



Water Technologies
Division

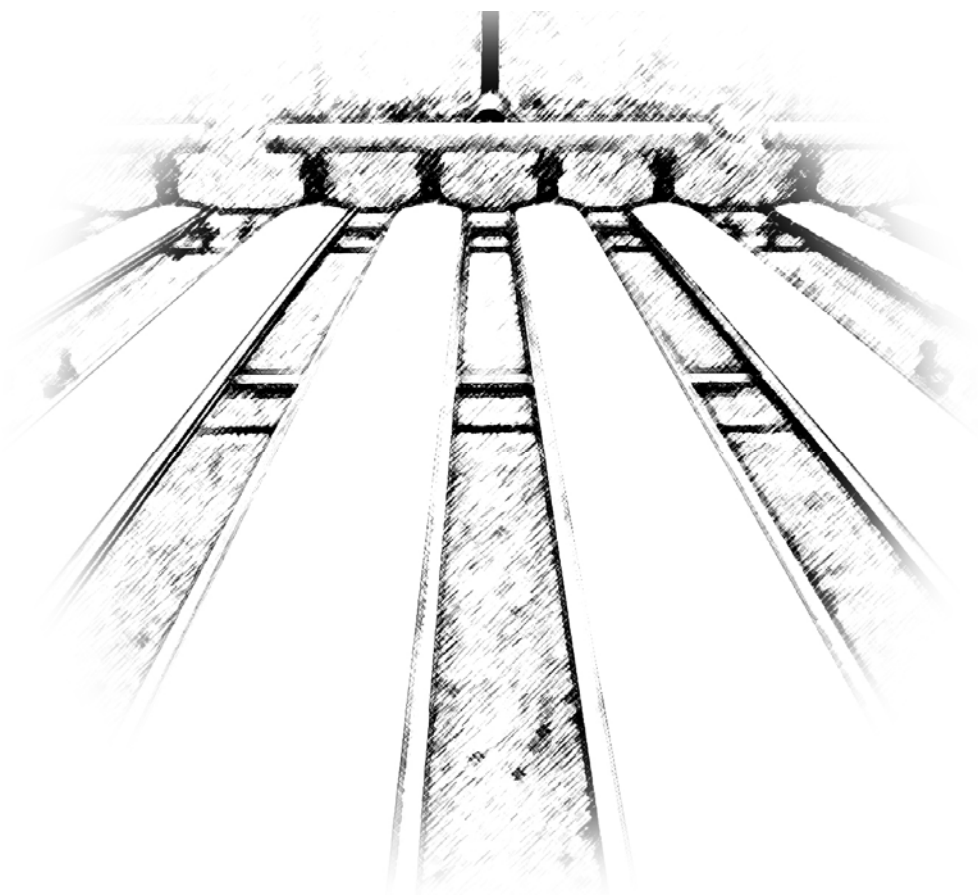
PRODUCT GUIDELINE

Rev. : 06

Data : gen. 2012

Pag. : 16

aquastrip®



Asco Pompe S.r.l.
20089 Rozzano (MI) - Italy
Via Silvio Pellico, 6/8 - C.P. 252
Tel. +39 02 892571
Fax +39 02 89257201
asco@ascopompe.com
www.ascopompe.com

Cap. Soc.: euro 100.000,00
Codice Fiscale: 01445160060
Partita Iva: 02426250136
REA: 1347708 C.C.I.A.A. di Milano



1. INTRODUZIONE.....	3
2. FATTORI DI INFLUENZA	3
3. SISTEMA A FANGHI ATTIVI	3
3.1 Rimozione della sostanza organica.....	4
3.2 Nitrificazione.....	4
3.3 Denitrificazione.....	5
3.4 Efficacia del sistema di aerazione.....	5
3.4.1 Battente idrostatico e livello	5
3.4.2 Bolle, scambio di massa e velocità di risalita	6
3.4.3 Diffusione, coalescenza e corto-circuiti.....	6
4. PANNELLI DIFFUSORI A MICRO-BOLLE aquastrip®.....	7
4.1 Generalità	7
4.2 Caratteristiche costruttive	8
4.3 Gamma di produzione.....	9
4.4 Disposizione dei pannelli all'interno delle vasche	10
4.4.1 Esempi di installazione in vasca	11
4.5 Prestazioni e dimensionamento	11
4.5.1 Trasferimento di Ossigeno (OTR).....	12
4.5.2 Dimensionamento del sistema	13
4.5.3 Verifica delle prestazioni	13
4.5.4 Perdita di carico e intasamento	13
4.6 Gestione e manutenzione del sistema.....	14
4.6.1 Regolazione del carico.....	14
4.6.2 Manutenzione del processo di aerazione	15
4.6.3 Procedura di Blow-down.....	15
4.7 Considerazioni aggiuntive.....	16
4.7.1 Miscelazione	16
4.7.2 Compatibilità chimica.....	16
4.7.3 Temperatura dell'acqua	16
4.7.4 Solidi sospesi	16
4.7.5 Sfiato e drenaggio.....	16

1. INTRODUZIONE

I fenomeni di autodepurazione naturali sono essenzialmente di tipo biologico; attraverso di essi il materiale organico biodegradabile subisce una progressiva azione di demolizione, con formazione di composti via via più stabili, fino alla completa mineralizzazione. Le tecniche di depurazione più sviluppate all'interno di impianti di trattamento delle acque reflue urbane consistono in un'accelerazione, in ambiente controllato, dei fenomeni di degradazione naturale. Il principio alla base di tali processi artificiali consiste nel localizzare ed intensificare su superfici ridotte i fenomeni di trasformazione e di distruzione di materia organica.

I metodi di trattamento biologico più diffusi sono:

- ⇒ letti percolatori e dischi biologici;
- ⇒ fanghi attivi;
- ⇒ tecniche di biofiltrazione o filtrazione biologica accelerata;

2. FATTORI DI INFLUENZA

L'elemento comune a queste tecniche di depurazione risulta essere la presenza di batteri che utilizzano la sostanza organica contenuta nei reflui da depurare per crescere e svilupparsi; tale sintesi avviene secondo una cinetica particolare, influenzata da vari fattori, come la biodegradabilità e la concentrazione del substrato organico, la presenza di elementi nutritivi, la temperatura e, nel caso di processi aerobici, la disponibilità di ossigeno.

