

SPECIALE DEPURAZIONE.

Gli scarichi dell'industria agroalimentare: nuove regole e soluzioni tecniche

LE SPECIFICITÀ DEGLI IMPIANTI SARDI E L'ANALISI DEL SISTEMA ADOTTATO DALLA 3A DI ARBOREA

1. Premesse

La nuova normativa in materia di tutela delle acque dall'inquinamento dovuto allo scarico delle acque reflue, rappresentata a livello nazionale dal decreto legislativo 152 dell'11 maggio 1999 e dalle sue integrazioni e modificazioni introdotte con il successivo decreto legislativo 258, ha individuato due tipologie di acque reflue: quelle prodotte da insediamenti civili o comunque ad essi assimilabili, e quelle prodotte da insediamenti industriali.

Fra gli scarichi industriali, particolarmente importanti sono quelli degli insediamenti produttivi quali caseifici, cantine, oleifici ecc., i quali, pur effettuando lavorazioni o trasformazioni di minor impatto, a causa della specificità dell'economia sarda risultano distribuiti su tutto il territorio regionale.

Tutte queste attività producono degli scarichi il cui inquinamento è talmente elevato da richiedere una particolare attenzione nell'individuazione dell'approccio più idoneo per una corretta depurazione.

2. Insediamenti produttivi in Sardegna

Come già accennato in premessa, le principali tipologie di insediamenti produttivi presenti in Sardegna che risultano in grado di generare degli scarichi particolarmente inquinati sono: stabilimenti lattiero-caseari; cantine vinicole; frantoi oleari; mattatoi; altri (trasformazioni agro-alimentari, officine, falegnamerie, laboratori).

Di seguito si analizzerà, per ciascuna delle prime quattro suddette tipologie, la consistenza sul territorio regionale, le principali caratteristiche inquinanti degli scarichi. Per quanto riguarda invece l'ultima categoria, non è materialmente possibile individuare un quadro di riferimento tipologico omogeneo, per cui in questo contesto essa non verrà analizzata.

I dati che sono di seguito riportati, per quanto acquisiti da fonti istituzionali (Istat, Assessorati Regionali, Ispettorati Agrari ecc.), servono evidentemente a rappresentare il problema da un punto di vista squisitamente qualitativo in quanto la presente nota non può essere esaustiva dell'argomento, che richiederebbe ben maggiori spazi ed approfondimenti, ma si pone come obiettivo quello di richiamare l'attenzione sugli aspetti più salienti del problema ambientale generato dai suddetti insediamenti.

I dati che sono di seguito riportati, per quanto acquisiti da fonti istituzionali (Istat, Assessorati Regionali, Ispettorati Agrari ecc.), servono evidentemente a rappresentare il problema da un punto di vista squisitamente qualitativo in quanto la presente nota non può essere esaustiva dell'argomento, che richiederebbe ben maggiori spazi ed approfondimenti, ma si pone come obiettivo quello di richiamare l'attenzione sugli aspetti più salienti del problema ambientale generato dai suddetti insediamenti.

2.1 Gli stabilimenti lattiero - caseari

Alla data attuale risultano presenti sul territorio sardo complessivamente circa 60 stabilimenti lattiero-caseari di una certa rilevanza produttiva, di cui 24 insistono nella provincia di Cagliari, 7 in quella di Oristano, 13 in quella di Nuoro ed infine 16 in quella di Sassari.

I quantitativi complessivi di latte prodotto su tutto il territorio regionale, relativi all'annata 2000, ammontano a 6.150.000 quintali, così suddivisi per tipologia:

- latte ovino 4.000.000 q.li/anno
- latte vaccino 2.100.000 q.li/anno
- latte caprino 50.000 q.li/anno.

Tranne qualche eccezione - come ad esempio il comparto vaccino o quegli stabilimenti che nel periodo estivo lavorano prodotti semilavorati di importazione - l'attività di tali insediamenti risulta essere di tipo stagionale in quanto legata al periodo produttivo degli animali, tipicamente rappresentati da pecore e capre.

Gli scarichi di lavorazione sono in particolar modo inquinati a causa delle porzioni di latte, siero o scotta che durante le lavorazioni di trasformazione vengono riversate sui pavimenti, fi-

IL RELATORE.

L'ingegner **Nello Corrao** svolge da oltre 20 anni l'attività di libero professionista nel campo dell'ingegneria ambientale e in particolare nel settore della depurazione delle acque reflue. È presidente della sezione sarda dell'A.I.C.A. (Associazione Italiana Consulenti Ambientali) nonché componente della Commissione territorio presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari.
tel. 070.554577
fax 070.553753
e-mail: ingg.corrao@tin.it

LA RELAZIONE.

"La depurazione delle acque reflue di insediamenti produttivi. L'impianto dello stabilimento lattiero-caseario 3A Latte Arborea"

nendo quindi in fogna insieme alle acque di lavaggio degli ambienti e delle attrezzature.

Le caratteristiche dello scarico quindi, tendono a variare da un punto di vista qualitativo a secondo delle fasi produttive. Inoltre occorre tener presente che le lavorazioni sono limitate ad una parte della giornata, in genere 8-12 ore, e non avvengono tutti i giorni della settimana. La conseguenza di tale fatto è che si rende pressoché necessario effettuare preliminarmente un accumulo, con conseguente omogeneizzazione delle caratteristiche dello scarico ed equalizzazione delle portate, in modo da poter alimentare le successive fasi

di trattamento con continuità ed uniformità.

