25	13

MIXER SOMMERSI

- La **spinta** creata è superiore a qualsiasi tipo di eiettore ma necessitano di un **minimo livello** per operare
- Tutti i MIXER compatti (4600) sono utilizzabili ma sono più utilizzati i modelli medi e piccoli con **scudo antivortice**, che consente di operare a battenti inferiori
- Sono particolarmente adatti per **vasche cilindriche** ed efficaci anche nella **pulizia delle pareti**
- Spesso utilizzati in combinazione con Eiettori

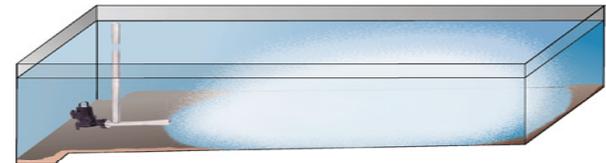


LE 3 FASI DI PULIZIA

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

Prove su modelli e in scala reale hanno chiaramente mostrato che al variare del battente in vasca esistono **3 DIVERSE FASI DI PULIZIA.**

- Nella **FASE 1** l'acqua è profonda e il flusso è caratterizzato da una "circolazione di massa".
- Nella **FASE 2**, con bassi livelli d'acqua in tutta la vasca, il flusso emesso dall'ugello inizia a pulire il fondo ed è molto efficace nella pulizia dei sedimenti nelle zone di caduta (più lontane).
- Nella **FASE 3**, con acque alquanto basse, il getto viene smorzato da un risalto idraulico che si forma vicino al centro della vasca. La pulizia viene effettuata soprattutto direttamente dal flusso nella zona di caduta e tramite il flusso di ritorno che si crea lungo la pendenza del fondo.

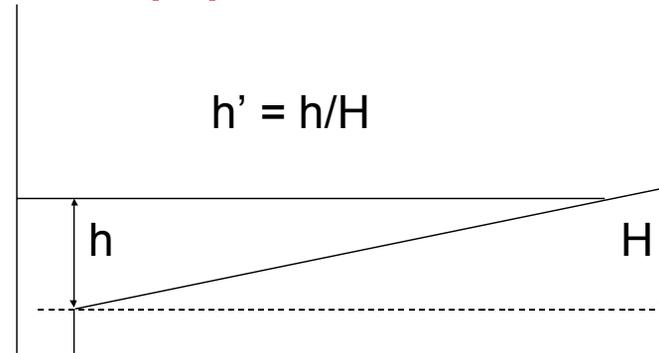


LE 3 FASI DI PULIZIA - La teoria

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.

$$0.7 < h' < 1.4$$

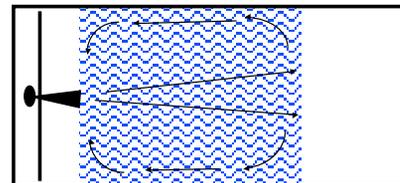
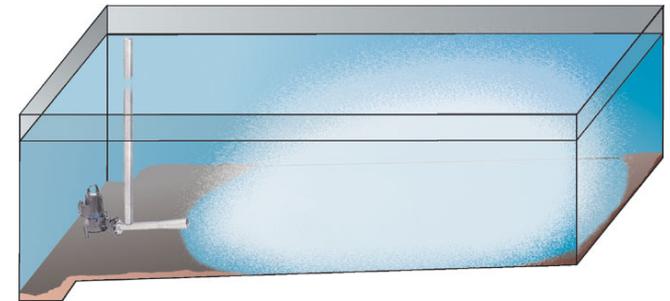
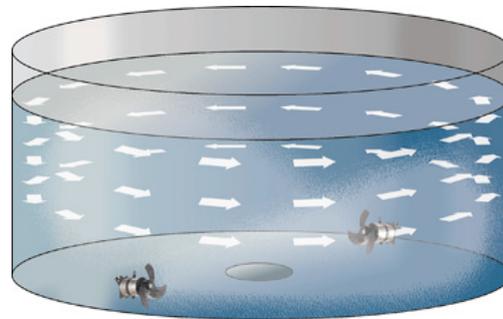
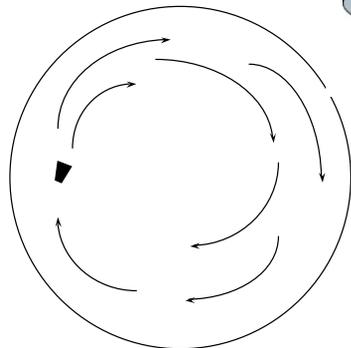
profondità basse, il getto d'acqua è molto efficace nella pulizia del fondo. La pendenza influenza il flusso, FASE 2 - flussaggio.

