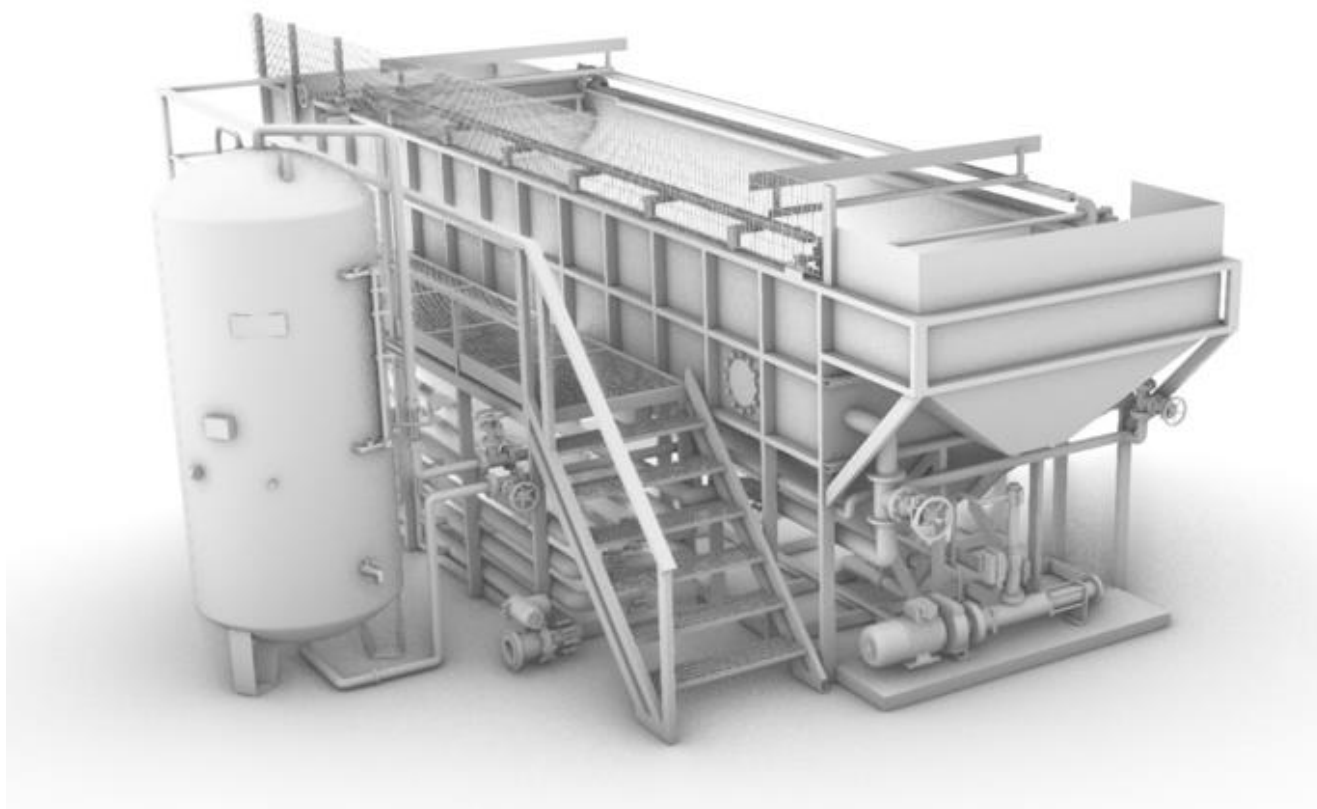