Sulla base dell'esperienza acquisita in svariati stabilimenti in Sardegna, l'inquinamento che si rileva in tali scarichi risulta particolarmente elevato, sicuramente ben al di sopra dei valori medi normalmente riportati in letteratura. In linea del tutto indicativa infatti, sono facilmente riscontrabili scarichi con valori medi di BOD5 variabili fra 1.500 e 8.000 mg/l, cioè fino a più di 30 volte la concentrazione di un refluvo civile medio.

Considerando che il siero di origine casearia presenta un valore medio di BOD5 pari a circa 50.000 mg/l, è abbastanza chiaro comprendere come basti una minima frazione di tale prodotto sversato nello scarico per innalzare in modo esponenziale il carico inquinante.

Altri aspetti caratterizzanti questa tipologia di scarico sono la forte presenza di grassi, la veloce tendenza ad acidificare, aspetto che spesso richiede una correzione del PH preliminarmente al trattamento depurativo, l'elevata presenza di solidi grossolani, costituiti essenzialmente da residui di lavorazione della cagliata che si trasformano in piccole palline galleggianti. Azoto e Fosforo sono normalmente presenti in misura assai variabile, anche in quanto fortemente influenzati dai sistemi e dai prodotti impiegati per le operazioni di pulizia. Il rapporto fra BOD5 e COD è intorno allo 0,6 - 0,7, il che indica una buona biodegradabilità dello scarico.

Partendo dagli usuali rapporti fra latte lavorato ed acqua impiegata, e considerando inoltre i relativi periodi stagionali di attività per ciascuna tipologia di stabilimento, si arriva a calcolare che la produzione complessiva di latte sopra indicata comporta, nel periodo di massima punta lavorativa, un carico inquinante giornaliero stimabile in circa 500.000 abitanti equivalenti, degno quindi di un'estrema attenzione per quanto riguarda l'aspetto ambientale.

2.2 Le cantine vinicole

Il comparto vinicolo rappresenta per la Sardegna uno dei settori produttivi principali, sia da un punto di vista economico che culturale. La superficie



LA SEZIONE DI TRATTAMENTO CHIMICO-FISICO (FOTO IN ALTO)
E LA SEZIONE DI TRATTAMENTO BIOLOGICO DELL'IMPIANTO 3A DI ARBOREA.



coltivata a vigneto, dopo un periodo di grande sviluppo avuto negli anni '70 con circa 70.000 ettari impegnati, è andata progressivamente diminuendo per tutta una serie di motivi, fra cui il minor consumo pro-capite di vino, la maggiore competitività di altri paesi produttori, una discutibile politica di incentivazione alla dismissione delle culture, ed infine le non ottimali condizioni irrigue e meteorologiche. Attualmente la superficie coltivata ammonta a poco meno di 40.000 ettari.

Per quanto riguarda le cantine di maggior importanza, alla data attuale risultano presenti sul territorio sardo complessivamente circa 37 insediamenti, di cui 15 insistono nella provincia di Cagliari, 6 in quella di Oristano, 9 in quella di Nuoro ed infine 7 in quella di Sassari. Ovviamente, proprio a causa della grande tradizione vitivinicola della Sardegna, l'attività di vinificazione, ol-

tre che nelle cantine sociali, viene svolta a livello artigianale in modo estremamente diffuso in tantissime piccole aziende agricole.

In questo particolare settore, l'attività di vinificazione - che poi è quella a cui può essere ricondotto in misura rilevante il problema degli scarichi inquinanti - risulta evidentemente essere di tipo stagionale in quanto legata al periodo della vendemmia e della successiva trasformazione dell'uva (normalmente dai primi di settembre a metà ottobre). Negli altri periodi dell'anno si riscontrano esclusivamente scarichi non significativi legati al massimo all'attività di imbottigliamento o di lavaggio di cisterne e serbatoi.

Gli scarichi fognari risultano caratterizzati essenzialmente dai residui dell'uva e dai prodotti impiegati nelle varie fasi di lavorazione che vi confluiscono tramite le acque di lavaggio di

vasche (conferimento uva, fermentazione), attrezzature in genere quali filtri sotto vuoto, pigiatrici, presse, tubazioni, pulizia delle bottiglie prima dell'imbottigliamento, pavimenti ed in generale di tutti gli ambienti di lavoro.

Così come visto in precedenza, anche in questo caso quindi le caratteristiche dello scarico, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo tendono a variare a secondo della loro provenienza ed inoltre si rileva una discontinuità temporale dello scarico dovuta al fatto che le lavorazioni sono limitate ad una parte della giornata. Anche per il trattamento di detti reflui, quindi, sarà necessario provvedere ad effettuare preliminarmente un accumulo, con conseguente omogeneizzazione delle caratteristiche dello scarico ed equalizzazione delle portate.

Nei moderni stabilimenti i metodi di vinificazione vengono estremamente diversificati in modo da poter produrre vini sempre più pregiati e particolari. Di conseguenza da una cantina all'altra si possono riscontrare caratteristiche medie di inquinamento abbastanza diverse. In linea del tutto indicativa, sulla base dell'esperienza relativa a cantine sarde, sono stati rilevati scarichi con valori medi di BOD5 variabili fra 2.500 e 3.500 mg/l, cioè fino a più di 10 volte la concentrazione di un refluvo civile medio.

Altri aspetti caratterizzanti questa tipologia di scarico sono la forte presenza di sostanze solide costituite da residui di foglie, bucce degli acini, semi e raspi, i prodotti residui dei vari stadi di vinificazione quali lieviti, microrganismi, zuccheri, alcool etilico e metilico, formaldeide e butilaldeide, acetone, acido formico, acetico e tartarico, tartrati di potassio e di calcio, i resti di sostanze che intervengono nella lavorazione del vino come il carbone attivo, i vari coadiuvanti di filtrazione, il ferrocianuro di potassio, l'anidride solforosa, ed infine le soluzioni alcaline ed i tensioattivi impiegati nei lavaggi.

