

# DEPURAZIONE DEI MOLLUSCHI BIVALVI: PRINCIPI E ASPETTI PRATICI

## CAPITOLO 1

### INTRODUZIONE

La depurazione è una tecnica applicata in molte parti del mondo per la rimozione di batteri dai molluschi bivalvi, quando questi sono lievemente o moderatamente contaminati. Viene attuata mediante immersione in vasche, contenenti acqua di mare pulita, per un periodo di tempo che varia da alcune ore ad alcuni giorni in modo che i molluschi bivalvi possano espletare la loro naturale funzione filtratrice. È normalmente effettuata perché richiesta da normative nazionali, regionali o locali, oppure può essere applicata a discrezione dell'industria produttrice per proteggere i consumatori, dimostrare scrupolosità o soddisfare le richieste di legge per l'esportazione.

In Europa esiste una lunga tradizione nell'uso della depurazione dei molluschi bivalvi per risolvere i problemi causati dalla contaminazione fecale provocata dalla forte antropizzazione delle zone costiere. Sebbene anche negli USA vi sia una lunga tradizione di utilizzo della depurazione, la grande disponibilità di acque costiere relativamente incontaminate ha consentito di rivolgere una maggiore attenzione al processo di raccolta dei molluschi bivalvi piuttosto che alla rimozione dei contaminanti dopo la raccolta. La depurazione è praticata in maniera estensiva anche in Australia e Giappone, mentre ha una diffusione limitata in Nuova Zelanda. In generale, in molte parti del mondo il mercato dei molluschi bivalvi non è soggetto a specifici parametri igienici di legge e così in queste aree la depurazione non è praticata.

I principali fattori che intervengono sull'efficacia della depurazione sono la progettazione del sistema di depurazione stesso, la qualità dell'acqua di mare utilizzata, il modo in cui il sistema lavora ed il mantenimento della corretta condizione fisiologica dei molluschi bivalvi per un lasso di tempo adeguato.

Sebbene il processo di depurazione sia basato sulla conservazione dello status fisiologico dei molluschi bivalvi, al fine di mantenere inalterata la loro capacità filtrante, la massima efficacia della depurazione, specialmente dai virus, avviene entro limiti ambientali più ristretti di quelli entro i quali tale attività fisiologica è garantita. Infatti i limiti per la temperatura e l'ossigeno disciolto riportati in letteratura o in alcuni regolamenti possono non essere quelli ottimali per l'eliminazione dei patogeni. Per esempio è riconosciuto che il processo di depurazione dai virus dell'Ostrica giapponese (*Crassostrea gigas*) è molto più efficace a 18°C piuttosto che a 8°C.

La depurazione rimuove solo livelli bassi o moderati di contaminazione microbica, di conseguenza non può essere utilizzata per molluschi bivalvi fortemente contaminati; inoltre, non tutti i batteri o i virus possono essere rimossi con successo dal processo di depurazione.

In generale, l'approccio migliore per la produzione di molluschi bivalvi sicuri è quello di allevarli in zone dove l'acqua non è soggetta a contaminazione fecale (aree approvate nel Sistema degli Stati Uniti e zone di classe A nella UE). L'applicazione del processo di depurazione, insieme alla raccolta da aree pulite, garantisce che il rischio di malattie da contaminanti di origine fecale sia il più basso possibile e sia raggiungibile senza una completa cottura del mollusco.

Altri pericoli da considerare durante la produzione di molluschi bivalvi sicuri sono rappresentati dai vibrieni patogeni naturalmente presenti, le biotossine algali ed i contaminanti chimici come i metalli pesanti ed i prodotti chimici organici. Alcune informazioni generali sulla portata e la natura della depurazione realizzata in alcuni paesi sono sintetizzate nella Tabella 1.1.

Tabella 1.1 Depurazione in alcuni paesi

| Paese          | Numero stimato di impianti approvati | Principali specie depurate                                                                                                                                                                                    | Tipi di sistemi                               | Tipi di disinfezione dell'acqua di mare |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Cina           | 7                                    | vongole e ostriche                                                                                                                                                                                            | a ricircolo;<br>a flusso continuo             | UV, ozono                               |
| Francia        | 1422                                 | <i>Crassostrea gigas</i> , <i>Mytilus edulis</i> ,<br><i>Mytilus galloprovincialis</i> ;<br><i>Ostrea edulis</i> ; <i>Cerastoderma edule</i> ;<br><i>Ruditapes decussatus</i> ;<br><i>Tapes philippinarum</i> | Statica;<br>a ricircolo;<br>a flusso continuo | UV, ozono;<br>cloro;<br>aerazione       |
| Irlanda        | 20                                   | <i>Crassostrea gigas</i> ,<br><i>Mytilus edulis</i> ; <i>Ostrea edulis</i>                                                                                                                                    | a ricircolo                                   | UV; acqua di pozzo                      |
| Italia         | 114                                  | <i>Tapes philippinarum</i> ,<br><i>Mytilus galloprovincialis</i> ;<br><i>Chamelea Gallina</i>                                                                                                                 | a ricircolo;<br>a flusso continuo             | UV, ozono;<br>cloro                     |
| Malaysia       | 2                                    | <i>Crassostrea iredalei</i> ;<br><i>Crassostrea belcheri</i>                                                                                                                                                  | a ricircolo                                   | UV                                      |
| Marocco        | 2                                    | <i>Crassostrea gigas</i> ;<br><i>Ruditapes decussatus</i> ;<br><i>Mytilus galloprovincialis</i> ; <i>Perna Perna</i>                                                                                          | statica;<br>a ricircolo                       | UV; cloro                               |
| Paesi Bassi    | 10                                   | <i>Mytilus edulis</i> , <i>Crassostrea gigas</i> ; <i>Ostrea edulis</i>                                                                                                                                       | a ricircolo;<br>a flusso continuo             | UV o non disinfettati                   |
| Filippine      | 1                                    | <i>Crassostrea iredalei</i> ; <i>Perna viridis</i>                                                                                                                                                            | statica,<br>a flusso continuo?                | UV, ozono;<br>cloro;iodio               |
| Portogallo     | 2282                                 | <i>Ruditapes decussatus</i> ; <i>Ostrea spp</i> ;<br><i>Crassostrea angulata</i> ;<br><i>Mytilus spp.</i>                                                                                                     | statica;<br>a ricircolo;<br>a flusso continuo | UV; cloro                               |
| Regno Unito    | 82                                   | <i>Mytilus spp.</i> ; <i>Crassostrea gigas</i> ,<br><i>Ostrea edulis</i> ; <i>Tapes philippinarum</i> ;<br><i>Ruditapes decussatus</i> ;<br><i>Cerastoderma edule</i>                                         | a ricircolo;<br>a flusso continuo             | UV                                      |
| Giappone       | > 1000                               | Ostriche e cappellette                                                                                                                                                                                        | statica;<br>a ricircolo;<br>a flusso continuo | UV, ozono;<br>cloro, elettrolisi        |
| Spagna Galizia | - 60                                 | Cozze, vongole, fasolari, ostriche                                                                                                                                                                            | a ricircolo;<br>a flusso continuo             | Cloro                                   |

## PERCHE' DEPURARE?

Su base mondiale i principali rischi legati al consumo di molluschi bivalvi provengono dalla contaminazione microbiologica delle acque in cui crescono, in particolare quando questi sono destinati ad essere consumati crudi. Infatti, a causa della loro attività filtrante, i molluschi bivalvi concentrano gli agenti inquinanti ad un livello molto più elevato dell'ambiente circostante. Questo determinerà la necessità dei processi di depurazione al fine di rimuovere o ridurre i rischi di contaminazione prima del consumo. Molti degli agenti patogeni, quali i virus gastrointestinali o i virus epatici ed i batteri che causano il tifo, sono di solito associati alla contaminazione da liquami umani. Altri, come i batteri che causano gastroenteriti (*Salmonelle* non-tifoidee e *Campylobacter*), possono essere associati sia alle feci degli animali che alle acque reflue. Queste ultime possono contaminare le aree di produzione dei molluschi bivalvi con il dilavamento della terra durante i periodi di pioggia.

Altri rischi sono associati alla naturale presenza di organismi patogeni nell'ambiente marino; si possono ricordare le infezioni causate da batteri patogeni del genere *Vibrio* e le varie forme di avvelenamento provocate dalle biotossine prodotte da alcune alghe unicellulari, come ad esempio l'avvelenamento paralitico dei molluschi (paralytic shellfish poisoning PSP), quello neurotossico dei molluschi (neurotoxic shellfish poisoning NSP), quello amnesico dei molluschi (amnesic shellfish poisoning ASP) e quello diarroico dei molluschi (diarrhetic shellfish poisoning DSP).

In certe zone i contaminanti chimici quali i metalli pesanti, i pesticidi, gli organoclorurati, le sostanze chimiche di derivazione del petrolio, costituiscono un potenziale pericolo. Tuttavia i report epidemiologici e la letteratura scientifica non riportano evidenze che la contaminazione dei molluschi bivalvi con sostanze chimiche costituisca un problema significativo per il loro consumo. L'identificazione ed il monitoraggio delle zone di produzione rappresentano un passaggio molto importante per identificare e controllare tali pericoli. Gli indicatori batterici fecali, come i coliformi fecali o l'*Escherichia coli* sono usati per valutare il rischio della presenza di agenti patogeni batterici e virali. L'uso di *E. coli* è sempre più diffuso in quanto è considerato un indicatore preciso di contaminazione fecale. Il monitoraggio per stabilire il rischio associato alla presenza delle biotossine può essere basato sulla valutazione della presenza di alghe produttrici di tossine, sulla stima diretta delle biotossine nei molluschi bivalvi, od entrambe le cose. Il monitoraggio dei molluschi bivalvi può essere effettuato anche per i contaminanti chimici.

Il rischio di malattie batteriche derivanti dal consumo di molluschi bivalvi raccolti da acque soggette a bassi livelli di contaminazione microbiologica può essere ridotto con la stabulazione in una zona meno contaminata o con la depurazione in vasche di acqua di mare pulita, o con una combinazione di entrambi i metodi. La depurazione da sola ha un effetto limitato sulla riduzione del livello di virus e di vibroni marini nei molluschi bivalvi e non è adatta per quelli raccolti da zone contaminate in maniera più significativa o da zone soggette a contaminazione da idrocarburi, da metalli pesanti, da pesticidi o da biotossine. Per il modo in cui è attualmente praticata la depurazione, l'efficacia del processo di rimozione di virus e vibroni marini è limitata. La tabella 2.1 mostra i principali rischi associati con il consumo di molluschi bivalvi.

Tabella 2.1: Rischi associati con il consumo di molluschi bivalvi

| Pericoli       | Contaminanti |                                                                                                                                                                                       |
|----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Infezioni      | Batteri      | <i>Salmonella spp.</i> , <i>Shigella spp.</i> , <i>Vibrio spp.</i> ,<br><i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>campylobacter spp.</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> |
|                | Virus        | Norovirus, virus dell'Epatite A                                                                                                                                                       |
| Intossicazioni | Chimica      | Metalli pesanti: Mercurio (Hg), cadmio (Cd), piombo (Pb).<br>Inquinanti organici: diossine, Policlorobifenili (PCB), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA),<br>pesticidi            |
|                | Biotossine   | PSP, DSP, ASP, NSP                                                                                                                                                                    |

## 2,1 MALATTIE ASSOCIATE AL CONSUMO DI MOLLUSCHI BIVALVI

Le gastroenteriti associate al consumo dei molluschi bivalvi sono conosciute da secoli. I batteri implicati nelle malattie da molluschi bivalvi sono riportati nella tabella 2.2. Molti di questi sono legati alla contaminazione fecale degli impianti di molluschicoltura. In molti paesi industrializzati delle aree temperate la causa di gastroenterite più comune è il Norovirus, sebbene negli Stati Uniti d'America si siano verificate numerose infezioni da vibriani patogeni, tra cui *V. parahaemolyticus* e *V. vulnificus*. I Norovirus causano un'infezione autolimitante che ha un periodo di incubazione di 12-48 ore (in media circa 36 ore), che normalmente dura 12-60 ore (in media circa 48 ore) e la cui guarigione di solito avviene senza conseguenze di lunga durata o permanenti. I sintomi principali sono: nausea, vomito, crampi addominali e diarrea. Sebbene la gastroenterite virale sia generalmente una malattia lieve, con un tasso di mortalità di circa lo 0,1 % (i bambini e gli anziani sono i più colpiti), i numerosi casi che si verificano ogni anno rappresentano un notevole onere finanziario. La maggior parte dei casi sono dovuti al contagio umano diretto mentre la natura dei sistemi di segnalazione della malattia rende difficile stimare quale percentuale possa essere dovuta al consumo di molluschi bivalvi. Non è inoltre chiaro in che misura i casi secondari derivino da persone infettate attraverso il consumo dei molluschi bivalvi.

In alcuni paesi, l'epatite A è ancora un problema significativo. Per esempio, il consumo dei molluschi bivalvi è stato stimato come la causa del 70 % dei casi di questa malattia in Italia. La cottura delle vongole nei ristoranti o a casa è solo parzialmente efficace nel ridurre il rischio di malattia. Il periodo di incubazione è tra le 2 e le 6 settimane (in media circa 4 settimane) e gli effetti possono durare per diversi mesi. I principali sintomi sono febbre, cefalea, nausea, vomito, diarrea, dolore addominale ed ittero. Anche se gli effetti sono più gravi e duraturi di quanto non avvenga con le infezioni da Norovirus, il tasso di mortalità è ancora relativamente basso, circa lo 0,2 %. Le specie di *Salmonella* che causano tifo e paratifo contaminano i molluschi bivalvi tramite le feci umane, comprese le acque reflue, quando nella popolazione locale vi sono dei malati o dei portatori sani. Le altre specie che causano gastroenterite sono associate sia a feci umane che animali. Le infezioni da *Salmonella spp.* associate al consumo di molluschi bivalvi hanno rappresentato per anni un problema significativo in Europa e Nord America, ma ora si verificano raramente grazie al miglioramento della sanità pubblica e grazie all'efficacia degli attuali controlli igienici sulla produzione dei molluschi bivalvi. In Europa e in America le gastroenteriti da *Salmonella spp.* associate al consumo di molluschi bivalvi si verificano ancora in varie occasioni, soprattutto quando si pescano i molluschi bivalvi per l'autoconsumo o quando questi vengono commercializzati senza rispettare tutti i controlli sanitari. È probabile che questi batteri causino ancora un elevato numero di focolai in paesi subtropicali e tropicali, ma i sistemi di segnalazione della malattia in questi paesi tendono ad essere incompleti rendendo difficile da accertare il reale livello del problema. Sono state riferite infezioni intestinali causate da *Shigella spp.* e *Campylobacter spp.* associate al consumo dei molluschi bivalvi negli Stati Uniti d'America ma non in Europa; la ragione di questa differenza non è al momento nota.

Diverse specie di *Vibrio* patogeni causano malattia associata al consumo di molluschi bivalvi. I due più importanti in termini di numero di infezioni e/o vittime sono il *V. parahaemolyticus* e il *V. vulnificus*. La maggior parte di questi vibriani vivono naturalmente negli ambienti costieri e degli estuari e non sono associati alla contaminazione delle acque reflue. Invece, i ceppi di *Vibrio cholerae* che causano il colera epidemico derivano principalmente da contaminazione fecale umana. L'abbattimento termico dei molluschi bivalvi immediatamente dopo la raccolta ed il mantenimento alle basse temperature (inferiori o uguali a 10°C) si sono dimostrati metodi importanti nella prevenzione della moltiplicazione dei vibriani patogeni. Nelle aree del mondo soggette a tali problemi, durante i mesi estivi, quando il rischio è più elevato, i controlli possono essere effettuati alla raccolta, al trasporto post-raccolta o al trattamento post-raccolta (pastorizzazione, trattamento con alta pressione, congelamento, irradiazione).

Il *Vibrio parahaemolyticus* causa gastroenteriti; in Giappone per molti anni è stato la causa più comune di intossicazione alimentare associata al consumo di pesce crudo e di frutti di mare. La

malattia è stata anche segnalata in altre parti dell'Asia e degli Stati Uniti d'America, in Canada, in Africa e nell'Europa meridionale, anche se casi di malattia per consumo di prodotti importati possono verificarsi ovunque. Al di fuori del Giappone, le infezioni sono spesso associate al consumo di ostriche crude, poco cotte o per cross-contaminazione. I sintomi predominanti sono nausea, vomito, diarrea, crampi addominali e febbre. Il periodo di incubazione è compreso tra le 4 e le 96 ore (con una media di 15 ore) e la durata media della malattia è di 2,5 giorni. Non tutti i ceppi di *V. parahaemolyticus* sono patogeni e la maggior parte di quelli trovati nell'ambiente e nei molluschi bivalvi non causano gastroenteriti. La patogenicità di un ceppo dipende dalla presenza di specifici geni, quindi sono necessari dei test molecolari specifici per confermare che un ceppo isolato dai molluschi bivalvi possa essere in grado di causare la malattia.

Il *V. vulnificus* può causare infezioni delle ferite, se dei tagli aperti entrano in contatto con acqua di mare o con superfici contaminate con il microrganismo. Può anche causare una forma setticemica primaria entrando attraverso il tratto intestinale, in genere dopo aver mangiato ostriche contaminate. Entrambe le infezioni, da ferita e da setticemia, possono essere fatali, con un tasso di mortalità del 7-25 % per il primo caso e di circa il 50 % nel secondo caso. La setticemia da *V. vulnificus* è di solito associata a malattie preesistenti come diabete, malattie epatiche, renali o immunitarie. Il periodo di incubazione può variare da 7 ore a diversi giorni e senza un rapido trattamento specifico la morte può verificarsi entro poche ore dalla prima manifestazione dei sintomi. La maggior parte dei casi e dei decessi associati a questo organismo sono stati segnalati nella Costa del Golfo degli Stati Uniti d'America, ma ci sono state segnalazioni di infezioni anche in Asia. Si sospetta che i ceppi differiscano per la loro capacità di causare malattia, ma ciò non è ancora stato definitivamente provato. Le infezioni da ferite associate con la gestione dei pesci (tra cui le anguille) sono state riscontrate anche nel nord Europa e in Israele, dove però non è stato segnalato alcun caso di setticemia primaria derivata dal consumo di ostriche.

I ceppi di *V. cholerae* variano notevolmente nelle loro caratteristiche. Molto probabilmente alcuni ceppi non possono causare infezioni gastrointestinali nell'uomo, mentre altri sono in grado di causare una grave diarrea acquosa, il colera, che può essere fatale e trasformarsi in epidemia o pandemia. Altri ceppi ancora possono causare una forma di gastroenterite più simile a quella provocata da *Salmonella* (di solito singoli casi o focolai di piccole dimensioni). I ceppi (enterotossigeni *V. cholerae* O1) associati al colera di solito sono trasmessi per contaminazione fecale di acqua potabile o di alimenti, questi ultimi spesso inquinati attraverso l'acqua di risciacquo, ecc. Sono stati riportati casi di trasmissione tramite consumo di molluschi bivalvi crudi o poco cotti. Gli altri ceppi patogeni (*V. cholerae* non-O1) possono trovarsi naturalmente nell'ambiente marino e sono stati segnalati negli Stati Uniti d'America.