I primi tre elementi sono apportati dal refluo in ingresso all'impianto di depurazione; la richiesta di ossigeno è garantita da appositi sistemi atti a trasferire la maggior frazione possibile di ossigeno nel refluo da trattare, contenuto nei bacini di ossidazione, tramite l'insufflazione di aria od ossigeno puro dall'esterno.

Infine, si rende necessaria nei processi di nitrificazione e di rimozione del BOD la presenza di ossigeno disciolto, almeno in concentrazione pari a $1,5 \div 2$ mg/l, per consentire un normale metabolismo.

3. SISTEMA A FANGHI ATTIVI

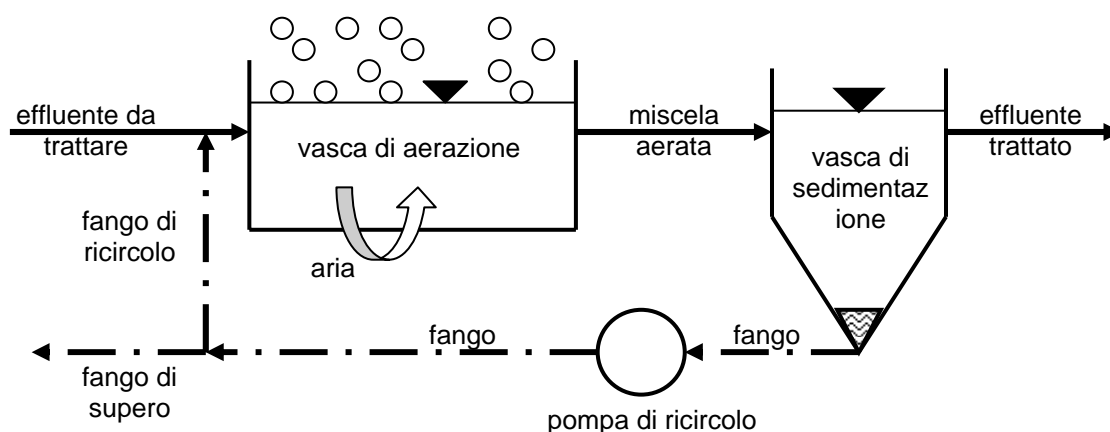
Questo processo di tipo biologico prevede il mescolamento delle acque reflue con fanghi contenenti biomassa, la quale, per crescere e svilupparsi, degrada la sostanza organica presente nel refluo da depurare. Tale sistema si inserisce in uno schema impiantistico simile al seguente:

- ⇒ trattamenti preliminari e primari;
- ⇒ bacino a fanghi attivi (rimozione della sostanza organica - nitrificazione - denitrificazione);
- ⇒ sedimentazione secondaria, con ricircolo di parte dei fanghi sedimentati;
- ⇒ filtrazione dei solidi non sedimentabili;
- ⇒ disinfezione finale;
- ⇒ evacuazione delle acque trattate;

I batteri, comunemente denominati fango biologico, devono essere mantenuti in concentrazione di $3 \div 5$ g/l per permettere una buona separazione del fango nel sedimentatore secondario.

3.1 Rimozione della sostanza organica

E' un trattamento di tipo aerobico condotto mediante aerazione del refluo posto in contatto con una numerosa popolazione batterica preconstituita. La configurazione impiantistica tipica prevede una vasca di aerazione, dove la popolazione batterica è mantenuta in contatto con il refluo da trattare, ed una fase di sedimentazione secondaria, grazie alla quale si possono separare dall'effluente depurato i fiocchi di fango attivo, successivamente riciccolati.



3.2 Nitrificazione

Nei liquami urbani l'azoto è prevalentemente presente sotto forma organica (proteine) e come urea, contenuta nelle urine; in entrambi i casi, esso subisce un rapido processo di ammonificazione ad azoto ammoniacale: per tale motivo è giustificato utilizzare la misura del TKN come parametro indicatore della presenza di composti azotati nel refluo da trattare.

La sedimentazione primaria consente una riduzione del carico di azoto dell'ordine del 10%, l'attività batterica per la rimozione della sostanza organica consuma un quantitativo di azoto pari al 5% del BOD metabolizzato. Per ottenere una riduzione più spinta sono necessari dei trattamenti specifici, attraverso una fase ossidativa di nitrificazione, seguita da una fase riduttiva di denitrificazione.

Per nitrificazione si intende l'ossidazione dei composti inorganici dell'azoto (soprattutto ammoniaca), svolta da batteri autotrofi: *Nitrosomonas* per ossidare l'ammoniaca a nitriti (NO_2^-) e *Nitrobacter* per l'ossidazione dei nitriti a nitrati (NO_3^-).

Dal processo di nitrificazione si evince che:

- ⇒ i prodotti della reazione sono: batteri, nitrati, acido carbonico ed acqua;
- ⇒ la sintesi di nuovi batteri è piuttosto limitata, in rapporto ai quantitativi di ammoniaca ossidata (0,17 g di nuove cellule per ogni g di azoto ammoniacale ossidato);
- ⇒ è necessaria una considerevole quantità di ossigeno libero (4,18 g di O_2 per ogni g di NH_4^+ ossidato);
- ⇒ viene consumata alcalinità e si produce acido carbonico (8,62 g di HCO_3^- per ogni g di ammoniaca ossidata); si tende, quindi, ad un abbassamento del pH dove l'alcalinità in ingresso risulta relativamente bassa.

La velocità di ossidazione dell'ammoniaca a nitriti è notevolmente inferiore a quella di ossidazione dei nitriti a nitrati; l'ossidazione a nitriti limita pertanto la cinetica dell'intero processo.

La concentrazione di ammoniaca (in prima approssimazione rappresentata dal valore di TKN) non esercita una reale azione limitante. Al contrario, l'ossigeno disciolto si comporta da agente limitante nella cinetica di nitrificazione. Per quanto riguarda il pH, l'alcalinità del liquame in ingresso è solitamente sufficiente ad evitare acidificazione del refluo, che comporterebbe un rallentamento della velocità di reazione. Come già osservato in precedenza, la temperatura riveste un ruolo importante nella velocità di reazione.