Il rapporto fra BOD5 e COD è intorno allo 0,5 il che indica la presenza di sostanze difficilmente biodegradabili. Il PH risulta tendenzialmente acido nelle acque provenienti dalle attività di lavorazione proprio per i processi di fermentazione mentre al contrario risulta

significativamente alcalino nelle acque derivanti dal lavaggio di attrezzature e bottiglie. Pertanto a secondo dei rispettivi volumi in gioco potrebbe rendersi necessaria una neutralizzazione.

Sulla base dei dati esposti, con i normali rapporti fra vino prodotto ed acqua impiegata si può ipotizzare nel periodo di massima punta lavorativa un ammontare cumulativo di acque reflue di scarico pari a circa 1.800 mc/g, che moltiplicato per una concentrazione media di 3.000 mg/l comporta un carico di punta giornaliero di 5.400 chilogrammi di BOD5, corrispondente a circa 90.000 abitanti equivalenti, valore sicuramente non trascurabile.

2.3 I frantoi oleari

Passando ai frantoi oleari, per quanto la Sardegna non abbia una tradizione produttiva rapportabile a quella di altre regioni Italiane come ad esempio la Puglia o la Calabria, è pur vero che gli operatori del settore sono riusciti a ritagliarsi una nicchia di mercato puntando soprattutto sulla qualità della produzione piuttosto che sulla quantità. La loro presenza sul territorio è localizzata in alcune aree dove la coltivazione dell'ulivo è particolarmente diffusa quale ad esempio la zona di Cuglieri, di Gonnosfanadiga, di Alghero, di Sorso ed altre ancora.

Nel dettaglio, alla data attuale risultano presenti sul territorio sardo complessivamente 87 insediamenti, di cui 15 insistono nella provincia di Cagliari, 25 in quella di Oristano, 30 in quella di Nuoro ed infine 17 in quella di Sassari.

Anche in tale comparto negli ultimi anni si è riscontrato un sensibile calo produttivo legato, oltre alla normale alternanza legata ai cicli vegetativi degli oliveti, alle avversità climatiche ed in particolare alla siccità estiva. Ad esempio si cita la produzione olearia, relativa all'annata '97, che fornisce un totale complessivo regionale di 954.296 quintali di olive raccolte con una resa media di olio prodotto pari al 18% e quindi di 171.773 quintali.

Passando invece alle ultime annate, si può riscontrare che per quanto riguarda l'olio di oliva di pressione la grave siccità e le torride temperature estive hanno notevolmente ridotto la produzione, portandola dai 148.000

quintali del 1999 ai 59.000 quintali del 2000.

L'attività di molitura, che poi è quella a cui può essere ricondotto in misura rilevante il problema degli scarichi inquinati, risulta evidentemente essere di tipo stagionale in quanto legata al periodo della raccolta e della successiva trasformazione in olio nei frantoi.

Le acque reflue di scarico sono composte dalle acque di lavaggio delle olive, dalle acque di vegetazione propriamente dette, costituite dal liquido che si ottiene per centrifugazione della pasta di olive, e dall'acqua aggiunta durante la centrifugazione, almeno negli impianti più moderni. Occorre aggiungere inoltre la acque utilizzate nel lavaggio delle attrezzature (presse, centrifughe ecc.) e dei locali.

Sul territorio si riscontrano stabilimenti con impianti di lavorazione più o meno avanzati, dove le olive possono essere lavorate con apparecchiature a ciclo continuo, più o meno evolute, o discontinuo. Di conseguenza, a seconda della potenzialità e della dotazione di strutture, si riscontrano caratteristiche medie di inquinamento abbastanza diverse.

L'acqua di vegetazione è costituita da un liquido scuro a reazione acida con odore intenso di olio; contiene una notevole quantità di sostanze in sospensione costituite da frammenti di polpa di olive, sostanze mucillaginose e piccole quantità di olio. Essa è caratterizzata da notevoli concentrazioni di sostanza organica, sia disciolta che in sospensione, solo parzialmente biodegradabile, per cui tali scarichi sono caratterizzati da rapporti BOD5/COD molto bassi. In valore assoluto, sia pure a titolo di riferimento per dare un ordine di grandezza, si riscontrano valori di BOD5 variabili fra 30.000 e 100.000 mg/l e di COD variabile fra 50.000 e 200.000 mg/l.

È chiaro quindi che anche in questo caso basta una minima frazione di tale prodotto sversato nello scarico per innalzarne in modo esponenziale il carico inquinante, tra l'altro rendendo problematica l'attività biologica.

Proprio per i suddetti motivi, per questa tipologia di scarichi risulta conveniente intervenire accumulando tut-

ta la produzione stagionale, con conseguente omogeneizzazione delle caratteristiche ed equalizzazione delle portate, e trattarle nell'arco dell'intero anno, in modo da poter meglio diluire il relativo apporto inquinante.

Sempre per una quantificazione orientativa del carico complessivo inquinante derivante dagli oleifici, si può adottare un valore di 45 Kg BOD5 per tonnellata di olive lavorate. Su base regionale, con i dati cumulativi di produzione olearia sopra indicati, si può ipotizzare un carico inquinante giornaliero equivalente a circa 200.000 abitanti.