Le malattie gastrointestinali da *Shigella spp.* e *Campylobacter spp.* associate al consumo di molluschi bivalvi sono state segnalate negli Stati Uniti d'America ma non in altri paesi. Questo può essere dovuto alla diversa efficacia dei test diagnostici e dei sistemi di report epidemiologici piuttosto che a reali differenze geografiche nell'insorgenza di tali infezioni.

In aggiunta ai microrganismi confermati come causa d'infezioni associate al consumo di molluschi bivalvi, altri agenti patogeni per l'uomo sono stati ritrovati al loro interno, ma non vi sono attualmente prove valide che dimostrino che questi possano causare la malattia attraverso il consumo dei molluschi bivalvi (*Cryptosporidium*, *Giardia* e microsporidi).

L'infezione da *Listeria monocytogenes* da consumo di molluschi bivalvi è finora stata legata solo al prodotto affumicato (mitili in particolare) e non al prodotto consumato vivo o cotto.

Tabella 2.2: Malattie da microrganismi associate al consumo dei molluschi bivalvi

| Microrganismo                                                                                                             | Periodo di incubazione                                                                      | Durata                                                                                                       | Principali sintomi                                                                                                           | Principale fonte di contaminazione del mollusco                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Batteri                                                                                                                   |                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                                                              |                                                                |
| <i>Salmonella typhi</i><br>e <i>S. paratyphi</i>                                                                          | Typhi: 1-3 settimane<br>Paratyphi: 1-10 giorni<br>Altra fonte: 7/28 giorni, media 14 giorni | Typhi: fino a 4 settimane<br>Paratyphi: 2-3 settimane                                                        | Malessere, cefalea, febbre, tosse, nausea, vomito, stitichezza, dolore addominale, brividi, macchie rosa, feci sanguinolente | Feci umane/depuratori                                          |
| Altre Salmonelle                                                                                                          | 6-72 ore, media 18/36 ore                                                                   | 4-7 giorni                                                                                                   | Dolore addominale, diarrea, brividi, febbre, nausea, vomito, malessere                                                       | Feci umane/depuratori / feci degli animali o uccelli / liquame |
| <i>Campylobacter spp.</i>                                                                                                 | 2/7 giorni                                                                                  | 3-6 giorni                                                                                                   | Diarrea (spesso con sangue), forte dolore addominale, febbre, anoressia, malessere, cefalea, vomito                          | Feci degli animali o uccelli / liquame                         |
| <i>Shigella spp.</i>                                                                                                      | 24/72 ore                                                                                   | 5-7 giorni                                                                                                   | Dolore addominale, diarrea, sangue e muco nelle feci, febbre                                                                 | Feci umane/depuratori                                          |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                                                                                            | 2-48 ore, media 12 ore                                                                      | 2-14 giorni (media 2,5)                                                                                      | Dolore addominale, diarrea, nausea, vomito, febbre, brividi, mal di testa                                                    | Ambiente Marino                                                |
| <i>Vibrio vulnificus</i>                                                                                                  | 16 ore media < 24 ore                                                                       | 2-3 giorni                                                                                                   | Malessere, brividi, febbre, prostrazione, lesioni cutanee, incidenti                                                         | Ambiente Marino                                                |
| <i>Vibrio cholerae</i> sierotipi O1 e O139                                                                                | 1-5 giorni, di solito 2-3 giorni                                                            | 2-5 giorni                                                                                                   | Diarrea acquosa profusa, (Feci riso-acqua), vomito, dolori addominali, disidratazione                                        | Feci umane/depuratori                                          |
| <i>Vibrio cholerae</i> non-O1/nonO139                                                                                     | 2 o 3 giorni                                                                                | fino a 1 settimana                                                                                           | Diarrea acquosa (varia da perdita di feci a diarrea colera-like)                                                             | Ambiente Marino                                                |
| Virus                                                                                                                     |                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                                                              |                                                                |
| <i>Norovirus</i>                                                                                                          | 1-3 giorni media 36 ore                                                                     | 20/72 ore                                                                                                    | Diarrea, nausea, vomito, dolore addominale, spasmi addominali                                                                | Feci umane/depuratori                                          |
| Virus dell'epatite A                                                                                                      | 10-50 giorni, media 25 giorni                                                               | 10/30 giorni<br>10% di infetti persone avranno una forma prolungata o recidivante per un periodo di 6-9 mesi | Febbre, malessere, stanchezza, anoressia, nausea, dolore addominale, ittero                                                  | Feci umane/depuratori                                          |
| Astrovirus1 Human (sono stati segnalati solo un piccolo numero di infezioni associate a Astrovirus dai molluschi bivalvi) | 1/2 giorni                                                                                  | 48/72 ore                                                                                                    | Diarrea, alcune volte accompagnato da uno o più segni o sintomi enterici                                                     | Feci umane/depuratori                                          |

## 2,2 QUALI SPECIE HANNO BISOGNO DI DEPURAZIONE?

In generale, tutte le specie di molluschi bivalvi possono essere sottoposte a depurazione per eliminare i microrganismi che li contaminano. I molluschi bivalvi per i quali si rende maggiormente necessario tale processo sono le ostriche, le cozze e le vongole (di tutte le specie a seconda della provenienza). Alcune specie come i cuori, le cappellette ed i canalicchi presentano delle specifiche problematiche per la depurazione, per esempio la mobilità delle cappellette rende difficile il loro contenimento in ceste e prevenire che esse raccolgano i detriti del sedimento. Per fortuna, sono stati trovati alcuni accorgimenti per aggirare molti di questi problemi. Mentre la depurazione può essere l'unica strategia di riduzione dei contaminanti per le specie consumate crude, come le ostriche, per molte altre specie di bivalvi, consumate poco cotte, la depurazione fornirà una garanzia supplementare. Inoltre, alcune specie che si mangiano relativamente ben cotte in alcuni paesi possono essere consumate crude o poco cotte in altri e quindi l'aumento del commercio internazionale complica la valutazione del rischio per le singole specie di molluschi bivalvi. Infine va notato che le esigenze fisiologiche della stessa specie variano sensibilmente dalla regione, se non addirittura dal luogo specifico di provenienza (per esempio in relazione alla salinità).

## 2.3 REQUISITI NORMATIVI

L'attuale politica internazionale sulla sicurezza alimentare si basa sul controllo degli alimenti tramite l'analisi del rischio. L'analisi del rischio comprende tre elementi:

- La valutazione del rischio, che è la valutazione scientifica degli effetti sulla salute noti o potenziali derivanti dall'esposizione umana ai pericoli di origine alimentare;
  - La gestione del rischio, che è il processo mediante il quale si stima il rischio e si sviluppano le strategie più adeguate per governarlo;
  - La comunicazione del rischio, che è un processo interattivo di scambio d'informazioni e pareri sul rischio tra i responsabili della valutazione del rischio, i gestori del rischio, e le altre parti interessate.
- In alcuni sistemi legislativi l'obbligo della depurazione o di altri mezzi di riduzione della contaminazione microbica post-raccolta è dettata dalla classificazione della zona di raccolta. Tale classificazione è eseguita sulla base del grado di contaminazione fecale (usando dei batteri indicatori) in un numero di campioni prelevati nel corso di un lungo periodo di tempo (un anno o più).

Nell'Unione europea, i requisiti sono contenuti nel regolamento CE N. 853/2004 che stabilisce le norme specifiche di igiene per gli alimenti di origine animale, mentre la classificazione delle zone di raccolta è specificato nel regolamento CE N. 854/2004 recante norme specifiche per l'organizzazione dei controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano. Questa classificazione è basata sui livelli di *E. coli* in campioni di molluschi bivalvi. La Tabella 2.3 mostra i criteri per la classificazione delle aree di raccolta nell'UE e i successivi requisiti di trattamento relativi.

Tabella 2.3 Criteri per la classificazione delle aree di raccolta dei Molluschi Bivalvi Vivi (MBV) nell'Unione europea

| Classe   | Standard microbiologico <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                      | Trattamento richiesto dopo la raccolta                             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| A        | ≤ 230 <i>E. coli</i> per 100 g di polpa e liquido intervalvare di MBV <sup>2</sup>                                                                                                                                        | Nessuno                                                            |
| B        | ≤ 4600 <i>E. coli</i> per 100 g di polpa e liquido intervalvare di MBV nel 90% dei campioni.<br>Il rimanente 10% non deve superare i ≤ 46000 <i>E. coli</i> per 100 g di polpa e liquido intervalvare di MBV <sup>3</sup> | Depurazione, stabulazione o trasformazione con metodi riconosciuti |
| C        | ≤ 46000 <i>E. coli</i> per 100 g di polpa e liquido intervalvare di MBV <sup>4</sup>                                                                                                                                      | Stabulazione o trasformazione con metodi riconosciuti              |
| Preclusa | > 46000 <i>E. coli</i> per 100 g di polpa e liquido intervalvare di MBV <sup>5</sup>                                                                                                                                      | Raccolta non permessa                                              |

Note: <sup>1</sup> Il metodo di riferimento è dato dalla ISO 16649-3

<sup>2</sup> Per riferimento crociato tra Regolamento CE 854/2004, Regolamento CE 853/2004 e Regolamento CE 2073/2005

<sup>3</sup> Dal Regolamento CE 1021/2008

<sup>4</sup> Dal Regolamento CE 854/2004

<sup>5</sup> Questo livello non è specificato in nessun regolamento ma non è conforme con le classi A, B e C. Per ragioni sanitarie l'Autorità Competente può proibire ogni produzione e raccolta da zone non considerate adatte.

Le normative comunitarie contengono poche disposizioni dettagliate per quanto concerne il modo in cui la depurazione deve essere intrapresa. L'obbligo principale relativo al sistema stesso è che: "L'esercizio del sistema di depurazione deve consentire ai molluschi bivalvi vivi di riprendere e mantenere rapidamente l'attività filtrante di alimentazione per eliminare la contaminazione residua, non ricontaminarsi e mantenere la propria vitalità in condizioni idonee dopo la depurazione per il confezionamento, lo stoccaggio ed il trasporto prima di essere immessi sul mercato".

Inoltre, si stabilisce che i molluschi bivalvi devono essere depurati ininterrottamente per un periodo sufficiente ad ottenere la conformità del prodotto finale allo standard microbiologico (*E. coli* ≤

230/100 g; assenza di Salmonella in 25 g). Gli stati membri dell'UE tendono a chiarire il modo in cui i principi di depurazione e gli altri criteri generali devono essere raggiunti tramite l'applicazione della legislazione nazionale ed il controllo delle procedure.

Negli Stati Uniti d'America, i requisiti per la depurazione sono indicati nel capitolo XV del decreto del programma nazionale di sanità dei molluschi bivalvi (National Shellfish Sanitation Program NSSP). Spetta ai singoli Stati dell'Unione attuare la legislazione seguendo le prescrizioni del decreto se i propri produttori vogliono commercializzare con altri Stati USA. Gli stessi requisiti si applicano ad altri paesi che desiderano commercializzare con gli Stati Uniti d'America. Negli Stati Uniti d'America, la classificazione delle zone di raccolta si basa sui livelli di coliformi fecali in campioni di acqua di mare. La Tabella 2.4 mostra i criteri di classificazione ed i trattamenti associati negli USA. I requisiti di depurazione riportati nel NSSP sono più dettagliati rispetto alla legislazione dell'UE, con requisiti più specifici per la costruzione dei centri di depurazione, il loro funzionamento e la verifica del sistema di depurazione.

Tabella 2.4 Criteri per la classificazione delle aree di raccolta dei Molluschi Bivalvi Vivi negli Stati Uniti d'America

| Classe         | Coliformi totali (100 ml di acqua)                                                                                       |                   | Coliformi fecali (100 ml di acqua) |                   | Trattamento richiesto dopo la raccolta       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|
|                | Media geometrica                                                                                                         | 90% di conformità | Media geometrica                   | 90% di conformità |                                              |
| Area approvata | ≤ 70                                                                                                                     | ≤ 230             | ≤ 14                               | ≤ 43              | Nessuno                                      |
| Area limitata  | ≤ 700                                                                                                                    | ≤ 2300            | ≤ 88                               | ≤ 260             | Depurazione o stabulazione in aree approvate |
| Area Preclusa  | Assenza di sorveglianza sanitaria o condizioni diverse da quelle richieste per le aree approvate o limitate <sup>1</sup> |                   |                                    |                   | Raccolta non permessa                        |

<sup>1</sup> Possono essere utilizzati altri aspetti, rispetto alla concentrazione di contaminanti, per dichiarare vietata una zona

In molti sistemi di sicurezza alimentare, i controlli in materia di depurazione coprono i seguenti requisiti:

- Utilizzo di acqua di mare pulita (con disinfezione se l'acqua di sorgente non è di qualità sufficiente)
- Progettazione e realizzazione del sistema
- Funzionamento del sistema
- Dimostrazione di prestazioni adeguate per quanto riguarda la rimozione dei batteri indicatori
- Requisiti di controllo della qualità
- Test del prodotto finale

## 2,4 BIOSICUREZZA

Le operazioni all'interno di un impianto di depurazione devono essere gestite in conformità ai principi generali di biosicurezza per quanto riguarda sia la salute pubblica che i molluschi bivalvi. Le procedure di pulizia e disinfezione devono evitare la contaminazione del prodotto dall'esterno all'interno dello stabilimento, mentre le acque reflue ed i materiali di scarto dall'interno dello stabilimento non devono provocare la contaminazione dell'ambiente e dei molluschi bivalvi nelle zone di raccolta.



### PRINCIPI GENERALI DELLA DEPURAZIONE

La depurazione consiste nel mettere i molluschi bivalvi in acqua corrente di mare pulita per un periodo di tempo tale che gli animali riprendano la normale attività di filtrazione e, quindi, espellano gli agenti inquinanti dalle loro branchie e dal loro tratto intestinale. I principi fondamentali sono:

- Ripresa dell'attività di filtraggio in modo che i contaminanti vengano espulsi
  - Ciò comporta il mantenimento delle corrette condizioni di salinità, temperatura ed ossigeno nell'acqua
- Rimozione dei contaminanti
  - Tramite sedimentazione e/o rimozione per deflusso
  - Applicando le condizioni di una corretta depurazione per un periodo di tempo adeguato
- Prevenzione della ricontaminazione
  - Tramite il sistema "tutto pieno, tutto vuoto"
  - Con l'utilizzo di acqua di mare pulita in tutte le fasi di depurazione
  - Evitando la risospensione del materiale espulso
  - Con la pulizia a fondo tra i lotti
- Mantenimento della vitalità e della qualità
  - Attraverso la corretta manualità prima, durante e dopo la depurazione

#### 3,1 RIPRESA DELL'ATTIVITÀ DI FILTRAZIONE

Gli animali non devono essere sottoposti ad uno stress eccessivo prima del processo di depurazione. Questo significa che il metodo di raccolta ed il successivo trattamento non devono creare shock agli animali, i quali non devono essere esposti a temperature estreme. Una volta inseriti nel sistema, le condizioni fisiologiche devono essere tali da ottimizzarne l'attività. I criteri che devono essere considerati per questo sono:

##### **Salinità**

Ci sono limiti minimi e massimi assoluti al di fuori dei quali il processo di filtrazione non funziona correttamente. Questi limiti variano con la specie e con l'origine dei molluschi bivalvi. Vedi Tabella 3.1 per i valori. Entro questi limiti, la regola generale è che la salinità utilizzata per la depurazione sia entro il 20 % di quella della zona di raccolta. L'acqua di mare prelevata dai siti costieri che non sono influenzati dalle fonti d'acqua dolce, come i fiumi o gli scarichi delle acque piovane, dovrebbe avere una salinità relativamente costante.

##### **Temperatura**

Anche in questo caso, ci sono limiti assoluti di temperatura al di fuori dei quali i molluschi bivalvi non filteranno correttamente. Vedi Tabella 3.2 per i valori. Tuttavia, le temperature in cui l'attività fisiologica dei molluschi bivalvi è migliore non necessariamente corrisponde a quella che fornisce una buona rimozione dai contaminanti microbici.

##### **Ossigeno disciolto**

Deve essere assicurato un livello adeguato di ossigeno per garantire l'attività fisiologica dei molluschi bivalvi. In passato è stato dato un livello minimo del 50 % di saturazione per *Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas* e da allora questo livello è stato applicato in modo ampio, sebbene le evidenze scientifiche a supporto di questa scelta siano limitate. La quantità assoluta di ossigeno disciolto in acqua varia con la temperatura (Più alta sarà la temperatura minore sarà la concentrazione di ossigeno, proprio quando il fabbisogno di ossigeno dei molluschi bivalvi sarà maggiore). In generale, i sistemi ben progettati e funzionanti dovrebbero essere in grado di mantenere concentrazioni di ossigeno di almeno 5 mg/l per i mitili mentre concentrazioni maggiori sono spesso facilmente raggiunte per le altre specie. L'aerazione dell'acqua marina non dovrebbe comunque compromettere gli altri aspetti del processo, come il deposito delle feci espulse. Ci possono essere difficoltà nel raggiungimento di 5 mg/l di ossigeno nei paesi in cui la temperatura

ambientale è notevolmente superiore a 25°C. In tali casi, sarà necessario dimostrare che l'uso di concentrazioni di ossigeno inferiori non alteri l'efficacia del trattamento di depurazione. Potrebbe essere necessario raffreddare l'acqua di depurazione in modo da raggiungere la concentrazione di ossigeno disciolto sufficiente all'efficacia del trattamento. Tuttavia, il raffreddamento delle acque di depurazione nei climi temperati deve essere effettuato con attenzione in quanto, sebbene l'attività fisiologica può essere mantenuta a temperature più basse, l'efficienza della rimozione microbica, in particolare quella dei virus, può essere significativamente ridotta.