$$h' < 0.7$$

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

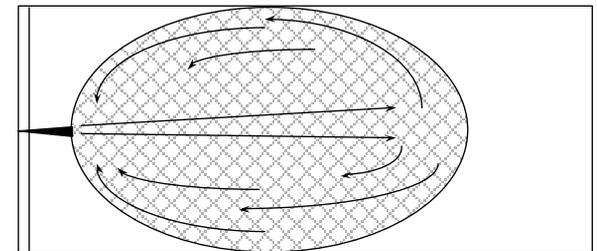
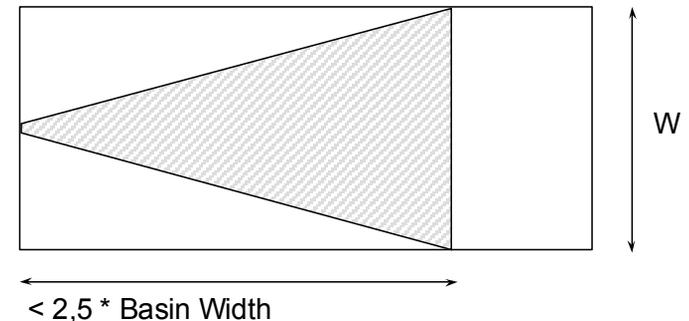
FASE 1 - Bulk Flow ($h' > 5$)

- 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**).



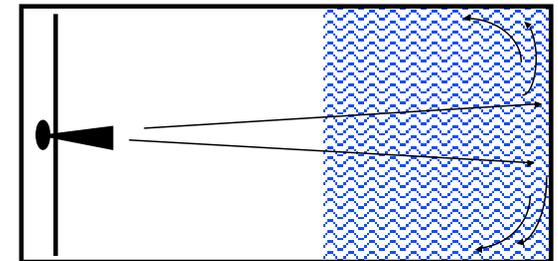
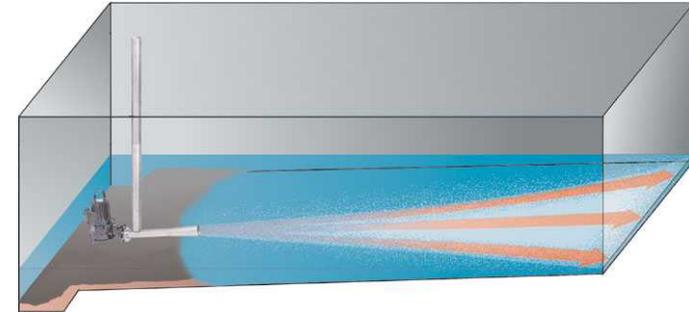
FASE 1 - Limiti & compromessi

- 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

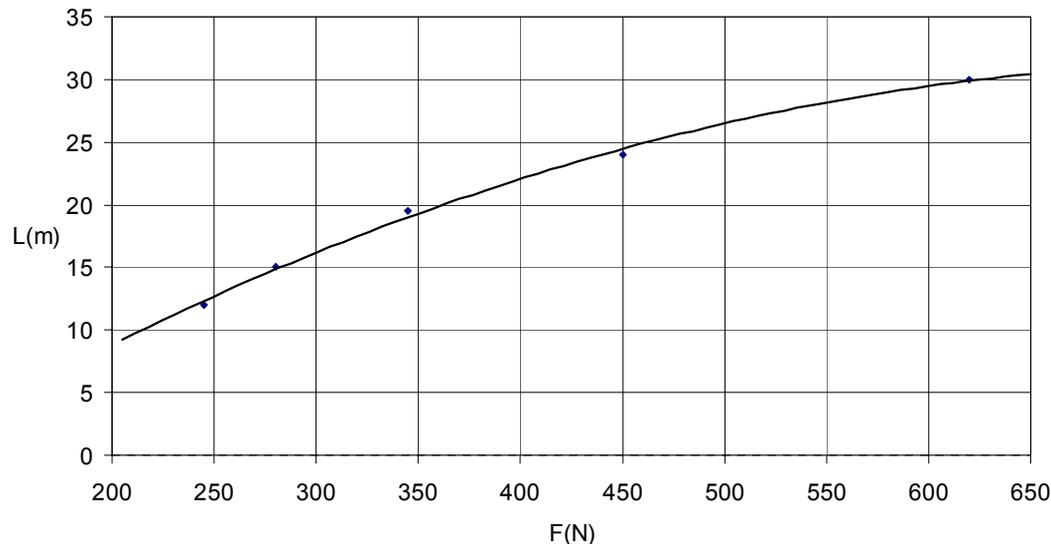
La scelta degli eiettori AW si basa sulla larghezza del bacino verificando di raggiungere la lunghezza della vasca.

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.