Per un riferimento concreto, si cita l'impianto di depurazione consortile a servizio dei comuni di Sorso e Sennori, dove vengono recapitate le acque di vegetazione di circa sette frantoi, quattro ubicati a Sennori e tre a Sorso.

Dai dati rilevati si è potuto valutare nell'annata '97/'98 una produzione di olive superiore a 5.170 tonnellate, con un carico complessivo inquinante indotto pari a 232.650 Kg BOD5. Distribuiti sui 365 giorni dell'anno, questi costituiscono un carico giornaliero di 638 Kg BOD5/g, corrispondenti a 10.633 abitanti equivalenti.

Gli abitanti effettivamente residenti alla data attuale nei due comuni ammontano complessivamente a 21.561. Se ne desume che, nell'ipotesi di poter effettivamente accumulare il volume delle acque prodotte dagli oleifici nell'intera stagione olearia in modo da poterlo effettivamente diluire nell'arco dell'intero anno sull'affluente del depuratore consortile, il solo carico degli oleifici ammonta esattamente al 50% del carico urbano.

2.4 I mattatoi

Passando infine ai mattatoi occorre premettere che essi non sono dei veri e propri stabilimenti dove si attua una attività produttiva, bensì sono delle strutture all'interno delle quali si esplica un servizio costituito dall'attività di macellazione dei capi animali di diverse specie.

Estremamente diversificati a seconda della loro importanza e potenzialità infrastrutturale, si riscontrano sul territorio molti mattatoi pubblici e privati. Alla data attuale risultano pre-

sentì sul territorio sardo complessivamente 60 mattatoi a capacità limitata e 15 mattatoi muniti di bollo CEE oltre a 11 stabilimenti di macellazione per polli e conigli.

Per quanto riguarda il quantitativo di capi macellati, conviene escludere i dati più recenti, influenzati dai noti avvenimenti che hanno falsato in modo significativo le medie del consumo di carne per tipologia di bestiame. Riferendosi pertanto a valori precedenti, si riporta nella **tabella 1** il valore in peso morto macellato.

Le attività di macellazione producono scarichi caratterizzati essenzialmente dai residui di sangue, escrementi, urine, contenuto stomacale, e altre

centrazione di un refluvo civile medio.

Considerando che il sangue di origine animale presenta mediamente un valore di BOD5 pari a 100.000 mg/l per gli animali di taglia maggiore (bovini, cavalli ecc.) e 200.000 mg/l per quelli di taglia minore (maiali, ovini ecc), è abbastanza chiaro comprendere come basti una minima frazione di tale prodotto sversato nello scarico per innalzare enormemente il carico inquinante.

Altri aspetti caratterizzanti questa tipologia di scarico sono la forte presenza di sostanze solide costituite da residui di peli, paglia, materiale stercorario, eventuali residui di cibo non digerito, e una rilevante frazione di grassi la cui entità dipende dall'importanza

TABELLA 1. Carne macellata in Sardegna (anno 1997)

specie animale	numero capi	peso morto (quintali)	di cui da mattatoi pubblici	privati
equini	11.000	24.743	8.670	16.073
ovini e caprini	2.350.000	191.657	115.817	75.840
suini	499.000	199.057	36.409	162.648
bovini	132.000	291.114	133.815	157.299
totale	2.992.000	706.571	294.711	411.860

residui vari che si riscontrano nelle acque di lavaggio degli ambienti di lavoro e delle attrezzature.

Così come visto in precedenza, anche in questo caso quindi le caratteristiche dello scarico, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo tendono a variare a seconda della loro provenienza ed inoltre si rileva una discontinuità temporale dello scarico dovuta al fatto che le lavorazioni, sono limitate ad una parte della giornata ed in genere, almeno per quanto riguarda i più piccoli insediamenti a carattere locale, solo per alcuni giorni della settimana.

Anche per il trattamento di detti reflui, quindi, sarà necessario provvedere ad effettuare preliminarmente un accumulo, con conseguente omogeneizzazione delle caratteristiche dello scarico ed equalizzazione delle portate.

In linea del tutto indicativa, sulla base dell'esperienza relativa a mattatoi Sardi, sono stati rilevati scarichi con valori medi di BOD5 variabili fra 2.500 e 3.000 mg/l, cioè circa 10 volte la con-

delle lavorazioni di tripperia.

Il rapporto fra BOD5 e COD è intorno allo 0,6 il che indica una discreta biodegradabilità. Il PH risulta tendenzialmente su valori neutri mentre i livelli di azoto e fosforo risultano particolarmente elevati (150 - 200 mg/l per il primo e 15 - 20 mg/l per il secondo).

In particolare l'azoto ed il fosforo presenti nello scarico risultano molto influenzati dal quantitativo di sangue non recuperato visto che questo ne contiene rispettivamente il 3,1% e lo 0,16% riferiti alla sostanza secca.

Riferendosi agli usuali rapporti fra capi macellati ed acqua impiegata, si arriva a stimare che il settore in questione comporta, nei periodi lavorativi al pieno della potenzialità nominale, un carico inquinante annuo pari a 25.000.000 di abitanti equivalenti.

In questo caso non si è ragguagliato il carico inquinante ad un valore giornaliero in quanto, come già accennato, a parte i grandi mattatoi privati con attività industrializzata, molti impianti comunali di macellazione, in partico-

lare quelli abbastanza attrezzati con moderne linee di lavorazione, lavorano al massimo un paio di volte alla settimana e quindi non sarebbe corretto ripartire tale carico complessivo in modo medio su 365 giorni a meno di non poter disporre dovunque di comode vasche di accumulo ed equalizzazione delle portate. Comunque, anche in tale situazione ottimale, si sfiorerebbe un carico inquinante giornaliero di circa 70.000 abitanti equivalenti.