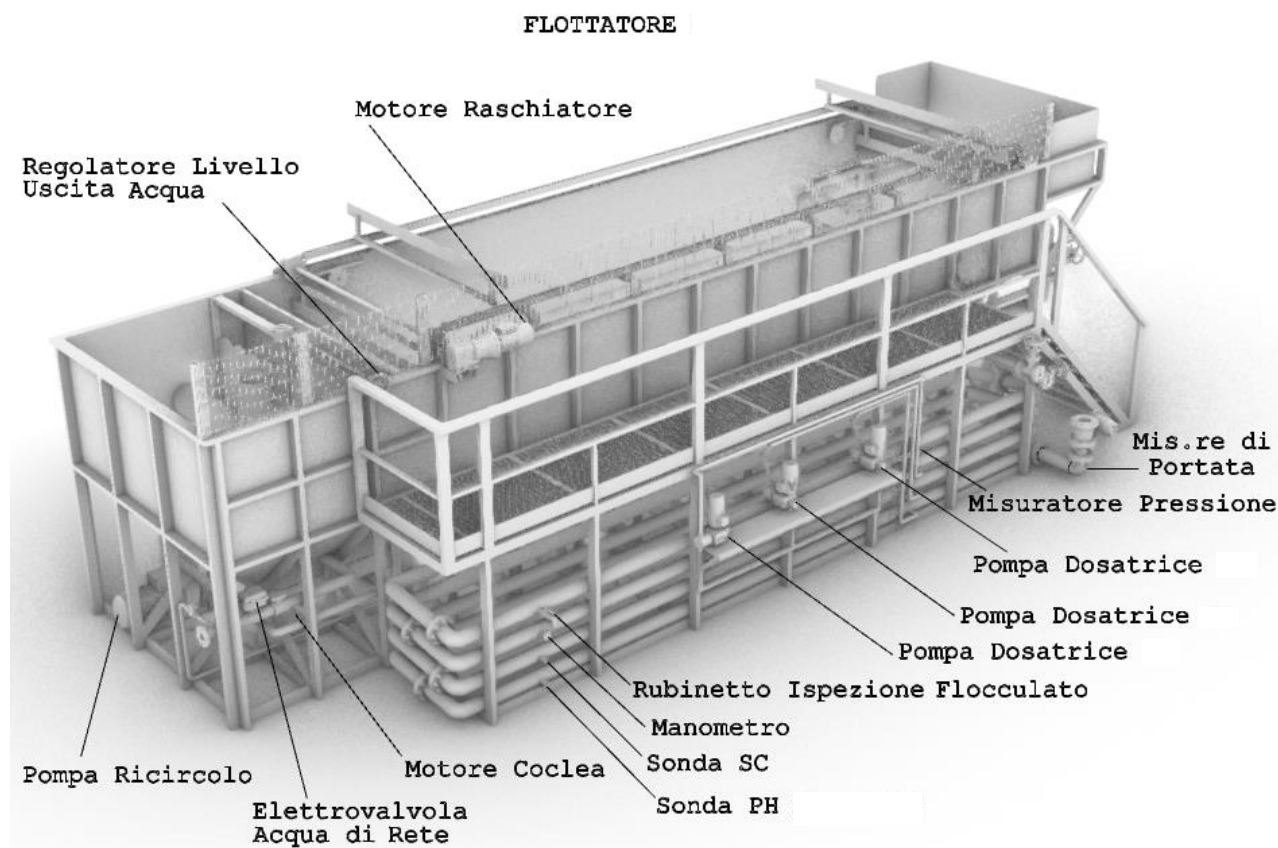


