



Centrale di Torrevaldaliga Nord

Relazione progettuale

*Realizzazione di un impianto di trattamento delle acque reflue
dell'impianto di piscicoltura*





Sommario

Premessa	3
1. Descrizione dell'impianto	4
1.1 Struttura dell'impianto	4
1.2 Ciclo produttivo dell'impianto	7
1.3 Regime alimentare adottato	9
1.4 Indice FCR	12
1.5 Caratteristiche delle acque reflue.....	15
1.6 Valutazione della qualità degli effluenti	16
2. Progetto di un sistema di trattamento delle acque reflue dell'allevamento ittico	21
2.1 Origine dei solidi sospesi e dei nutrienti nelle acque	21
2.2 Trattamento con filtrazione meccanica	22
2.2.1 <i>Processo di filtrazione meccanica</i>	22
2.2.2 <i>Configurazione del sistema di trattamento con filtrazione meccanica</i>	24
2.3 Trattamento delle acque di controlavaggio ed ispessimento fanghi	26
2.4 Diagramma esplicativo del trattamento	32
3. Valutazione dell'abbattimento dei solidi sospesi e dei nutrienti a fronte delle soluzioni proposte	33
4. Modalità di esecuzione	35
5. Elenco allegati	36



Premessa

Il presente Progetto Preliminare è stato commissionato da ENEL Produzione S.p.A – Centrale di Torvaldaliga Nord a seguito della Determinazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 11/07/2014; in particolare nella prescrizione n.1 della stessa viene richiesto quanto segue:

1) realizzazione di un impianto/i di depurazione delle acque reflue dell'impianto di piscicoltura: Il Proponente dovrà presentare al Ministero dell'Ambiente un progetto esecutivo relativo ad un sistema di trattamento delle acque reflue provenienti dall'allevamento ittico. Tale progetto dovrà tener conto, di una appropriata suddivisione e tipologia di provenienza delle portate (avannotteria, pre-ingrasso ed ingrasso) ai fini anche della massima riduzione dei nutrienti del lato Tarquinia. Esso potrà anche proporre alternative e/o lo sinergie tra soluzioni impiantistiche convenzionali e avanzate (fanghi attivi, colture adese, ecc) e tecniche di tipo naturale (filtrazione biologica, fitodepurazione, ecc.) Il dimensionamento del sistema dovrà essere tale da dimostrare preventivamente, attraverso l'utilizzo di modelli di simulazione, un reale abbattimento del carico organico e nutrienti. Tale progetto dovrà essere presentato, ai sensi dell'art 20 del D.Lgs. 152/2006 e s. m. i., appena possibile.

A tale proposito, in ottemperanza alla prescrizione succitata, scopo del presente documento è descrivere la soluzione progettuale individuata per ottemperare a quanto sopra richiesto.



1. Descrizione dell'impianto

1.1 Struttura dell'impianto

L'impianto di itticoltura gestito dalla Società Civita Ittica s.r.l. (*Allegato 1 – Schema planimetrico di impianto*), è situato a Nord di Civitavecchia, in un'area adiacente alla Centrale Torrealvaldiga Nord (confine Ovest) e prospiciente il Mar Tirreno. L'insediamento produttivo si sviluppa su una superficie totale di circa 55.000 m² con una cubatura di opere coperte di circa 16.000 m³.

L'impianto è stato realizzato da Enel Produzione S.p.A. in seguito all'ammissione al Contributo Comunitario (Reg. CEE 4028/86 e progetto I/0128/91/01) finalizzato alla realizzazione di un impianto di acquacoltura termica intensiva, alimentato da acque di mare fredde e calde provenienti dalla Centrale Termoelettrica.

Tutto l'impianto, unitamente alle infrastrutture realizzate per l'allevamento ittico, è di proprietà Enel Produzione S.p.A. che, in qualità di locatore mediante un contratto di affitto, ne ha affidato la gestione alla Società Civita Ittica.

L'impianto di itticoltura sorge con il presupposto di poter disporre di temperature idonee all'allevamento ittico intensivo, coniugando quindi esigenze occupazionali, produttive ed ambientali; l'attività produttiva, si basa sull'allevamento intensivo di due specie ittiche, l'orata (*Sparus aurata*) e la spigola (*Dicentrarchus labrax*), appartenenti rispettivamente alla famiglia degli *Sparidae* e dei *Moronidae*.

L'impianto di piscicoltura riceve, dall'impianto termoelettrico adiacente, circa 3 m³/s acqua. Una metà è acqua di mare alla sua naturale temperatura mentre il restante 1,5 m³/s è acqua riscaldata, proveniente dai condensatori dei gruppi termoelettrici, avente mediamente una temperatura di 8°C superiore all'acqua mare.



La struttura dell'impianto è così costituita:

- un edificio industriale per ospitare i servizi generali e reparti di avannotteria (SA);
- vasche di preingrasso (SP);
- vasche di ingrasso (SIA,B);
- stoccaggio riproduttori (SR);
- magazzino, uffici, incassettamento, stoccaggio refrigerato del pescato (D).

Attualmente non è praticata la riproduzione degli avannotti e lo stoccaggio dei riproduttori.

Il flusso di acqua mare, calda e fredda, proveniente dalla centrale si miscela all'interno di una vasca piezometrica (VP), dalla quale si dipartono canalizzazioni di alimentazione. Le vasche di allevamento delle specie ittiche sono divise in 3 settori:

- Un settore di ingrasso (denominato SI zona A) costituito da 10 vasche (9 vasche da 1000 m³ e 1 vasca da 750 m³);
- Un settore di ingrasso (denominato SI zona B) costituito da 9 vasche da 1000 m³;

Un settore di preingrasso (denominato SP) costituito da 24 vasche : di cui 20 da 200 m³ e 4 da 250 m³;

Prima di essere scaricate a mare, le acque provenienti dalle vasche subiscono un trattamento naturale di decantazione passando attraverso tre bacini di lagunaggio, (uno per ogni settore) denominati L1, L2 e L3. Le acque reflue sopraccitate sono restituite al mare attraverso 2 punti di scarico (P1 e P2). A monte degli scarichi P1 e P2 sono stati installati due impianti di filtrazione meccanica del tipo a tessuto pieghettato ormai superati ed attualmente in disuso.

L'impianto è dotato anche di un punto di scarico delle acque meteoriche (M).