Tabella 3.1 Limiti di salinità raccomandata

| Specie                       | Salinità  |
|------------------------------|-----------|
| <i>Crassostrea gigas</i>     | 20.5      |
| <i>Ostrea edulis</i>         | 25.0      |
| <i>Mytilus edulis</i>        | 19.0      |
| <i>Cerastoderma edule</i>    | 20.0      |
| <i>Mercenaria mercenaria</i> | 20.5      |
| <i>Tapes decussatus</i>      | 20.5      |
| <i>Tapes philippinarum</i>   | 20.5      |
| <i>Ensis spp.</i>            | 30        |
| <i>Crassostrea iredalei</i>  | 17,5 - 20 |

Tabella 3.2 Limiti di temperatura raccomandata

| Specie                       | Temperatura minima | Temperatura massima |
|------------------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Crassostrea gigas</i>     | 8                  | 18                  |
| <i>Ostrea edulis</i>         | 5                  | 15                  |
| <i>Mytilus edulis</i>        | 5                  | 15                  |
| <i>Cerastoderma edule</i>    | 7                  | 16                  |
| <i>Mercenaria mercenaria</i> | 12                 | 20                  |
| <i>Tapes decussatus</i>      | 12                 | 20                  |
| <i>Tapes philippinarum</i>   | 5                  | 20                  |
| <i>Ensis spp.</i>            | 10                 | -                   |

### 3.2 RIMOZIONE DELLE CONTAMINAZIONI

Lo scopo primario della depurazione è la rimozione dei contaminanti microbici e questo è in gran parte raggiunto fornendo ai molluschi bivalvi le condizioni fisiologiche necessarie per la ripresa dell'attività di filtrazione e fornendo un flusso sufficiente e ininterrotto di acqua per permettere che il materiale depurato sia allontanato dai molluschi bivalvi. Tuttavia, la rimozione microbica, in particolare quella virale, non è sempre ottimale in una qualsiasi delle condizioni in cui i molluschi bivalvi riescono a filtrare. In particolare, nei climi temperati, le temperature dell'acqua necessarie per l'eliminazione dei virus sono ben al di sopra del valore minimo per l'attività di filtrazione. Inoltre, anche la rimozione di vibroni marini non può essere raggiunta in queste condizioni e c'è il pericolo che l'innalzamento della temperatura aumenti addirittura la possibilità di proliferazione di vibroni marini all'interno del sistema di depurazione.

### 3.3 EVITARE LA RICONTAMINAZIONE

Un requisito essenziale per evitare la ricontaminazione durante il processo di depurazione è l'applicazione del sistema "tutto pieno, tutto vuoto", cioè evitare che i molluschi bivalvi siano aggiunti al sistema una volta che il ciclo di depurazione è stato avviato. Questo è necessario per prevenire che i molluschi bivalvi parzialmente depurati siano ricontaminati dal materiale espulso dai molluschi bivalvi immessi successivamente. Ciò impedisce anche che il materiale fecale sia risospeso durante l'aggiunta di ulteriori molluschi bivalvi. È necessario che l'acqua di mare sia pulita, sia quando deriva da una fonte primaria di prelievo, sia quando viene riciclata nel corso di un singolo ciclo di depurazione, o riutilizzata da un ciclo all'altro. È stato dimostrato che i batteri patogeni possono sopravvivere nelle feci e possono essere successivamente reimmessi nell'acqua di ricircolo. Ci si aspetta che la possibilità di ricontaminazione sia maggiore per i virus a causa della loro maggiore sopravvivenza in acqua di mare. Un flusso adeguato d'acqua all'interno del sistema è

necessario per garantire che le feci e le pseudofeci depurate vengano allontanate dai molluschi bivalvi. Tuttavia, soprattutto con i sistemi di ricircolo, il flusso deve consentire l'adeguato deposito del materiale depurato. Se il flusso è troppo forte il materiale verrà risospeso nell'acqua. I sistemi di disinfezione possono non essere sufficienti ad inattivare gli agenti patogeni prima che questi vengano riciclati e reingeriti. A questo proposito, il flusso di acqua deve essere in equilibrio tra quello necessario per l'adeguata filtrazione e la rimozione del materiale depurato e quello che consente il deposito dei materiali solidi. Alcuni grandi sistemi sono stati progettati con un flusso verso l'alto o verso il basso; il primo deve essere evitato, in quanto tenderà a mantenere il materiale depurato in sospensione. I sistemi di aerazione devono evitare la risospensione del materiale depurato; non dovrebbero quindi essere situati direttamente sotto, o avere impatto diretto sugli stessi molluschi bivalvi. La risospensione può verificarsi anche quando i molluschi bivalvi, o le vaschette o i cestelli in cui essi si trovano, vengono rimossi mentre l'acqua è ancora presente nel sistema. Per questo motivo lo scarico dell'acqua deve essere al di sotto dello strato più basso di molluschi.

### **3,4 MANTENIMENTO DELLA VITALITÀ E DELLA QUALITÀ**

La vitalità e la qualità sono mantenute nei seguenti modi:

- Con la corretta manipolazione e conservazione dei molluschi bivalvi prima e dopo la depurazione, evitando urti e vibrazioni eccessive;
- Con la fornitura di un adeguato flusso di acqua e di ossigeno disciolto durante il processo di depurazione;
- Evitando le temperature troppo alte o troppo basse;
- Mantenendo ad un livello minimo, durante la depurazione, l'accumulo dei prodotti finali come l'ammoniaca.

La deposizione dei gameti nei molluschi bivalvi porta ad un loro indebolimento, di conseguenza i molluschi bivalvi che sono in questa fase non dovrebbero essere depurati. Quelli che eliminano i gameti nelle vasche dovrebbero essere riportati nelle zone di raccolta (se consentito dalle norme vigenti).

### **3,5 LIMITAZIONI DELLA DEPURAZIONE**

La depurazione è stata sviluppata originariamente per rimuovere i contaminanti batterici dai molluschi bivalvi, principalmente la *Salmonella typhi*. In generale, un sistema di depurazione progettato correttamente e ben gestito permette la rimozione dei batteri indicatori di origine fecale (come l'*E. coli*) ed i patogeni (come la *Salmonella*). La depurazione si è invece dimostrata inefficace per la riduzione di alcune specie di *Vibrio* patogeni per l'uomo; anzi, se la salinità è ottimale (ad esempio 10-30 ppm) e la temperatura è sufficientemente elevata durante un ciclo di depurazione (ad esempio, oltre i 20 °C) si può avere addirittura un aumento della concentrazione di vibrii eventualmente presenti. Gli studi sull'efficacia della rimozione dei batteri durante la depurazione utilizzano molluschi bivalvi artificialmente contaminati con colture batteriche che tendono a mostrare un maggior grado di decontaminazione di quanto non avvenga nei molluschi bivalvi naturalmente contaminati. L'uso di tali contaminazioni per le indagini sui criteri di depurazione o per la convalida dell'efficacia dei sistemi commerciali è quindi discutibile.

Alcune ricerche nel nord Europa su ostriche del Pacifico (*C. gigas*) hanno dimostrato che durante la depurazione i virus vengono rimossi molto più lentamente di quanto avvenga con l'*E. coli*. Anche nei sistemi adeguatamente progettati e gestiti circa un terzo della carica virale iniziale rimarrà dopo 2 giorni di trattamento a 8°C. È vero che a temperature più elevate, ad esempio 18-21°C, i virus vengono rimossi dai molluschi bivalvi più velocemente, ma vi è comunque la possibilità che dopo 5-7 giorni di trattamento a tali temperature permangano residui virali, nonostante la contaminazione iniziale moderata. Considerato che la dose infettiva di questi patogeni virali sembra essere bassa, la depurazione non può essere considerata come il fattore primario di eliminazione del rischio, ma piuttosto come un processo che riduca in una certa misura il rischio di malattia da questi patogeni. Pertanto, è necessario ottimizzare la progettazione e la gestione dei sistemi per la depurazione anche per la rimozione di agenti patogeni e non solo per la semplice rimozione degli indicatori batterici

quali l'*E. coli*. Non sono disponibili informazioni sulla depurazione dei virus dalle ostriche nei climi più caldi. I dati sulla depurazione dei mitili (*Mytilus spp.*), artificialmente contaminati con l'epatite A, indica che il periodo di depurazione necessario per la sua rimozione è anch'essa prolungata.

### **3.6 BIOTOSSINE**

La depurazione non è attualmente considerata uno strumento efficace per ridurre a livelli di sicurezza la contaminazione da biotossine algali. Il tasso di depurazione varia con il tipo di tossina, con la specie di mollusco bivalve considerato e può durare da diversi giorni a diversi mesi. Anche per quelle tossine e quelle specie per le quali è stata dimostrata un'eliminazione più rapida, questa non è costante e singoli animali possono mantenere livelli di tossine significativamente più alti di altri. Come per la rimozione di altri agenti inquinanti, il tasso di depurazione è influenzato dalla temperatura e dalla salinità. La rimozione in ambiente naturale può essere più rapida che in vasca a causa della disponibilità di cibo naturale.

### **3.7 CONTAMINANTI CHIMICI**

La depurazione in vasche non è considerata un mezzo pratico per la rimozione di concentrazioni elevate di metalli pesanti e di contaminanti chimici organici. Ad esempio, la contaminazione da idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in *Arenia Mya* impiega diverse settimane per ridursi a livelli non significativi.

## REQUISITI PER I SITI

### 4,1 POSIZIONE GENERALE

Ci sono diversi fattori che influenzano la scelta di un sito dove costruire un centro di depurazione. Questi includono:

#### **Piani regolatori**

I piani regolatori locali possono rappresentare un fattore decisivo per stabilire dove possa essere situato un impianto di depurazione, le sue dimensioni ed il suo design esterno. In alcuni paesi sta diventando sempre più difficile costruire nuovi impianti sulle coste o in località rurali. Questo determina lo spostamento dei siti in zone industriali o in altre aree urbane o suburbane.

#### **L'accesso al prodotto**

L'importanza di questo fattore, in relazione alla posizione dell'impianto di depurazione, dipende dal fatto se debbano essere depurati molluschi bivalvi della zona o molluschi bivalvi provenienti da altre aree di produzione. Se devono essere utilizzati molluschi bivalvi locali può essere preferibile una posizione ragionevolmente vicino alla zona di raccolta o di allevamento, in base anche agli altri fattori elencati in questa sezione.

#### **Accesso al mare**

Sono necessari dei volumi di acqua di mare relativamente grandi. Tale quantità varia a seconda della dimensione della struttura, del suo funzionamento (a flusso continuo o a ricircolo) ed al numero di cicli di trattamento a settimana. Un approccio alternativo è l'aggiunta della giusta quantità di sali all'acqua potabile. La qualità e le fonti di approvvigionamento di acqua di mare sono illustrati nella sezione 4.2.

#### **Accesso alle vie di trasporto per i prodotti finiti**

Questa è una considerazione importante dal punto di vista commerciale, ma i dettagli dipenderanno dalla quantità del prodotto, dalla distanza dal mercato e dalle condizioni locali.

#### **Impianti di smaltimento dei rifiuti**

Vi è la necessità di disporre di impianti per lo smaltimento dell'acqua di mare utilizzata, dell'acqua potabile e dei rifiuti solidi (tra cui i gusci rotti). Le normative locali possono imporre che i rifiuti liquidi derivati dall'impianto siano trattati come rifiuti commerciali e soggetti ad una tariffazione separata. Per gli impianti in località costiere, si può accettare che l'acqua di mare utilizzata sia reimpressa in estuario o in mare, ma questo potrebbe non essere sempre possibile.

### 4,2 QUALITÀ DELL'ACQUA DI MARE

Per una depurazione adeguata è necessario avere una fonte costante di acqua di mare di buona qualità. Un'acqua di qualità scadente presenta livelli significativi di contaminanti che possono provocare potenzialmente una ulteriore contaminazione dei molluschi bivalvi. C'è anche la possibilità che la presenza di contaminanti in mare inibisca l'attività dei molluschi bivalvi. Inoltre, la composizione dell'acqua di mare deve essere adeguata alle esigenze fisiologiche della specie in questione e ai parametri normativi. Dove l'acqua di mare disponibile in loco non è delle caratteristiche richieste, o dove l'impianto di depurazione si trova ad una certa distanza dal mare, può essere utilizzata acqua di mare artificiale. In un numero limitato di località si può avere acqua salina di pozzo con le caratteristiche richieste.

In un piccolo numero di paesi l'acqua di mare si riutilizza da un ciclo di depurazione ad un altro. Se ciò è effettuato si consiglia di avere un livello di trattamento delle acque maggiore per rimuovere i sottoprodotti metabolici e mantenere l'efficienza della depurazione. Inoltre una parte dell'acqua di mare deve essere sostituita con nuova acqua in maniera regolare. Ciò è necessario in ogni caso per sostituire l'acqua persa durante la pulizia degli impianti dopo ogni ciclo. Inoltre, l'intero volume di acqua di mare deve essere sostituito in maniera regolare. Al fine di consentire una depurazione efficace bisogna anche controllare che l'evaporazione durante il riutilizzo non aumenti la salinità. Nel Regno Unito il riutilizzo di acqua di mare è consentito in condizioni particolari per singoli

impianti tramite autorizzazione dall'autorità centrale. Ciò per ridurre l'onere per l'industria, dove non è disponibile la fornitura di acqua di mare di buona qualità e dove condizioni meteorologiche avverse o le maree impediscono il rifornimento di acqua di mare di buona qualità. Tuttavia, l'efficienza di depurazione dell'acqua diminuisce con il riutilizzo e quindi questa pratica non è consigliabile. In molti paesi il riutilizzo non è consentito.

#### **4.2.1 ACQUA DI MARE NATURALE**

In generale l'acqua marina naturale per l'uso nella depurazione deve avere le seguenti proprietà:

- Se deve essere sottoposta a disinfezione prima dell'uso: essere prelevata da una zona che sia conforme almeno ai requisiti per una zona di produzione adatta alla depurazione (UE classe B, riservata negli Stati Uniti);
- Se non deve essere sottoposta a disinfezione prima dell'uso: essere prelevata da una zona che sia conforme almeno ai requisiti per una zona di produzione adatta per il consumo umano diretto (UE classe A, US approvato);
- Essere libera da contaminanti chimici in concentrazioni tali che possano interferire con il funzionamento fisiologico degli animali o procurare effetti sulla salute umana;
- Essere presa da una zona priva di concentrazioni significative da specie di fitoplancton potenzialmente tossiche e da biotossine;
- Avere una salinità tra 19 e 35 ppm (a seconda della specie che deve essere depurata e alla salinità della zona di raccolta)
- Avere una torbidità inferiore o uguale a 15 NTU (Unità Nefelometrica).

È quindi implicito che l'acqua non deve essere prelevata da zone che sono in quel momento chiuse per la raccolta a causa di eventi microbiologici, chimici o per presenza di biotossine.

In Nuova Zelanda è previsto un pH di 7,0-8,4 dell'acqua utilizzata per il processo di depurazione.

La torbidità, la salinità e la contaminazione microbiologica può variare a seconda delle maree e l'acqua di mare deve essere prelevata quando la torbidità e la contaminazione microbiologica sono al minimo, mentre la salinità è nella gamma migliore per l'attività fisiologica dei molluschi bivalvi. In alcuni estuari ci può essere una stratificazione con acqua di salinità diversa a diverse profondità, soprattutto dopo le precipitazioni. Per questo motivo le tubazioni di aspirazione devono essere posizionate al di sotto della superficie (ma preferibilmente non direttamente sul fondo del mare in quanto si rischierebbe la captazione di materiale solido in sospensione). Il punto d'ingresso nel sistema deve essere protetto da una griglia.

Durante delle condizioni meteorologiche avverse si potrebbe avere l'acqua di mare con un contenuto significativamente maggiore di sedimento e potrebbe quindi non essere possibile approvvigionarsi di acqua di mare durante tali periodi. In alcune zone delle forti piogge possono causare una salinità significativamente più bassa negli estuari e anche causare una maggiore quantità di sedimenti portati dai fiumi. Inoltre, durante tali periodi, il funzionamento delle fognature delle acque pluviali combinato agli scarichi di piena possono provocare una quantità significativamente maggiore di contaminazione microbiologica nell'acqua di mare

#### **4.2.2 ACQUA DI MARE ARTIFICIALE**

L'acqua di mare artificiale si prepara sciogliendo un adeguato mix di sali nell'acqua potabile da cui, se necessario, sia stato rimosso il cloro. Se preparata attentamente, con acqua di buona qualità, ha il vantaggio che la qualità iniziale è di solito migliore e il prodotto è costante. Tale acqua può anche essere più conveniente in impianti di depurazione situati lontano dalla costa o dove la qualità locale dell'acqua di mare è scarsa. Per molte specie, l'assenza di particelle di cibo nell'acqua non sembra influenzare l'efficienza di depurazione. Tuttavia l'acqua di mare artificiale può non essere adatta per la depurazione di tutte le specie e la prova della sua efficacia per una determinata specie deve essere verificata prima del suo utilizzo. Inoltre non tutta l'acqua di mare artificiale presente sul mercato consentirà una corretta depurazione.

#### **4.2.3 ACQUA SALINA DI POZZO**

In alcune località, la falda potrebbe contenere acqua della salinità corretta per la depurazione e questo può fornire una possibile fonte alternativa, sempre che i regolamenti locali ne permettano il suo utilizzo. Tali fonti possono essere microbiologicamente pulite.

#### **4.3 ACCESSO AI SERVIZI PUBBLICI**

Oltre all'accesso all'acqua di mare di buona qualità naturale o a strutture per preparare acqua di mare artificiale della giusta composizione e qualità, è necessario avere l'accesso ai seguenti servizi

- Energia elettrica (o generatori di dimensioni adeguate);
- Acqua potabile
- Rete di distribuzione (locale, nazionale o internazionale, a seconda dei casi);
- Smaltimento dei rifiuti (l'acqua utilizzata per la depurazione e dei rifiuti solidi, ecc.)

## **PROGETTAZIONE E STRUTTURA DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE**

### **5.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'IMPIANTO**

Gli impianti dovrebbero essere costruiti in modo da impedire allagamenti e contaminazione dall'aria o dagli animali nocivi, della materia prima stoccata, dell'impianto di depurazione stesso, del prodotto depurato e confezionato e dei processi associati. Gli stessi sistemi e processi dovrebbero essere situati preferibilmente all'interno di edifici che facilitino il controllo delle temperature e delle contaminazioni. Dove questo non è possibile, l'impianto deve essere coperto durante tutto il processo e devono essere implementate le procedure necessarie per proteggere i molluschi bivalvi dalla contaminazione, dall'esposizione a temperature estreme e dalla luce solare diretta.

Le superfici interne devono essere realizzate con materiali che possano essere facilmente puliti e che non si danneggino con l'uso dei disinfettanti. E' possibile reperire i prodotti registrati sul sito web di NSF ([www.nsf.org/usda/psnclistings.asp](http://www.nsf.org/usda/psnclistings.asp)).

Anche i pavimenti devono essere scelti con lo stesso criterio e devono avere una pendenza verso i punti di drenaggio. Le finestre e le porte devono essere costruite in modo da impedire l'accesso degli uccelli e di altri animali.

Il flusso deve seguire un percorso che parta dalla zona sporca e arrivi alla zona pulita attraverso la procedura descritta in sequenza:

1. Ricevimento del prodotto raccolto
2. Stoccaggio pre-depurazione al chiuso
3. Lavaggio, debissaggio (per le cozze) e selezione
4. Carico della vasca di depurazione
5. Depurazione
6. Scarico della vasca di depurazione
7. Lavaggio (può essere effettuato nella vasca purché i molluschi bivalvi non siano reimmersi)
8. Selezione
9. Classificazione (se necessario) e confezionamento
10. Spedizione del prodotto finito

E necessario che l'area utilizzata per la classificazione ed il confezionamento del prodotto depurato, lavato e selezionato sia fisicamente separato dal resto dell'impianto da un muro e da una porta.

