

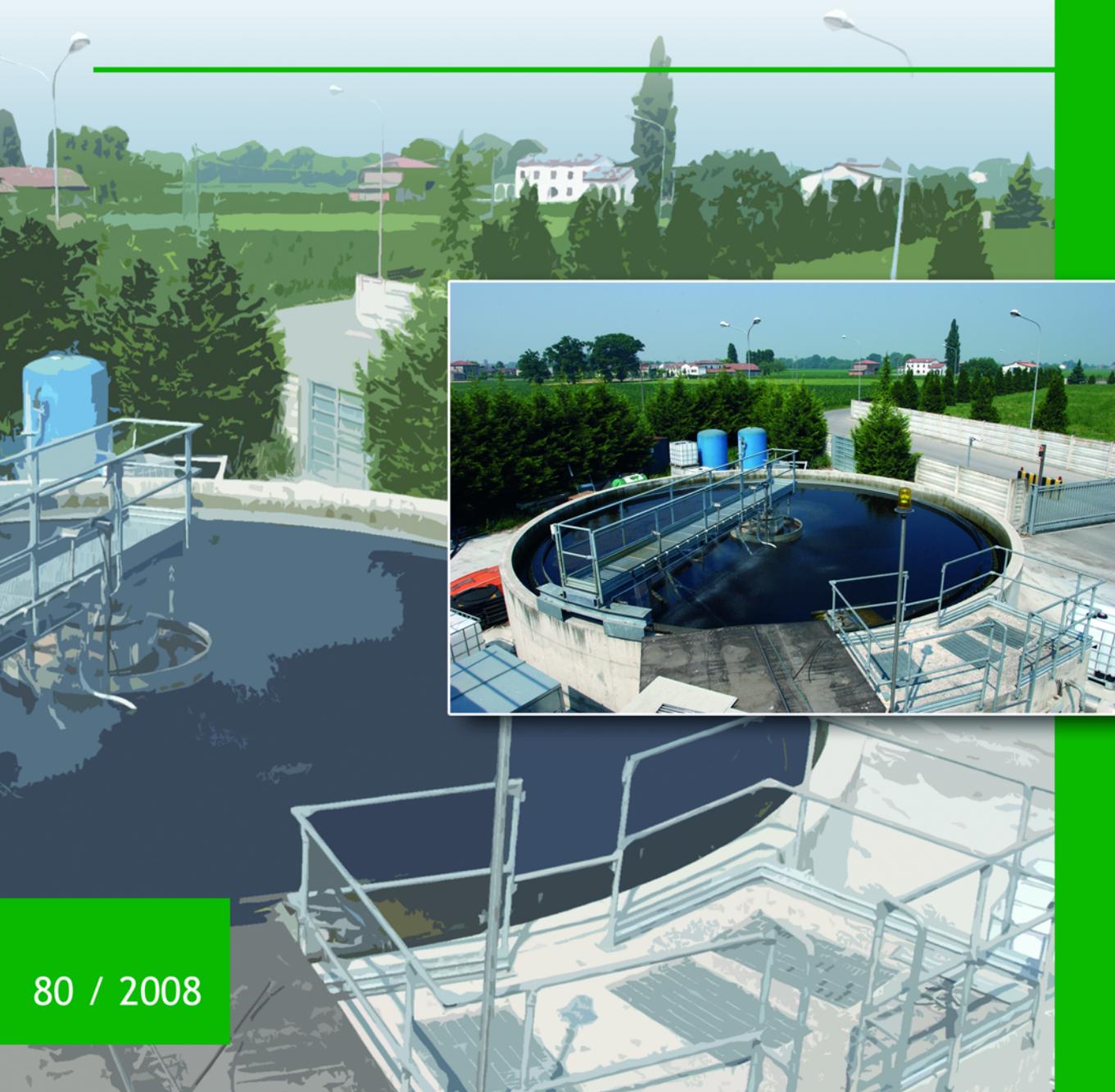


APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente
e per i servizi tecnici

Il riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale ed aspetti specifici

RAPPORTI





APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

Il riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale ed aspetti specifici

**Tavolo Tecnico APAT/ARPA/APPA
“Gestione sostenibile delle risorse idriche”**

Giugno 2007

Rapporti
80/2008
APAT

Informazioni legali

L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

APAT - Agenzia per la Protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.apat.gov.it

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

© APAT, Rapporti 80/2008

ISBN 978-88-448-0340-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

APAT

Grafica e foto di copertina: F. Iozzoli

Coordinamento tipografico e distribuzione:

Michelina Porcarelli, Simonetta Turco
APAT - Servizio Stampa ed Editoria
Ufficio Pubblicazioni

Impaginazione e stampa

Borgia srl, Industrie Grafiche Editoriali Associate
00152 Roma - Via di Monteverde, 28-38

Stampato su carta TCF

Finito di stampare Luglio 2008

Questo Rapporto, sintesi del lavoro svolto nell'ambito del Progetto Tavoli Tecnici APAT/ARPA/APPA dal Tavolo "Gestione sostenibile delle risorse idriche" è stato realizzato dai seguenti Autori:

Coordinamento: Patrizia Fiorletti (APAT)
Lydia Lamorgese (ARPA Basilicata)
Adriano Fava (ARPA Emilia Romagna)
Valeria Marchesi (ARPA Lombardia)
Carmelo Cuccia, Maria Teletta (ARPA Sicilia)
Luciano Giovannelli, Veronica Pistolozzi (ARPA Toscana)
Marco Ostoich (ARPA Veneto)

Giovanna Mancinelli, Francesca Paola Russo (ARTA Abruzzo)
Ersilia Di Muro (ARPA Basilicata)
Ernesto Scarperi, Barbara Vidoni (APPA Bolzano)
Agostino Delle Femmine (ARPA Campania)
Enio Decorte (ARPA Friuli Venezia Giulia)
Giorgio Catenacci, Christian Barrella (ARPA Lazio)
Tiziana Pollero, Valentina Civano, Sabrina Sicher (ARPA Liguria)
Elena Piccioli (ARPA Lombardia)
Ernesto Corradetti (ARPA Marche)
Annamaria Manuppella, Giovanna Narciso (ARPA Molise)
Francesco Piracci, Maria Cristina De Mattia (ARPA Puglia)
Linda Cingolani, Nicola Neri (ARPA Umbria)
Paolo Giandon, Riccardo Infanti, Paolo Parati (ARPA Veneto)

Si ringraziano il Prof. Carlo Collivignarelli e il Prof. Giorgio Bertanza del Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente dell'Università degli Studi di Brescia per i preziosi consigli.

INDICE

PRESENTAZIONE	III
INTRODUZIONE	V
1. LA NORMATIVA SUL RIUTILIZZO DELLE ACQUE DEPURATE	1
1.1 Normativa internazionale	1
1.1.1 Linee guida della World Health Organisation (WHO)	2
1.1.2 Stockholm Framework e aggiornamento delle linee guida WHO	4
1.1.3 Le norme dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA)	7
1.1.4 Confronto tra i limiti normativi americani	13
1.1.5 Israele	16
1.2 Normativa comunitaria ed europea	19
1.2.1 Spagna	19
1.2.2 Francia	20
1.2.3 Cipro	21
1.3 Normativa italiana	22
2. ASPETTI GENERALI SUGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE E SUL RIUSO IDRICO	26
2.1 Inquadramento territoriale ed elementi economico-sociali che influenzano il recupero e riutilizzo delle acque reflue . Elementi di sintesi	26
2.2 Inquadramento territoriale ed elementi economico-sociali che influenzano il recupero e riutilizzo delle acque reflue. Elementi caratteristici di alcune Regioni/Province.	28
2.3 Situazione dei Piani di Tutela a livello regionale	39
2.4 Attuazione dell'articolo 5 del D.M. 185/03	40
2.5 Stato dell'arte degli impianti di depurazione	42
2.6 Recapito in aree sensibili	46
2.7 Gli impianti di depurazione adatti al riutilizzo della risorsa idrica	52
3. I CASI STUDIO	60
3.1 Il riutilizzo industriale in Provincia di Prato	60
3.2 Il riutilizzo industriale nel Bacino del Cecina	65
3.3 Impianto di depurazione delle acque reflue di Bibbona – Livorno - Progetto per il riutilizzo in agricoltura	66
3.4 Impianti di depurazione del Consorzio Industriale del Vastese (impianti di Vasto, Montediorisio e Montenero di Bisaccia)	67
3.5 Impianti nel Lazio con progetti di riutilizzo delle acque depurate	72
3.5.1 Impianto Marco Simone – Guidonia	72
3.5.2 Impianto di depurazione Fosso della Crocetta – Comune di Pomezia	73
4. RECUPERO DI MATERIA ED ENERGIA DAI FANGHI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE URBANE	75
4.1 Il quadro normativo	75