I bacini di lagunaggio hanno le seguenti caratteristiche:

Lagunaggio L1 (scarico in P1)

superficie invaso: 1.700÷2.200 m²;

volume invaso: 2.550÷3.450 m³;

altezza media: 1,5 m

Lagunaggio L2 (scarico in P2)

superficie invaso: 1.450÷1.900 m²;

volume invaso: 2.175÷2.850 m³;

altezza media: 1,5 m

Lagunaggio L3 (scarico in P2)

superficie invaso: 1.500÷1.900 m²;

volume invaso: 2.250÷2.850 m³;

altezza media: 1,5 m



1.2 Ciclo produttivo dell'impianto

L'attività produttiva, si basa sull'allevamento intensivo di due specie ittiche: l'orata (*Sparus aurata*) e la spigola (*Dicentrarchus labrax*).

La riproduzione di avannotti è stata abbandonata per ragioni di carattere gestionale, attualmente gli avannotti sono reperiti sul mercato sia italiano sia europeo e vengono introdotti alla taglia di 3÷4 g in modo scaglionato durante l'anno.

In funzione delle vendite del prodotto finito e dello spazio a disposizione, gli animali soggiornano nelle vasche di preingrasso (SP) fino ad una taglia compresa fra i 30 g e i 100 g.

Dopo il ciclo di preingrasso i pesci sono trasferiti nelle vasche di ingrasso (SIA e SIB) fino al raggiungimento della taglia porzione di 350÷400 g, con rare eccezioni fino a 500 g.

L'andamento dello stock residente durante l'intero ciclo degli anni 2013 e 2014, è riportato di seguito (*Tabella 1. Biomassa presente e alimento distribuito*) e risulta essere quasi costante con picchi massimi in gennaio e nei mesi successivi all'estate.

Biomassa presente e alimento distribuito				
ANNO	2013		2014	
	alimento in tonnellate	stock pesce in tonnellate	alimento in tonnellate	stock pesce in tonnellate
Gennaio	-	1.002	151	1.028
Febbraio	124	985	142	981
Marzo	135	913	141	878
Aprile	138	879	149	831
Maggio	150	864	179	814
Giugno	200	851	207	842
Luglio	282	912	202	885
Agosto	255	966	193	890
Settembre	270	1.042	252	900
Ottobre	251	1.093	269	937
Novembre	235	1.124	265	963
Dicembre	146	1.028	-	-

Tabella 1. Biomassa presente e alimento distribuito

In Figura 1. Biomassa presente 2013/14, si trova l'andamento grafico dello stock residente.

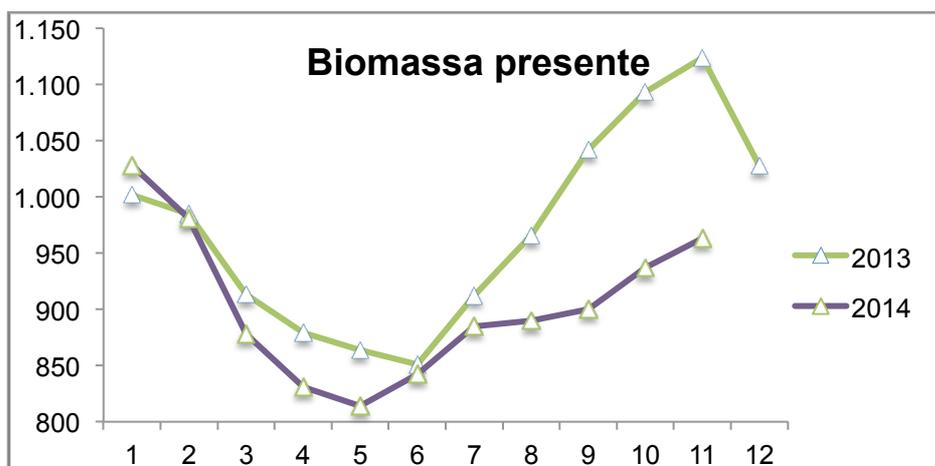


Figura 1. Biomassa presente 2013/14



1.3 Regime alimentare adottato

L'alimento può determinare, in generale, un livello di inquinamento residuo principalmente in funzione sia del contenuto elementare dell'alimento stesso, e quindi delle condizioni metaboliche dei pesci, sia della quantità di prodotto sfuggito dalle vasche in forma disciolta o in sospensione.

Gli alimenti attualmente somministrati provengono interamente dall'azienda mangimistica italiana Naturalleva ed appartengono a due tipologie: una specifica per le orate e una per le spigole.

Entrambe le tipologie di alimenti vengono somministrate in tre formulazioni diverse, in funzione della taglia e dello stato di crescita del pesce. La composizione delle due tipologie di alimenti è riportata in Tabella 2 e in Tabella 3.

PERFORMANCE Cvta							
Composizione	Performance Cvta 3,0	Performance Cvta 4,5	Performance Cvta 6,5	Energia Digeribile (Mj Kg ⁻¹)			Ingredienti
				3	4,5	6,5	
Proteine grezze	44,0	43,0	42,0	9,7	9,6	9,3	Farina di pesce Olio di pesce Glutine di granturco Conc. proteico di soia Fari di germi di guar Farinetta di frumento Olio di soia Pisello Farina di soia Farina di colza Emoglobina Vitamine e minerali Antiossidante (Etossichina)
Lipidi grezzi	18,0	21,0	21,0	7,0	7,5	8,4	
Fibra grezza	2,3	2,2	2,2	-	-	-	
Estrattivi inazotati	20,5	19,5	19,5	3,3	3,2	3,1	
Ceneri	8,0	8,0	8,0	-	-	-	
TOTALE				20,0	20,3	20,8	
PD/ED (mg KJ ⁻¹)	21,7	20,4	19,9				
Vitamina C (poli-P) mg kg ⁻¹	150	150	150				
Vitamina A UI Kg ⁻¹	7500	7500	7500				
Vitamina D ₃ UI Kg ⁻¹	2500	2500	2500				