Le aree per il personale, come le sale di riposo, i servizi igienici, gli uffici devono essere fisicamente separati dalla zona di lavorazione.

Anche se l'illuminazione deve essere adeguata alla salute ed alla sicurezza del personale, in vicinanza delle vasche di depurazione questa deve essere bassa poiché gli animali non depurano efficacemente in condizioni di luce intensa.

### **5,2 PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DELLA VASCA DI DEPURAZIONE**

Le vasche, i tubi di collegamento ed i raccordi interni devono essere costruiti con materiali che, ai sensi della normativa locale, siano autorizzati ad entrare direttamente in contatto con gli alimenti.

Il ferro ed il normale acciaio non possono essere utilizzati perché si corrodono rapidamente. Tutti i componenti in metallo che entrano in contatto con l'acqua marina circolante dovrebbero essere fatti di acciaio marino. Altri tipi di metalli dovrebbero essere evitati poiché alcuni, ad esempio il rame, sono tossici per gli animali.

Le stesse vasche sono solitamente di acciaio marino, vetroresina (glass-reinforced plastic GRP) o polietilene ad alta densità (high density polyethylene HDPE). Se sono utilizzate delle vasche di cemento, devono essere sigillate con resina epossidica.

Esiste una vasta gamma di vasche e di sistemi: un sistema è considerato come una o più vasche rifornite di acqua di mare. In generale, le vasche non devono essere lunghe più di 3 volte la loro larghezza in modo da mantenere un flusso d'acqua costante e senza punti morti. Inoltre, la base della



vasca dovrebbe avere una pendenza di 1:100 o anche più verso il punto di scarico principale per aiutare il drenaggio di limo e di altro materiale durante lo svuotamento alla fine del ciclo di depurazione. È preferibile che nella vasca sia presente un grande foro di scarico per il risciacquo finale dopo il ciclo di depurazione, diverso da quello normalmente utilizzato durante la depurazione che deve invece avere un flusso basso.

Tradizionalmente erano usate vasche superficiali con vassoi impilati al massimo a due a due per la depurazione. Tuttavia, l'uso di più vasche, con la sovrapposizione di più vassoi, aumenta il carico del sistema senza aumentare la quantità di spazio richiesto. L'Autorità Industriale della pesca (Seafish Industry Authority) nel Regno Unito ha sviluppato e verificato una serie di sistemi standard che coprono una vasta casistica di situazioni. I sistemi sono riassunti nella Tabella 5.1.

Tabella 5.1: Capacità dei sistemi standard di depurazione

| Sistema                                  | Capacità (litri) | Capacità massima per mitili (Kg) <sup>1</sup> | Portata minima (litri / min) |
|------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|
| Vasca superficiale di piccole dimensioni | 550              | 90                                            | 20                           |
| Multiestrato di medie dimensioni         | 2600             | 750 <sup>2</sup>                              | 210                          |
| Multiestrato di grandi dimensioni        | 9200             | 1500 <sup>2</sup>                             | 160                          |
| Pila verticale                           | 650              | 240                                           | 15                           |
| Sistema Bulk bin (per scomparto)         | 1100             | 300 <sup>3</sup>                              | 18                           |

<sup>1</sup> La capacità massima per le altre specie sarà inferiore.

<sup>2</sup> La capacità dei sistemi di medie e grandi dimensioni dipende da quale tipo di vassoi vengono utilizzati.

<sup>3</sup> Il sistema è stato verificato solo per l'uso con le cozze.

### 5.3 VASSOI /CESTINI PER LA DEPURAZIONE

Nella maggior parte dei sistemi di depurazione, i molluschi bivalvi sono collocati in vassoi o cestini per facilitare la gestione ed assicurare che i molluschi bivalvi posti più alto non impediscano ai molluschi bivalvi più in basso di aprirsi e di filtrare l'acqua di mare correttamente. I vassoi devono essere di materiale plastico idoneo, come l'HDPE e devono avere fori o fessure sufficienti per non creare una barriera alla libera circolazione di acqua attraverso i molluschi bivalvi. Ci devono essere anche fori o fessure nella parte inferiore in modo che feci e pseudofeci emesse possano essere eliminate. Le dimensioni dei vassoi utilizzati dipendono ovviamente dalla progettazione e dalla disposizione del carico della vasca.

I cestelli devono essere tenuti ad almeno 2,5 cm dalla base del serbatoio da listelli o altri supporti al fine di avere lo spazio necessario per il deposito delle feci e degli altri detriti espulsi. Inoltre, i supporti devono essere paralleli alla direzione del flusso in modo da non impedirlo.

Durante il processo di depurazione non è consigliabile mettere i molluschi bivalvi in sacchetti o reti per i seguenti motivi:

- Se si prevede che i molluschi bivalvi rimangano negli stessi sacchetti con cui arrivano dalla zona di raccolta, allora non sarà né possibile garantire un adeguato lavaggio prima che questi siano immessi nelle vasche né un'adeguata selezione e rimozione dei molluschi bivalvi morti, delle altre specie eventualmente presenti e dei detriti in generale.
- I molluschi bivalvi confezionati ermeticamente in sacchetti non potranno aprirsi sufficientemente per garantire un'adeguata depurazione. Sarebbe anche possibile specificare in maniera presuntiva la densità consentita per ogni tipo/dimensione di sacchetto, ma poi potrebbe essere difficile verificarne l'adeguatezza.
- Il flusso d'acqua attraverso i molluschi bivalvi insaccati sarebbe influenzata dalla dimensione delle maglie del sacco, dalla densità e dalla massa degli stessi. Anche l'efficienza di rimozione e la regolare deposizione dei contaminanti depurati può essere influenzata da questi stessi fattori.
- La riduzione della capacità dei molluschi bivalvi di aprirsi, la riduzione del flusso d'acqua, la rimozione e la deposizione di contaminanti sarebbero tutti parametri influenzati negativamente

mettendo nelle vasche i molluschi bivalvi stipati in più di un singolo strato.

- Sarebbe difficile controllare l'immissione dei sacchetti all'interno dei serbatoi rispetto all'aspirazione dell'acqua ed ai sistemi di scarico.
- I molluschi bivalvi dovrebbero essere rimossi dai sacchetti per il risciacquo e la cernita post-depurazione.

I sistemi dove i vassoi sono impilati uno sopra l'altro devono essere progettati in modo da garantire una distanza sufficiente tra i vari strati affinché i molluschi bivalvi possano aumentare di volume quando si aprono. Per la maggior parte delle specie 3 centimetri è uno spazio adeguato, ma per le cozze è opportuna una distanza di 8 cm. Per lo stesso motivo, 8 cm di acqua devono coprire lo strato superiore di cozze, mentre sono richiesti 3 cm per tutte le altre specie. È importante che i molluschi bivalvi siano coperti dall'acqua in ogni momento, in caso contrario non possono depurare. Il sistema del Bulk-bin sviluppato nel Regno Unito consente la depurazione dei mitili in livelli profondi 38 cm, nei quali deve essere fornita un'aerazione sufficiente con un elevato flusso di acqua diretta verso il basso e che attraversi i mitili. Il sistema non è stato verificato per le altre specie ed è possibile che altri molluschi bivalvi non siano in grado di aprirsi quando si trovano sotto il peso degli altri animali e, di conseguenza, non possano depurarsi correttamente. In alcuni paesi sono stati utilizzati per le cozze sistemi con profondità maggiori ma non vi è alcuna prova che gli individui in fondo siano in grado di aprirsi e si crea il problema per il mantenimento delle adeguate concentrazioni di ossigeno disciolto all'interno del sistema.

#### **5,4 SISTEMA IDRAULICO E FLUSSO DELL'ACQUA**

Un unico sistema può essere costituito da più vasche con una fonte d'acqua comune (aperto, a ricircolo o statico). Se c'è più di una vasca l'acqua deve essere fornita a tutte in parallelo, piuttosto che in sequenza, al fine di prevenire che i contaminanti passino da una vasca all'altra. Ciò vale sia per l'acqua che per i molluschi bivalvi, e un sistema a ricircolo contenente più di una vasca collegata alla rete e che utilizzi la stessa acqua deve essere avviato e fermato contemporaneamente in tutte le unità perché i molluschi bivalvi in tutte le vasche interconnesse formano un unico lotto.

Il sistema idraulico deve essere costruito con materiali non corrodibili e che possano venire in contatto con gli alimenti. Per questo scopo è largamente utilizzata plastica come l'ABS (acrilonitrile butadiene-stirene), ma è adatto anche il PVC (polivinile cloruro). L'acqua disinfettata è introdotta nel serbatoio preferibilmente sulla superficie della vasca ad una estremità, mentre la sua uscita si trova a pochi centimetri dalla base dell'altra estremità del serbatoio (per evitare di trasportare materiale sedimentato). Entrambi i sistemi sono costituiti da tubi forati che forniscono anche un tasso di entrata e di uscita uniforme lungo tutta la larghezza della vasca. L'ingresso posto in alto e l'uscita posta vicino (non sul) il fondo della vasca, permettono al flusso d'acqua di passare attraverso il mollusco bivalve. Questo fenomeno è ottimizzato se i cestini sono caricati su tutta la larghezza e la profondità della vasca in modo che l'acqua fluisca attraverso i cestini piuttosto che intorno a loro. In un sistema di ricircolo con disinfezione a UV, l'acqua verrà fatta passare attraverso la pompa e la sorgente dei raggi UV. In un sistema aperto, l'acqua eliminata sarà scaricata nell'ambiente o nel sistema di drenaggio; un approccio alternativo è di utilizzare uno o più tubi di scarico centrale, più alti della profondità dell'acqua, con diversi fori in posizioni tali che si creino vortici atti a garantire un flusso d'acqua adeguato attraverso i molluschi bivalvi. È necessario effettuare dei test per sistemi di questo tipo per dimostrare che i tubi garantiscano un corretto flusso dell'acqua.

Tale sistema o altri sistemi a cascata in genere forniscono un'aerazione sufficiente per mantenere il contenuto di ossigeno disciolto superiore a 5 mg/l a condizione che il rapporto tra i molluschi bivalvi e l'acqua sia sufficientemente bassa, la portata per il sistema sia corretta e la temperatura dell'acqua non sia troppo alta. I problemi derivati da bassi livelli di ossigeno disciolto si verificano più frequentemente con le cozze. I sistemi di depurazione che non hanno acqua corrente (vasche statiche) di solito hanno bisogno di una qualche forma di aerazione. Se deve essere fornita l'aerazione primaria o integrativa, questa non dovrebbe colpire direttamente i molluschi bivalvi (altrimenti non possono depurare correttamente) o risospendere il materiale sedimentato. In un

flusso continuo o in un sistema a ricircolo, l'aerazione supplementare è fornita meglio nello spazio tra la barra di entrata dell'acqua ed un pannello posizionato davanti alla prima pila di vassoi. Tale pannello consiste in una lastra verticale di plastica o acciaio provvista di fori distanziati regolarmente. Negli impianti più grandi tale pannello si trova alle due estremità della vasca per permettere anche un flusso laterale dell'acqua.

In questi sistemi la concentrazione di ossigeno disciolto dipenderà dalla portata così come dalla progettazione e dal carico del sistema. Nei sistemi di ricircolo un consiglio generale è di permettere un cambio completo dell'acqua ogni ora. La Tabella 5.2 mostra la portata minima specificata per i diversi sistemi di progettazione standard. Negli Stati Uniti l'NSSP raccomanda una portata minima di 107 litri al minuto per metro cubo di molluschi bivalvi. Questo valore è richiesto anche in Nuova Zelanda a meno che durante la procedura di verifica si sia dimostrato che un tasso più basso sia comunque efficace. Nella Prefettura di Hiroshima, in Giappone, la portata minima specificata è di 12 litri per 1000 ostriche/minuto. In Marocco non è specificata una portata, ma quella utilizzata nei centri di depurazione è compresa tra 30 e 38 m<sup>3</sup>/h. Al fine di garantire che la portata sia sufficiente per l'attività ottimale, e/o soddisfare le specifiche dell'autorità, è quindi necessario disporre di un mezzo di misura della portata.

Le superfici interne delle pompe non devono contenere materiali suscettibili alla corrosione dall'esposizione all'acqua di mare o contribuire a immettere nel sistema elementi tossici (ad es. rame). È raccomandato l'utilizzo di pompe ad incasso regolate con valvole a membrana, la cui portata massima sia sempre maggiore di quella richiesta per il ciclo di depurazione; ciò significa che può essere sempre raggiunto il flusso richiesto. Inoltre, tutte le unità devono essere dotate di un misuratore di portata così che il flusso possa essere costantemente monitorato e regolato. In alcune parti del mondo i sistemi sono basati su vasche statiche che sono riempite con acqua disinfettata e lasciata così per tutto il periodo di depurazione. In tali sistemi l'esaurimento dell'ossigeno è un limite e deve essere fornita un'aerazione primaria. Se il periodo di depurazione è esteso le vasche devono essere svuotate e riempite almeno una volta durante il ciclo al fine di rifornire l'ossigeno (se l'aerazione primaria non è prevista) e rimuovere i contaminanti eliminati. Alcuni di questi sistemi effettuano un'aerazione forzata molto potente che colpisce direttamente i molluschi bivalvi e causa una risospensione del materiale sedimentato - questi sistemi, pertanto non sono conformi ai principi generali di depurazione identificati nel capitolo 3.

Anche solo in alcuni periodi dell'anno, a seconda delle temperature esterne, può essere necessario un riscaldamento o un raffreddamento dell'unità per raggiungere le temperature di depurazione necessarie. Il riscaldamento o il raffreddamento può essere fornito mettendo le bobine dell'unità direttamente nelle vasche (lontano dai molluschi bivalvi) o deviando l'acqua dalla vasca ad un'unità separata per il riscaldamento o raffreddamento. Le bobine non devono contenere materiali corrodibili o che possono arrivare al mare. Per queste unità deve essere prevista una pompa separata in modo che il flusso generale all'interno della vasca di depurazione sia sempre stabile. Le unità di riscaldamento o raffreddamento dovrebbero avere un termostato per regolare costantemente la temperatura della vasca entro i limiti dell'intervallo richiesto. È inoltre possibile monitorare la temperatura di depurazione attraverso il controllo della temperatura dell'intero edificio. Questo può risultare vantaggioso per controllare contemporaneamente la temperatura delle diverse vasche e delle altre parti del processo.

Tabella 5.2: flusso minimo previsto nel Regno Unito

| Sistema              | Piccola dimensione<br>550-600 litri | Media dimensione<br>2000-2500<br>litri | Grande dimensione<br>4000-4500 litri  | Bulk bin<br>1 100 litri<br>Per Bin   | Verticale<br>650 litri            |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Flusso minimo</b> | 20 l/min<br>1.2m <sup>3</sup> /hr   | 208.3 l/min<br>12.5 m <sup>3</sup> /hr | 158.3 l/min<br>9.5 m <sup>3</sup> /hr | 108.3 l/min<br>6.5m <sup>3</sup> /hr | 15 l/min<br>0.9m <sup>3</sup> /hr |

## 5,5 SCARICO DELL'ACQUA DI MARE

Il punto di scarico delle acque utilizzate per il processo di depurazione deve essere situato lontano

dal punto di aspirazione dell'acqua di mare, in modo che non vi sia alcuna possibilità che l'acqua contaminata scaricata venga riciclata. L'ubicazione dei punti di aspirazione e di scarico dell'acqua deve tener conto anche dei flussi della marea o delle correnti al fine di ridurre ulteriormente la possibilità di contaminazione. Se si utilizzano sistemi di ricircolo dell'acqua, le operazioni di aspirazione e di scarico devono essere separate nel tempo. Per lo scarico dell'acqua di mare utilizzata possono essere eventualmente previste indicazioni locali per la sua disinfezione al fine di prevenire l'introduzione di agenti patogeni dei molluschi bivalvi o il rilascio di fitoplancton produttore di tossine da parte dei molluschi bivalvi importati.

## METODI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE

La disinfezione dell'acqua può non essere necessaria se il sistema funziona senza ricircolo dell'acqua e il punto di aspirazione si trova all'interno di un'area classificata come di "qualità" (EU "Classe A"; USA "approvato"), per cui i molluschi bivalvi possono essere commercializzati direttamente per il consumo umano. In ogni caso il trattamento di disinfezione, se applicato, può fornire una garanzia ulteriore contro la contaminazione e garantire una protezione anche da patogeni naturalmente presenti nell'acqua di mare come i vibrioni. Se invece il punto di aspirazione si trova in acque meno pulite, o se il sistema utilizza il ricircolo dell'acqua, allora si rende necessaria la disinfezione della fonte e/o dell'acqua riciclata. Sopra i 5 NTU (Unità nefelometrica), corrispondenti a circa 15 mg/l di solidi sospesi, si verifica un'attenuazione dei raggi UV anche se il NSSP degli USA dà un limite di torbidità di 20 NTU. Occorre garantire che il sistema UV sia efficace e che il particolato non si accumuli in altre parti del sistema, quali i flussometri. La Tabella 6.1 mette a confronto i vantaggi e gli svantaggi dei 3 principali metodi di disinfezione.

Tabella 6.1 Confronto dei 3 sistemi di disinfezione

|                               | UV                   | Cloro              | Ozono                 |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| Costo iniziale                | Basso                | Medio              | Alto                  |
| Costo del processo            | Il più basso         | Basso              | Alto                  |
| Installazione                 | Semplice             | Complesso          | Complesso             |
| Facilità del mantenimento     | Facile               | Moderato           | Difficile             |
| Costo del mantenimento        | Basso                | Medio              | Alto                  |
| Efficacia                     | Eccellente           | Possibile crescita | Non affidabile        |
| Disponibilità                 | Alto                 | Basso              | Medio                 |
| Effetto virulicida            | Buono                | Povero             | Buono                 |
| Rischi per il personale       | Medio (occhi, pelle) | Alto               | Medio (ossidante)     |
| Tossicità                     | No                   | Sì                 | Sì                    |
| Effetto residuale             | No                   | Sì                 | Qualche               |
| Effetto sulle acque           | Nessuno              | Triometani         | Sottoprodotti tossici |
| Problemi operativi            | Basso                | Medio              | Alto                  |
| Tempo di contatto             | 1-5 secondi          | 30-60 minuti       | 10-20 minuti          |
| Effetto sui molluschi bivalvi | Nessuno              | Irritante          | Ossidante             |

Ulteriori trattamenti che possono essere applicati all'acqua di mare riciclata per ridurre le concentrazioni dei sottoprodotti metabolici dei molluschi bivalvi (come le proteine e l'ammoniaca) includono l'eliminazione delle schiume prodotte dalle proteine e l'utilizzo di biofiltri, che dovrebbero essere rigorosamente gestiti e mantenuti secondo le istruzioni del produttore o le specifiche tecniche. Come tutti i sistemi di trattamento, questi devono avere una capacità adeguata al volume di acqua utilizzato e devono essere posizionati a monte del processo di disinfezione in modo che i residui chimici dei disinfettanti non inattivino i microrganismi presenti sui biofiltri e che eventuali microrganismi non trattenuti dal filtro siano inattivati prima di raggiungere i molluschi bivalvi. L'utilizzo degli schiumatoi prima della disinfezione ridurrà anche l'interferenza dei sottoprodotti con il processo di disinfezione. È necessario quindi posizionare i componenti dei sistemi di trattamento delle acque in un ordine logico al fine di massimizzarne le prestazioni.