FLOTTATORE AD ARIA DISCIOLTA



I flottatori ad aria disciolta vengono usati ormai da molti anni nel trattamento delle acque di scarico, per la separazione dei solidi sospesi, olii e grassi, fibre e altri materiali a bassa densità, così come per l'ispessimento di fanghi attivi e di fanghi prodotti da flocculazione chimica. I flottatori-separatori possono essere usati negli impianti di depurazione acque di scarico civili, per rimuovere i solidi flottabili e sedimentabili, migliorando l'efficienza dei sistemi di trattamento esistenti e favorendo una maggior flessibilità dell'intero sistema. Negli impianti di trattamento chimici, un flottatore-separatore può sostituire il chiarificatore finale a valle della flocculazione, migliorando il rendimento. Negli impianti di trattamento acque di scarico industriali, il flottatore può essere impiegato per il recupero di prodotti persi nell'acqua di processo e ridurre l'inquinamento. Possono essere recuperati materiali come fiocchi chimici leggeri, scarichi organici, grassi ed olii senza rotture od emulsionamenti. I flottatori-ispessitori sono invece utilizzati per ottenere delle alte concentrazioni di solidi, all'interno di fanghi attivi od altri fanghi biologici. In molte applicazioni il volume dei fanghi può essere ridotto del 90%, riducendo notevolmente i costi di trattamento.



TEORIA DELLA FLOTTAZIONE AD ARIA DISCIOLTA

Flottazione deriva dalla parola “flottare” che significa “risalire in superficie”. Come metodo di separazione, la flottazione è stata usata per lungo tempo nell'industria mineraria.

Nel 1930 l'industria del legno e della carta ha sviluppato una tecnica, nella quale veniva disciolta aria in acqua sotto pressione; un metodo che è stato poi perfezionato e che ha rivoluzionato l'applicazione della flottazione.

In generale, il trattamento dell'acqua implica la separazione del materiale sospeso. Questo può essere ottenuto direttamente o in seguito ad uno o più processi di trasformazione come la precipitazione chimica.

Le sostanze organiche disciolte possono essere inoltre trasformate dai microrganismi in fiocchi biologici. Con l'ausilio della precipitazione chimica altre impurità disciolte, come fosforo, ferro e manganese, possono essere portate ad uno stato che poi permetta di separarle.

I fiocchi sia biologici che chimici tendono normalmente a decantare e possono così essere separati ma poiché la loro densità è generalmente simile a quella dell'acqua, il processo è lento. Tramite il processo di flottazione ad aria disciolta la bassa densità dell'aria rispetto all'acqua provocherà una rapida risalita delle bolle d'aria in superficie, accorciando così i tempi rispetto al processo tradizionale. Lungo il loro percorso ascendente, le bolle si attaccheranno ai fiocchi ed alle altre particelle e formeranno un aggregato aria—fiocco che avrà una velocità di risalita superiore alla velocità di sedimentazione delle sole particelle, questo è il sistema per invertire la gravità. La flottazione ad aria disciolta è stata usata con differenti sistemi applicando la solubilità dell'aria a varie pressioni e temperature al fine di ottenere la massima pressurizzazione.

Con la pressurizzazione totale, l'intero flusso dell'acqua viene saturato con aria ad una pressione di 2-3 bar. La pressione viene quindi ridotta all'ingresso dell'unità di flottazione e le bolle d'aria prodotte aderiscono alle particelle presenti e le fanno risalire in superficie.

Questo sistema è adatto solo alla separazione di materiali solidi a causa della sua violenza, dovuta prima al passaggio nelle pompe e poi alla brusca caduta di pressione.

Nel sistema a pressurizzazione parziale solo una parte dell'acqua da trattare viene pressurizzata e saturata con aria, e quindi ricongiunta al flusso principale.

Con il sistema della pressurizzazione del ricircolo, una parte dell'acqua trattata è ricircolata e saturata con aria sotto pressione. Questo sistema lavora molto bene con i fiocchi chimici ed amplia notevolmente le possibilità di utilizzo della flottazione.

IL SISTEMA DELLA FLOTTAZIONE

Il sistema di flottazione è una vera e propria rivoluzione in quanto viene abbinato ad un processo di reazione chimica, scomponendo le particelle colloidali, per poi separarle con l'effetto della flottazione, in sintesi si ottengono effetti depurativi eccellenti ad un costo di esercizio ridotto del 70% in rapporto ad un impianto convenzionale.