Tabella 2. Alimento per orate



MARINE H 21

Composizione	Marine H 21	Marine H 21	Marine H 21	Energia Digeribile (Mj Kg ⁻¹)			Ingredienti
	3,0	4,5	6,5	3	4,5	6,5	
Proteine grezze	45,0	44,0	44,0	10,0	9,6	9,8	Farina di pesce Olio di pesce Farina di soia Emoglobina Farina di colza Pisello Farinetta di frumento Conc. Proteico di soia Farina di germi di guar Vitamine e minerali Antiossidante (Etossichina)
Lipidi grezzi	19,0	21,0	21,0	7,2	7,5	7,5	
Fibra grezza	2,2	2,2	2,2	-	-	-	
Estrattivi inazotati	19,9	19,9	19,9	3,0	3,0	3,0	
Ceneri	7,5	7,5	7,5	-	-	-	
TOTALE				20,2	20,4	20,4	
PD/ED (mg KJ ⁻¹)	21,1	20,7	20,7				
Vitamina C (poli-P) mg kg ⁻¹	150	150	150				
Vitamina A UI Kg ⁻¹	7500	7000	7500				
Vitamina D ₃ UI Kg ⁻¹	2500	2500	2500				

Tabella 3. Alimento per spigole

Un'efficace sistema di distribuzione del mangime, inteso non solo come quantità ma anche modalità e frequenza, porta a realizzare migliori performance di crescita; attualmente la somministrazione degli alimenti viene effettuata meccanicamente nei due settori di ingrasso e manualmente nel settore di preingrasso.

La quantità di alimento somministrata, segue le indicazioni fornite dal mangimificio, e viene costantemente ottimizzata in funzione sia della taglia dei pesci che della temperatura dell'acqua.

In Tabella 4 e 5 è riportata la metodica con la quale avviene la somministrazione dell'alimento.

PERFORMANCE - Percentuale di alimentazione giornaliera (Kg di alimento 100 ⁻¹ biomassa giorno ⁻¹)									
Ø mm	Taglia pesci (g)	Temperatura dell'acqua (°C)							
		14	16	18	20	22	24	26	28
3,0	30	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	1,4
3,0	50	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	1,1
4,5	100	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,0
4,5	200	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	0,7
4,5	400	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,6
6,5	>600	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,4

Tabella 4. Alimentazione giornaliera per orate



MARINE - Percentuale di alimentazione giornaliera (Kg di alimento 100 ⁻¹ biomassa giorno ⁻¹)								
Ø mm	Taglia pesci (g)	Temperatura dell'acqua (°C)						
		16	18	20	22	24	26	28
3,0	15	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	1,7
3,0	30	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	1,4
4,5	50	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,2
4,5	150	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	0,8
4,5	300	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	0,7
6,5	600	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,5

Tabella 5. Alimentazione giornaliera per spigole



1.4 Indice FCR

L'indice di conversione alimentare (FCR, Feed Conversion Ratio) esprime l'efficienza dell'alimento utilizzato nell'allevamento e rappresenta la quantità di alimento necessaria per produrre un'unità di peso di pesce. L'efficienza alimentare è direttamente proporzionale al valore dell'indice.

La quantità di alimento utilizzato a partire dalla fase di avviamento dell'impianto è riportato in *Tabella 6. Produzione, alimentazione e densità dal 1998*, allorché l'efficienza di alimentazione (FCR) è rappresentata nella *Figura 2. Andamento del rapporto di conversione dal 1998*.

Anno	Produzione	Alimentazione	Densità
	tonnellate	tonnellate	kg/m3
1998	144	326	6
1999	683	1.473	30
2000	782	1.578	34
2001	921	1.835	40
2002	1.121	2.184	49
2003	1.268	2.354	55
2004	1.314	2.402	57
2005	1.091	2.004	47
2006	866	1.930	38
2007	816	1.912	35
2008	845	1.849	37
2009	1.061	2.037	46
2010	1.112	2.082	48
2011	1.062	2.005	46
2012	937	2.133	41
2013	1.090	2.335	47

Tabella 6. Produzione, alimentazione e densità dal 1998

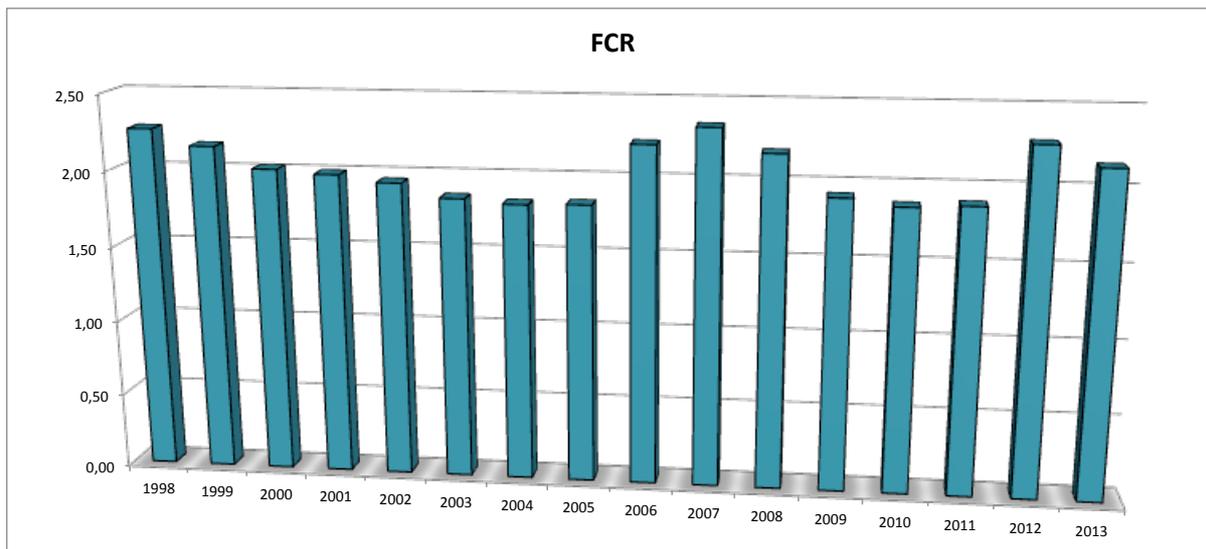


Figura 2. Andamento del rapporto di conversione dal 1998

Il picco massimo di produzione dell'impianto è stato raggiunto nel 2004 con una produzione totale annua di 1.300 tonnellate, mentre la produzione media degli ultimi cinque anni si attesta intorno alle 1.000 tonnellate. La quantità di alimento impiegato e la produzione raggiunta, determinano il fattore di conversione (FCR), che negli ultimi anni si attesta intorno a 2, ovvero sono necessari 2 Kg di alimento per produrre 1 Kg di pesce.