### 6.1 SEDIMENTO E FILTRAZIONE

I due approcci tradizionali per la riduzione della torbidità delle acque utilizzate per la depurazione sono i seguenti.

#### Sedimentazione

La sedimentazione è il metodo più adatto ai sistemi con riciclo d'acqua, poiché i sistemi non a ricircolo avrebbero la necessità di bacini di grandi dimensioni. Viene praticata in grandi vasche dove i detriti sono lasciati sedimentare anche per un giorno (di solito il ciclo dura 12 ore o più), in modo che le particelle di grandi e medie dimensioni precipitino sul fondo del serbatoio. È importante che l'acqua di mare non sia mossa durante questo periodo per evitare fenomeni di

risospensione. Bisogna però considerare che le particelle molto fini non sedimentano e, quindi, in ogni caso, il processo può non essere pienamente sufficiente. Dopo la sedimentazione, l'acqua utilizzata per riempire il sistema di depurazione dovrebbe essere prelevata da un rubinetto situato almeno alcuni centimetri al di sopra del fondo del serbatoio per non smuovere il materiale depositato; per lo stesso motivo deve essere mantenuta una portata del flusso relativamente bassa. Le vasche di decantazione devono essere situate prima dell'unità di ricircolo e l'acqua riciclata non deve tornare al serbatoio di sedimentazione. Dovrebbe essere presente uno scolo supplementare alla base del serbatoio in modo che questo possa essere completamente svuotato e pulito regolarmente. Se l'acqua sottoposta a sedimentazione viene conservata per più di un giorno prima dell'uso, dovrebbe essere pompata in un sistema a corto circuito, preferibilmente con l'uso di una lampada UV, in modo da evitare che assuma le caratteristiche organolettiche dell'acqua stagnante. In questo caso i punti di prelievo e di ritorno devono essere posizionati in modo tale da evitare la risospensione del materiale sedimentato.

#### Filtrazione

La filtrazione può essere usata per entrambi i sistemi, sia a flusso continuo che a ricircolo, anche se nel primo caso la possibilità di utilizzo dipenderà dalla portata massima del filtro. I filtri vengono utilizzati prima del processo di disinfezione. Per il sistema a ricircolo, il filtro deve essere posizionato a monte del riempimento del sistema idraulico e non all'interno del ricircolo stesso per evitare la proliferazione dei microrganismi sulla materia filtrata, che diventerebbe quindi una potenziale fonte di contaminazione. Tradizionalmente vengono utilizzati sistemi di filtrazione a sabbia. Questi sono efficaci nella rimozione di particelle relativamente piccole, ma devono essere costruiti attentamente e mantenuti in ordine per essere efficaci; inoltre hanno una capacità di portata massima relativamente bassa. Queste unità filtranti possono essere acquistate oppure costruite con particolari specifiche e devono essere seguite scrupolosamente le istruzioni impartite dal fabbricante o dal progettista per la pulizia e la manutenzione. Anche altri sistemi di filtrazione possono essere efficaci per lo stesso scopo, compresi quelli con cartucce sostituibili o con unità facilmente pulibili. L'importante è che le unità lavabili siano realizzate con materiali che non favoriscano la crescita di microrganismi. Ancora una volta, le istruzioni del fabbricante relative alla pulizia e alla manutenzione (compresa l'eventuale sostituzione delle cartucce) devono essere seguite scrupolosamente. In Malesia, l'acqua di mare filtrata viene utilizzata per la depurazione senza altro trattamento. L'acqua di mare viene filtrata fino a 1 micron per eliminare le particelle in sospensione così come gli organismi appartenenti a flora e fauna acquatica (Aileen Tan Shau-Hwai, comunicazione personale). Da un punto di vista microbiologico, questo processo elimina i batteri e le particelle associate, mentre non è efficace per i virus.

### **6,2 RAGGI ULTRAVIOLETTI**

I raggi ultravioletti (UV) per il trattamento dell'acqua di mare possono essere utilizzati sia in sistemi a flusso continuo che a ricircolo.

Molto comunemente nei sistemi di depurazione vengono utilizzate lampade a UV per la disinfezione, che emettono nel range dell'ultravioletto (da 200 a 280 nm, con il picco microbicida a 254 nm).

Ogni unità è costituita da una singola lampada UV rivestita da un manicotto al quarzo e contenuta all'interno di un tubo in modo tale che l'acqua di mare circoli nello spazio compreso tra il tubo ed il manicotto. L'unità ha quindi una distanza fissa per far viaggiare al massimo la luce UV che è la distanza radiale tra la parte esterna del manicotto al quarzo e la parte interna del tubo. Prima dello sviluppo delle unità a tubo chiuso, gli impianti di depurazione che utilizzavano gli UV erano dotati di lampade posizionate al di sopra dell'acqua, la cui efficacia però non era garantita - il loro uso non è pertanto raccomandato. E' stata identificata una dose minima di radiazioni UV di 10 mW/cm<sup>2</sup>/sec adeguata per l'uso nei sistemi a ricircolo. Ciò equivale a una lampada da 30W in un sistema con 2.200 litri di acqua marina. Il produttore dell'unità UV specificherà la portata massima che può essere utilizzata con l'unità. L'efficienza di emissione di raggi UV nell'intervallo di riferimento diminuisce con l'uso. I produttori di lampade UV tendono ad indicare un rendimento scadente

quando questo è pari all'80 per cento rispetto all'originale. Ad esempio, la lampada da 55W GE G55T8/HO ha una vita utile raccomandata di 8.000 ore al termine della quale il valore nominale di uscita è di 44 W. Al fine di garantire sempre la dose corretta di UV le lampade devono essere sostituite al termine della vita nominale, anche se ancora funzionanti. È quindi essenziale che ogni lampada sia dotata di un meccanismo automatico di registrazione delle ore trascorse dall'ultima sostituzione della lampada, o che sia mantenuto un registro manuale. Va notato che la vita nominale per le lampade è di solito basata su un uso continuo e che l'accensione e lo spegnimento ne riducono la durata effettiva. La dose effettivamente applicata per l'acqua di mare dipende da una serie di fattori, in primo luogo la capacità degli UV di penetrare il mezzo, fenomeno influenzato dalla torbidità dell'acqua e dalla presenza di sali inorganici disciolti o di materiale organico. La quantità di luce UV effettivamente applicata all'acqua di mare dipende anche dalla pulizia del manicotto al quarzo che contiene la lampada, perché l'accumulo di materiale sul manicotto ridurrà notevolmente la quantità di luce UV che lo attraversa. Quindi è necessario un regolare programma di pulizia secondo le istruzioni del produttore. Va notato che i composti utilizzati nel processo di pulizia devono essere approvati per l'uso in locali per la produzione alimentare e devono comunque essere risciacquati a fondo alla fine del processo di pulizia. Il dosaggio UV può essere indicato o come la dose applicata (in genere calcolata a partire dall'uscita dalla lampada - sia teorica che reale), o come la dose ricevuta (in realtà misurata dalla parete del tubo contenente la lampada). In pratica, i dispositivi di misurazione della dose UV variano notevolmente nella loro prestazione e il modo più pratico per determinare la dose necessaria è basarsi sulla prestazione teorica della lampada e di controllare per quanto possibile la penetratività delle acque, (compresa la composizione/filtrazione). Poiché le radiazioni UV possono essere dannose per gli occhi e la pelle, l'uso di lampade sigillate in materiale opaco fa sì che il personale non sia esposto alle radiazioni. Alcune unità sono dotate di una parte finale traslucida che trasmette la luce visibile emessa dalla lampada affinché sia evidente quando è in funzione. In caso contrario, occorre che vi siano altri dispositivi che segnalino che la lampada è accesa in modo tale che sia possibile verificarne il funzionamento all'inizio della depurazione e ad intervalli regolari durante il ciclo. Si deve sottolineare però che verificare il funzionamento della lampada non significa necessariamente che l'uscita sia soddisfacente, quindi, dopo il prescritto numero di ore, sono indispensabili il monitoraggio e la sostituzione della lampada. Quando si effettuano lo smontaggio ed il rimontaggio dell'unità durante le operazioni di pulizia o di sostituzione della lampada, si devono seguire scrupolosamente le istruzioni del produttore per evitare danni alla lampada o l'ingresso d'acqua nei raccordi elettrici.

### 6,3 CLORO E COMPOSTI AL CLORO

Il cloro è stato uno dei primi composti utilizzati per disinfettare l'acqua di mare nei processi di depurazione. Quando è utilizzato con acqua di mare a basso o medio contenuto di sedimenti e di materiale organico risulta essere un efficace battericida; tuttavia, ci sono dubbi sulla sua efficacia contro i virus. Il cloro è solitamente usato come soluzione di ipoclorito di sodio, ma vi sono anche composti che rilasciano cloro e gas al cloro (NB: Quest'ultimo è pericoloso). In Giappone alcuni impianti usano l'elettrolisi dell'acqua di mare per generare cloro.

Ai fini della depurazione, viene normalmente utilizzato per un contatto al massimo di un'ora da 2 a 3 mg/l di cloro libero. (In Marocco, l'autorità competente indica una concentrazione di cloro libero di 3 mg/l ed un tempo di contatto di almeno un'ora).

Le quantità di soluzione di cloro richieste possono essere determinate con la seguente formula:

$$\text{Volume di aggiungere (litri)} = \frac{\text{concentrazione finale richiesta (mg/l)} \times \text{volume del serbatoio (litri)}}{\text{Concentrazione della soluzione madre (mg/l)}}$$

ad esempio per ottenere un 3 mg/l di concentrazione finale in un serbatoio di 1 000 litri e una concentrazione della soluzione madre del 10 per cento (100 000 mg/l) di cloro libero:

$$\text{Volume di aggiungere (litri)} = \frac{3 \times 1000}{100000}$$

= 0,03 litri

= 30 ml

Prima di riutilizzare l'acqua nel processo di depurazione è necessario ridurre il cloro libero nell'acqua trattata a meno di 0,1 mg/l, aggiungendo tiosolfato di sodio; in caso contrario i molluschi bivalvi non filtreranno compromettendo la depurazione.

Resta comunque la possibilità che sottoprodotti formati a contatto con le sostanze organiche presenti nell'acqua di mare possano accumularsi nei molluschi bivalvi creando, nel lungo termine, potenziali rischi per la salute dell'uomo.

In Giappone per la clorazione dell'acqua di aspirazione si usa un elettrolizzatore contenente dal 3,0 al 3,3 % (30-33 ppm) di NaCl che si decompone al passaggio sull'elettrodo producendo da 0,2 a 0,3 mg/l di cloro usato successivamente per la disinfezione. Questa concentrazione non presenta tossicità per le ostriche, ma ha dimostrato di inattivare *E. coli*, *V. parahaemolyticus* e Calicivirus Felino (FCV), un surrogato del Norovirus.

#### 6,4 OZONO

L'ozono è molto efficace per l'inattivazione sia di batteri che di virus. Può essere acquistato sotto forma di gas in bombole o prodotto direttamente per mezzo dell'energia elettrica o della luce UV (picco a 185 nm). L'ozono è quindi introdotto nell'acqua di mare attraverso un diffusore in modo da ottenere una buona miscelazione.

L'ozono rappresenta un sistema relativamente costoso di disinfezione ed è altamente tossico, pertanto devono essere rispettate rigorosamente le norme di sicurezza. Per trattare l'acqua di mare, l'ozono deve essere usato per un tempo non superiore ai 10 minuti, ad una concentrazione non superiore a 0,5 mg/l (al fine di minimizzare la produzione di bromato) ed in un serbatoio separato da quello utilizzato per la depurazione. L'ozono residuo deve essere eliminato dall'acqua di mare trattata prima di un nuovo ciclo di depurazione per non danneggiare gli animali – ciò si realizza tramite l'aerazione dell'acqua.

Ci sono due criticità nell'uso dell'ozono – la prima è che si formano i bromati quando l'ozono è in contatto con acqua di mare e questi sono considerati composti potenzialmente cancerogeni. La seconda è che i livelli residui di ozono possono ridurre o interrompere l'attività filtratrice dei molluschi bivalvi riducendo così l'efficacia del processo di depurazione.

#### 6,5 IODOFORI

I sistemi che utilizzano iodofori sono stati utilizzati in passato in Italia e alcuni tentativi di utilizzo sono stati effettuati in altri paesi. Così come con la disinfezione, la depurazione delle acque con bassi livelli di iodofori, che arrivano all'interno del tratto intestinale dei molluschi bivalvi, possiede un effetto diretto microbiocida anche contro i virus. Tuttavia sono state espresse perplessità per quanto riguarda l'effettiva attività contro i virus. I sistemi di depurazione in Italia ora usano prevalentemente UV o ozono.



## CONSIDERAZIONI PRE-DEPURAZIONE

### 7,1 RACCOLTA

Le tecniche di raccolta non devono creare shock agli animali o danni visibili ai gusci in quanto questo si potrebbe tradurre sia in una minore efficienza di depurazione che in un aumento della mortalità durante e dopo la depurazione. In generale la raccolta manuale e con il rastrello sono le tecniche che causano meno urti e danni agli animali, mentre le tecniche di raccolta meccaniche creano potenzialmente il massimo dei danni. Tuttavia, questo dipende sia dalle specie animali che dal metodo di raccolta utilizzato.

### 7,2 TRASPORTO

Le procedure di trasporto devono proteggere il mollusco dalla contaminazione, da sbalzi della temperatura e da danni materiali o vibrazioni eccessive. La protezione dalla contaminazione significa che i molluschi bivalvi devono essere coperti e sollevati da terra dei veicoli, per tenerli fuori dall'acqua di scarico.

Alcune specie non sono in grado di chiudersi e mantenere sigillata l'acqua al loro interno, questo può dare ulteriori vincoli ai tempi di trasporto. Nel Regno Unito è richiesto un massimo di 6 ore tra la raccolta e l'inizio della depurazione per i cuori (*C. edule*), i cannolicchi (*Ensis spp.*) e le vongole. Inoltre, per i cannolicchi, è necessario che essi siano collocati in fasci di un massimo di 12 animali, di norma legati da un elastico, in modo che mantengano l'integrità e la vitalità.

### 7,3 MANIPOLAZIONE

In tutti gli stadi delle varie procedure, dalla depurazione alla raccolta, si devono evitare shock per gli animali. In particolare la manipolazione deve essere effettuata in modo da evitare di far cadere gli animali sulle superfici dure per evitare lo schiacciamento o altri danni. Anche se la maggior parte degli animali può sopravvivere a tali shock la loro capacità di depurare e la loro shelf-life può esserne compromessa.

### 7,4 CONSERVAZIONE

I molluschi bivalvi, ricevuti presso l'impianto, devono essere conservati preferibilmente all'interno di una zona recintata, in modo tale da evitare la contaminazione e l'esposizione alle temperature estreme. Essi dovrebbero essere sollevati da terra e, se non conservati all'interno, dovrebbero essere coperti. Le temperature estreme possono ridurre l'efficacia della depurazione e le alte temperature possono portare ad una moltiplicazione di batteri, in particolare dei vibrioni. Il range di temperatura di conservazione è normalmente considerato 2-10 °C, anche se devono essere considerate le caratteristiche della specie quando si decide l'effettiva temperatura da utilizzare.

### 7,5 LAVAGGIO, SELEZIONE E DEBISSAGGIO

Il fango o altro materiale deve essere rimosso dalla parte esterna del mollusco bivalve prima che sia immesso nei contenitori (vassoi/cestini) utilizzati per il carico nella vasca di depurazione. Il mollusco bivalve deve anche essere controllato e selezionato. Eventuali molluschi bivalvi morti o danneggiati, le specie contaminanti, le alghe, ecc, devono essere rimossi per ridurre al minimo la quantità di agenti inquinanti. La presenza di predatori lasciati tra i molluschi bivalvi (come le stelle marine) può provocare stress ed impedire che la depurazione avvenga in modo corretto. Sono disponibili in commercio dispositivi meccanici per la rimozione di conchiglie rotte e altri detriti, compreso impianti di lavaggio, ma questi devono comunque essere integrati tramite un esame visivo. I fili del bisso sulle cozze devono essere rimossi prima che queste siano messe nei contenitori per la depurazione. Ci sono una serie di dispositivi disponibili in commercio per l'esecuzione di questa operazione.

## FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA

### 8,1 CARICO DEI VASSOI/CESTINI

Il peso massimo che può essere messo sopra i molluschi bivalvi e in base al quale essi sono in grado di aprirsi e filtrare correttamente varia in base alle diverse specie. È quindi importante tener conto di questo quando si caricano i vassoi o i cestini. La Tabella 8.1 fornisce la profondità massima ammessa nel Regno Unito per le specie diverse.

### 8,2 CARICO DELLE VASCHE

In generale è preferibile che la vasca sia caricata prima di introdurre l'acqua di mare. Questo evita che l'operatore contamini l'acqua di mare e permette di collocare adeguatamente i vassoi/cestelli, senza che i molluschi bivalvi si aprano e ingeriscano materiale di contaminazione. I vassoi/cestelli devono essere immessi secondo i requisiti di progettazione e di approvazione del sistema. Il sovraccarico del sistema porterà all'esaurimento dei livelli d'ossigeno, ad alte concentrazioni di prodotti finali del metabolismo (come l'ammoniaca) e a una ridotta efficacia di depurazione. Le vasche di piccole dimensioni possono essere caricate manualmente, per quelle più grandi si possono usare supporti meccanici.