3.3 Denitrificazione

La rimozione dell'azoto nitrico può essere condotta per via biologica da popolazioni batteriche eterotrofe facoltative, che possono, cioè, operare sia in condizioni aerobiche che anaerobiche; per rimuovere i nitrati occorre che l'ambiente sia anossico. Tali batteri necessitano di un substrato organico da metabolizzare (4÷4,5 g BOD per ogni g di azoto nitrico ridotto).

La cinetica della reazione di denitrificazione può ritenersi indipendente dalla concentrazione sia dei nitrati che del substrato organico. La velocità risente, invece, della temperatura e della fonte di carbonio utilizzata.

3.4 Efficacia del sistema di aerazione

Per soddisfare l'esigenza aerobica dei fanghi attivi, vengono pertanto impiegati dei sistemi di aerazione forzata all'interno delle vasche di processo, necessari anche a mantenere in agitazione il contenuto stesso della vasca. E' infatti necessario distribuire uniformemente le biomasse e rapidamente ridistribuire le frazioni di riflusso. Le possibili soluzioni tecniche adottabili sono:

- ⇒ Aeratori di superficie a turbina;
- ⇒ Mescolatori ed aeratori sommersi;
- ⇒ Sistemi di aerazione a bolle fine.

Ognuno dei sistemi di aerazione elencati è caratterizzato da una specifica efficienza, intesa come capacità di trasferire alla soluzione acquosa molecole di ossigeno, partendo dall'insufflazione di aria od ossigeno allo stato gassoso. In una diffusione, infatti, solo parte del gas forzatamente immesso rimane disciolto e reso disponibile ai fanghi attivi, il rimanente viene restituito all'atmosfera.

Tralasciando complesse analisi, è subito possibile comprendere come la resa di tali sistemi nel trasferire ossigeno all'acqua sia dipendente da fattori strutturali e operativi congiuntamente:

- ⇒ la profondità alla quale l'aria o l'ossigeno vengono diffusi (battente idrico);
- ⇒ le dimensioni delle bolle di aria od ossigeno prodotte;
- ⇒ la concentrazione di immissione;
- ⇒ la stessa agitazione indotta dalla diffusione del gas nella vasca;

Quanto sopra è chiarito nei seguenti punti:

3.4.1 Battente idrostatico e livello

Il passaggio di un gas in soluzione è tanto più facilitato quanto più è elevata la pressione. Pertanto, quanto più in profondità avviene l'immissione dell'aria nei bacini, tanto più elevata sarà la pressione idrostatica e tanto più efficiente sarà l'ossigenazione.

Il passaggio di un gas in soluzione è inoltre più consistente quanto più lungo è il tempo nel quale lo stesso gas rimane a contatto con la fase liquida. Quindi, più in profondità è diffusa l'aria nei bacini, più lunga sarà la risalita e maggiore il passaggio in soluzione del gas.

3.4.2 Bolle, scambio di massa e velocità di risalita

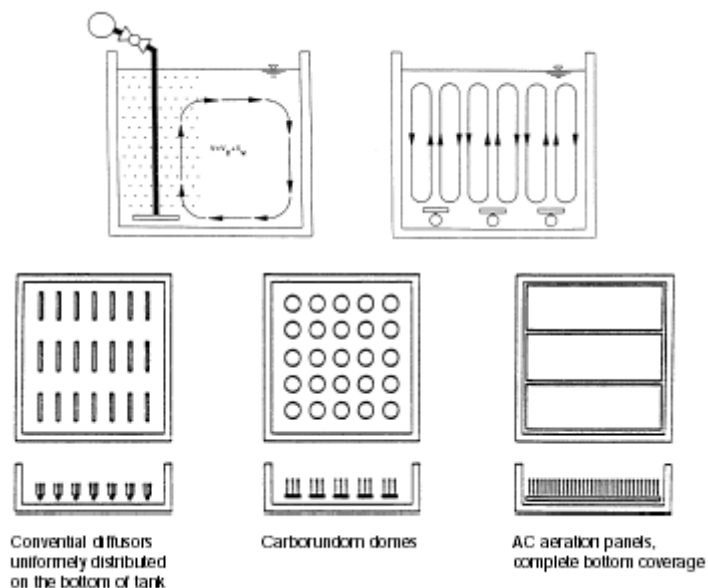
La maggiore superficie di contatto gas/liquido aumenta lo scambio di massa e la dissoluzione del gas. A parità di volume d'aria insufflata, più piccole sono le bolle prodotte diffondendo aria nelle vasche, maggiore è la superficie globale di contatto aria/liquido e sensibilmente più elevato il passaggio di ossigeno in soluzione. Una bolla più fine, inoltre, risale in superficie meno velocemente di una grossa, avvantaggiando la dissoluzione dell'ossigeno per quanto detto al precedente 3.4.1.

3.4.3 Diffusione, coalescenza e corto-circuiti

Concentrare la diffusione dell'aria in minori spazi porta a favorire la coalescenza e la formazione di corto circuiti, favorendo quindi l'unione delle bolle più piccole per la formazione di bolle più grosse, limitando così il trasferimento di ossigeno per quanto detto al punto 3.4.2.

Per questo stesso motivo, diffondere aria dal fondo di una vasca distribuendola da una superficie maggiore ed uniforme facilita il passaggio dell'ossigeno in soluzione.

Per i punti precedenti, è quindi intuibile che la resa di un sistema di aerazione è massima quando questo è capace di produrre e diffondere la fase gassosa nella vasca contenente il liquido da ossigenare sotto forma di bolle della minor dimensione realizzabile, in maniera più estesa e distribuita possibile, impiegando tutto il livello idrico disponibile.