Il fattore di conversione (*Figura 2*) si attesta su valori di poco al di sopra alle medie produttive Europee per le specie in oggetto.

La densità media di allevamento si aggira intorno ai 42÷43 kg/m³.



Dai dati riportati nella Tabella 6 e dal diagramma rappresentato in Figura 2, si evince che l'attività degli ultimi due anni nel complesso non si discosta molto dall'attività del quinquennio precedente, fatto salvo l'efficienza di utilizzazione dell'alimento (FCR) che è diminuita fino ai valori di inizio attività.

L'indice FCR è uno degli strumenti oggettivi utilizzati per la corretta gestione degli impianti di piscicoltura ed oltre ad essere un indice economico-gestionale, risulta essere un valido strumento della performance ambientale dell'impianto.

A riguardo di quanto sopra descritto per l'impianto in oggetto, una minore efficienza può non essere dovuta esclusivamente a problemi di carattere gestionale, ma anche problemi prevalentemente di natura nutrizionale.

Tale ridotta efficienza infatti è stata riscontrata anche in altre aziende negli ultimi 5 anni ed è verosimilmente da attribuire ad un presunto calo nelle qualità nutrizionali dell'alimento.

In merito agli aspetti gestionali è da notare che nei mesi estivi l'acqua in entrata all'allevamento si attesta ad una temperatura pari o superiore ai 25°C: quanto detto comporta un peggioramento del tasso di conversione e, conseguentemente, un peggioramento della produzione dell'impianto.



1.5 Caratteristiche delle acque reflue

La concentrazione dei solidi sospesi nei reflui è la differenza più rilevante tra i reflui di acquacoltura (bassi SS/alti volumi di acqua) e i reflui urbani (alti SS/bassi volumi di acqua): quanto detto determina soluzioni tecnologiche di tipo completamente diverso per il trattamento delle due tipologie di acqua.

Uno dei fattori che influenza direttamente la quantità di solidi sospesi presenti nell'acqua in uscita è il rapporto fra lo standing stock ovvero la biomassa presente in impianto e l'acqua disponibile.

In questo l'impianto di Civitavecchia, come impianto a terra, è molto singolare in quanto dispone di una quantità di acqua in entrata importante rispetto alla biomassa in allevamento.

La quantità di acqua utilizzata per la produzione di 1 Kg di biomassa è, infatti, superiore a quella normalmente impiegata da impianti intensivi a terra della stessa tipologia.

Quello che ne risulta è quindi una bassa concentrazione dei solidi nell'intero volume d'acqua. La quantità di solidi sospesi nell'acqua in uscita è, per quanto detto, generalmente inferiore a 10mg/l.

Un altro fattore importante in merito all'analisi dei quantitativi di solidi sospesi è la dimensione delle particelle stesse.

Particelle molto piccole sono infatti più difficilmente catturate dai filtri.

In questo caso specifico le dimensioni importanti delle vasche (circa 1000 m³), e la geometria delle stesse, determinano un tempo di residenza elevato per le particelle influenzando direttamente la dimensione delle stesse, visto anche il tipo di scarico a sfioro.



1.6 Valutazione della qualità degli effluenti

Il progetto di un impianto di trattamento richiede, preliminarmente, la rigorosa valutazione delle caratteristiche dell'effluente in termini di solidi sospesi contenuti e nutrienti disciolti.

La caratterizzazione sperimentale dei reflui derivanti dall'impianto di itticoltura richiede una campagna di analisi chimico-fisiche estremamente puntuale tale da non risentire di perturbazioni meteorologiche e/o stagionali e tale da essere rappresentativa dei vari settori d'impianto e delle fasi dei cicli produttivi. Analisi chimico-fisiche volte a determinare il contenuto e le dimensioni dei solidi sospesi, in acque reflue caratterizzate da una bassa concentrazione di solidi, richiedono il prelievo di importanti volumi di acqua.

Le difficoltà sopradescritte sono state superate effettuando la caratterizzazione dei reflui prodotti dall'impianto di acquacoltura mediante un metodo messo a punto dall'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique - Francia) e dall'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer).

Il suddetto metodo di calcolo prende in considerazione sia l'incremento dei solidi sospesi che dei nutrienti nelle acque reflue da acquacoltura: la base del ragionamento del presente metodo si fonda sul metabolismo dei pesci ovvero sulla ritenzione da parte dei pesci di ogni costituente nutrizionale.

I calcoli che seguono sono stati effettuati prendendo in analisi i valori di alimentazione delle 3 vasche più popolate ove sono state anche effettuate delle analisi puntiformi e considerano l'ultima stima basata sullo stock medio disponibile e la dose media di alimento distribuita su tutto l'impianto.



- Vasca 3
 - Stock: 50 tonnellate di pesce
 - Flusso: 105 l/s
 - Alimento: 400 Kg taglia 6,5 mm

- Vasca 8
 - Stock: 7 tonnellate di pesce
 - Flusso: 40 l/s
 - Alimento: 140 Kg taglia 4,5 mm

- Vasca 12
 - Stock: 38 tonnellate di pesce
 - Flusso: 95 l/s
 - Alimento: 350 Kg taglia 6,5 mm

- Intero impianto
 - Stock: 910 tonnellate di pesce
 - Flusso: 3000 l/s
 - Alimento:
 - 1.260 Kg taglia 3 mm
 - 3.780 Kg taglia 4,5 mm
 - 1.260 Kg taglia 6,5 mm

La *Tabella 7. Composizione dell'alimento utilizzato nella piscicoltura* mostra la composizione dell'alimento che è stata utilizzata per la determinazione dei solidi sospesi, della concentrazione di NH_4 e di PO_4 .