3. L'approccio depurativo per gli insediamenti produttivi

Sulla base di quanto visto finora si percepisce che da un punto di vista impiantistico la depurazione di tali acque reflue costituisce un serio problema, sia per gli elevati carichi inquinanti, sia per la variabilità nel tempo di tutti i fattori che impediscono a priori di avere un quadro di riferimento definito.

In linea generale quindi il corretto approccio deve tendere, per quanto riguarda il primo aspetto, ad attuare tutta una serie di accorgimenti interni, sia da un punto di vista strutturale che di metodo di lavorazione, per minimizzare l'inquinamento residuo presente nelle acque di scarico.

Ad esempio per i caseifici si dovrà verificare l'adeguatezza del volume dei serbatoi adibiti all'accumulo del siero e della scotta in modo da evitare i classici traboccamenti che puntualmente finiscono allo scarico, aggravandone in modo estremo l'inquinamento; si dovrà poi procedere a sensibilizzare gli operatori a fare molta attenzione per evitare il più possibile gli sgocciolamenti sul pavimento, eventualmente raccogliendoli con secchi e contenitori.

Nelle cantine vinicole sarà opportuno sostituire le vasche di stoccaggio in cemento con altre in acciaio o quantomeno procedere ad un loro rivestimento con vernici vetrificanti, in modo da diminuire i quantitativi di acqua necessari alla loro pulizia ed al tempo stesso evitare eccessivi ristagni ed accumuli.

Nei mattatoi si dovrà prestare estrema attenzione a separare il sangue dalle acque di lavaggio realizzando delle apposite vasche separate, oppure evitando lo sversamento del contenuto

stomacale sui pavimenti.

In linea generale, l'impiego di sistemi di lavaggio a ciclo chiuso o con sistemi di pressurizzazione consente di diminuire notevolmente i volumi delle acque da trattare. Analogamente, l'impiego di detergenti privi di sostanze potenzialmente inquinanti come i composti di fosforo e azoto, così come l'attenzione a non scaricare prodotti tossici o comunque nocivi per le attività che si svolgono nei trattamenti depurativi, semplificano notevolmente le esigenze impiantistiche ed i connessi costi di depurazione.

Una volta operati tutti i possibili interventi interni, si potrà procedere agli interventi impiantistici veri e propri, che in linea generale dovranno essere preceduti da tutta una serie di unità aventi per obiettivo quello di accumulare gli scarichi giornalieri, omogeneizzarne le caratteristiche qualitative, ed infine equalizzare le portate in uscita da inviare al trattamento vero e proprio.

Tali operazioni primarie, a seconda dei casi potranno essere precedute o seguite da tutta una serie di pretrattamenti strettamente connessi alla natura delle acque da trattare quali grigliatura più o meno fine, disoleatura, neutralizzazione ecc.

Passando al trattamento depurativo vero e proprio, va evidenziato che talvolta può risultare più conveniente effettuare un trattamento spinto presso lo stabilimento per consentire lo scarico nell'ambiente circostante, altre volte si ritenuto più opportuno effettuare dei semplici pretrattamenti, scaricando poi i reflui in fognatura e demandando ad impianti centralizzati il compito di ultimare il processo depurativo.

Per quanto riguarda le tipologie di trattamento normalmente impiegabili, queste devono essere individuate sulla base di una molteplicità di valutazioni quali ad esempio disponibilità di spazi, ubicazione degli stabilimenti rispetto al contesto urbano circostante, natura del corpo ricettore e quindi limiti imposti allo scarico, possibilità di riutilizzo dei sottoprodotti, disponibilità per lo smaltimento dei residui, ottimizzazione dei consumi energetici, opportunità di minimizzare i costi gestionali in rapporto ai costi di investimento.

Si capisce pertanto che non è fa-

cile avere una ricetta pronta per ogni situazione a prescindere dalle esigenze. In via del tutto indicativa si citano di seguito le tecniche normalmente adottate per le varie tipologie di insediamenti produttivi illustrate.

Per quanto riguarda i caseifici, la buona biodegradabilità degli scarichi consente di poter effettuare con una certa tranquillità trattamenti di tipo biologici. A secondo delle caratteristiche inquinanti in ingresso e del livello di abbattimento da ottenere, che può facilmente essere superiore al 99%, può essere necessario ripartire su più stadi il trattamento complessivo.

La facilità con cui tali scarichi possano indurre disfunzioni nei normali processi biologici, può suggerire l'opportunità di differenziare le tipologie fra trattamenti di tipo chimico-fisico, notoriamente insensibili a tali aspetti, e trattamenti di tipo biologico, in modo da avere comunque una certa copertura anche in casi di emergenza.

È assolutamente indispensabile procedere ad una efficace separazione dei solidi sospesi e dei grassi che altrimenti tendono ad accumularsi. È altrettanto importante attuare una neutralizzazione per tenere sotto controllo il PH. In linea generale si rende necessaria una specifica sezione di abbattimento dei composti azotati mentre non sempre è necessario intervenire in modo specifico sul fosforo.

Passando alle cantine vinicole, anche in questo caso la discreta biodegradabilità degli scarichi consente di poter effettuare con buon successo trattamenti di tipo biologici, più spesso è preferibile l'adozione esclusiva o congiunta di trattamenti chimico - fisici.