Il liquame grezzo, dopo gli usuali trattamenti preliminari (grigliatura, eventuale triturazione, dissabbiatura, eventuale disoleatura), viene mescolato in modo molto intenso con uno o più reagenti chimici (miscelazione rapida): le particelle colloidali (organiche ed inorganiche), in sospensione stabile per effetto dell'azione di repulsione reciproca determinata dalle cariche elettriche di stesso segno (in genere negativo) che possiedono, vengono destabilizzate dai reagenti chimici aggiunti, con una complessa meccanica, con conseguente coagulazione (più specificatamente «coagulazione pericinetica o elettrocinetica»), che si verifica con elevatissima velocità all'atto stesso del contatto con i reagenti chimici (fase di coagulazione con miscelazione rapida): si manifesta in un avvicinamento reciproco delle particelle colloidali. Una volta annullata o ridotta la carica elettrica causa di mutua repulsione, resta la predominanza delle forze di attrazione reciproca molecolare fra le singole particelle (forze di Van der Waals). Le particelle destabilizzate, sotto forma di «microfiocchi», cui si aggiungono anche i fiocchi formati dai reagenti chimici, costituiti normalmente da complessi d'idrossidi gelatinosi, dotati di efficaci caratteristiche adsorbenti, sono assoggettate ad una successiva fase di flocculazione o «coagulazione ortocinetica»: la miscela viene agitata dolcemente, onde favorire l'opportunità di collisione (statistica) delle particelle, e conseguentemente la «coalescenza», cioè l'aggregazione e crescita dei microfiocchi, che si legano reciprocamente per fenomeni di adsorbimento, e nel contempo provvedono ad inglobare meccanicamente quelle particelle colloidali rimaste ancora in sospensione. Viene aumentato conseguentemente il volume e il peso specifico dei fiocchi, che risultano così ben visibili ad occhio nudo. Risultato della coagulazione-flocculazione è pertanto la trasformazione di sostanze colloidali, non sedimentabili, in sostanze sedimentabili, cioè in fiocchi che, in una successiva fase di flocculazione, possono essere agevolmente raccolti in superficie con effetto della flottazione ad aria disciolta, sotto forma di fango.

Con la pressurizzazione totale, l'intero flusso dell'acqua viene saturato con aria ad una pressione di 4/6 bar. A seconda del grado di saturazione che si intende ottenere, la pressione viene quindi ridotta all'ingresso dell'unità di flottazione e le bolle d'aria prodotte si attaccano alle particelle presenti e le fanno risalire in superficie.

L'acqua riciclata circa al 30% e saturata viene miscelata insieme ai reflui i fiocchi chimici prodotti precedentemente con la reazione chimica adottata per poi passare la cilindro o comparto di flottazione.

DESTABILIZZAZIONE COLLOIDALE (coagulazione Pericinetica e Ortocinetica)

Nella fase iniziale del processo depurativo, viene dosato un coagulante nel reflu, nel nostro caso il cloruro ferrico o il cloruro di alluminio in modo del tutto proporzionale al volume di acqua.

La condizione necessaria alla destabilizzazione delle particelle colloidali è che il reflu abbia un range di pH superiore a 8,0 e pertanto viene installato uno strumento di rilevazione pH collegato ad un dosatore proporzionale, il quale va in funzione qualora il pH sia inferiore alla soglia minima impostata. Il prodotto chimico scelto per l'incremento del pH è la soda caustica liquida.

Oltre al dosaggio avviene una miscelazione veloce detta miscelazione Pericinetica con un agitatore a 540 RPM dotato di motore e riduttore ad asta di miscelazione con elica a pale marine.

Il "range" di pH ottimale per un'efficace reazione del prodotto è tra 8,5 ed 11, ed è per questo che viene aggiunto NaOH come correttore di pH.

Nella seconda fase del processo depurativo, viene dosato un flocculante nel refluo, nel nostro caso è il Polielettrolita, in modo del tutto proporzionale al volume di acqua. Oltre al dosaggio avviene una miscelazione lenta detta miscelazione ortocinetica con un agitatore a 70 RPM dotato di motore, riduttore ad asta di miscelazione con elica a pale marine.