Alimento campione	Taglia alimento Ø 3 mm		Taglia alimento Ø 4,5 mm		Taglia alimento Ø 6,5 mm	
	%	digeribilità (%)	%	digeribilità (%)	%	digeribilità (%)
Proteine	45	88		88	44	88
Lipidi	19	90	21	90	21	90
Glucidi	19,9	60	19,9	60	19,9	60
Fibre	2,2	0	2,2	0	2,2	0
Ceneri	7,5	50	7,5	50	7,5	50
Fosforo	1,1	70	1,1	70	1,1	70
Umidità	5,3		4,3		4,3	
Indice di convezione	1,8	-	2	-	2	-
Perdita di alimento	0		0		0	

Tabella 7. Composizione dell'alimento utilizzato nella piscicoltura



Le tabelle dalla 8 alla 11 riportano i calcoli e le quantità attese nei differenti casi sopra indicati.

Calcolo delle concentrazioni medie all'uscita

stock presente	910	tonnellate
Flusso istantaneo	3000	l/s
alimento 3	1260	kg/gg
alimento 4,5	3780	kg/gg
alimento 6,5	1260	kg/gg
Massa dei SS	1340,0	kg/gg
concentrazione SS	5,17	mg/l

Tabella 8. Calcolo teorico su tutto l'impianto - Media annuale

Calcolo delle concentrazioni medie all'uscita

stock presente	50	tonnellate
Flusso istantaneo	105	l/s
alimento 3	0	kg/gg
alimento 4,5	0	kg/gg
alimento 6,5	400	kg/gg
Massa dei SS	85,2	kg/gg
concentrazione SS	9,39	mg/l

Tabella 9. Calcolo teorico sulla vasca 3 in data 01/12/2014



Calcolo delle concentrazioni medie all'uscita

stock presente	7	tonnellate
Flusso istantaneo	40	l/s
alimento 3	0	kg/gg
alimento 4,5	140	kg/gg
alimento 6,5	0	kg/gg
Massa dei SS	29,8	kg/gg
concentrazione SS	8,62	mg/l

Tabella 10. Calcolo teorico sulla vasca 8 in data 01/12/2014

Calcolo delle concentrazioni medie all'uscita

stock presente	38	tonnellate
Flusso istantaneo	95	l/s
alimento 3	0	kg/gg
alimento 4,5	0	kg/gg
alimento 6,5	350	kg/gg
Massa dei SS	74,5	kg/gg
concentrazione SS	9,08	mg/l

Tabella 11. Calcolo teorico sulla vasca 12 in data 01/12/2014

Anche i valori estrapolati dal calcolo mostrano che i SS sono tutti inferiori a 10 mg/l, variando da un minimo di 5,2 (*calcolato come media annuale sull'intero impianto*) a un massimo di 9,4mg/l (*dato puntuale sulla vasca 3 con i parametri rilevati in sede di sopralluogo*).

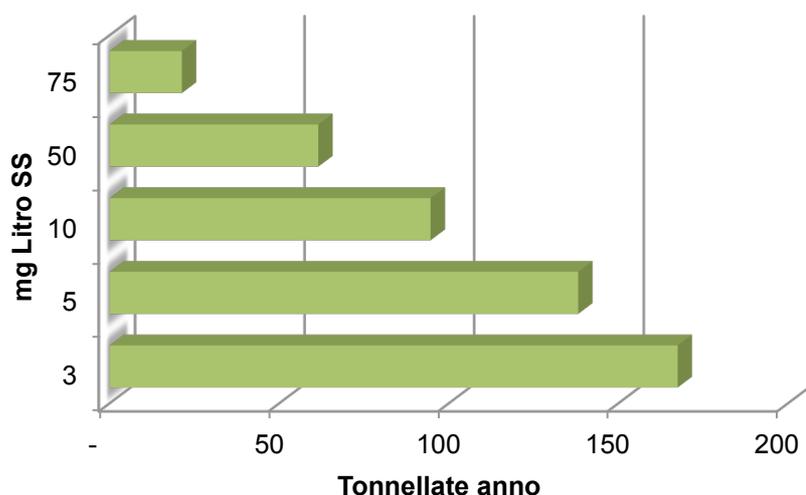
Volendo interpretare quanto sopra descritto e determinare la quantità di solidi sospesi a carico degli effluenti si dovranno tenere in conto tre parametri distinti:

- le quantità standard (vedi sopra) esclusivamente a carico della alimentazione del pesce;



- l'incremento puntuale di tali quantità dovuto a fattori gestionali (pesca, selezione, manipolazione);
- l'incremento dovuto a fattori esogeni di tipo meteomarinario, climatico, biotico (bloom algali);

Pertanto volendo raffigurare graficamente le quantità presenti negli scarichi in funzione della frequenza di tali fattori simulando la stessa nel corso dell'anno in funzione dei differenti carichi puntuali si ottiene:



E' logico che anche se con frequenza bassissima i momenti con alti valori di Solidi Sospesi rappresentano quantità significative nell'arco dell'anno.

Il totale di SS cumulativo è maggiormente a carico dei valori compresi tra 3 e 10 mg/l ed è stato valutato in circa 500 tonnellate annue.



2. Progetto di un sistema di trattamento delle acque reflue dell'allevamento ittico

Gli allevamenti ittici, della tipologia dell'impianto di Civitavecchia non sono generalmente provvisti di trattamento delle acque reflue a valle dell'attività produttiva. Non si rendono necessari, infatti, trattamenti al fine di consentire il rispetto dei valori della Tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte terza del D.lgs. 152/06 e s.m.i. quando gli scarichi sono caratterizzati da elevate portate e basse concentrazioni di inquinanti.

2.1 Origine dei solidi sospesi e dei nutrienti nelle acque

In un allevamento ittico, i solidi sospesi ed i nutrienti disciolti provengono da:

- feci prodotte dal metabolismo dei pesci
- alimento non consumato
- solidi trasportati nell'impianto dal flusso di acqua in entrata dalla sorgente esterna
- crescita di micro-alghe e batteri

In virtù di quanto sopra esposto, la concentrazione dei solidi sospesi nelle acque reflue può essere ridotta con un attento regime di alimentazione che fornisca la giusta quantità di cibo.

Attività gestionali finalizzate al miglioramento nei coefficienti di conversione dei mangimi, e riduzioni della quantità di feci prodotte, sono state già messe in atto con buoni risultati.

Il peso specifico dell'alimento non ingerito così come delle feci dei pesci è vicino a quello dell'acqua e, pertanto, il loro tasso di sedimentazione gravitazionale è basso. Al contrario, particelle inorganiche come la sabbia, hanno un elevato peso specifico e



quindi sedimentano più rapidamente. La velocità di sedimentazione dipende dalle caratteristiche del materiale che deve sedimentare (compresa la loro dimensione), e dalla velocità e turbolenza delle acque in cui le particelle sono sospese.