Tabella 8.1: profondità massima per vassoio previsto nel Regno Unito per diverse specie di molluschi bivalvi

| Nome latino               | Nome comune          | Profondità massima           |
|---------------------------|----------------------|------------------------------|
| <i>Crassostrea gigas</i>  | Ostrica concava      | Doppio strato                |
| <i>Ostrea edulis</i>      | Ostrica piatte       | Strato singolo o sovrapposto |
| <i>Mytilus edulis</i>     | Cozze                | 80 millimetri                |
| <i>Cerastoderma edule</i> | Cuori                | 80 millimetri                |
| <i>Meretrix meretrix</i>  | Vongola del pacifico | 80 millimetri                |
| <i>Tapes decussatus</i>   | Vongola verace       | 80 millimetri                |
| <i>Ensis spp</i>          | Cannolicchio         | Fasci di 12                  |

Se si utilizza la disinfezione con UV, il sistema deve essere riempito attraverso l'unità UV. Ciò significa che la disinfezione iniziale dell'acqua di mare deve avvenire tramite un singolo passaggio attraverso l'unità di disinfezione. In alcuni sistemi questo non è possibile e il corretto volume di acqua di mare viene introdotto nella vasca (senza i molluschi bivalvi) e la disinfezione iniziale si ottiene con il ricircolo attraverso il sistema UV per un minimo di 12 ore al fine di garantire che l'intero volume di acqua di mare nella vasca sia passato attraverso l'unità. I molluschi bivalvi verranno quindi aggiunti successivamente. Comunque il riempimento attraverso l'unità UV è da preferire.

Dal punto di vista normativo può essere specificato il carico massimo di molluschi bivalvi che si possono inserire nel sistema, così come l'acqua necessaria al fine di assicurare il mantenimento di un'adeguata concentrazione di ossigeno disciolto ed evitare l'accumulo di quantità eccessive di prodotti del metabolismo come l'ammoniaca. Questo di solito è in funzione del numero dei vassoi e del loro carico massimo. I carichi massimi standard previsti in Gran Bretagna per i diversi sistemi sono riportati nella Tabella 8.2. In Marocco, la densità massima autorizzata dall'autorità competente è di 30 kg/m<sup>2</sup>. L'NSSP negli Stati Uniti raccomanda un volume nelle vasche di almeno 6400 litri di acqua di mare per metro cubo di molluschi bivalvi per le vongole (*Mercenaria*) e le ostriche orientali (*Crassostrea virginica*) e 4000 litri per metro cubo di molluschi bivalvi per le altre vongole (*M. arenaria*). In Nuova Zelanda, il valore minimo di 6400 litri per metro cubo di molluschi bivalvi è richiesto per le vongole e le ostriche, a meno che si sia dimostrata efficace una densità differente.

Tabella 8.2: carichi massimi stabiliti nel Regno Unito per i diversi sistemi

| Tipo di sistema                                    | Cozze<br><i>Mytilus spp.</i><br>e ibridi | Cuori<br><i>Cerastoderma edule</i> | Ostriche *<br><i>Crassostrea gigas</i><br>e<br><i>Ostrea edulis</i> | Vongole veraci<br><i>Tapes philippinarum</i><br>e<br><i>Tapes decussatus</i> | Vongola del<br>pacifico<br><i>Meretrix meretrix</i> | Cannolicchio<br><i>Ensis spp.</i> |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Piccolo<br>550-600 litri                           | 90 kg                                    | 30 kg                              | 750                                                                 | 56 kg                                                                        | 72 kg                                               | 40 kg                             |
| Medio<br>2 000-2 500 litri                         | 750 kg                                   | 110 kg                             | 4.150                                                               | 500 kg                                                                       | 650 kg                                              | 145 kg                            |
| Grande<br>4 000-4 500 litri                        | 1 500 kg                                 | 220 kg                             | 12 000                                                              | 1 000 kg                                                                     | 1 300 kg                                            | 290 kg                            |
| Contenitori 1 100<br>litri                         | 300 kg                                   | -                                  |                                                                     |                                                                              |                                                     |                                   |
| Pila verticale<br>650 litro<br>totale di 16 vassoi | 240 kg                                   | 80 kg                              | 2 000                                                               | 168 kg                                                                       | 216 kg                                              | 105 kg                            |

\* Il carico per le ostriche è specificato in termini di numero di animali.

\*\* La capacità dei sistemi di medie e grandi dimensioni dipende da quale tipo di vassoi vengono utilizzati.

\*\*\* Il sistema è stato completamente verificato solo per l'utilizzo con le cozze.

I molluschi bivalvi che non sono completamente immersi non depurano e così, dopo il caricamento ed il riempimento con acqua di mare, è opportuno verificare che al di sopra del mollusco bivalve vi sia la quantità d'acqua di mare minima a garantire la depurazione.

### 8,3 OPERAZIONE

La depurazione è effettuata tramite il processo tutto pieno/tutto vuoto. Nessun mollusco deve essere aggiunto o rimosso da una vasca o da qualsiasi parte di un sistema interconnesso, nel corso di un ciclo. Un sistema interconnesso è quello in cui più di una vasca utilizza la stessa acqua di ricircolo o dove il flusso continuo dell'acqua da una vasca arriva ad un'altra. In un sistema così lo scarico dell'acqua può essere effettuato in tempi diversi, una volta che la depurazione sia stata completata e la vasca da drenare sia stata isolata dalle altre. Se durante un ciclo avviene un qualsiasi fattore di disturbo al flusso dell'acqua o al sistema, tutti i molluschi bivalvi devono essere re-immessi nel sistema e l'intero ciclo deve essere riavviato.

### 8,4 CONDIZIONI PER LA DEPURAZIONE

Le condizioni per la depurazione devono seguire i principi di cui al punto 3, devono essere in conformità con i requisiti legislativi e, se del caso, devono essere concordati con l'autorità competente a seguito di un processo di verifica formale.

In generale, per i sistemi basati sul flusso continuo o sul ricircolo è raccomandato almeno 1 ricambio di acqua di mare per ora. Tuttavia, il valore effettivo dipenderà dal sistema e delle specie da depurare.

### 8,5 PERIODO DI DEPURAZIONE

Non esiste un tempo di depurazione valido per tutti i sistemi. In tutto il mondo vengono utilizzati una grande varietà di periodi di depurazione, dalla breve di poche ore fino a qualche giorno. È importante notare che il tasso di rimozione dei coliformi fecali o di *E. coli* non è necessariamente correlato al tasso di rimozione degli agenti patogeni. Questo vale soprattutto per alcuni dei patogeni virali e per i vibriani marini.

Impostare un periodo di depurazione sulla valutazione del contenuto dei singoli indicatori fecali (che possono non correlarsi con il contenuto dei patogeni di tale lotto) e il tasso di depurazione teorico, o osservato, di tali indicatori è quindi una simulazione. In un sistema ben disegnato e gestito, un periodo di 48 ore dovrebbe garantire la rimozione della maggior parte dei patogeni batterici provenienti dalle acque di scarico e avvicinarsi alla rimozione dei due terzi degli agenti patogeni virali come i Norovirus. L'estensione del tempo di depurazione (per esempio a 5 giorni) dovrebbe migliorare la rimozione dei patogeni virali, se la temperatura e le altre condizioni sono

soddisfacenti (ad esempio 18 ° C per *C. gigas* in Nord Europa).

Dal punto di vista normativo, è specificato un minimo di 42 ore nel Regno Unito e di 44 ore negli Stati Uniti (NSSP). In Nuova Zelanda, il periodo minimo previsto è di 48 ore a meno che l'autorità competente riconosca che la depurazione possa avvenire in periodo più breve. Anche in questo caso è comunque specificato un minimo di 36 ore ma è anche riconosciuto che alcune specie possono richiedere più di 48 ore. Periodi inferiori a questi sono utilizzati in alcuni paesi in cui un periodo minimo non è specificato dall'autorità competente e dove gli obiettivi degli operatori sono principalmente la rimozione degli indicatori di contaminazione fecale. Per esempio, dei periodi di depurazione di 18-24 ore sono usati comunemente in Italia e in alcuni casi il periodo può essere molto più breve di questo.

## **8,6 SCARICO**

L'acqua nella vasca deve essere di norma prosciugata nella stessa direzione del flusso di ingresso, in modo da evitare la risospensione di materiale fecale. Per lo stesso motivo, il tasso di drenaggio dovrebbe essere circa lo stesso del flusso di entrata durante il funzionamento. Se il livello dello scarico è al di sopra dello strato più basso dei vassoi contenenti i molluschi bivalvi, allora un drenaggio ausiliario più in basso deve essere aperto quando l'acqua è quasi a quel livello.

## **8,7 MONITORAGGIO**

Il monitoraggio della temperatura, della salinità e del flusso deve essere effettuato almeno tre volte durante ogni ciclo di depurazione: all'inizio, durante e alla fine. Se uno di questi parametri non ricade all'interno dei valori di legge o di quelli indicati dal sistema HACCP, allora bisogna effettuare le azioni correttive previste e il processo va riavviato dall'inizio. Per le procedure di disinfezione dell'acqua di mare devono essere previsti test per verificare che il livello appropriato di disinfettante è stato raggiunto all'inizio per ogni lotto di acqua di mare. Il tempo di contatto del disinfettante deve essere registrato. Dopo la disinfezione, il livello residuo del disinfettante deve essere determinato per assicurare che esso sia inferiore ai livelli richiesti. E' importante che qualsiasi test utilizzato per determinare la concentrazione del disinfettante sia adatto per l'uso con acqua di mare poichè i sali di questa possono interferire con alcune reazioni chimiche. Il cloro libero è di solito misurato con una reazione colorimetrica con la N,N-dietil fenildiammina (DPD). Il cloro totale è di solito misurato con lo stesso metodo dopo il rilascio di cloro con l'aggiunta di ioduro di potassio. Determinazioni accurate richiedono l'uso di una scala per determinare il livello di colore prodotto dalla reazione. Valori indicativi possono essere determinati mediante l'uso di un kit in cui l'intensità del colore è confrontato con un grafico. L'ozono è solitamente aggiunto automaticamente per arrivare ad uno specifico potenziale redox misurato utilizzando un dispositivo appropriato. Tuttavia, la concentrazione effettivamente utilizzata nella disinfezione dell'acqua deve essere determinata di tanto in tanto durante tale disinfezione, tramite un metodo chimico, mentre la concentrazione residua nell'acqua di mare utilizzata per la depurazione deve essere controllata regolarmente. Entrambi i controlli possono essere effettuati utilizzando una reazione colorimetrica. Come con le determinazioni di cloro, i kit sono disponibili per semplice confronto visivo, mentre i grandi impianti con laboratori sul sito possono effettuare test più precisi.

## TRATTAMENTO POST-DEPURAZIONE

Come nella fase di pre-depurazione, anche nel trattamento post-depurazione si deve evitare la ricontaminazione dei molluschi bivalvi, urti o vibrazioni inopportuni e l'esposizione a temperature estreme.

### 9.1 SCARICO

L'acqua nel sistema di depurazione deve essere drenata al di sotto del livello dello strato di fondo dei molluschi bivalvi prima che questi vengano rimossi, ciò al fine di evitare la risospensione del materiale sedimentato che i molluschi bivalvi potrebbero reingerire. A seconda della struttura e delle dimensioni del serbatoio e dei contenitori (vassoi, cestini, ecc), i molluschi possono essere rimossi manualmente o meccanicamente. Dopo lo scarico, l'acqua di mare residua deve essere drenata e tutto il residuo solido rimosso. L'interno della vasca deve essere pulito con una soluzione detergente idonea per l'utilizzo nell'industria alimentare, spesso sono utilizzate soluzioni di ipoclorito di sodio. La vasca deve poi essere risciacquata accuratamente con acqua potabile o con acqua di mare pulita in modo da eliminare qualsiasi traccia di detergente. L'acqua di risciacquo deve essere completamente eliminata prima che il serbatoio venga usato nuovamente. Al fine di impedire l'accumulo di sporcizia e fango nei tubi, anche l'impianto idraulico deve essere lavato con una soluzione detergente e accuratamente risciacquato con acqua potabile o acqua di mare pulita dopo alcuni cicli.

### 9.2 LAVAGGIO / DEBISSAGGIO

Dopo la depurazione i molluschi bivalvi devono essere sciacquati con acqua potabile o con acqua di mare pulita al fine di rimuovere i residui solidi, ad esempio le loro feci, depositati sopra i molluschi stessi. Questa operazione può essere svolta nella vasca dopo il drenaggio o dopo che i molluschi bivalvi sono stati tolti dalla vasca di depurazione. In nessun caso i molluschi bivalvi devono essere immersi nell'acqua di lavaggio perciò deve essere fornito un drenaggio adeguato. Le cozze mantenute in condizioni fisiologiche ottimali durante la depurazione saranno debissate e i fili verranno rimossi prima dell'imballaggio con lo stesso processo utilizzato precedentemente alla depurazione. E' preferibile utilizzare un gruppo di apparecchiature separato, in particolare in grandi impianti. Nei piccoli impianti può essere utilizzato lo stesso gruppo di attrezzature in pre- e in post-depurazione avendo cura di rimuovere tutti i molluschi bivalvi, tutti i residui dopo le fasi di pre-depurazione e usando l'attrezzatura completamente pulita.

### 9.3 IMBALLAGGIO

Le operazioni di imballaggio devono avvenire in una area dell'impianto diversa da quelle utilizzata per le altre operazioni ed è preferibile che esse siano separate fisicamente. I materiali da imballaggio devono essere per uso alimentare anche se per la maggior parte delle specie di molluschi vivi, la confezione non viene direttamente a contatto con le parti commestibili. I materiali da imballaggio possono essere reti a maglia, vassoi con o senza coperchi o sacchetti di plastica. Normative locali o internazionali (per il prodotto esportato) possono indicare che tipo di imballaggi utilizzare. L'imballaggio deve consentire la fuoriuscita del liquido perso dai molluschi bivalvi durante lo stoccaggio in modo che questi non vi rimangano immersi. Le ostriche sono generalmente confezionate con la parte concava del guscio rivolta verso il basso.

A seconda della grandezza degli impianti, possono essere utilizzati diversi tipi di macchine per l'imballaggio le quali possono essere impostate per la quantità specifica (in peso) di molluschi bivalvi di ogni confezione. Per alcune specie, ad esempio le ostriche, gli acquirenti possono richiedere una classificazione (ad esempio per dimensioni o per peso) da effettuarsi prima del confezionamento. Anche queste macchine devono essere pulite regolarmente.

L'etichetta stessa e l'inchiostro devono essere impermeabili, l'etichetta deve rimanere fissa

all'imballaggio durante le successive procedure di trasporto e movimentazione. L'etichettatura indica la specie di molluschi bivalvi, la data di confezionamento, la shelf-life o la data di scadenza e il numero di riconoscimento del centro d'imballaggio. Nella UE l'etichetta deve indicare il paese d'origine e la shelf-life, o la data di scadenza che può essere sostituita dalla frase "questi animali devono essere vivi al momento dell'acquisto".

Per risalire ai documenti del centro di depurazione si usa un numero di lotto che indica il ciclo/sistema (e possibilmente la vasca) a cui si riferisce il prodotto confezionato.

A scopi commerciali le etichette possono contenere il nome della ditta o altri dettagli.

#### **9,4 IMMAGAZZINAMENTO**

I molluschi bivalvi imballati in attesa di trasporto (o di vendita diretta) devono essere conservati in un ambiente pulito (o nella cella frigorifera) in condizioni di temperatura controllata, di solito tra i 2°C e i 10 °C a seconda della specie. Questa zona deve essere separata dalle aree dello stabilimento utilizzate per le fasi antecedenti il confezionamento e può essere parte o adiacente alla zona d'imballaggio.

#### **9,5 TRASPORTO**

Per mantenere la qualità e la vitalità del prodotto Il trasporto non deve esporre i molluschi bivalvi alla contaminazione, allo schiacciamento o a violente vibrazioni. Il trasporto deve essere effettuato in veicoli rivestiti con materiale facilmente lavabile. Per permettere che il liquido perso dalle confezioni defluisca dal carico, i molluschi bivalvi non devono poggiare sulla base del veicolo. La temperatura deve essere controllata e generalmente mantenuta in un range tra i 2°C e i 10°C a seconda della specie. Il commercio internazionale, o linee di trasporto lente nei mercati locali, possono allungare il tempo che intercorre tra l'imballaggio e l'arrivo alla destinazione finale; questo aumenta la difficoltà nel mantenere la temperatura nel range previsto durante il trasporto.

## MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO

La validità del processo di depurazione si misura in base alla sua capacità di rimuovere i contaminanti microbici mantenendo i molluschi bivalvi vivi e vitali. Le analisi microbiologiche forniscono quindi le basi per valutare l'effettiva depurazione. Tuttavia tali analisi si basano sulla presenza di batteri indicatori di contaminazione fecale i quali vengono rimossi più facilmente rispetto ad altri agenti patogeni (in particolare i virus) (vedere paragrafo 3.5). Tale controllo quindi non fornisce un'indicazione definitiva sulla sicurezza del prodotto depurato.

### 10,1 VERIFICA DEL PROCESSO

Una valutazione fisica se il sistema di depurazione funzioni in maniera soddisfacente, effettuata tramite il mantenimento dell'attività fisiologica per la specie in questione, non sempre fornisce garanzie per una soddisfacente riduzione della contaminazione batterica. Pertanto l'efficacia di un sistema deve essere dimostrata prima che il sistema di depurazione venga impiegato per la depurazione di un prodotto destinato al mercato. Tali requisiti differiscono notevolmente. Di solito ci si basa sui test batteriologici dei campioni pre- e post-depurazione per determinare se la riduzione della concentrazione di batteri indicatori (coliformi fecali o *E. coli*) è soddisfacente. In Europa i requisiti variano da paese a paese. In alcuni di essi la piena approvazione di alcuni sistemi di progettazione standard può richiedere solo un'unica verifica positiva del ciclo, mentre dei sistemi non standard possono richiedere una validazione molto approfondita. Negli Stati Uniti la NSSP chiede che il prodotto depurato in sistemi non validati sia soggetto al controllo finale per ogni singolo ciclo, mentre la validazione si ottiene con la verifica positiva per 10 cicli consecutivi. I criteri di validazione del NSSP sono riportati nella tabella 10.1. Negli impianti che non hanno raggiunto la piena validazione per 10 cicli, nei quali si sia verificata una falla nei criteri di verifica o quando i molluschi bivalvi provengano da una zona nuova, essi dopo la depurazione devono rispondere ai seguenti criteri:

- i) la media geometrica (da tre campioni) di alcuni tipi di vongole (*Mya arenaria*) non deve superare i 110 coliformi fecali/100 g e nessun campione deve superare i 170 coliformi fecali/100 g, o
- ii) la media geometrica (da tre campioni) di altre specie di vongole, cozze o ostriche non deve superare i 45 g coliformi fecali/100g e nessun campione deve superare i 100 coliformi fecali/100 g

Tabella 10.1: US NSSP criteri per la verifica delle prestazioni dell'impianto di depurazione

| Specie                       | Coliformi fecali per 100 grammi |                 |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------|
|                              | media geometrica                | 90 ° percentile |
| <i>Mya arenaria</i>          | 50                              | 130             |
| <i>Mercenaria mercenaria</i> | 20                              | 70              |
| Ostriche                     | 20                              | 70              |
| <i>Tapes philippinarum</i>   | 20                              | 70              |
| Cozze                        | 20                              | 70              |

### 10,2 MONITORAGGIO CONTINUATIVO

Il monitoraggio microbiologico di solito non è eseguito come controllo primario stesso o come monitoraggio di routine dei punti critici del processo. Piuttosto questo è svolto per verificare che il processo produca il risultato previsto dagli altri controlli e che si seguano le procedure concordate. Di solito il monitoraggio microbiologico include le analisi dell'acqua di mare pre- e post-disinfezione e l'analisi dei molluschi bivalvi pre- e post-depurazione.