Anche in questo caso, a meno di non dover effettuare dei semplici pretrattamenti, a secondo delle caratteristiche inquinanti in ingresso e del livello di abbattimento da ottenere, può essere necessario ripartire su più stadi il trattamento complessivo. È assolutamente indispensabile procedere ad una efficace separazione dei solidi sospesi ed è altrettanto importante attuare di una neutralizzazione per tenere sotto controllo il PH.

Per il trattamento degli scarichi di mattatoi, la buona biodegradabilità degli scarichi consente di poter effettuare

anche in questo caso con una certa tranquillità trattamenti di tipo biologico.

Secondo le caratteristiche inquinanti in ingresso e del livello di abbattimento da ottenere, può essere necessario ripartire su più stadi il trattamento complessivo, realizzando un primo sgrassamento con sistemi biologici ad alto carico o anche in questo sistemi chimico-fisici, seguiti da un secondo stadio biologico a fanghi attivi a medio / basso carico.

Su tali scarichi occorre fare molta attenzione all'abbattimento dell'azoto e del fosforo la cui presenza come detto è fortemente influenzata dalla frazione di sangue non recuperato. In generale si dovrà prevedere una specifica sezione di denitrificazione e, a meno di non dover rispettare limiti molto restrittivi per il fosforo, basterà un trattamento di defosfatazione in simultanea con il trattamento biologico

Vista la notevole presenza di solidi sospesi, è molto importante procedere ad una efficace separazione mediante microstaccatura fine. Analogamente, a maggior ragione se nello stabilimento viene effettuata la lavorazione delle trippe, è necessario effettuare una buona sgrassatura.

Nonostante per tali scarichi sia anche possibile effettuare dei trattamenti di digestione anaerobica, sulla base delle potenzialità degli impianti sardi non si ritiene tale tecnica particolarmente impiegabile.

Un discorso a parte merita il settore degli oleifici. Come si è visto infatti le acque reflue di scarico di tali insediamenti risultano estremamente inquinate e difficilmente trattabili con i tradizionali sistemi biologici e chimico-fisici.

I sistemi non convenzionali con i quali si è riusciti ad ottenere risultati significativi sono stati l'evaporazione per termocombustione, la concentrazione per osmosi inversa, l'ultrafiltrazione, l'evaporazione sottovuoto. Ma in tutti questi casi i costi di impianto e di esercizio si sono dimostrati improponibili soprattutto per le piccole realtà produttive come quelle in questione.

Per tale motivo in passato è stato spesso autorizzato lo spandimento controllato delle acque di vegetazione su terreni agricoli, ma attualmente questo

TABELLA 2. Caratteristiche medie dello scarico attuale

Parametro	Unità di misura	Valore
Portata giornaliera	mc/g	1.000
Portata media nelle 24 ore	mc/h	42
BOD5	mg/l	1.900
COD	mg/l	3.150
Azoto totale	mg/l	71
Fosforo totale	mg/l	12,5
Cloruri	mg/l	674

TABELLA 3. Limiti previsti allo scarico (decreto 152/99)

Parametri principali	Unità di misura	Valore
Solidi Sospesi totali	mg/l	80
BOD5	mg/l	40
COD	mg/l	160
Cloruri	mg/l	1.200
Azoto totale	mg/l	10
Fosforo totale	mg/l	1
Grassi ed olii animali	mg/l	20

non può sicuramente essere un approccio percorribile da un punto di vista ambientale.

Di conseguenza per tali situazioni, come già accennato in precedenza, l'approccio più congruo risulta essere quello dell'accumulo stagionale e dello sversamento diluito in adeguati impianti consortili appositamente dimensionati per trattare anche tali apporti aggiuntivi.

Oltre al citato esempio del depuratore consortile di Sorso-Sennori (SS), si riporta anche il caso dell'impianto Sipas di Thiesi (SS) dove è stato previsto un trattamento anaerobico per la depurazione centralizzata del siero e della scotta casearia unitamente alle acque di vegetazione che vengono stoccate presso l'impianto e progressivamente immesse nel ciclo durante tutto l'anno.

4. La depurazione delle acque reflue alla "3A Latte Arborea"

La Cooperativa 3A Latte Arborea rappresenta sicuramente la più grande realtà agro-alimentare operante in Sardegna nel settore lattiero-caseario. La sede principale con il nuovo stabilimento e la maggior parte degli allevamenti sociali sono ubicati ad Arborea (OR), in un contesto nel quale l'agricoltura, l'allevamento ed il relativo

indotto hanno costituito un'oasi di attivismo imprenditoriale non facilmente riscontrabile nella realtà sarda. I risultati si notano a colpo d'occhio non appena ci si inoltra nel territorio circostante, ricco di vegetazione, coltivazioni e belle fattorie.

Nata nel 1956, la 3A Latte Arborea è oggi costituita da 275 soci, tutti produttori, e occupa complessivamente 185 lavoratori dipendenti di cui 150 nella sede centrale. Con un patrimonio complessivo di circa 40.000 vacche, 30.000 delle quali sono allevate ad Arborea, l'azienda è in grado di trattare 175 milioni di litri di latte vaccino all'anno, pari all'85% dell'intera produzione regionale;

Una poderosa struttura commerciale, costituita da un centinaio di automezzi refrigerati e da cinque grandi centri di distribuzione (a Cagliari-Monastir, Tortolì, Olbia, Sassari e Nuoro) consente di commercializzare sia a livello regionale che nazionale tutta produzione, costituita da latte per uso alimentare, panna, burro, provolone, mozzarelle, formaggi molli, yogurt ecc.

Da pochi mesi è stato inaugurato il nuovo stabilimento di produzione che occupa una superficie complessiva di circa 61.000 mq di cui 24.000 coperti, in grado di lavorare quotidianamente circa 500.000 litri di latte.