La sedimentazione dei solidi sospesi è resa più difficile dal disfacimento dei mangimi o delle feci, durante il loro percorso dalla vasca di allevamento, attraverso l'impianto, fino al bacino di lagunaggio.

La turbolenza dell'acqua, creata dalla velocità del flusso e dall'azione di nuoto dei pesci, mantiene le feci in sospensione e ciò è causa della progressiva distruzione e suddivisione in particelle di dimensioni più piccole. Le particelle molto piccole diventano "non sedimentabili".

Al fine di ridurre il sopracitato fenomeno è necessario catturare e rimuovere i solidi sospesi, appena possibile, dopo il loro rilascio in acqua.

2.2 Trattamento con filtrazione meccanica

2.2.1 Processo di filtrazione meccanica

La filtrazione meccanica rimuove i solidi dall'acqua utilizzando barriere fisiche attraverso le quali le particelle solide non possono passare. Questo è solitamente realizzato utilizzando o un filtro costituito da un mezzo impaccato e compresso, come la sabbia, o per mezzo di reti a maglia variabile. I filtri meccanici sono in grado di rimuovere sia i solidi sedimentabili sia quelli che rimangono in sospensione a causa delle loro piccole dimensioni e bassa densità.

Il sistema di filtrazione meccanico gravitativo (ovvero senza l'utilizzo di pompe ed in linea con gli effluenti) più efficiente e più diffuso sul mercato si basa sull'utilizzo di filtri a tamburo o filtri a disco muniti di reti filtranti a maglia.



La luce filtrante di queste due tipologie di filtri arriva fino a 15 microns e permette di filtrare piccole e grandi quantità di acqua soprattutto nella configurazione di più filtri in batteria (*Figura 3. Filtro a tamburo*).



Figura 3. Filtro a tamburo

Il filtro a tamburo o a disco, consiste in un grosso cilindro rotante, aperto da un solo lato la cui superficie laterale è una rete a maglie di opportune dimensioni per trattenere il particolato in sospensione.

Il funzionamento di questo filtro prevede l'ingresso delle acque reflue dalle vasche di allevamento attraverso il lato aperto e la loro fuoriuscita attraverso le maglie della rete laterale.

Una volta creatosi un accumulo di particolato sulla superficie interna del filtro, l'acqua sale nel cilindro fino a toccare una sonda che dà avvio alla rotazione del tamburo e al



controlavaggio della superficie interna portando alla raccolta dei solidi in una grondaia.

Quest'acqua "carica" di particelle solide sospese viene espulsa attraverso un condotto di scarico e convogliata per il successivo trattamento e ispessimento dei fanghi.

2.2.2 Configurazione del sistema di trattamento con filtrazione meccanica

Disegni tecnici

Allegato 2: n° 396170; Trattamento degli effluenti – Settore A - Panoramica

Allegato 3: n° 396171: Trattamento degli effluenti – Settore B - Panoramica

Allegato 4: n° 396172: Trattamento degli effluenti – Settore C - Panoramica

Allegato 5: n° 396173: Dettaglio progetto – Filtro a tamburo Settore B

Allegato 6: n° 396174: Trattamento degli effluenti – Pianta generale

Allegato 7: n° 396175: Dettaglio progetto – Filtra a tamburo – Settore A

Allegato 8: n° 396178: Dettaglio progetto – Filtra a tamburo – Settore C

Il trattamento di filtrazione meccanica dei reflui è stato configurato in 3 sezioni seguendo la divisione attuale dell'impianto: ingrasso A, ingrasso B e il preingrasso SP (C).

Il dimensionamento dei filtri è stato calcolato partendo da un flusso di $1\text{m}^3/\text{s}$ per ogni settore e da una maglia filtrante da 40 micron per il settore SP e da 50 micron per i settori A e B. (vedere Allegato n° 9. Caratteristiche tecniche filtro F1640 e n° 10. Disegno tecnico)

In ciascuno dei 3 settori, è prevista la costruzione di un nuovo canale di raccolta dell'acqua che sarà progettato in modo da permettere al gestore di ridurre il livello



della vasca in misura sufficiente a svolgere tutte le operazioni necessarie alla produzione.

Al fine di raccogliere il più possibile le particelle integre si è prevista l'installazione del sistema di filtrazione il più vicino possibile alla vasche.

La costruzione di questo nuovo canale è stata studiata per una realizzazione che permetta il funzionamento dell'impianto senza ostacolare il lavoro giornaliero.

L'alloggiamento dei filtri (n° 2 per settore) è previsto in una nuova vasca in cemento armato che dovrebbe essere costruita in una parte del bacino di lagunaggio. Ad ogni modo, verrà analizzata in seguito l'opportunità di dismettere i 3 bacini di lagunaggio oggi esistenti.

L'acqua di contro-lavaggio carica di particelle filtrate, proveniente dai filtri dei 3 settori, sarà pompata verso l'impianto di ispessimento.



2.3 Trattamento delle acque di controlavaggio ed ispessimento fanghi

Allegato 11: n° 396189: Dettaglio progetto stazione D e E

L'impiego, di agenti coagulanti e flocculanti si rende necessario laddove le acque da trattare, siano esse di natura zootecnica, industriale e/o urbana, presentano alte concentrazioni di solidi non sedimentabili.

Nel caso dell'itticoltura, il backwashing, o controlavaggio, del micro filtro meccanico produce acque con un'alta concentrazione di particelle solide (1÷2 g/l, a seconda della concentrazione iniziale nelle acque reflue), delle quali solo una piccola parte sedimenta in tempi accettabili (nell'ordine di pochi minuti); la maggior parte, circa l'80%, rimane in sospensione per periodi più o meno lunghi (fino a diverse ore), mentre una residua frazione non sedimenta.

In generale, i coagulanti ed i flocculanti hanno la capacità di raccogliere le piccole particelle disperse in acqua ed aggregarle formando delle macro-particelle, o fiocchi, in grado di sedimentare più facilmente e quindi di essere rimossi dall'acqua.

I coagulanti sono sostanze chimiche che promuovono l'aggregazione di varie molecole in particelle microscopiche.