4. PANNELLI DIFFUSORI A MICRO-BOLLE aquastrip®

4.1 Generalità

La tecnologia si sviluppa per rincorrere e massimizzare i concetti affrontati nel precedente paragrafo, ovvero:

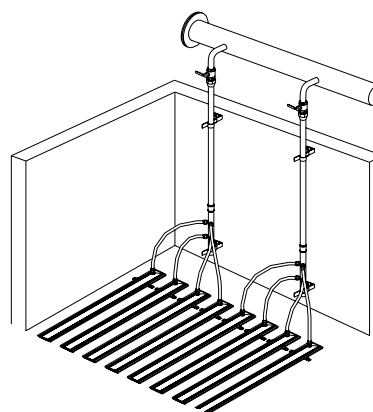
- ⇒ produzione di micro-bolle di minor dimensione;
- ⇒ valorizzazione di tutto il battente;
- ⇒ basso carico di alimentazione;
- ⇒ massima distribuzione superficiale;
- ⇒ disposizione geometrica ottimale;

Il sistema di aerazione a pannelli aquastrip® facilita l'installazione di ampie superfici di diffusione all'interno delle vasche di ossidazione, per una maggiore copertura del fondo ed un conseguente minor carico di alimentazione, inteso come portata di aria diffusa attraverso l'unità di superficie di un diffusore.

E' noto che quanto minore è il carico specifico applicato al diffusore, tanto minori sono le dimensioni delle bolle prodotte ed i relativi fenomeni di coalescenza e tanto maggiori i tempi di risalita e di contatto che permettono il trasferimento gas/liquido.

Grazie al principio della diffusione attraverso una maggiore superficie, è possibile, quindi, raggiungere rese di trasferimento di ossigeno molto elevate, con un minore consumo di aria e di energia. Tale principio accomuna tutti i sistemi di diffusione a bolle fini, ma è reso particolarmente attuabile attraverso l'adozione di pannelli ad ampia superficie.

Paragonare prestazioni ed aspetti economici dei sistemi a pannello con i più convenzionali sistemi a disco o a tubo richiede attenzione particolare; i sistemi tradizionali, come evidente dalla tabella sotto riportata, hanno ambiti operativi ben diversi, con portate d'aria specifiche fino 4 o 5 volte superiori.



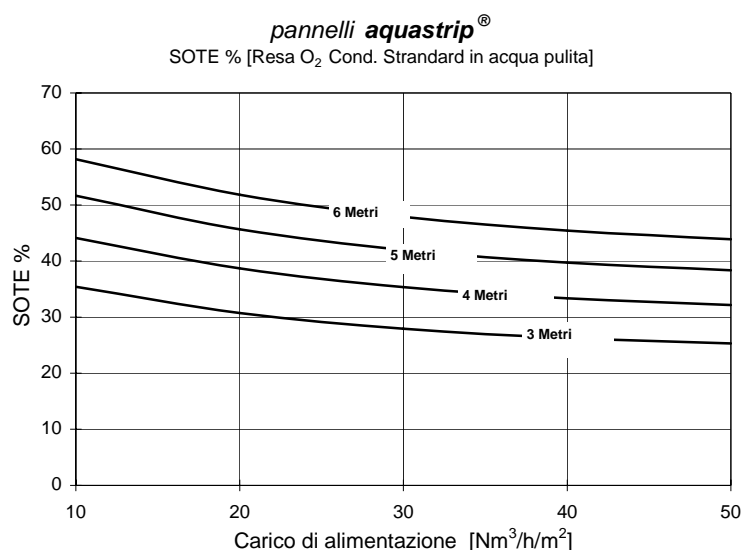
Sistema di diffusione	Sup. Unitaria [m ²]	Alimentazione per unità [Nm ³ /h]	Portata specifica [Nm ³ /h/m ²]
Disco in CERAMICA Ø 260 mm	0,053	3 - 6	56 - 113
Disco in EPDM Ø 315 mm	0,078	6 - 10	77 - 130
Tubolare in ceramica Ø 260 mm L 500	0,11	8 - 15	72 - 136
Pannello aquastrip® L=4000 e W=0,18	0,70	7 - 42	10 - 60

Tabella 1: comparazione indicativa tra alcuni sistemi a microbolle.

Confrontando i dati relativi ai diversi sistemi di diffusione, la tecnologia a pannelli **aquastrap®** è caratterizzata da portate specifiche ottimali mediamente intorno a $30 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$, rispetto ai $130 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$ relativi ai sistemi equivalenti in EPDM o ceramica. Se si volesse, quindi, far operare uno dei sistemi tradizionali nelle condizioni di un sistema a pannelli ed ipoteticamente confrontarne i rendimenti, risulterebbe necessario aumentare il fattore di copertura ed il numero di unità fino a valori difficilmente praticabili, con relativo aumento dei costi di investimento iniziali ed incremento delle difficoltà gestionali.

Con la tecnologia a pannelli è possibile ottenere efficienze di ossigenazione del valore medio S.A.E. intorno a $3\div 7 \text{ KgO}_2/\text{KW}$.

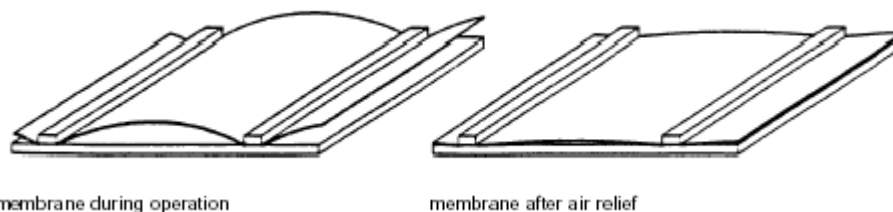
Se gestita in continuo, attraverso la regolazione del carico d'aria in funzione dell'effettiva richiesta di ossigeno in vasca, l'aerazione effettuata con pannelli diffusori risulta in assoluto il sistema più vantaggioso dal punto di vista del costo gestionale (consentendo rese di ossigenazione nettamente superiori a quelle dei comuni sistemi di diffusione a bolle fini e minori costi energetici).



4.2 Caratteristiche costruttive

I diffusori a pannello sono unità ad ampia superficie fissati direttamente sul fondo della vasca. Sono costituiti da un telaio di supporto in acciaio inossidabile AISI 316L, sul quale è tesa una membrana, dotata di speciale foratura anti-intasamento, in materiale sintetico speciale - poliuretano - inerte chimicamente e destinata a non subire gli invecchiamenti chimici tipici delle gomme. Ogni singolo diffusore si presenta come una bandella, lunga e stretta, avente una superficie di diffusione, a seconda dei modelli, tra $0,3$ e $0,7 \text{ m}^2$. Ogni unità rappresenta pertanto l'equivalente in superficie di circa 10-20 diffusori tradizionali a disco.