FLOTTAZIONE DELLE PARTICELLE INQUINANTI

La particolare costituzione della camera d'ingresso permette la completa miscelazione dell'affluente con il flusso pressurizzato. La valvola di contropressione è posizionata in modo da ridurre la pressione del flusso pressurizzato, all'interno della camera di miscelazione. Questo evita la diminuzione dell'efficienza dovuta alla coalescenza delle bolle d'aria nelle tubazioni esterne e nei raccordi. Le unità di flottazione sono provviste di un comparto di raccolta del flottato, con il fondo inclinato. La vasca è realizzata in cemento, in acciaio o utilizzando vasche pre-esistenti, con un'ampia scelta di dimensione, per ogni applicazione. Il sistema di pressurizzazione è scelto a seconda dell'esigenza e, grazie alla sua particolare concezione, necessita della minima portata da pressurizzare, contribuendo a ridurre i costi, sia iniziali che di funzionamento. La possibilità di variare la velocità dello schiumatore, unitamente alla regolazione del livello liquido, assicura il massimo controllo nella rimozione del flottato.

REATTORE DI FLOTTAZIONE

I meccanismi di rimozione dei fanghi si trovano sia in superficie che sul fondo del monoblocco. Le lame pulenti si muovono sulla superficie del serbatoio a velocità costante e regolabile in base al flusso di acqua che entra. Nel tubo affluente, l'acqua da trattare viene mescolata con le microbolle prodotte dal sistema di pressurizzazione. Le microbolle vengono intrappolate dentro i fiocchi (flocculi) e li portano in superficie in maniera rapida. Il tubo di distribuzione è fornito di aperture che possono essere regolate per dare una diffusione uniforme dell'acqua nella camera di flottazione. Le particelle flottate vengono accumulate in superficie e concentrate dalla spinta di galleggiamento data dalle microbolle d'aria. Queste particelle solide vengono trascinate dalle lame pulenti e scaricate per gravità nel canale di scarico fanghi. Le particelle più pesanti si accumuleranno velocemente sul fondo del serbatoio, le lame pulenti, nel caso di flottatore circolare, o la coclea di fondo nel caso di flottatore rettangolare, azionate meccanicamente raschiano il fondo del serbatoio e scaricano le particelle accumulate in un canale dove attraverso una ed una pompa di sollevamento i fanghi vanno inviati al trattamento successivo.

ESTRATTORE FANGHI FLOTTATI

La funzione principale del raschiatore di superficie è quella di convogliare le sostanze flottate presenti nel serbatoio all'interno di una rete di raccolta e di trasporto. Questa apparecchiatura è realizzata in acciaio inossidabile ed è costituita da un gruppo motoriduttore di comando che mette in rotazione l'albero. Il cucchiaio, nel caso di flottatore circolare, lavora in modo rotazionale prelevando dalla superficie del serbatoio di flottazione le particelle flottate, mentre l'avanzamento sulla superficie è data da un motoriduttore a giri variabile che avanza sul bordo vasca. Per quanto riguarda il flottatore rettangolare l'eliminazione delle particelle flottate avviene grazie a delle pale raschianti di superficie mosse da un motoriduttore e collegate tramite un sistema a catene.

ESTRAZIONE DEI FANGI SEDIMENTATI (versione R)

La funzione principale della coclea di fondo è quella di raccogliere e convogliare il fango che si è depositato sul fondo in un vano posto ad un'estremità del serbatoio da dove viene evacuato tramite una pompa monovite. La coclea di fondo è realizzata in acciaio inox AISI 304 ed è azionata da un gruppo motoriduttore di comando posizionato al di fuori del serbatoio, che mette in rotazione l'albero della coclea.

SATURATORE G.D.A.