Negli ultimi anni lo sviluppo di una simile realtà è stato di tipo esponenziale, passando da 86,6 milioni di litri lavorati nel 1990 fino agli attuali 175 milioni di litri, ed una simile crescita è dovuta sicuramente al salto qualitativo che ha trasformato una tipica struttura cooperativa di allevatori in una solida realtà industriale gestita con criteri manageriali. In una tale ottica la 3A Latte Arborea ha attualmente in corso le procedure per acquisire la certificazione ISO 9000 di qualità aziendale, che sarà affiancata dalla certificazione ISO 14000 per la certificazione di qualità ambientale secondo gli standard comunitari dettati dal Regolamento EMAS.

In questo contesto si colloca l'intervento di costruzione dell'impianto di depurazione degli scarichi fognari provenienti dal nuovo stabilimento produttivo, eseguito alcuni anni or sono su progetto e direzione del sottoscritto.

A parte la ragguardevole dimensione per la Sardegna ed il rilevante impegno economico che vi è stato profuso, l'intervento è meritevole di essere analizzato come caso di studio per via delle tante peculiarità impiantistiche che lo contraddistinguono, rese possibili grazie alla totale collaborazione dei vertici dell'azienda, che hanno intuito l'importanza di realizzare un'infrastruttura moderna, funzionale ed in linea con le normative più avanzate in materia di tutela ambientale degli scarichi.

L'impianto oggi è in grado di trattare tutte le acque reflue provenienti dalle attività di lavorazione e di pulizia di serbatoi, tubazioni di processo, apparecchiature e macchinari ed ambienti di lavoro, ammontanti quotidianamente in circa 1.000 mc. Tali acque vengono prodotte complessivamente in 13-15 ore di lavorazione, sei giorni su sette, in modo quasi costante per i 12 mesi dell'anno, con una lieve punta nel periodo estivo.

Per poter procedere ad un corretto dimensionamento dell'impianto, sono state preliminarmente effettuate molte analisi chimiche che hanno permesso di consentire una completa caratterizzazione dello scarico all'epoca esistente. Tali risultati, per quanto riferiti al vecchio stabilimento produttivo, hanno comunque permesso di estrapolare le

basi di previsione del nuovo impianto.

Dalle caratteristiche medie dello scarico attuale (**tabella 2**) si può desumere l'elevato carico inquinante di tipo organico, assimilabile a quello generato da una popolazione superiore a 30.000 abitanti equivalenti.

Per quanto riguarda la definizione dei limiti da rispettare allo scarico, nonostante il progetto sia stato eseguito nel 1995, parecchio tempo prima quindi dell'emanazione del decreto 152/99, esso era stato redatto tenendo conto dei limiti restrittivi previsti dalla direttiva CEE 271/91 che per l'appunto disciplinava gli scarichi in aree particolarmente soggette a fenomeni di eutrofizzazione dei corpi ricettori, classificate come "aree sensibili".

Poiché quindi si era ritenuto che lo stagno S'Ena Arrubia, ricettore dei canali delle acque medie e delle acque basse dove viene immesso lo scarico depurato in questione, sarebbe rientrato fra dette "aree sensibili", erano stati adottati fin d'allora i limiti restrittivi che poi sono stati ripresi dal decreto 152/99, richiamati nella **tabella 3**.

Con un simile obiettivo, è facile comprendere l'estrema complessità che è stata posta alla base del dimensionamento: solo per quel che riguarda il BOD5, si può immediatamente risalire all'abbattimento depurativo richiesto, superiore al 98%.

La **tabella 4** riassume il ciclo tecnologico adottato. L'abbattimento dei solidi sospesi grossolani è effettuato in prima battuta nel microstaccio dove sono trattenute tutte le particelle aventi dimensioni maggiori di 1,5 millimetri. L'omogeneizzazione viene effettuata in una vasca avente dimensioni di m 15 x 15 x 5 (h) con volume netto di circa 1.000 mc, pari al volume giornaliero delle acque da trattare. Il liquame accumulato viene tenuto costantemente areato mediante immissione di aria da un tappeto di fondo.

Il trattamento chimico - fisico di sgrossatura iniziale, previo un dosaggio di eventuale neutralizzante, di policloruro d'alluminio e di un coadiuvante di flocculazione, consente di abbattere oltre il 60% del carico organico inquinante oltre alla notevole concentrazione di grassi e di solidi sospesi ancora presenti, i quali vengono trattenuti

TABELLA 4. Ciclo tecnologico

A) Linea liquami

- sollevamento dallo stabilimento all'impianto
- deviazione e stoccaggio acque particolarmente nocive
- microstacciatura su filtro rotante con stoccaggio del materiale trattenuto
- omogeneizzazione areata
- sollevamento equalizzato
- eventuale neutralizzazione pH
- trattamento chimico-fisico di flottazione
- sollevamento intermedio
- predenitrificazione
- ossidazione biologica a fanghi attivi e nitrificazione
- defosfatazione simultanea
- sedimentazione finale
- disinfezione
- stoccaggio acque depurate
- scarico al corpo ricettore

B) Linea fanghi

- sollevamento e ricircolo dalla sedimentazione finale
- spurgo fanghi di supero biologici
- digestione aerobica fanghi di supero biologici
- condizionamento fanghi biologici con polielettrolita
- disidratazione fanghi biologici su filtropressa
- condizionamento fanghi chimico - fisici con poliammine e polielettrolita
- disidratazione fanghi chimico - fisici su nastropressa
- granulazione con calce
- invio fanghi a discarica

TABELLA 5. Caratteristiche dello scarico

Parametri principali	Unità di misura	Valore	Limite di tab. 3 decreto 152/99
solidi sospesi totali	mg/l	30	80
BOD5	mg/l	10	40
COD	mg/l	31	160
cloruri	mg/l	568	1.200
azoto totale	mg/l	3,33	15
fosforo totale	mg/l	4,8	2 ⁽¹⁾
grassi ed olii animali	mg/l	1,920	20

⁽¹⁾ Il limite di 2 mg/l di fosforo totale non è ancora stato imposto e quindi non viene particolarmente spinto il trattamento di defosfatazione.

sotto forma di un fango molto denso e putrescibile.