Il cuore del sistema a pannelli **aquastrap®** è costituito dalla membrana in poliuretano, che costituisce una rimarcabile soluzione all'invecchiamento chimico delle gomme ed è destinata a durare molti anni, come per altro investigato presso impianti operativi con medesimi sistemi da oltre quindici anni. La stessa membrana consente di produrre bolle d'aria in condizione di carichi specifici molto ridotti ($10\text{-}60 \text{ Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$) rispetto ai normali diffusori in gomma o ceramici, permettendo così la produzione di bolle finissime distribuite su un'ampia superficie. Tutta la struttura di supporto, di fissaggio e la connessione aria, inoltre, sono in acciaio inossidabile tipo AISI 316L.



Diversamente dai comuni sistemi di diffusione a dischi, il diffusore a pannello è disteso direttamente sul fondo della vasca. Costituisce pertanto il punto più basso della tubazione di calata dell'aria. Eventuali condense non possono rimanere intrappolate e giungono al diffusore per essere evacuate con l'aria durante la diffusione. Non è dunque normalmente previsto uno scarico di condensa.

4.3 *Gamma di produzione*

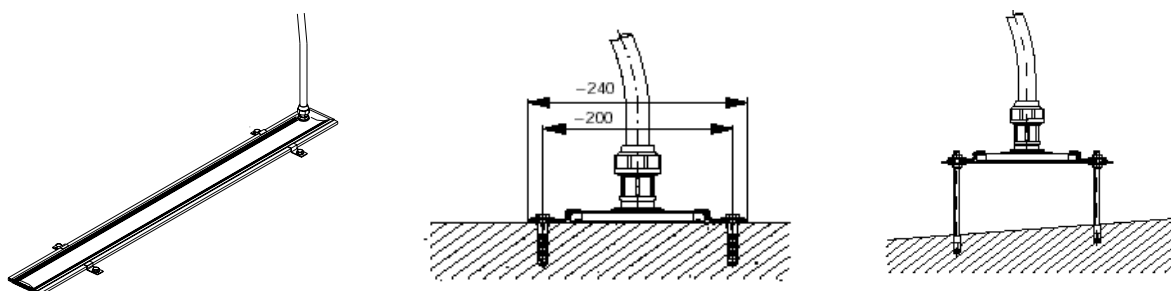
I pannelli diffusori **aquastrip®** sono prodotti per il mercato Italiano in 13 modelli di diversa lunghezza, suddivisi in due diversi tipi di struttura, al fine di soddisfare agevolmente le più svariate dimensioni del comparto ossidativo.

Sia i diffusori con struttura in PVC che quelli con struttura in AISI hanno lo stesso tipo di membrana, quindi rimangono invariate le prestazioni.

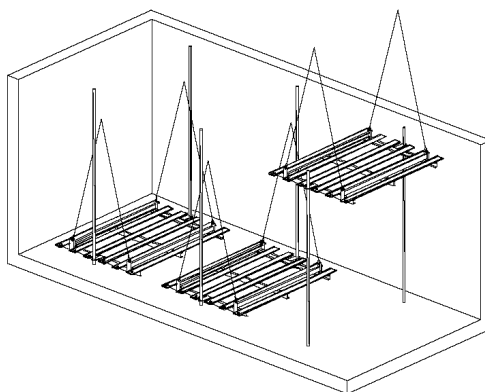
Modelli		L [mm]	W [mm]	Area [m ²]
<i>Struttura PVC</i>	<i>Struttura AISI</i>	-	-	-
Q0,5 EU	-	505	180	0,087
Q1,0 EU	-	1005	180	0,175
Q1,5 EU	-	1505	180	0,262
Q2,0 EU	T2,0 EU 180	2005	180	0,350
Q2,5 EU	T2,5 EU 180	2505	180	0,438
Q3,0 EU	T3,0 EU 180	3005	180	0,525
Q3,5 EU	T3,5 EU 180	3505	180	0,612
Q4,0 EU	T4,0 EU 180	4005	180	0,700

4.4 *Disposizione dei pannelli all'interno delle vasche*

Per il montaggio a fondo vasca sul piano orizzontale, i pannelli diffusori vengono installati e tassellati direttamente al pavimento. Nel caso di fondo vasca irregolare, è possibile livellare il posizionamento dei diffusori settando i tiranti sotto le staffe di fissaggio, come mostrano le figure successive. I pannelli vengono alimentati a gruppi di più unità, attraverso collettori e raccordi in polietilene nero, distribuiti in modo da ottenere un'uniforme ripartizione della portata.

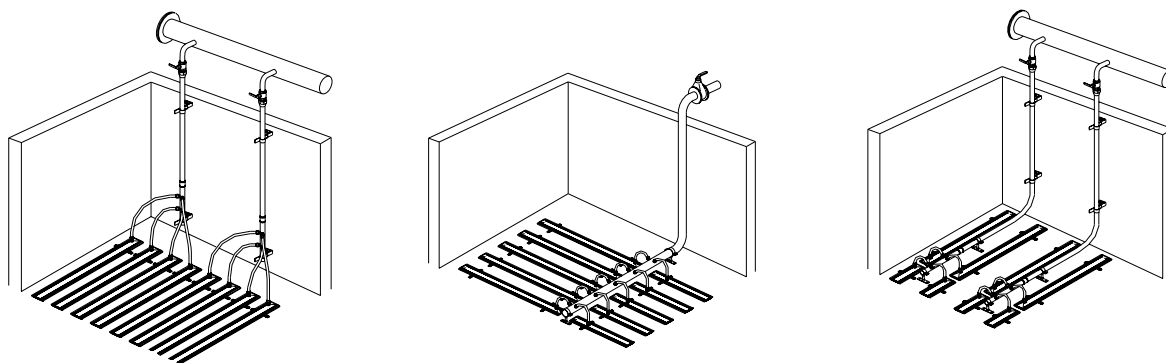


Il concetto di un sistema a pannelli, inoltre, rende possibile l'adozione di un sistema di estrazione o di inserimento dei diffusori a vasca piena, attraverso il montaggio su telai mobili, come mostra la seguente figura.