Il sistema di pressurizzazione è composto da una pompa a pressione media, un reattore di pressurizzazione chiamato saturatore G.D.A. (reattore di dissolvimento gas) e da un compressore d'aria. All'interno del G.D.A. avviene la saturazione dell'aria nell'acqua. L'aria richiesta per saturare ulteriormente l'acqua viene iniettata attraverso una membrana a pori speciali da un compressore d'aria. La fase di saturazione dell'aria è molto importante, perché è qui che avviene la produzione delle micro bolle che flatteranno le particelle. Nel G.D.A. abbiamo la saturazione dell'aria nell'acqua a una pressione di 6 bar. L'acqua saturata, prima di entrare nel processo, passa attraverso una valvola di frizione che porterà l'acqua a pressione atmosferica e faciliterà la formazione e lo sviluppo delle micro bolle. Queste avranno un diametro di 40-100 μm . Il significato della quantità di micro bolle d'aria rilasciate dal reattore di dissolvimento gas è evidente. E' necessario progettare l'unità di flottazione in modo che la relazione tra l'aria e i solidi (A/S) abbia una corretta reazione di flottazione. I calcoli teorici sono fatti prendendo in considerazione la relazione tra il numero delle bolle d'aria, il numero di collisioni andate a buon fine con l'unione tra le particelle e le bolle e il numero di particelle presenti nell'acqua. L'esperienza sul campo ha dimostrato che la relazione teorica A/S non è facilmente calcolabile. Ciò è dovuto a vari fattori: è altamente dipendente dal grado di muscolazione, da fattori di recisione, alla coalescenza delle bolle d'aria e alla mancata unione tra le particelle e le bolle d'aria. Per tale motivo è sempre necessario fornire un quantitativo d'aria superiore a quella prevista dalla teoria. Di solito l'obiettivo è di ultra saturare l'acqua delicatamente, usando in questo reattore di pressurizzazione sistemi che spurgano fuori gli eccessi di acqua fornita. In ogni caso è necessario avere sistemi di controllo e regolare il quantitativo di aria data all'acqua perché un eccesso potrebbe danneggiare il processo di flottazione.

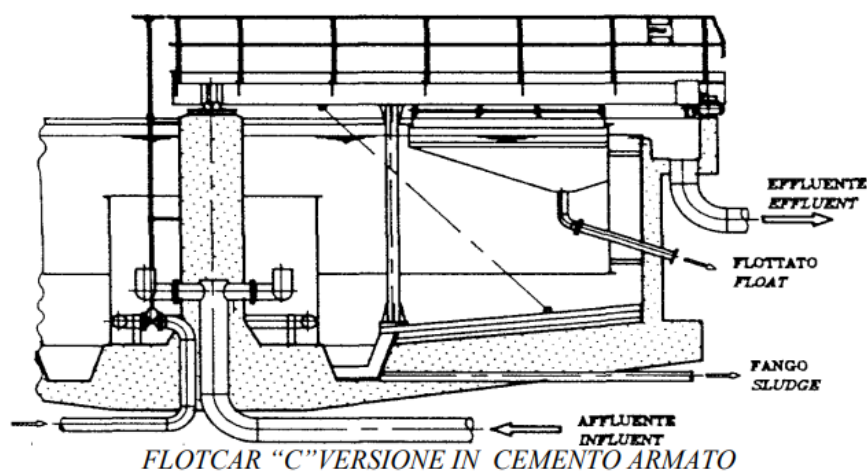
CARATTERISTICHE DELLE MACCHINE CON SUPERFICIE CIRCOLARE

Le vasche possono essere realizzate in cemento armato o in acciaio inox così come possono essere utilizzate vasche esistenti con un'ampia scelta di dimensione, per ogni applicazione. Sono previste macchine standard fino a 20 m di diametro. Le unità possono essere a trazione centrale o periferica la motorizzazione può essere a velocità variabile o costante. Con un funzionamento temporizzato si può regolare la quantità di flottato rimosso ed assicurargli la massima concentrazione. Tutte le unità sono fornite di un sistema di raschiatura di fondo per la rimozione dei materiali non flottabili.