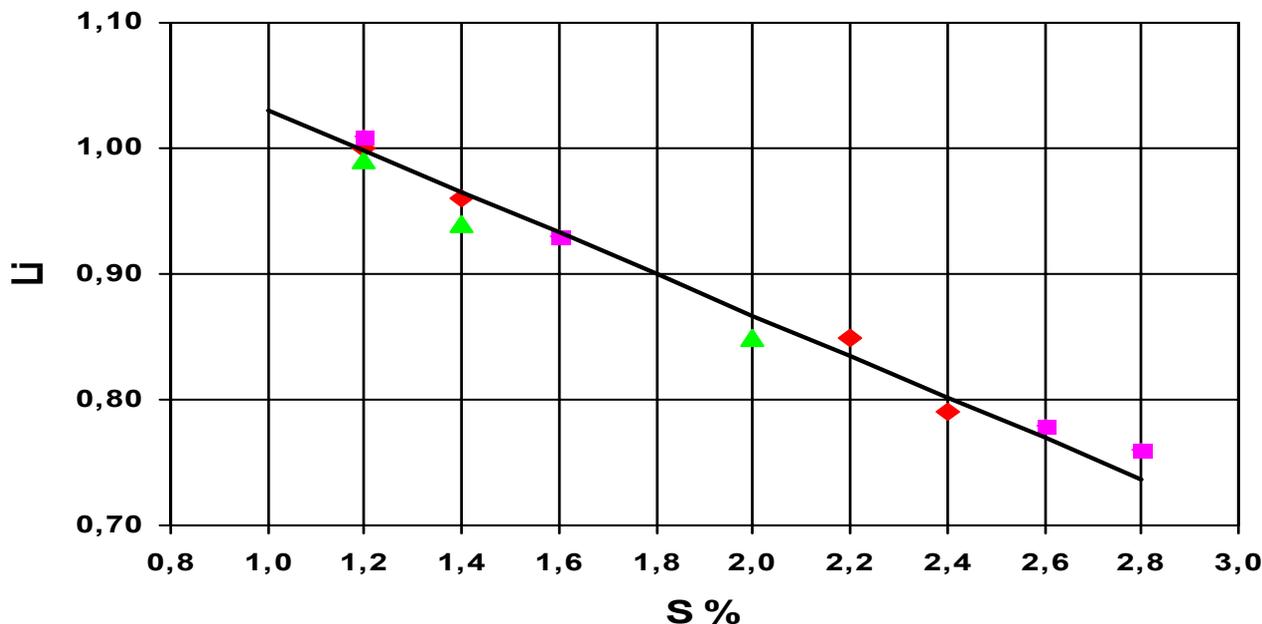


FASE 2 - influenza della pendenza

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**

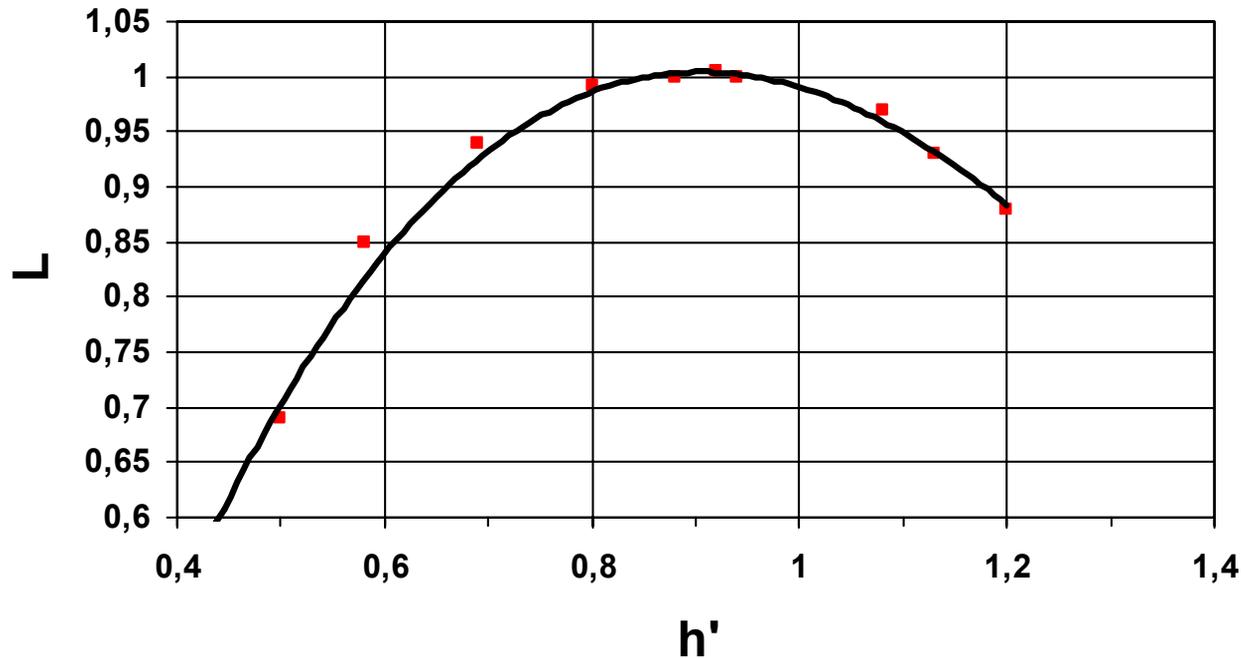


FASE 2 - influenza di h'

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.