Il monitoraggio microbiologico deve essere effettuato ad una frequenza prevista dall'Autorità di controllo locale e/o derivante dallo studio HACCP (vedi Sezione 11). Le frequenze raccomandate di seguito sono quelle che dovrebbero essere prese in considerazione in assenza di tali requisiti. Se c'è più di una vasca per sistema, i campioni devono essere prelevati a caso da almeno una vasca sempre scelta a caso.

### **10.2.1 ACQUA DI MARE**

Gli organismi indicatori fecali dell'acqua di mare in entrata nei bacini di depurazione devono essere monitorati almeno settimanalmente. I campioni dovrebbero essere prelevati in modo asettico e inviati ad un laboratorio accreditato per le prove per i coliformi fecali e/o l'*E. coli* utilizzando metodiche idonee (es. ISO 9308, parte 1, 2 o 3). Nessuno di questi indicatori fecali dovrebbe essere rilevabile in 100 ml di acqua di mare disinfettata.

### **10.2.2 MOLLUSCHI BIVALVI**

I molluschi bivalvi pre-e post-depurazione dello stesso lotto devono essere testati regolarmente. L'analisi pre-depurazione deve confermare che il contenuto microbiologico dei molluschi sia quello corrispondente alla classificazione della zona di raccolta e indicare la riduzione del carico microbiologico ad opera del processo, mentre il campione post-depurazione deve indicare la validità della depurazione. I valori dei campioni non depurati dipendono dallo stato microbiologico della zona di raccolta. I campioni depurati non devono superare i 230 di *E. coli* (o i 300 di coliformi fecali) per 100 grammi. Un sistema correttamente progettato e gestito dovrebbe essere in grado di ridurre costantemente i livelli di contaminazione a  $\leq 80$  di *E. coli* (o 100 di coliformi fecali) per 100 grammi. Un metodo adatto da utilizzare per il laboratorio è la ISO TS 16649-3. In alcuni paesi ci sono ulteriori requisiti per i molluschi bivalvi depurati. Per esempio, in Giappone, in aggiunta allo standard di 230 *E. coli* per 100 grammi, la carica microbica totale non deve essere più di 50 000 per grammo e il MPN (Most Probable Number) per il *V. parahaemolyticus* non deve essere più di 100 per grammo.



## ANALISI DEI RISCHI E PUNTI CRITICI DI CONTROLLO (HACCP)

L'HACCP (Hazard analysis critical control) è un sistema che identifica, valuta e controlla i rischi significativi in sicurezza alimentare. È uno strumento con basi scientifiche e sistematiche che valuta i rischi e stabilisce i sistemi di controllo che puntano sulla prevenzione piuttosto che sulle analisi del prodotto finale. Non solo ha il vantaggio di migliorare la sicurezza del prodotto ma, tramite la documentazione e i controlli, può contribuire a dimostrare l'affidabilità ai clienti e il rispetto dei requisiti di legge alle autorità.

### 11,1 PRINCIPI DI BASE DELL'HACCP

La Commissione del *Codex Alimentarius* ha adottato il testo base in materia di igiene degli alimenti, compreso l'HACCP, nel 1997 e nel 1999. Le linee guida per l'applicazione del sistema HACCP sono state riviste nel 2003.

Il sistema HACCP può essere applicato dalla produzione al consumo e consiste dei seguenti sette principi:

Principio 1: Condurre un'analisi dei rischi

Identificare il rischio potenziale associato ad ogni fase della depurazione; valutare la probabilità del rischio e identificare le misure per il loro controllo;

Principio 2: Determinare i punti critici di controllo (CCP)

Determinare i punti, le procedure o le fasi operative che possono essere controllati per eliminare il rischio o per minimizzare la probabilità di un suo verificarsi;

Principio 3: Stabilire i limiti critici

Stabilire i limiti critici che devono essere rispettati per garantire che il CCP sia sotto controllo;

Principio 4: Stabilire un sistema per monitorare i CCP;

Stabilire un sistema per monitorare i CCP tramite test in linea o osservazioni;

Principio 5: Stabilire l'azione correttiva

Stabilire l'azione correttiva che deve essere intrapresa quando il monitoraggio indica che un particolare CCP non è sotto controllo;

Principio 6: Stabilire le procedure di verifica

Stabilire le procedure per la verifica, che includono i test supplementari e le modalità per confermare che il sistema HACCP stia funzionando efficacemente;

Principio 7: Definire i documenti e i registri

Definire la documentazione riguardante tutte le procedure e le registrazioni appropriate.

### 11,2 L'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DEL SISTEMA HACCP ALLA DEPURAZIONE DEI MOLLUSCHI BIVALVI

Per l'attuazione di un efficace sistema HACCP è necessaria una chiara consapevolezza e un impegno da parte del management. Inoltre l'efficacia dipenderà dalle conoscenze e dalle adeguate competenze sull'HACCP della dirigenza e degli operatori.

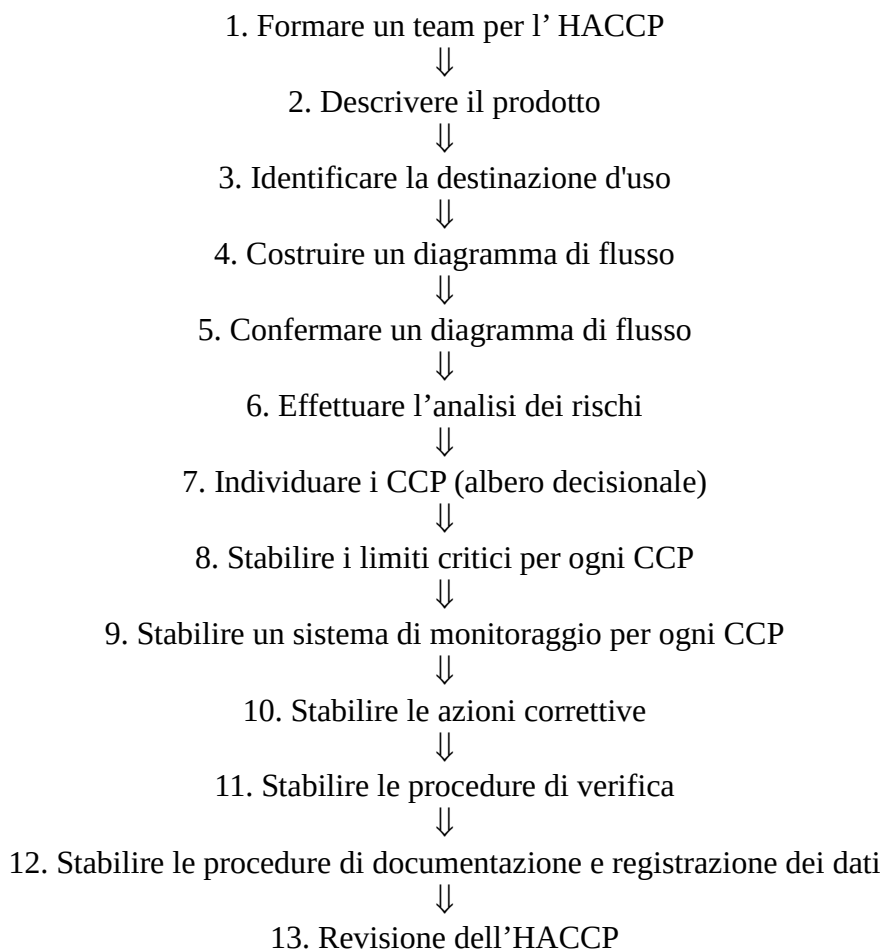
Se non c'è la necessaria competenza da parte di chi lavora nell'impianto per l'elaborazione e l'attuazione di un efficace piano HACCP, va chiesta la consulenza di esperti esterni che possono essere: associazioni di categoria, esperti indipendenti, autorità competenti. La letteratura sull'HACCP e soprattutto la guida sull'HACCP relativa al processo di depurazione può essere preziosa e può essere uno strumento utile alle imprese nella progettazione e nell'implementazione del piano HACCP.

È necessaria comunque un'appropriata formazione continua di tutto il personale coinvolto.

Un piano HACCP è un documento che descrive come applicare, in un particolare impianto di depurazione, i sette principi sopradescritti. I seguenti step per la preparazione di un piano specifico HACCP sono raccomandati dal *Codex Alimentarius* (Figura 11.1). Nel caso della depurazione di molluschi bivalvi, si considerano solo i punti critici di processi assumendo che i CCP sanitari

(pratiche di igiene, pulizia e disinfezione, ecc) siano implementati secondo i requisiti normativi.

Figura 11.1: Sintesi di come implementare un sistema HACCP



### 1. Formare un team per l'HACCP

La squadra HACCP deve avere accesso a tutte le informazioni necessarie per il suo lavoro. Se non ci sono informazioni e competenze sufficienti presso lo stabilimento di depurazione, il team può essere assistito da funzionari della sanità pubblica locale o da esperti indipendenti.

Per esempio, un team HACCP di un ipotetico impianto di depurazione può essere costituito da:

- L'unità responsabile della sicurezza con una formazione in scienze dell'alimentazione o in sicurezza alimentare, buona esperienza nella depurazione di molluschi bivalvi e una formazione specifica nell'applicazione del sistema HACCP alla depurazione
- L'unità di supervisione con una formazione in igiene alimentare, esperienza nel settore dei molluschi bivalvi e una formazione specifica nell'applicazione dell'HACCP alla depurazione
- L'unità di manutenzione delle attrezzature
- Un consulente in materia di sanità dei molluschi bivalvi e dei requisiti normativi.

### 2. Descrivere il prodotto

Deve essere redatta una descrizione completa del prodotto, anche con informazioni pertinenti alla sicurezza, quali: zona di raccolta, condizioni di stoccaggio, tecnica di depurazione, condizioni e metodi di distribuzione. La descrizione deve includere almeno le seguenti voci:

- Nome del prodotto
- Specie di molluschi (nome comune e scientifico)
- Tipo di depurazione
- Metodo di conservazione (vivo, refrigerato in ghiaccio)

- Metodo di imballaggio (contenitori in plastica, poliuretano, altri)

Un esempio di descrizione del prodotto può essere il seguente:

"Ostriche vive (*Crassostrea gigas*) raccolte da (località), depurate per almeno 44 ore, acqua disinfettata con raggi UV". Le ostriche depurate sono confezionate in reti e vendute vive ai rivenditori al dettaglio e ai ristoranti.

### 3. Identificare la destinazione d'uso

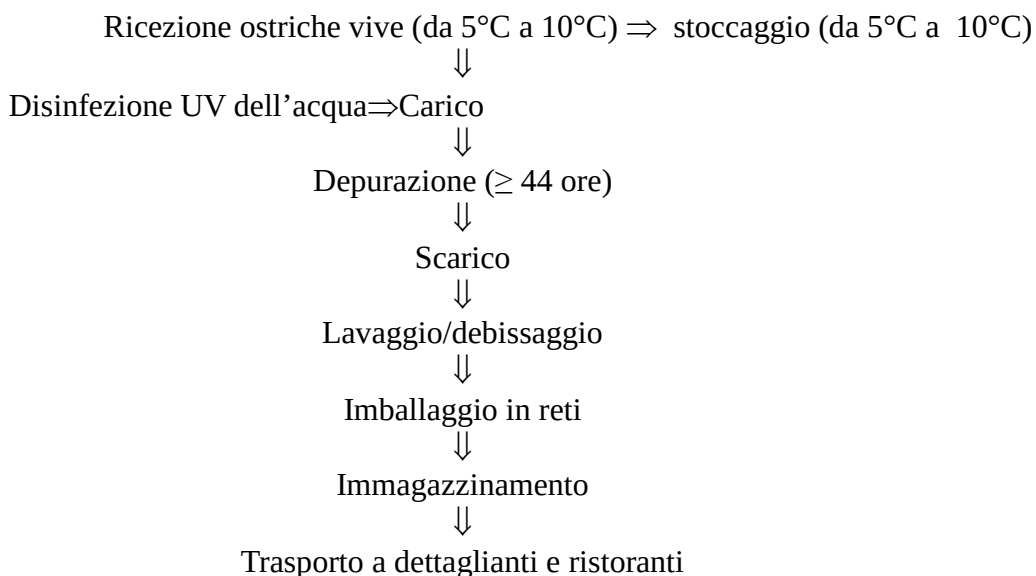
La destinazione d'uso deve essere basata sull'impiego da parte dell'utente finale o del consumatore. È importante identificare se il prodotto possa essere utilizzato in modo da aumentare il rischio a danno del consumatore, o se il prodotto è utilizzato da consumatori particolarmente sensibili a un pericolo. Possono essere presi in considerazione casi specifici quali le mense pubbliche o gruppi di popolazione sensibili.

Per esempio, una descrizione della destinazione d'uso può essere la seguente: le ostriche vive (*Crassostrea gigas*) vengono acquistate da ristoranti, trasportate in camion refrigerati, conservate a temperature tra i 5°C e i 10°C e servite vive ai clienti.

### 4. Costruire il diagramma di flusso

Il team HACCP deve redigere un diagramma di flusso (esempio figura 11.2) che deve coprire tutte le fasi dell'operazione. Quando si applica l'HACCP ad una data operazione, occorre tenere in considerazione i passaggi che precedono e seguono l'operazione specifica.

Figura 11.2: Esempio di un diagramma di depurazione dei molluschi bivalvi



### 5. Verifica in loco del diagramma di flusso

Il team HACCP deve confermare in situ il diagramma di flusso durante tutte le fasi e le ore di lavorazione ed eventualmente modificarlo con informazioni quali i tempi di lavorazione effettivi, le temperature, ecc.

### 6. Elenco di tutti i potenziali rischi associati ad ogni fase, condurre un'analisi dei rischi, e prendere in considerazione tutte le misure di controllo per i rischi individuati (si veda il Principio 1)

Il team HACCP deve elencare tutti i rischi che possono verificarsi e possono essere ragionevolmente previsti durante la depurazione e il trasporto fino al consumatore finale dei molluschi bivalvi.

Un rischio è definito come un agente biologico, chimico o fisico o come una condizione del prodotto alimentare in grado di provocare un effetto nocivo alla salute.

Il team HACCP deve procedere poi a un'analisi dei rischi per identificare quelli di natura tale che la

loro eliminazione o riduzione a livelli accettabili è essenziale per la produzione di un mollusco bivalve depurato sicuro.

L'analisi dei rischi è il primo principio dell'HACCP e una delle fasi più importanti per l'applicazione del sistema. Un'analisi dei rischi imprecisa porterà inevitabilmente allo sviluppo di un piano HACCP inadeguato.

Nel condurre l'analisi dei rischi devono essere inclusi, ove possibile, i seguenti punti:

- la probabilità che i rischi si verifichino e la gravità dei loro effetti nocivi per la salute;
- la valutazione qualitativa e/o quantitativa della presenza di rischi;
- la sopravvivenza o la moltiplicazione di microrganismi di interesse;
- la produzione o la persistenza in molluschi bivalvi di tossine, sostanze chimiche o agenti fisici; e
- le condizioni che portano al loro manifestarsi.

Il team HACCP deve quindi considerare quali sono le misure di controllo, se implementabili, che possono essere applicate per ciascun rischio. Può essere richiesta più di una misura di controllo per un rischio specifico e più di un rischio può essere controllato da una singola misura di controllo specifica.

Devono essere considerati tutti gli elementi del processo stesso che possono introdurre potenziali rischi. Per quanto riguarda la depurazione, questi possono includere i disinfettanti come il cloro o l'ozono, utilizzati per produrre acqua di mare pulita, e qualsiasi sottoprodotto che si può formare durante il loro uso.

## 7. Determinare i punti critici di controllo (CCP)

Un CCP è una fase in cui può essere applicato il controllo ed è essenziale per prevenire o eliminare un rischio di sicurezza alimentare o ridurlo quantomeno ad un livello accettabile. La determinazione di un CCP in un sistema HACCP può essere facilitato dall'applicazione di un albero decisionale, raccomandato dal CODEX (approccio logico).

Ci possono essere più CCP su cui effettuare i controlli per affrontare uno stesso rischio. Allo stesso modo rischi diversi possono essere controllati con un singolo CCP.

L'applicazione dell'albero decisionale deve essere flessibile a seconda del tipo di operazione. Possono essere utilizzati anche approcci diversi dall'albero decisionale per la determinazione dei CCP. Se il rischio è stato individuato in una fase in cui il controllo è necessario per la sicurezza, e se nessuna misura di controllo esiste in quel punto o in qualsiasi altro punto, allora il prodotto o il processo deve essere modificato in quella fase, in una fase precedente o in una successiva, per includere una misura di controllo.

La depurazione attualmente praticata per il commercio dei molluschi bivalvi non è affidabile per ridurre la concentrazione di vibroni marini patogeni, biotossine o contaminanti chimici sino ad un livello che renda il prodotto sicuro per il consumo. I CCP devono considerare questo aspetto - Assicurare che il prodotto provenga da aree in cui le concentrazioni di tali rischi nei molluschi bivalvi siano al di sotto dei limiti di sicurezza raccomandati o di legge. Questo perché i controlli esistenti nelle zone di raccolta non garantiscono che i molluschi bivalvi raccolti siano esenti da virus patogeni (tuttavia, la loro presenza e la loro concentrazione tende a essere inferiore nelle aree migliori, come la classe A). Inoltre la depurazione, come attualmente praticata, non garantisce la rimozione dei virus, ma può, se eseguita secondo le migliori pratiche, ridurre la concentrazione di questi. Entrambe queste considerazioni devono essere tenute in conto al momento della determinazione dei CCP e del loro inserimento nel piano HACCP.

Di seguito è riportato un esempio di applicazione del diagramma decisionale per decidere se la ricezione della materia prima è un CCP per il rischio di biotossine e/o di *Salmonella* e virus.

### Fase 1: Ricezione di ostriche vive

#### Rischio 1: Presenza di batteri patogeni e virus

Misure di controllo:

- 1) Acquisto di ostriche vive solo da un allevatore con licenza che raccoglie da un'area di classe B

approvata e ha contraddistinto i contenitori o ha una documentazione di acquisto corretta. È il punto 1 un CCP per il rischio considerato?

**Domanda 1:** esistono misure di controllo per il rischio identificato? Sì (le misure descritte sopra)

**Domanda 2:** questa fase elimina o riduce il probabile verificarsi del rischio ad un livello accettabile? Sì. Applicando la misura di controllo 1 sopra descritta, si evita di ottenere ostriche depurate non sicure per il consumo umano.