Con il progetto esecutivo prodotto dal licenziatario della tecnologia **aquastrip®**, vengono normalmente forniti i dettagli per la disposizione dei pannelli all'interno delle vasche, nonché tutte le condizioni operative di alimentazione e gestione del sistema. Riferirsi pertanto a tali documenti per ogni specifico progetto. Se nella fornitura sono inclusi anche i raccordi e le tubazioni per l'alimentazione dei pannelli dal collettore principale, un tipico disegno di assemblaggio è anch'esso fornito in fase di progetto. In tutti i casi, la distanza massima tra due pannelli successivi non deve mai superare i 2,5 metri.

4.4.1 Esempi di installazione in vasca



4.5 Prestazioni e dimensionamento

In senso generale, dimensionare un sistema di ossigenazione di un impianto biologico richiede accurate valutazioni. Le curve ed i dati di rendimento riportati dai produttori dei sistemi di aerazione sono abitualmente valori medi che si riferiscono a condizioni tipiche; non considerano quindi aspetti a volte molto differenti come le dimensioni e la forma della vasca, la logica di copertura del fondo, la densità di distribuzione dei diffusori ed i fattori di conversione tra acqua pulita e condizioni reali di esercizio.

Il punto di partenza e di arrivo per il dimensionamento di un sistema di aerazione è la richiesta (fabbisogno) di ossigeno del processo biologico. Il dato nasce dalle caratteristiche del refluo da trattare e dai risultati qualitativi che si vogliono ottenere (e, quindi, dal livello di rimozione che si vuole raggiungere); generalmente, si considerano i valori di BOD₅ nel caso di sola ossidazione biologica della sostanza organica presente nel liquame da trattare) e la concentrazione di azoto organico, ammoniacale e nitrati (nel caso di trattamenti atti a ridurre il contenuto di azoto).

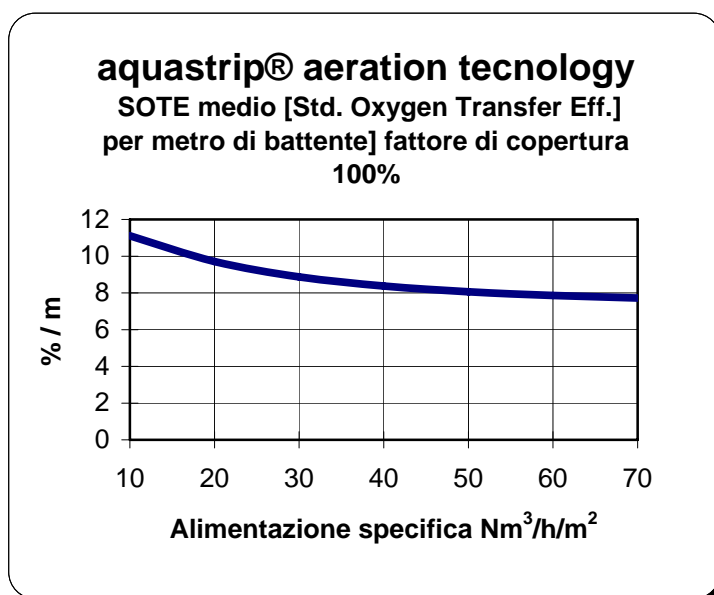
In un sistema a fanghi attivi tradizionale si può molto approssimativamente stimare che la necessità possa essere di circa 2-2,5 Kg di O₂ per ogni Kg di BOD₅ rimosso.

4.5.1 Trasferimento di Ossigeno (OTR)

Una volta definita la richiesta di ossigeno, un sistema di diffusione pannelli può raggiungere rese di aerazione molto alte, quanto più importante è la copertura del fondo e quanto più contenuto il carico di distribuzione specifico. Ciò è evidente dal grafico riportato in seguito, che evidenzia le rese di trasferimento per ogni metro lineare di battente, in una situazione ipotetica di totale copertura del fondo.

Di fatto, il carico specifico particolarmente basso consente la produzione di bolle molto fini dalla lenta risalita; ai minimi carichi infatti si riscontrano valori quali:

- Diametro medio bolla: 0,9 mm;
- Velocità media di risalita: 0,16 m/sec.



Si riportano di seguito i risultati di alcuni test ufficiali condotti da controllori indipendenti, tra i quali enti governativi ed accademici. I dati sono riferiti ad acqua pulita:

Dati Impianto	Unità di misura	1	2	3	4
Sup. vasca	[m ²]	363	262	1074	128
Livello	[m]	4,05	4,5	4,4	4,8
Sup. pannelli	[m ²]	168	185	280	24
Copertura	[%]	46	72,1	26	18,8
Alimentazione	[Nm ³ /h/m ²]	7,0	5,6	10,6	5
Trasf. O ₂	[g/m ³ /h]	36,8	117,5	204,4	200
SAE	[KgO ₂ /Kwh]	3,77	4,45	4,43	4,77

Tabella 2 - Esempio Test

4.5.2 Dimensionamento del sistema

Per dimensionare e valutare un sistema di aerazione a pannelli in casi specifici, Vi preghiamo di rivolgerVi a **Asco Pompe s.r.l.**, licenziatari per l'italia della tecnologia **aquastrip®**. Per motivi di riservatezza, i metodi di calcolo e le curve di rendimento effettive dei sistemi non possono essere diffuse.

4.5.3 Verifica delle prestazioni

Il rendimento di un sistema di aerazione non è misurabile, ma deducibile passando attraverso misure sperimentali in acqua pulita con stima del coefficiente di trasferimento di massa apparente [KLa] riportato poi a condizioni standard di 20° C ed incontrando successivamente il correlato valore di OCst del sistema, che insieme al consumo di aria misurato ci porta alla reale efficienza del sistema.

Esistono naturalmente degli standard di controllo che definiscono condizioni e metodo di misura e calcolo, che il Cliente può impugnare ed ai quali i produttori di sistemi di aerazione devono riferirsi per qualificare le prestazioni dei loro sistemi. La UNI, quale affiliata al comitato Europeo per le normalizzazioni, attualmente si riferisce ad una normativa specifica, la EN 12255 - 15 (UNI EN 12255-15) che stabilisce i parametri di verifica delle rese di trasferimento di ossigeno negli impianti biologici. La norma è applicata dalla maggior parte degli stati Europei e si appoggia in maggior parte a standard di origine Austriaca e Tedesca (ATV M 209; ÖNORM 5888).