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

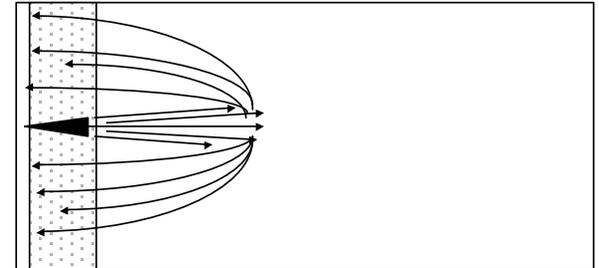


FASE 3 - Flussaggio finale

L'efficienza di pulizia è influenzata dalla **portata** della pompa (sistema pompa-eiettore) dalla **larghezza** e dalla **pendenza** della vasca.

La portata d'acqua che cade verso il pozzetto di raccolta deve essere sufficiente a distaccare le particelle organiche depositate.

La velocità dell'acqua rifluente verso il pozzetto di raccolta si incrementa con la pendenza, producendo una maggiore azione di pulizia.



Le sperimentazioni hanno permesso di determinare una relazione matematica tra portata necessaria, pendenza, scabrezza e larghezza della vasca (valida sia per AW che per HE)...

FASE 3 - Flussaggio finale

1.
$$R = \frac{\tau}{\rho * g * S}$$

2.
$$f = \left(\frac{1}{2 * \log \left(\frac{12,4 * R}{k} \right)} \right)^2$$

3.
$$h = \frac{R * W}{W - 2 * R}$$

4.
$$v = \sqrt{\frac{8 * R * g * S}{f}}$$

5.
$$Q_{\min} = W * h * v * 1000 \quad (\text{l/s})$$

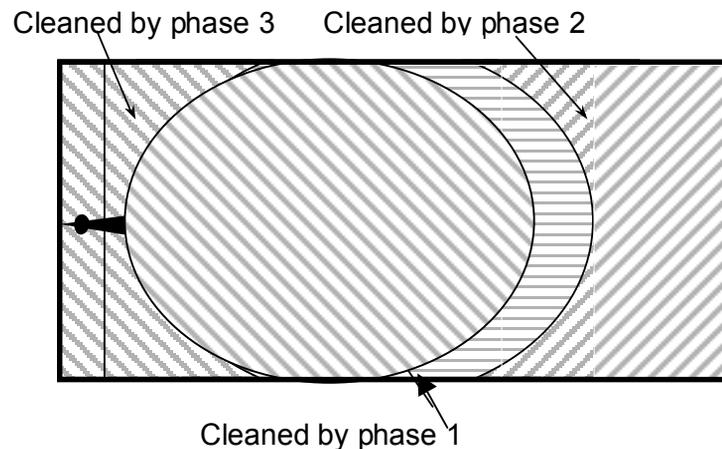
- R = Hydraulic radius (m)
(The ratio of the cross-sectional area of the flow to the perimeter in contact with the water)
- W = Width of the basin (m)
- h = Water level (m)
- f = The Darcy-Weissbach friction factor
- k = Surface roughness (m)
- ρ = Density of water (1000 kg/m³)
- g = Acceleration due to gravity (9,81 m/s²)
- S = Slope (S%/100)
- v = Velocity of the water (m/s)
- τ = Shear stress on the bottom (Pa, Default value 1,5 Pa)

Surface roughness	k (m)
New smooth concrete	0,0002
Wood floated concrete	0,001

Pulizia in vasche rettangolari

Comportamento durante le 3 fasi

- **FASE 1** tutta o parte di vasca, incluse le pareti. (MIXER e HE più indicati).
- **FASE 2** soprattutto il pavimento e gli angoli lontani. (AW e HE più indicati).
- **FASE 3** la zona davanti, ai lati ed alle spalle dell'eiettore. (HE e AW più indicati).



VANTAGGI

SVANTAGGI

Eiettore AW

Getto più lungo in FASE 2
Vasche lunghe e strette
Apporto di aria

Minore azione del getto in FASE 3
Minore movimentazione in FASE 1
x Spinta modesta

Idroeiettore HE

Maggiore azione in FASE 3 (Q >)
Vasche larghe e/o meno inclinate
Spinta discreta in FASE 1

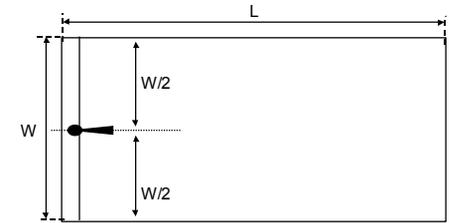
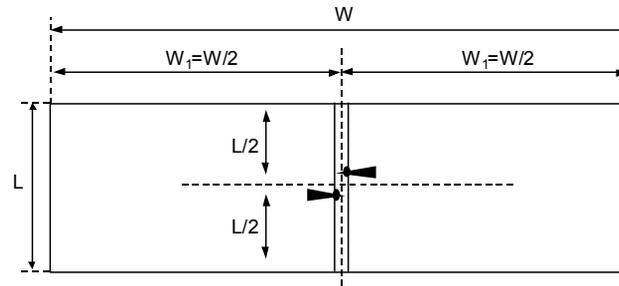
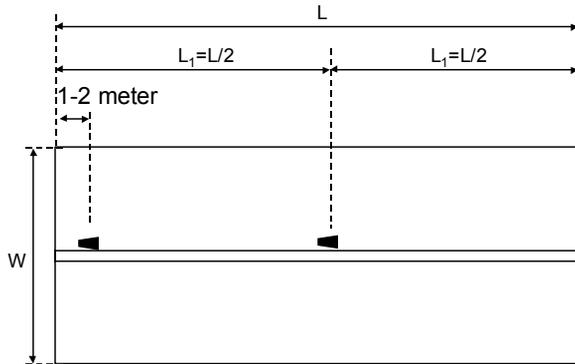
Pulisce meno lontano in FASE 2
Vasche lunghe e strette