La particolare realizzazione della camera d'ingresso permette la completa miscelazione dell'affluente con il flusso pressurizzato la cui pressione viene ridotta poco prima dell'ingresso nell'unità, al fine di assicurare la

completa miscelazione dell'affluente con il flusso stesso, con il minimo di turbolenza e di coalescenza dell'aria libera. La valvola di contropressione è posizionata in modo da ridurre la pressione del flusso pressurizzato, all'interno della camera di miscelazione. Questo evita la diminuzione d'efficienza dovuta alla coalescenza delle bolle d'aria nelle tubazioni esterne e nei raccordi. La miscela aria-acqua-solidi è distribuita dalla camera di diffusione, in modo uniforme per tutta l'area dell'unità circolare. La corretta idraulica del sistema e' stata sperimentata in varie applicazioni, sia di chiarificazione che d'ispessimento.



Quando sono richiesti dei coadiuvanti chimici di flottazione, questi devono essere aggiunti nella camera di miscelazione. Le unità di flottazione sono provviste di un comparto di raccolta del flottato, con il fondo inclinato. Questo fornisce una sufficiente capacità di stoccaggio che elimina la necessità di una vasca di raccolta separata. Il sistema di pressurizzazione e' scelto a seconda dell'applicazione richiesta e, grazie alla sua particolare concezione, necessita della minima portata da pressurizzare, contribuendo a ridurre i costi, sia iniziali che di funzionamento. La possibilità di variare la velocità dello schiumatore, unitamente alla regolazione del livello liquido, assicurano il massimo controllo nella rimozione del flottato.

MODELLO	Unità circolari Diametro (mt.)	Area (m2)	Portata m3/h 2,4 m3/h/m2	Portata m3/h 3,6 m3/h/m2	Portata m3/h 4,8 m3/h/m2	Carico dei solidi (Kg/h) 10 lcg/h m2
FLOTTATORE C20	2	3	7	10	14	30
FLOTTATORE C25	2,5	4	9	14	19	40
FLOTTATORE C30	3	7	17	25	33	70
FLOTTATORE C40	4	12	29	44	59	122
FLOTTATORE C50	5	19	46	69	92	192
FLOTTATORE C60	6	27	66	99	132	274

FLOTTATORE C70	7	37	90	134	179	374
FLOTTATORE C80	8	49	117	176	234	488
FLOT CAR C90	9	62	148	22	296	618
FLOTTATORE C100	10	76	183	274	366	762
FLOTTATORE C120	12	110	263	395	527	1098
FLOTTATORE C140	14	149	359	538	717	1494
FLOTTATORE C160	16	195	468	702	936	1952
FLOTTATORE C180	18	247	593	889	1185	2470
FLOTTATORE C200	20	305	732	1098	1464	3050

Tabella tecnica modelli “flottatore a superficie rettangolare”

MODELLO	Unità rettangolari Dim.(mt.)	Area (m2)	Port. m3/h 2,4 m3/h/m2	Port. m3/h 3,6 m3/h/m2	Port. m3/h 4,8 m3/h/m2	Carico dei solidi (Kg/h) 10 lcg/h m2
FLOTTATORE R20	1,0 x 3,0	2,50	6	9	12	25
FLOTTATORE R25	1,50 x 4,0	5	12	18	24	50
FLOTTATORE R30	2,0 x 5,0	8	19	28	38	80
FLOTTATORE R40	2,0 x 6,0	10	24	42	56	100
FLOTTATORE R50	2,5 x 7,5	15	36	66	88	150
FLOTTATORE R60	2,5 x 9,0	18	63	94	126	180
FLOTTATORE R70	2,5 x 10,5	21	80	128	171	210
FLOTTATORE R80	2,5 x 12,0	24	112	168	240	240