I risultati e le rese dichiarate da **Asco Pompe s.r.l.** si riferiscono alle norme UNI EN 12255-15.

4.5.4 Perdita di carico e intasamento

La pressione di esercizio ed il suo controllo sono aspetti fondamentali nella conduzione di un sistema di aerazione. L' incremento della perdita di carico del diffusore durante l'esercizio ed il conseguente rischio di rottura dovuto a sovrappressione, risulta essere uno dei fattori tanto ricorrenti quanto fisiologici. La natura dell'intasamento che determina l'incremento della pressione, è tipicamente dovuta a due fattori: il più ricorrente e' costituito da incrostazioni minerali [calcare, sali e depositi] il secondo, più raro e problematico, da intasamenti biologici possibili in determinate condizioni di processo.

L'incrostazione calcarea, per tutti i diffusori a bolle fini, è una eventualità totalmente fisiologica e pressoché inevitabile, deve essere gestita nell'ordinario della conduzione attraverso il controllo attento delle pressioni con eventuali azioni di rimedio e ripristino. Alcuni sistemi prevedono intervento di lavaggio chimico o, come nei sistemi aquastrip, con cicli di depressurizzazione per la rimozione meccanica delle incrostazioni. L'intasamento biologico, invece, è una condizione assolutamente anomala che si verifica in carenza di ossigeno o di scompenso tra i nutrienti necessari al processo, con biomasse in difficoltà di sopravvivenza e la formazione di film biologico sulle membrane. Anche in quest'ultimo caso il controllo attento delle pressioni consente di prevenire ed eventualmente combattere con lavaggi chimici eventuali rischi di rottura. In ogni caso, in attività normale, la perdita di carico del diffusore, in funzione della portata specifica di alimentazione prevista dal progetto, deve essere compresa tra:

45 – 85 mbar.

La perdita di carico è un fattore estremamente importante sia per l'integrità della membrana che per le prestazioni. Deve pertanto essere attentamente monitorata e non deve mai superare:

110 mbar.

La condotta per la distribuzione dell'aria deve essere prevista, pertanto, per un'uniforme distribuzione a tutti i pannelli e deve essere dotata di un controllo attento della pressione.

Se la pressione del sistema cresce oltre i 40 mbar rispetto alle condizioni normali, andrebbero immediatamente rintracciate le cause, che possono essere la crescita del livello, la diversa densità delle biomasse o uno sporco superficiale delle membrane.

Infatti come detto sopra, soprattutto a carico di alimentazione costante per un tempo prolungato, la membrana può incorrere fisiologicamente in uno sporco, aumentando la perdita di carico. Per ovviare a questo evento, diventano necessari periodici cicli di stretching della membrana per provocare un fenomeno di stappamento. Il periodo di frequenza di questa operazione (chiamato blow-down cycle, vedi dettagli in seguito) dipende dall'impianto e varia da qualche giorno a qualche settimana, meglio se regolare ed automatizzato.

4.6 Gestione e manutenzione del sistema

4.6.1 Regolazione del carico

Un sistema altamente tecnologico ed in grado di fornire elevati rendimenti come il sistema di diffusione a pannelli aquastrip® necessita di un adeguato sistema di controllo e di gestione del processo di aerazione; ciò si rende possibile grazie alla notevole flessibilità della membrana in polimero sintetico che può operare efficacemente anche a bassi carichi. Tale accorgimento, che dovrebbe essere completamente automatizzato (ad es., attraverso controllori logici programmabili), permette di ottenere dei rendimenti generalizzati ancora più elevati, oltre che garantire l'ottimizzazione dell'intero processo di aerazione.

La filosofia consigliata su cui si basa la gestione automatizzata dell'intero processo di aerazione è fondata sulla logica della retroazione diretta (feed-back); con sonde di rilievo dell'ossigeno disciolto in vasca a regolare direttamente l'afflusso di aria.

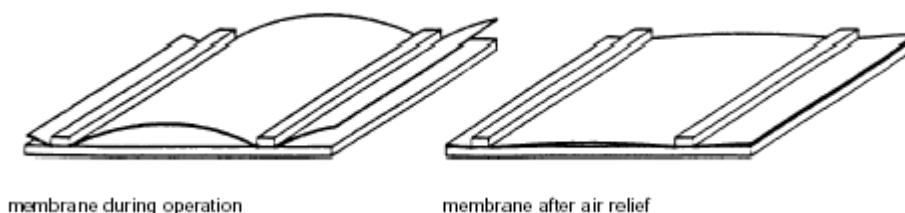
Tale regolazione avviene tipicamente in due modalità:

- ⇒ per gli impianti con singola vasca: le sonde di misura dell'ossigeno (previa impostazione di un valore di set-point) agiscono con processo PID direttamente su inverter abbinati ai compressori, permettendo la correzione della portata d'aria destinata all'ossigenazione, in risposta alle condizioni reali del processo. Rimane altresì raccomandabile l'adozione di un controllo della pressione a fini di sicurezza affinché non si impedisca il superamento di soglie di rischio. Il sistema inoltre, in automatico, eseguirà i cicli di blow-down periodicamente [vedi punto 4.8.2].

- ⇒ per gli impianti con più vasche: la sonda di misura dell'ossigeno di ogni vasca regola in loop chiuso con PID (previa impostazione di un valore di set-point per l'ossigeno) il grado di apertura di una valvola a farfalla disposta sulla condotta dell'aria del medesimo bacino, in funzione della richiesta di ossigeno e della reale ed istantanea concentrazione di ossigeno misurato. Su un differente livello di controllo, il PLC apre al 100% la valvola con il valore di OD più basso tra tutte le sonde in esercizio, e avvia con questa la regolazione PID della portata di aria sul compressore (attraverso inverter ad esempio) al fine di soddisfare il set-point nella medesima vasca di riferimento. Le altre valvole in locale correggeranno di conseguenza, fino a che una di esse casualmente raggiungerà il valore più basso di OD e diventerà la nuova sonda di riferimento. Il sistema consente di operare sempre a valvole praticamente aperte e quindi con la minore pressione e spesa energetica. Rimane altresì raccomandabile l'adozione di un controllo della pressione a fini di sicurezza affinché non si superino soglie di rischio dovute a intasamenti, contro i quali il sistema in automatico eseguirà periodici cicli di blow down chiudendo a turno le valvole di regolazione [vedi punto 4.8.2].