Mixer

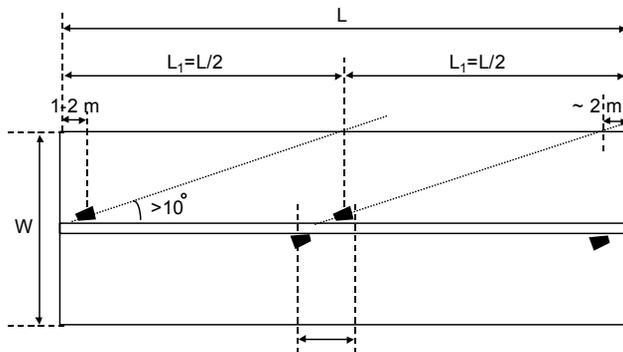
Spinta elevata, pulizia pareti FASE 1
Abbinati a AW

Impossibilità operare a bassi livelli
Non si realizza un vero flussaggio

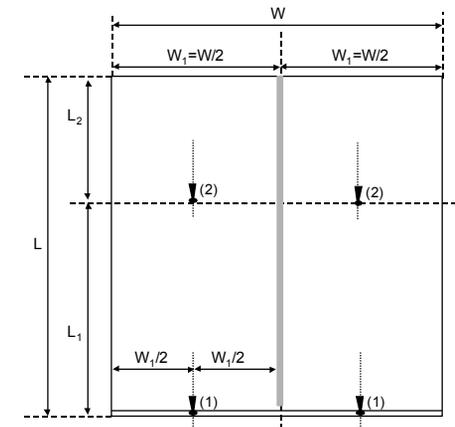
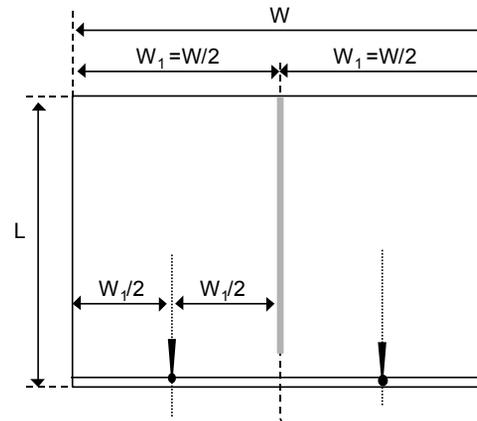
Posizionamenti - vasche rettangolari



L



2 meter distance between the propellers



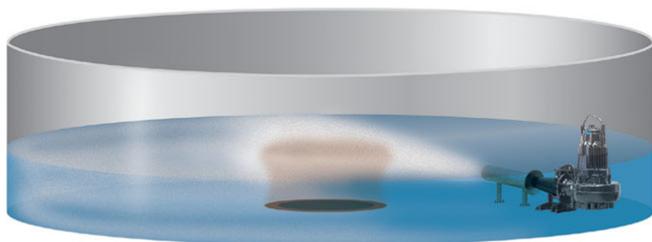
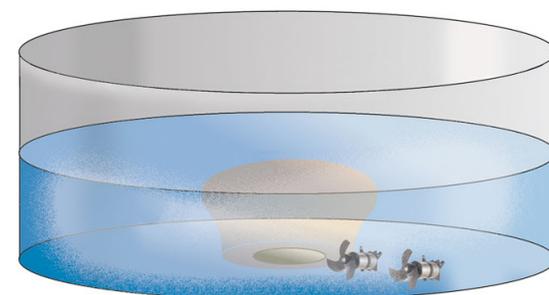
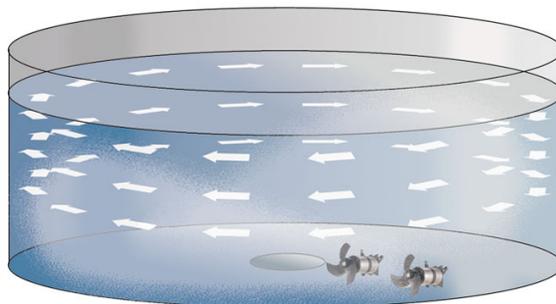
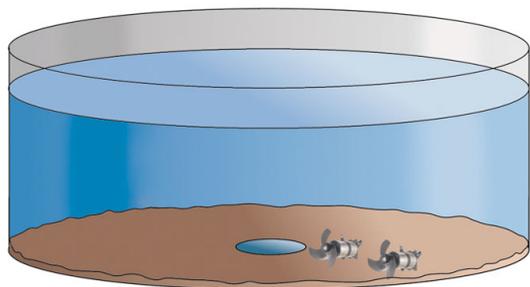
Realizzazioni - vasche rettangolari