**Conclusione:** questo passaggio è un CCP per l'ottenimento di ostriche vive sicure dopo la depurazione

## Rischio 2: Presenza di biotossine

Misure di controllo:

1) Acquisto di ostriche vive solo da un allevatore con licenza che raccoglie da un'area approvata e ha contraddistinto i contenitori o ha una documentazione di acquisto corretta. È il punto 1 un CCP per il pericolo considerato o no?

**Domanda 1:** esistono misure di controllo per il rischio identificato? Sì (acquisto solo da fornitori autorizzati)

**Domanda 2:** questa fase elimina o riduce il probabile verificarsi del rischio ad un livello accettabile? Sì. Rivolgendosi solo ad allevatori autorizzati che raccolgono esclusivamente in aree approvate si evita di ottenere ostriche depurate contenenti biotossine.

**Conclusione:** questo passaggio è un CCP per il rischio considerato

Questo esercizio deve essere eseguito ad ogni fase e per ogni rischio per identificare i CCP.

## 8. Stabilire i limiti critici per ciascun punto critico di controllo (CCP)

I limiti critici sono quei criteri che definiscono ciò che è accettabile o meno. Un limite critico rappresenta il confine che viene utilizzato per giudicare se l'operazione produce alimenti sicuri tramite la corretta applicazione delle misure di controllo. In altre parole, i limiti critici devono essere soddisfatti per garantire che un CCP sia sotto controllo.

I limiti critici sono impostati per fattori come temperatura, tempo, concentrazione di cloro. Questi parametri, se mantenuti entro i confini, confermano che un rischio è tenuto sotto controllo in un dato CCP.

I limiti critici devono soddisfare i requisiti di normative e/o di standard aziendali e/o essere supportati da dati scientifici. È essenziale che chi stabilisce tali limiti abbia una conoscenza del processo e delle norme giuridiche e commerciali necessarie per i prodotti in questione.

## 9. Stabilire un sistema di monitoraggio per ogni CCP

Il monitoraggio è definito come la sequenza di osservazioni o di misurazioni dei parametri di controllo di un CCP. Le procedure di monitoraggio definiranno se le misure di controllo sono in corso di attuazione e garantiranno che i limiti critici non vengano superati. Le procedure di monitoraggio devono essere in grado di rilevare la perdita di controllo sul CCP.

Le finalità del monitoraggio sono le seguenti:

- Misurare il livello di performance del sistema a livello del CCP (trend delle analisi)
- Determinare quando il livello del sistema evidenzia una perdita di controllo al CCP, per esempio quando c'è il superamento di un limite critico
- Stabilire le registrazioni che evidenzino il funzionamento del sistema al CCP nei rispetti del piano HACCP

Le procedure di monitoraggio dovrebbero fornire informazioni su:

*Cosa sarà monitorato (cosa?)*

Il monitoraggio può significare una misura di una caratteristica del processo di depurazione o del prodotto per determinare il rispetto di un limite critico. Il monitoraggio può anche significare l'osservazione se una misura di controllo in un CCP è attuata. Alcuni esempi sono la verifica della durata e dell'intensità di un trattamento UV.

*Come i limiti critici e le misure di controllo saranno monitorate (come?)*

Il superamento di un limite critico deve essere rilevato nel più breve tempo possibile per consentire l'attuazione delle azioni correttive e limitare la quantità di prodotto che possa subire degli effetti negativi. Per questo motivo i test microbiologici sono raramente efficaci per il monitoraggio del CCP. Invece sono da preferire le misurazioni fisiche e chimiche (ad esempio, pH, tempo, temperatura, aspetto fisico), in quanto esse possono essere effettuate rapidamente e spesso possono essere correlate al controllo microbiologico del processo. Questa correlazione tra le misurazioni rapide e il controllo microbiologico deve essere regolarmente convalidato.

Le attrezzature utilizzate per le procedure di monitoraggio devono essere sottoposte a taratura periodica e a standardizzazione necessarie per garantire l'accuratezza.

Gli operatori devono essere formati per il corretto uso delle apparecchiature di monitoraggio e devono essere dotate di una chiara descrizione di come il monitoraggio deve essere effettuato.

*Frequenza del monitoraggio (quando?)*

Ove possibile è preferibile un monitoraggio continuo, esso è fattibile per molti tipi di metodi fisici o chimici. Un esempio di monitoraggio continuo è la misurazione automatica dei livelli di cloro libero nell'acqua.

Dove il sistema di monitoraggio scelto non è continuo la frequenza del monitoraggio deve essere determinato dalla conoscenza storica del processo e del prodotto. Quando vengono rilevati problemi potrebbe essere necessario aumentare la frequenza del monitoraggio fino a quando è stata risolta la causa del problema.

*Chi controllerà (chi?)*

Bisogna assegnare la responsabilità per il monitoraggio di un CCP con attenzione. Una volta assegnato, il responsabile per il monitoraggio di un CCP deve:

- Essere adeguatamente addestrato nelle tecniche di monitoraggio dei CCP
- Comprendere appieno l'importanza delle tecniche di monitoraggio dei CCP
- Avere un accesso rapido all'attività di monitoraggio
- Riportare accuratamente ogni attività di monitoraggio
- Avere il potere di adottare le misure definite nel piano HACCP
- Segnalare immediatamente la non conformità di un limite critico

Un esempio può essere quello di dare al manager degli acquisti la responsabilità per il monitoraggio delle procedure al ricevimento dei molluschi bivalvi.

*Dove monitorare (dove?)*

Il monitoraggio si svolge in ogni CCP dove è applicata una misura di controllo per controllare un certo pericolo.

## 10. Stabilire le azioni correttive

Le azioni correttive dovrebbero essere prese quando i risultati del monitoraggio di un CCP indicano una perdita di controllo, che può essere il superamento di un limite critico di un CCP. Si devono controllare tutte le non conformità per intraprendere azioni predeterminate per la gestione del prodotto non conforme e la correzione della non conformità.

Il controllo del prodotto non conforme include la sua corretta identificazione, la sua localizzazione, i controlli eseguiti. Tutte queste informazioni e le azioni correttive adottate devono essere registrate e archiviate.

Devono essere attuate procedure efficaci per identificare, isolare o separare, contrassegnare e controllare tutti i prodotti depurati durante il periodo di non conformità.

Le azioni correttive sono necessarie per determinare la causa del problema, prevenire recidive e verificare tramite monitoraggio che l'azione intrapresa sia stata e resti efficace. Può essere necessaria la rivalutazione dell'analisi del rischio o la modifica del piano HACCP per eliminare ulteriori recidive.

Un esempio è il rifiuto di molluschi bivalvi non certificati come provenienti da una zona di raccolta non autorizzata o da un allevatore non autorizzato.

Le registrazioni devono essere a disposizione per dimostrare il controllo dei prodotti colpiti dalla

non conformità e le azioni correttive intraprese. Un'adeguata documentazione permette di verificare che il produttore ha le non conformità sotto controllo e ha adottato le giuste misure correttive.

Esempio: la procedura di verifica seguente può essere raccomandata per l'operazione di depurazione descritta nella Figura 11.2.

Ogni volta che sia necessario, ma almeno settimanalmente, il team HACCP valuta internamente tutti i risultati dei controlli, le azioni di monitoraggio e le azioni correttive e trae le conclusioni per la successiva settimana di produzione.

Annualmente, il team HACCP può:

- Valutare il monitoraggio e le azioni correttive per stimare la performance e analizzare i motivi di eventuali non conformità o di reclami da clienti e/o dall'Autorità competente di controllo.
- I risultati di questa analisi saranno utilizzati per aggiornare il manuale HACCP, identificare ogni esigenza interna di ulteriore formazione; migliorare le attività, le prestazioni e la manutenzione; modificare la frequenza del monitoraggio specifico, rivedere l'elenco dei fornitori approvati.
- Un audit interno per valutare le prestazioni di ogni monitoraggio, controllo o procedura correttiva. Durante tale verifica, l'ispettore verificherà le registrazioni, comprese le registrazioni per il monitoraggio, la taratura e la manutenzione, la formazione, i reclami e le segnalazioni da parte dei clienti e dall'autorità competente di controllo. Inoltre, preparerà una relazione che sarà sottoposta e discussa con la Direzione in un incontro tra dirigenti e il team HACCP. L'audit sarà anche l'occasione per introdurre nuove procedure, nuove tecniche di monitoraggio, nuovi limiti critici; saranno da tenere in considerazione nuovi sviluppi, tra cui i nuovi requisiti normativi.

#### 11. Stabilire procedure di verifica

La verifica è, oltre al monitoraggio, l'applicazione dei metodi, delle procedure, delle prove, compresi il campionamento casuale e le analisi, e altre valutazioni, per determinare se c'è conformità con il piano HACCP. L'obiettivo delle procedure di verifica è quello di determinare se il sistema HACCP stia funzionando efficacemente.

Un'attenta preparazione e l'attuazione del piano HACCP non garantisce l'efficacia del piano. Delle procedure di verifica sono necessarie per valutare l'efficacia del piano e per confermare che il sistema HACCP funzioni.

La verifica deve essere effettuata da una persona adeguatamente qualificata o da persone che sono in grado di rilevare carenze del piano o della sua attuazione.

L'attività di verifica deve essere documentata nel piano HACCP. Bisogna registrare tutti i risultati delle attività di verifica. Le registrazioni devono comprendere i metodi, le date, gli individui e/o le organizzazioni responsabili, i risultati e le azioni intraprese.

#### 12. Stabilire la documentazione e registrazione

Le registrazioni sono essenziali per verificare se il piano HACCP è adeguato e per vedere l'aderenza del sistema HACCP al piano HACCP. Un documento mostra la storia dei processi, il monitoraggio, l'eventuale non conformità e le misure correttive che si sono verificate nei CCP identificati. Può essere in qualsiasi forma, per esempio una elaborazione di un grafico, una traccia scritta, una registrazione computerizzata. E' imperativo mantenerli completi, aggiornati correttamente, archiviati e con registrazioni accurate. La mancanza di documentazione di un controllo di un CCP sarebbe un allontanamento critico dal piano HACCP.

Devono essere considerati diversi tipi di documenti tra quelli rilevanti in un programma del sistema HACCP:

- La documentazione di supporto per lo sviluppo del piano HACCP
- Le registrazioni generate dal sistema HACCP: documenti di monitoraggio di tutti i CCP
- le non conformità e i documenti delle azioni correttive, la verifica e la validazione dei documenti
- La documentazione sui metodi e sulle procedure utilizzate
- Le registrazioni dei programmi di formazione dei dipendenti

### 11.3 TRACCIABILITÀ

La tracciabilità è la capacità di rintracciare l'impiego, la storia o l'ubicazione di ciò che è in esame. Quando si considera un prodotto, la tracciabilità si riferisce all'origine dei materiali dei componenti, la storia della lavorazione, la distribuzione e l'ubicazione del prodotto dopo la consegna.

Nel caso della sicurezza alimentare, il Codex Alimentarius dà la seguente definizione: "La tracciabilità dei prodotti è la capacità di seguire il movimento di un alimento attraverso determinate fasi di produzione, trasformazione e distribuzione".

Questa definizione è stata ulteriormente raffinata in un regolamento da parte dell'UE: "La possibilità di ricostruire e seguire il cibo, i mangimi, gli animali destinati alla produzione alimentare o di una sostanza destinata o che si prevede sarà incorporata in un alimento o in un mangime attraverso tutte le fasi della produzione, trasformazione e distribuzione".

La tracciabilità può utilizzare sia supporto cartaceo che sistemi elettronici, anche se generalmente si usa una miscela dei due. I sistemi di tracciabilità di carta sono molto diffusi e sono stati utilizzati per un lungo tempo in tutta la catena alimentare. La tracciabilità elettronica utilizza sia il codice a barre che il sistema più recente di identificazione a radiofrequenza (RFID). Il codice a barre è un sistema in uso dal 1970 ed è ben consolidato nel settore alimentare. La tecnologia RFID utilizza un'etichetta che invia i codici d'identificazione elettronica a un ricevitore quando passa attraverso una zona per la lettura.

La rintracciabilità può essere divisa in tracciabilità interna ed esterna. La rintracciabilità interna è la tracciabilità del prodotto e le informazioni ad esso correlati, all'interno dell'azienda, mentre la tracciabilità esterna sono le informazioni sui prodotti ricevuti o forniti da altri soggetti della catena di approvvigionamento alimentare.

Le seguenti informazioni sono il minimo richiesto per la tracciabilità all'arrivo dei molluschi bivalvi vivi in un impianto di depurazione:

- Nome, indirizzo e numero della licenza del raccoglitore
- Data di raccolta
- Area di raccolta e stato sanitario (ad esempio A, B o C nella UE)
- Specie
- Quantità
- Numero di lotto o dei lotti

Inoltre, i molluschi bivalvi depurati, devono avere anche le seguenti informazioni:

- Nome, indirizzo e numero di registrazione dell'impianto di depurazione
- Specie di molluschi e quantità
- Data di depurazione, il numero di cicli o numero di lotto
- Indirizzo del luogo di destinazione

I registri di tracciabilità devono essere conservati per un minimo di 90 giorni (se consumati crudi o dal vivo) e per 1 anno se congelati o più per i prodotti in scatola.

Di seguito un modello possibile di un piano HACCP in un centro di depurazione e delle tavole per i possibili documenti allegati



Tavola 11.1 Piano HACCP per un impianto di depurazione di molluschi bivalvi

| CCP                  | PERICOLO                                   | MISURE DI CONTROLLO                                            | LIMITI CRITICI      | PROCEDURE DI CONTROLLO                         |                                                        |                              |                                 | AZIONI CORRETTIVE                                                                                                                                                     | RECORD                     | VERIFICA                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                      |                                            |                                                                |                     | COSA                                           | COME                                                   | CHI                          | QUANDO                          |                                                                                                                                                                       |                            |                                                               |
| CCP-1<br>ricezione   | Virus e batteri patogeni                   | Molluschi solo da zone approvate e da raccoglitori autorizzati | Nessuna tolleranza  | Licenza raccoglitore                           | Verifica visiva                                        | Supervisore alla sicurezza   | Ogni consegna                   | Identificare il prodotto coinvolto, aumentare la depurazione altrimenti ritirare la merce dalla distribuione                                                          | Tav. 11.2                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |
|                      |                                            |                                                                |                     | Cartellino sul container o bolla di accompagn  |                                                        |                              |                                 | Indagare perché il prodotto è stato accettato                                                                                                                         |                            |                                                               |
|                      | Biotossine                                 | Molluschi solo da zone approvate e da raccoglitori autorizzati | Nessuna tolleranza  | Licenza raccoglitore                           | Verifica visiva                                        | Supervisore alla sicurezza   | Ogni consegna                   | Identificare il prodotto e eliminarlo dalla distribuzione                                                                                                             | Tav. 11.2                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |
|                      |                                            |                                                                |                     | Cartellino sul container o bolla di accompagn  |                                                        |                              |                                 | Indagare perché il prodotto è stato accettato                                                                                                                         |                            |                                                               |
|                      | Livelli alti di <i>V. parahaemolyticus</i> | Concentrazione nelle aree di raccolta sotto i limiti           | Nessuna tolleranza  | Area di raccolta conforme ai limiti            | Verifica visiva<br>Del cartellino o bolla di accompagn | Supervisore alla sicurezza   | Ogni consegna                   | Non accettare nessuna consegna con rischio <i>V. parahaemolyticus</i>                                                                                                 | Tav. 11.2                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |
|                      |                                            | Trasporto refrigerato                                          |                     | T° ≥ 5 ° C ≤10 ° C<br>durata trasporto ≤ 6 ore | Temperatura e durata trasporto                         |                              |                                 | Misura della temperatura e verifica visiva                                                                                                                            | Supervisore alla sicurezza | Ogni consegna                                                 |
| CCP-2<br>depurazione | Sopravvivenza batteri patogeni             | Disinfezione acqua                                             | Specifiche tecniche | Intensità degli UV (≥ 10 mW/cm²/sec)           | Specifiche tecniche                                    | Supervisore alla depurazione | Settimanale o quando necessario | Identificare il prodotto coinvolto e redepurarlo altrimenti ritirare la merce dalla distribuzione. Indagare sulle cause tecniche                                      | Tav. 11.3                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |
|                      |                                            | Durata depurazione                                             | ≥ 44 ore            | Durata                                         | Cronometro                                             | Supervisore alla depurazione | Ogni ciclo di depurazione       | Identificare il prodotto coinvolto e redepurarlo altrimenti ritirare la merce dalla distribuzione. Indagare sulle cause                                               | Tav. 11.3                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |
| CCP-1<br>stoccaggio  | Moltiplicazione batteri sopravvissuti      | Stoccaggio refrigerato                                         | T° ≥ 5 ° C ≤10 ° C  | Temperatura                                    | Lettura termometro                                     | Supervisore alla sicurezza   | Giornalmente                    | Identificare il prodotto coinvolto. Verificare il tempo sopra i 10°C se necessario redepurarlo altrimenti ritirare la merce dalla distribuzione. Indagare sulle cause | Tav. 11.4                  | In normali condizioni giornalmente altrimenti a ogni consegna |

Tavola 11.2 Controllo al ricevimento

| DATA DI RICEVIMENTO | SPECIE E QUANTITA' | DATA DI RACCOLTA | AREA DI RACCOLTA | NOME E NUMERO DI LICENZA DEL RACCOGLITORE | DURATA DEL TRASPORTO | TEMPERATURA ALLA RICEZIONE |
|---------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------------------------------|----------------------|----------------------------|
|                     |                    |                  |                  |                                           |                      |                            |

Nome e firma del trasportatore\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Nome e firma del supervisore alla sicurezza\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Tavola 11.3 Controllo alla depurazione

| NUMERO DI LOTTO | DATA E ORA DI INGRESSO | DATA E ORA DI USCITA | QUANTITA' | CICLO DI DEPURAZIONE |
|-----------------|------------------------|----------------------|-----------|----------------------|
|                 |                        |                      |           |                      |

Nome e firma del supervisore alla depurazione\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Nome e firma del supervisore alla sicurezza\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Tavola 11.4 Controllo allo stoccaggio dopo la depurazione

| DATA DI INGRESSO | NUMERO DI LOTTO | SPECIE E QUANTITA' | TEMPERATURA | DATA E ORA DI USCITA |
|------------------|-----------------|--------------------|-------------|----------------------|
|                  |                 |                    |             |                      |

Nome e firma del direttore di produzione\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Nome e firma del supervisore alla sicurezza\_\_\_\_\_ data\_\_\_\_\_

Tavola 11.5 registro delle azioni correttive

|                                               |        |       |
|-----------------------------------------------|--------|-------|
| Data:                                         | Lotto: | CCP:  |
| Descrizione della non conformità              |        |       |
| Descrizione delle misure correttive           |        |       |
| Data e ora del ritorno ai livelli conformi    |        |       |
| Descrizione della nuova situazione            |        |       |
| Nome e firma del supervisore della produzione |        | Data: |
| Nome e firma del supervisore della sicurezza  |        | Data: |