4.6.2 Manutenzione del processo di aerazione

Per quanto nei punti precedenti, risulta importante provvedere ad opere di manutenzione ordinaria dei diffusori, tramite più cicli giornalieri di deflating delle membrane (rilassamento e successivo tensionamento, chiamato blow-down cycle), regolari ed automatizzati, al fine di mantenere le membrane libere da possibili intasamenti temporanei dovuti ad incrostazioni minerali, calcare, saline e/o depositi e/o alla sedimentazione di parte dei fanghi.



Ricordiamo che In attività normale, la perdita di carico del diffusore, in funzione del livello di alimentazione specifico previsto dal progetto, deve essere compresa tra 45-85 mbar. Deve pertanto essere attentamente monitorata e non deve mai superare 100 mbar.

Se la pressione del sistema cresce oltre i 40 mbar rispetto alle condizioni normali, andrebbero immediatamente rintracciate le cause, che possono essere la crescita del livello, la diversa densità delle biomasse o uno sporco superficiale delle membrane.

Per consentire la liberazione delle membrane dalle incrostazioni, sia a livello preventivo che a livello correttivo si eseguono azioni di blow down come descritta in seguito.

4.6.3 Procedura di Blow-down

La seguente procedura costituisce una pratica preventiva, semplice e necessaria a mantenere in massima efficienza le membrane dei diffusori. E' da considerarsi una pratica ordinaria, prevedendola regolarmente. Il rapido rilassamento (*deflating*) e tensionamento (*stretching*) della membrana consentono un effetto di pulizia, dato dalla rapida chiusura e apertura dei micro-fori.

- 1) Spegnimento del compressore.
- 2) Sfiato della pressione nella condotta.
- 3) Raggiunta la pressione di scarico, nuova chiusura degli sfiati.
- 4) Mantenimento delle membrane in scarico per un tempo di circa 2 minuti.
- 5) Avviamento dei compressori fino a pressione di esercizio.

Non è prevista l'iniezione nel flusso di aria di acidi o altre soluzioni ossidanti comunemente impiegate, per l'eventuale lavaggio delle membrane dei diffusori installati negli impianti di trattamento di acque reflue domestiche/civili, a meno che sia concordata con il fornitore (in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del refluo). Nel caso di difficoltà a rimuovere le incrostazioni ed a ripristinare la pressione normale del sistema si possono in extremis eseguire dosaggi nella linea dell'aria di soluzioni acide (acido acetico 80%) in tenore di 0,3 - 1 Litri/gg per ogni metro quadrato di diffusori, in qualche giorno la pressione del sistema dovrebbe rientrare nella normalità. Ciò non toglie che vadano ricercate le cause scatenanti il problema, cause solitamente da ricercare in un processo biologico anomalo o in difficoltà.

Quando possibile, è raccomandabile prevedere lo svuotamento della vasca una volta ogni 3-5 anni, per verificare depositi, detriti o danni meccanici ai pannelli. In questa occasione si consiglia un lavaggio dei pannelli con lance idrogetto ad alta pressione.

Per ogni evenienza, si consiglia di tenere pronti in occasione dell'ispezione ordinaria, una scorta di circa il 3% dei pannelli, nel caso si riscontrino danneggiamenti.

Grazie alla procedura preventiva di Blow-down è pertanto possibile garantire una periodica pulizia dei diffusori aquastrip®, evitando inutili estrazioni degli aeratori e mantenendo in tal modo l'importante continuità operativa.

4.7 Considerazioni aggiuntive

4.7.1 Miscelazione

In tutti i casi, nel dimensionare o nel gestire un sistema di aerazione sprovvisto di agitazione dinamica, occorre tenere conto dei seguenti minimi carichi di distribuzione dell'aria, necessari per mantenere in sospensione le biomasse ed evitare depositi sul fondo dei bacini:

- ⇒ Diffusori fissati al fondo vasca: > 1,8 Nm³/ora * m² di fondo vasca
- ⇒ Diffusori fissati a 5-10 cm dal fondo: > 2,0 Nm³/ora * m² di fondo vasca
- ⇒ Diffusori fissati fino a 50 cm dal fondo: > 2,2 Nm³/ora * m² di fondo vasca

4.7.2 Compatibilità chimica

I diffusori sono resistenti al contatto con tutti gli elementi tipicamente contenuti in acque di scarico d'origine civile. Nel caso di acque particolari d'origine industriale, si tenga presente che la membrana del diffusore può subire danneggiamenti dovuti alla presenza di forti ossidanti o riducenti chimici, come anche solventi polari non adsorbiti. Il valore di rH deve rimanere tra 12 -30. Nei casi limite o nel dubbio si raccomanda di verificare con delle prove campione.

4.7.3 Temperatura dell'acqua

La massima temperatura compatibile con la membrana del pannello è 35°C.

Una temperatura di scarico dal compressore dell'aria di 100°C è generalmente accettabile, poiché è verificato in condizioni reali un sufficiente raffreddamento durante il percorso e la distribuzione.

4.7.4 Solidi sospesi

Adottando un sistema a pannelli, è fortemente raccomandata l'adozione di un efficiente sistema di grigliatura fine nei trattamenti primari, al fine di evitare che solidi sedimentabili grossolani possano, oltre che danneggiare i diffusori, depositarsi sui pannelli e compromettere l'efficienza generale del sistema.

4.7.5 Sfiato e drenaggio

Per la gestione del sistema (vedi punti precedenti), la condotta di distribuzione dell'aria deve essere dotata di una valvola di sfiato. Questa è necessaria per depressurizzare velocemente la condotta. Sarebbe ideale per queste operazioni su grossi impianti prevedere eventualmente una valvola automatica.

A valle delle valvole di intercettazione a cui sono collegate le singole calate non è necessario prevedere drenaggio di condensa, la quale viene evacuata direttamente dal diffusore.

Lungo la condotta aerea principale, solitamente in acciaio inossidabile, sono da prevedere drenaggi o trappola per la condensa nei punti di accumulo della stessa.