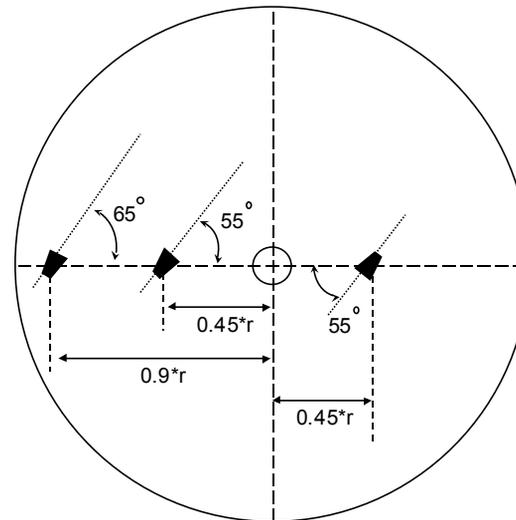
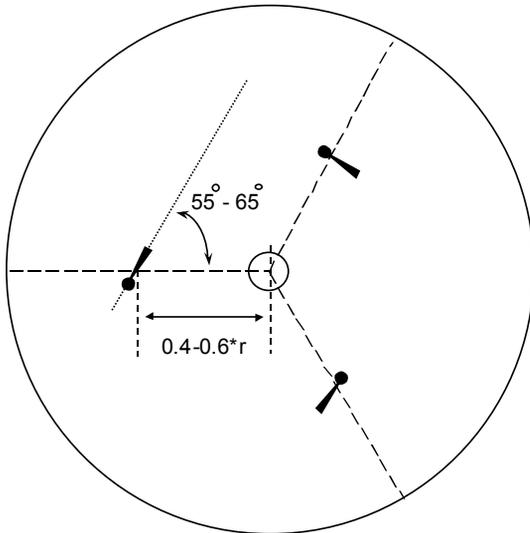
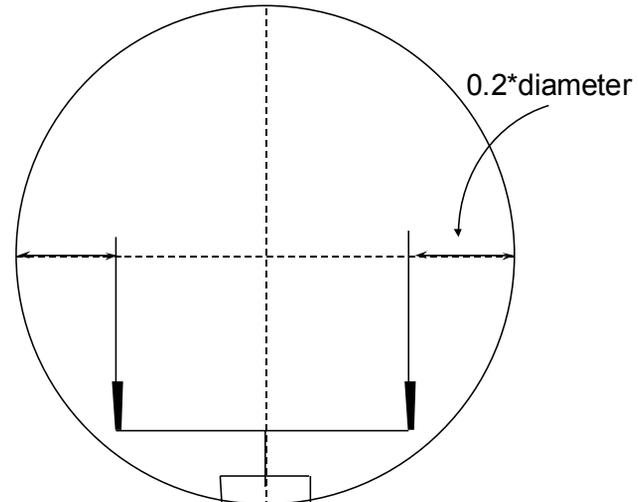
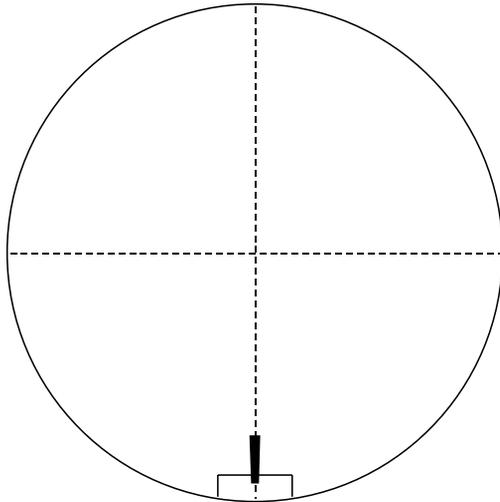
Pulizia in vasche cilindriche

Due casi principali

- La vasca ha scarico sul perimetro esterno e pendenza verso di esso --> riconducibile ai casi per vasche rettangolari.
- La vasca ha scarico centrale e pendenza concentrica --> in questo caso è importante la FASE 1, in cui si risospendono i solidi presenti in tutta la vasca (pareti e fondo) e si concentrano nella zona con minor velocità: al centro della vasca. Le fasi di flussaggio sono meno importanti e la pulizia può essere fatta anche solo con Mixer.



Posizionamenti - vasche cilindriche





Realizzazioni - vasche cilindriche



Flygt



ITT Industries

Applicazioni interessanti - Italia



Ospedale di Seriate (BG)
Vasca di prima pioggia attrezzata con
No. 6 HE da 5.9 kW + 3 pompe drenaggio e 3 idrovore
+ 1 centralina FMC500

Applicazioni interessanti - Italia



Tangenziale di Bergamo con 1 vasca di prima pioggia e una di seconda pioggia in serie, realizzate sotto alla sede autostradale.

Applicazione simile anche per la tangenziale di Brescia.