Il coagulante più comunemente usato è cloruro di ferro (FeCl_3).

Altri coagulanti sono: il solfato di zinco, il cloruro di zinco, il solfato di rame, il solfato



di magnesio, il solfato di ferro e il solfato d'alluminio.

I flocculanti promuovono la flocculazione delle particelle coagulate in fiocchi di maggiore grandezza e peso, i quali sedimentano, quindi, più velocemente.



Figura 4. Flocculazione dell'acqua di controlavaggio dei filtri

I flocculanti possono essere classificati in due categorie: organici contenenti carbonio e inorganici.

I flocculanti di natura organica sono dei polimeri, i quali possono essere suddivisi in due sottogruppi sintetici e naturali:

- i polimeri sintetici sono di solito di per se stessi non tossici, sono più efficaci dei polimeri naturali e sono preferiti nel trattamento dell'acqua potabile;
- i polimeri naturali, offrono una serie di vantaggi in acquacoltura grazie alla loro biocompatibilità e biodegradabilità.



I flocculanti più efficaci appartengono alla famiglia delle poliacrilammidi.

I flocculanti di origine naturale sono: l'amido di mais, l'amido di patata, la cellulosa, l'acido alginico, la gomma di guar, l'olio di mouringa, tutti di origine vegetale, e il chitosano, di origine animale.

Sono stati testati una serie di coagulanti e flocculanti, sia di origine naturale sia sintetica, che hanno dimostrato che i migliori risultati in termini di coagulazione e flocculazione si ottengono utilizzando una soluzione di FeCl_3 , come coagulante, e un polimero cationico, a base di poliacrilamide, come flocculante.

Questi dati dovranno essere approfonditi in fase di realizzazione esecutiva del progetto.

In generale, i reagenti per la coagulazione e flocculazione sono dosati ed aggiunti alle acque di contro-lavaggio per mezzo di due pompe elettromagnetiche (e/o peristaltiche) di portata variabile e regolabile, opportunamente calibrate, collegate ad un serbatoio di stoccaggio del reagente.

Un volume esatto di coagulante è aggiunto in una prima vasca di miscelazione, in sincronia con ciascun ciclo di contro-lavaggio, mentre il flocculante è aggiunto in una seconda vasca di miscelazione, prima del trasferimento delle acque cariche di solidi coagulati e flocculati, al successivo dispositivo di ispessimento (filtro a nastro) e/o disidratazione successiva.



La disidratazione dei fanghi prodotti dal sistema di filtrazione meccanica avviene mediante l'utilizzo di un filtro a nastro (*Figura 5*) e successivo filtro a pressa.

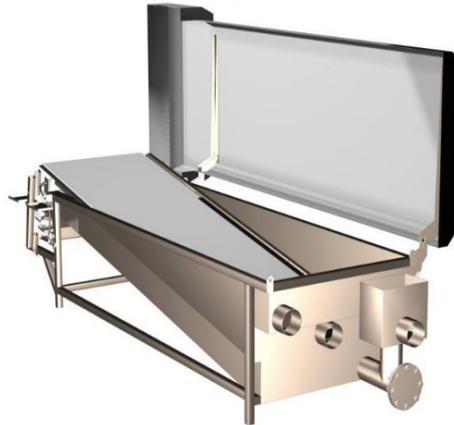


Figura 5. Filtro a nastro

L'acqua di contro-lavaggio del filtro meccanico è ancora costituita al 99,9÷99,8% di acqua. Il trattamento con coagulante, flocculante seguita da un filtro a nastro permette di raggiungere al massimo un 10% di materia secca (90% acqua).

Nei filtri a nastro, l'acqua passa attraverso un nastro in movimento, che costituisce l'elemento filtrante. Il nastro è inclinato e man mano che l'acqua passa attraverso l'elemento filtrante, tutti i solidi sospesi che sono di dimensioni maggiori rispetto alle maglie del filtro, sono delicatamente estratti dal flusso d'acqua ed adagiati sul nastro.



Figura 6. Filtro a nastro con fango

I fanghi disidratati sono rimossi dal nastro per mezzo di una spatola e raccolti in un serbatoio da cui possono essere successivamente rimossi per lo stoccaggio o il riutilizzo.

Un sistema di contro-lavaggio con acqua a pressione, è utilizzato per pulire la superficie del nastro dopo la rimozione dei fanghi. Il processo di concentrazione e disidratazione del fango è favorito dalla possibilità di poter esporre all'aria il materiale rimosso e disposto in uno strato sottile sul nastro.

Al fine di ottenere una quantità di materia secca di 30% (= 70% di acqua), è necessario un ulteriore trattamento attraverso un filtro a pressa.

Il contenuto di acqua sottratto ai fanghi mediante il trattamento di ispessimento sopradescritto sarà, nuovamente, collettato in testa ai filtri meccanici

I filtri a pressa o a vite sono utilizzati nell'industria per la separazione di solidi da liquidi. Si ottiene un materiale di consistenza semi solida.



La filtro-prensa è composta da una serie di piastre o piatti alternate a tele che aderendo l'una all'altra formano delle camere, nelle quali si forma il pannello di fango disidratato. Il fango viene pompato ad elevate pressioni dentro il filtro.

La fase solida viene trattenuta nelle intercapedini tra piatti e telai e dalla filtroprensa esce la fase liquida, a basso contenuto di solidi sospesi.

Il successivo recupero della fase solida avviene con l'apertura della filtroprensa, quando i fanghi hanno colmato l'intercapedine (quindi il processo di filtropressatura è un processo discontinuo).