I liquami vengono quindi inviati al trattamento biologico a fanghi attivi costituito da un reattore di predenitrificazione anossico, avente dimensioni di m 10,5 x 10,5 x 5 (h) con un volume netto di circa 500 mc. L'intima miscelazione fra liquame in ingresso, fanghi e miscela areata è effettuata mediante un miscelatore sommersibile ed è seguita da uno stadio di nitrificazione/ossidazione a fanghi attivi costituito da due linee in parallelo, ciascuna di m 9,50 x 19 x 5 (h) con volume netto complessivo di circa 1.530 mc.

L'ossigeno necessario al metabolismo batterico viene fornito insufflando circa 1.200 Nmc di aria mediante una rete di 144 diffusori a candela con membrana elastomerica distribuite a pettine lungo i due lati lunghi delle vasche. L'immissione dell'aria è regolata da una misura dell'ossigeno disciolto in grado di pilotare i compressori che sono del tipo a doppia polarità e quindi con due soglie di funzionamento.

La chiarificazione finale della miscela liquame/fango è effettuata in un bacino di sedimentazione finale dotato di ponte raschiatore a trazione periferica per la raccolta del fango, avente un diametro interno di 8,00 m ed un'altezza media di 2,4 m, con volume netto di circa 120 mc.

La disinfezione delle acque depurate viene attualmente effettuata in un bacino di contatto avente dimensioni di m 5 x 6 x 2,3 (h) con volume netto di circa 40 mc dove viene dosato dell'ipoclorito di sodio.

I fanghi di supero biologici vengono stabilizzati per via aerobica in un digestore avente dimensioni di m 15 x 9 x 5 (h) con volume netto di circa 600 mc, dove l'ossigeno necessario al metabolismo batterico viene fornito insufflando circa 600 Nmc di aria mediante un tappeto di fondo di diffusori a candela con membrana elastomerica.

Il fango biologico, una volta stabilizzato, viene inviato, previo dosaggio di polielettrolita, in una filtropressa a piastre per la successiva disidratazione con conseguente invio a discarica.

Il fango chimico-fisico estratto dal flottatore viene anch'esso condizionato ed inviato quindi ad una nastropressa per la disidratazione meccanica. Per aumentarne il tenore di secco ed al tempo stesso stabilizzarlo chimicamente, il fango viene miscelato con ossido di calce prima dell'invio ai cassoni scarrabili.

Completano l'impianto i manufatti

TABELLA 6. Costi depurazione (lire/mese)

energia elettrica	12.123.345
ipoclorito di sodio	157.500
P.A.C.	3.124.650
polielettrolita	1.552.500
smaltimento fanghi	31.183.430
personale	8.125.000
ammortamento	10.000.000
totale	66.266.425
costo per mc di acqua trattata	3.300

di ricircolo fanghi dal sedimentatore, il sollevamento drenaggi che vengono inviati all'accumulo iniziale, il locale compressori ed il fabbricato di servizio con il locale quadri, l'officina, il laboratorio analisi, gli spogliatoi del personale ed i servizi igienici.

Tutto l'impianto è gestito da un sofisticato sistema di telecontrollo che fornisce una serie di dati utili per una corretta conduzione, quali gli allarmi per disfunzioni, le ore di funzionamento, le portate sollevate, il tenore di pH, ossigeno disciolto e cloro residuo allo scarico. Tutte le suddette informazioni sono in ogni momento rilevabili da un personal computer in impianto, sul quale sono memorizzate per il mantenimento degli archivi storici, e da una seconda stazione di monitoraggio situata in posizione remota presso lo stabilimento.

A breve verrà inoltre installato una stazione di rilevamento on-line multiparametrica, in grado di fornire in modo pressoché continuo le caratteristiche inquinanti delle acque in varie sezioni dell'impianto, consentendo così un tempestivo intervento in caso si verifici di qualunque anomalia in grado di diminuire l'efficienza depurativa in condizioni standard.

Alla data attuale, le caratteristiche dell'effluente dell'impianto che viene scaricato al ricettore finale, sono quelle illustrate nella **tabella 5**.

Come si può facilmente calcolare, l'efficienza depurativa dell'impianto è estremamente elevata, permettendo di conseguire sul carico organico un abbattimento intorno al 99% e sull'azoto totale, comprensivo della frazione nitrica, un abbattimento superiore al 95%.

La **tabella 6** espone i dati principali dei costi di gestione attuali e permette di calcolare l'incidenza della depurazione sul costo di un litro di latte lavorato:

**lire/mc 3.300 x 1.000 mc/g di acqua trattata :
500 mc/g di latte : 1.000 = 6,60 lire/litro latte.**

Uno dei prossimi obiettivi sarà quello di ridurre detti costi di gestione, sia con una razionalizzazione ulteriore per ottimizzare i consumi di reagenti ed energia elettrica, sia cercando di attuare una politica di riutilizzo delle risorse.

NELLO CORRAO