Sistema di automazione e telecontrollo



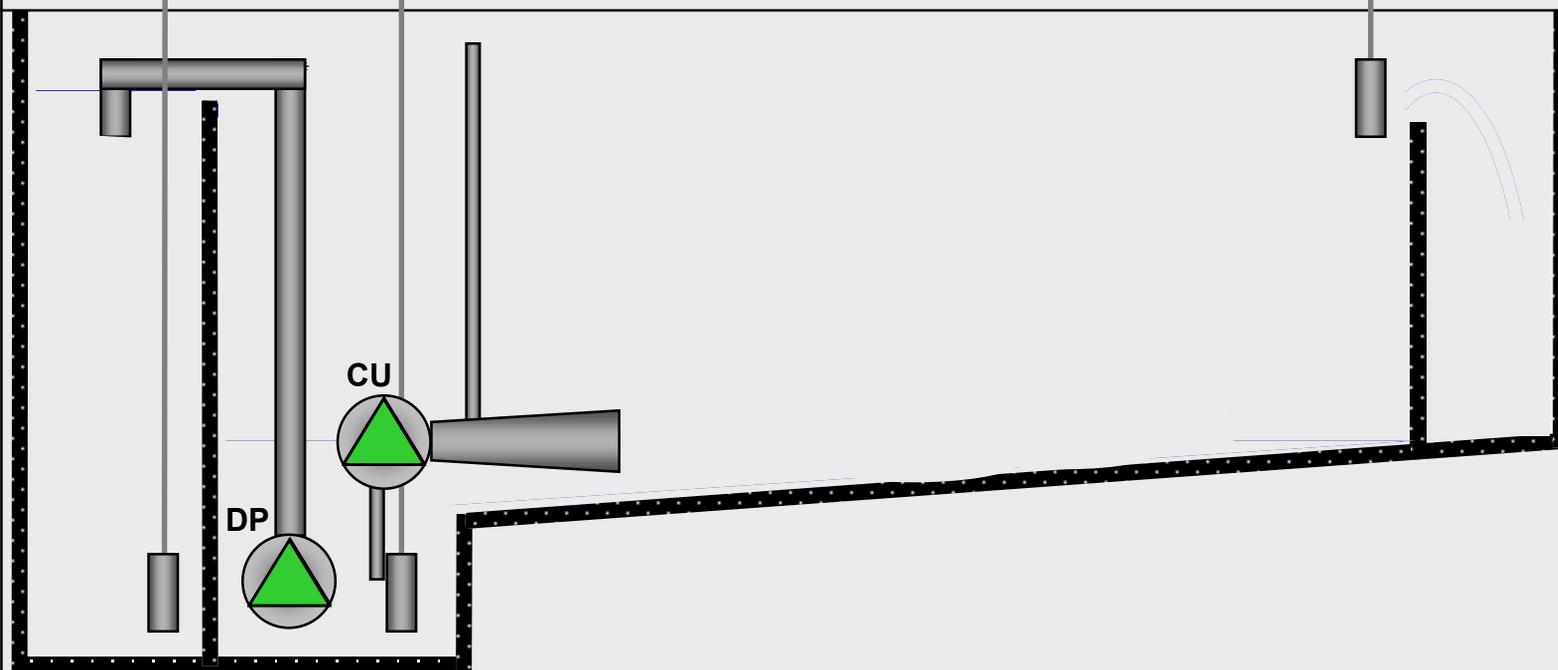
E' importante che la vasca possa essere controllata, governata e monitorata a distanza.

Le Centraline FMC500 sono appositamente studiate per le vasche di prima pioggia e consentono la completa automazione ed il telecontrollo di tutte le attrezzature.

Possono essere parte di un sistema di più ampio, che telecontrolla anche le stazioni di sollevamento della rete fognaria.

Principio di funzionamento

Una volta terminato questo ciclo, il bacino risulta pronto per una nuova sequenza di carico.



Le soluzioni ITT Flygt

Sono variabili in funzione di vari fattori come le dimensioni dei bacini, il numero e tipo di macchine previste, le opzioni richieste e il tipo di software installato. [Qui sono illustrati i due modelli più piccoli di FMC500.](#)

[Dettaglio](#)

FMC 500

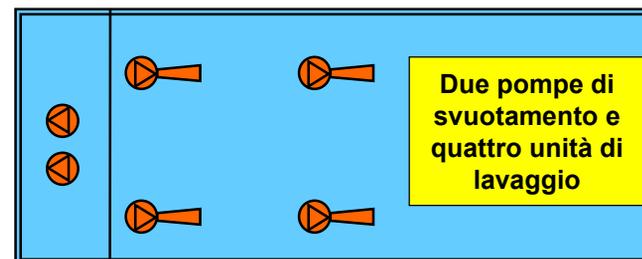
(16 Ingressi digitali, 8 uscite digitali, 4 ingressi analogici)



[Dettaglio](#)