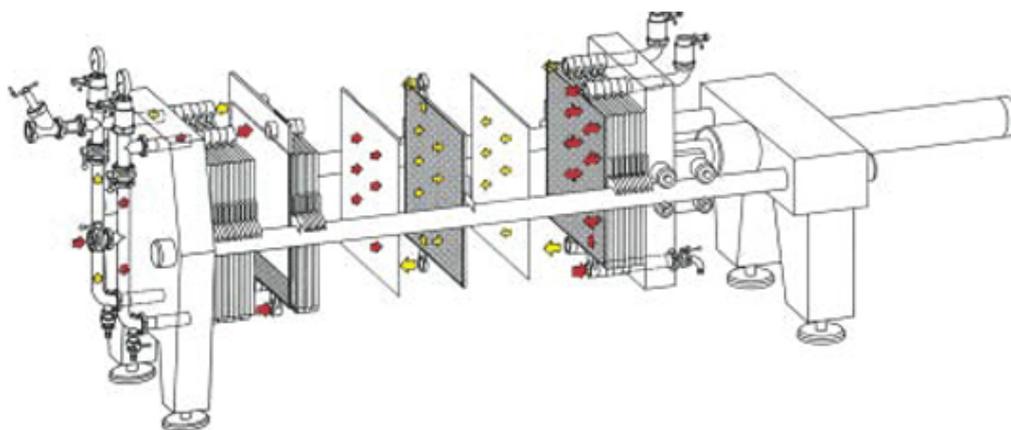


Figura 7. Filtro a pressa



2.4 Diagramma esplicativo del trattamento

Il diagramma di flusso di seguito evidenzia le diverse fasi di trattamento e la relativa efficienza della soluzione impiantistica proposta.

Secondo lo studio effettuato, la produzione annua di materia secca per l'intero impianto di allevamento si può stimare in circa 492 tonnellate, di cui almeno 261 potranno essere trattenute dai filtri.



Figura 8. Diagramma di flusso SS

La filtrazione meccanica (filtri a tamburo) concentra i SS fino a 0,1 a 0,2% di materia secca.

Il successivo trattamento, prevede l'utilizzo di coagulanti e flocculanti in una vasca di miscelazione seguito dal passaggio dei fanghi su di un filtro a nastro. Questo permette di concentrare i solidi sospesi fino a un massimo del 10% di materia secca.

Il trattamento finale, consiste nel passaggio dei fanghi in un filtro a pressa che li ispessirà fino ad un 30÷40% circa di materia secca.



3. Valutazione dell'abbattimento dei solidi sospesi e dei nutrienti a fronte delle soluzioni proposte

Parametri iniziali

Dalle informazioni tratte dal Gestore dell'impianto si ha quanto segue:

1. Flusso acqua nel sistema 3.000 l/s
2. Quantità di alimento: 2.200 tonnellate/anno

Come detto in precedenza, la quantità teorica dei solidi sospesi (materia secca) per tonnellata di alimento è pari a circa 224 kg.

Da quanto sopra, ne consegue che utilizzare 2.200 tonnellate di alimento su base annua comporta un rilascio di materia sotto forma di SS su base secca pari a:

$$2.200 \frac{\text{ton di alimento}}{\text{anno}} \cdot 224 \frac{\text{kg di SS}}{\text{ton di alimento}} = 492 \text{ tonnellate/anno}$$

Quantità media nell'acqua di solidi sospesi (esclusivamente da fonte trofica) prima del filtro a tamburo è pari a circa 5,2 mg/l

Quantità alimento	2.200	ton/anno
SS/ton alimento	224	kg/ton alim
Totale SS IN	492	ton/anno
SS IN pre-ingrasso	164	ton/anno
SS IN ingrasso	328	ton/anno
Efficienza	53%	
SS rimossi	261	ton/anno
Totale SS OUT	231	ton/anno
SS OUT pre-ingrasso	82	ton/anno
SS OUT ingrasso	154	ton/anno

Tabella 12. Efficienza e rimozione dei SS



La riduzione di materia organica rilasciata sotto forma di solidi sospesi porta a una riduzione della BOD (Biochemical Oxygen Demand). Infatti, attraverso il nuovo sistema di filtrazione, descritto nel presente documento, il 53% del BOD viene evitato per effetto della rimozione di una pari percentuale di particolato; assumendo, inoltre, il seguente coefficiente: $\frac{\text{kg di BOD da particolato}}{\text{kg di alimento}} = 0,286$ ne risulta una riduzione di **BOD** pari a circa:

$$2.200 \cdot 0,286 \cdot 53\% = 333 \frac{\text{tonnellate}}{\text{anno}}$$

Attraverso la rimozione del particolato solido ne consegue una rimozione anche di nutrienti presenti nei solidi sospesi. In particolare, partendo dalle seguenti assunzioni:

$$\frac{\text{kg di azoto da particolato}}{\text{kg di alimento}} = 0,0155 \quad \text{e} \quad \frac{\text{kg di fosforo da particolato}}{\text{kg di alimento}} = 0,004$$

ne segue:

A. Riduzione di **azoto** rilasciato:

$$2.200 \cdot 0,0155 \cdot 53\% = 18 \frac{\text{tonnellate}}{\text{anno}}, \quad \text{su un totale prodotto di 103 tonnellate/anno}$$

B. Riduzione di **fosforo** rilasciato:

$$2.200 \cdot 0,004 \cdot 53\% = 5 \frac{\text{tonnellate}}{\text{anno}}, \quad \text{su un totale prodotto di 14,5 tonnellate/anno}$$



4. Modalità di esecuzione

Al fine di interferire il meno possibile con la normale gestione/produzione dell'impianto di itticoltura e, al fine di avere certezza dell'efficacia dell'impianto descritto in questo documento, la realizzazione del sistema di filtrazione e dei sistemi ancillari verranno realizzati con modularità e scaglionati nel tempo. Si prevede, infatti, di realizzare prima un sistema di filtrazione per una delle 3 sezioni, misurarne i miglioramenti ambientali e procedere, quindi con la realizzazione dei sistemi di filtrazione asserviti alle restanti 2 sezioni dell'impianto di acquacoltura.



5. Elenco allegati

Allegato 1: Cartina dell'impianto

Allegato 2: n° 396170: Trattamento degli effluenti – Settore A - Panoramica

Allegato 3: n° 396171: Trattamento degli effluenti – Settore B - Panoramica

Allegato 4: n° 396172: Trattamento degli effluenti – Settore C - Panoramica

Allegato 5: n° 396173: Dettaglio progetto – Filtro a tamburo Settore B

Allegato 6: n° 396174: Trattamento degli effluenti – Pianta generale

Allegato 7: n° 396175: Dettaglio progetto – Filtra a tamburo – Settore A

Allegato 8: n° 396178: Dettaglio progetto – Filtra a tamburo – Settore C

Allegato 9: n° 57022-1: Disegno dimensionamento filtro F1640

Allegato 10: n° T1616 ÷ 1640 ENG Specifiche tecniche filtro F1640

Allegato 11: n° 396189: Dettaglio progetto stazione D e E