FMC 510

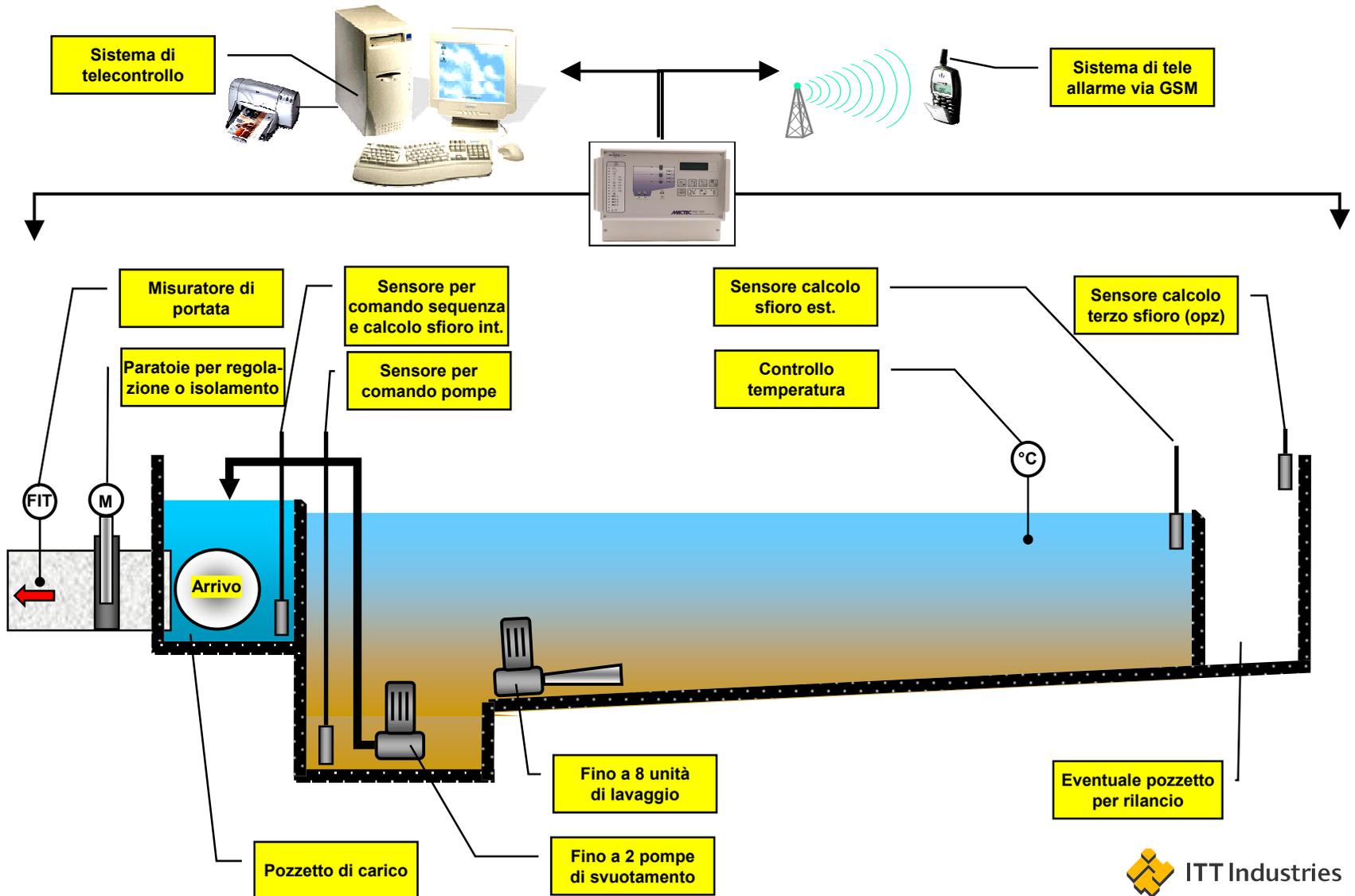
(30 Ingressi digitali, 15 uscite digitali, 4 ingressi analogici)



Funzioni disponibili - software standard

- Sensore di livello (o ENM 10) nel pozzetto di carico per comando sequenza
- Misura di livello del bacino
- Controllo unità di lavaggio con livello statico
- Controllo Pulse/Wave delle unità di lavaggio
- Tempo di lavaggio aggiuntivo
- Misura di sfioro in ingresso e uscita bacino
- Misura di portata al ricettore
- Contatore di pioggia o di energia
- Comando per prelievo campioni in caso di sfioro
- Misura assorbimento unità di lavaggio
- Misura assorbimento pompe di svuotamento
- Alternanza pompe di svuotamento
- Rilevazione mancanza rete
- Registro degli ultimi 1000 allarmi
- Registro degli eventi di sfioro
- Allarme personale in stazione
- Invio messaggi di allarme SMS su vettore GSM
- Gestione valvola o paratoia di isolamento bacino
- Funzione di blocco remoto da/a altre centraline
- Controllo manuale remoto
- Gestione di un ingresso analogico generico
- Controllo temperatura in vasca
- [Predisposizione per controllo remoto da scada Aquaview](#)
- [Memorizzazione report periodici](#)
- [Memorizzazione trend storici](#)

Esempio di equipaggiamento bacino





FINE



marco.leoncavallo@flygt.com

www.flygt.it

www.flygt.com

Flygt



ITT Industries