4.2 La produzione, lo smaltimento ed il destino dei fanghi	79
4.2.1 Sintesi dei dati raccolti	80
4.2.2 Dati per Regione	82
5. PRIME CONSIDERAZIONI SUL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI AMBIEN- TALI, AGRONOMICI E PEDOLOGICI DEL RIUTILIZZO IN AGRICOLTURA DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE	91
CONCLUSIONI	95
Riferimenti Bibliografici	97

PRESENTAZIONE

Nell'ambito delle attività di analisi, valutazione, promozione di strategie di gestione sostenibile delle risorse naturali al fine di garantirne la salvaguardia, la tutela, la valorizzazione, il Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale dell'APAT ha avviato nel 2004 una linea di attività dedicata alla gestione sostenibile delle risorse idriche.

Per conservare e tutelare tali risorse sia in termini quantitativi che qualitativi sono necessarie strategie di gestione che prevedano non soltanto misure volte a contenere gli usi, ridurre gli sprechi ed i processi di degrado, ma anche lo sviluppo di nuove disponibilità ed il ricorso al riciclo e riutilizzo delle acque reflue depurate per passare da un ciclo delle acque "aperto" ad un ciclo il più possibile "chiuso".

Il riciclo e riutilizzo delle acque reflue depurate, nelle attività agricole, nei processi industriali, negli usi civili ammessi, consente di diminuire il prelievo delle risorse idriche naturali superficiali e sotterranee. Il Decreto Legislativo 152/2006 recante Norme in materia ambientale, così come già il D. Lgs. 152/99, prevede che coloro che gestiscono o utilizzano la risorsa idrica e in particolare le regioni adottino norme e misure volte a favorire il riciclo dell'acqua e il riutilizzo delle acque reflue depurate.

Gli impianti di depurazione devono, quindi, essere considerati veri e propri "processi produttivi" in grado di produrre acqua che possa essere riutilizzata. Di contro il traguardo del riutilizzo può fungere da stimolo per avviare un processo di progressiva ottimizzazione del funzionamento degli impianti.

Sui criteri per l'adeguamento, miglioramento e razionalizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane al fine di conseguire il migliore utilizzo delle strutture esistenti e adottare i migliori interventi di adeguamento strutturale, il Dipartimento ha avviato, nel corso del 2004, la collaborazione con il Gruppo di ricerca di Ingegneria Sanitaria – Ambientale del Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente dell'Università degli Studi di Brescia, coordinato dal Prof. Carlo Collivignarelli. Nell'ambito di tale collaborazione è in corso l'analisi di ulteriori aspetti del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane sempre nell'intento di conseguire un adeguato standard di funzionamento degli impianti, massimizzare i recuperi di risorse (acqua e fanghi), ridurre i consumi di energia.

Nel corso del 2005 l'APAT ha operativamente avviato 12 Tavoli Tecnici con le Agenzie di Protezione dell'Ambiente Regionali e Provinciali su tematiche ambientali di particolare interesse, tra questi, anche il Tavolo sulla gestione sostenibile delle risorse idriche al quale hanno partecipato le Agenzie del Veneto, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Emilia Romagna, Liguria, Toscana, Lazio, Umbria, Marche, Abruzzo, Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Sicilia e delle Province Autonome di Bolzano e Trento.

Gli obiettivi del Tavolo ed il programma di lavoro erano stati definiti pensando ad un periodo di attività di almeno tre anni e prevedendo di affrontare con le Agenzie diversi aspetti del riuso delle acque reflue e del recupero di materia ed energia dai fanghi, privilegiando, in virtù delle loro esperienze più specifiche, gli aspetti relativi ad un corretto controllo sull'utilizzo di tali risorse nell'intento di garantire la tutela dell'ambiente e della salute dei cittadini.

Il tempo a disposizione per le attività tecniche del Tavolo è stato in realtà inferiore all'anno.

Le Agenzie hanno condiviso le conoscenze ed esperienze relative alle proprie realtà regionali per ricostruire un quadro conoscitivo generale sugli impianti di depurazione adatti ad avviare iniziative di recupero, analizzato aspetti specifici di casi di riutilizzo già in esercizio o in fase

di realizzazione, avviato la definizione di primi elementi utili per l'impostazione del monitoraggio degli effetti ambientali, pedologici ed agronomici del riutilizzo delle acque depurate, effettuato prime valutazioni in merito ad interventi che consentono di recuperare materia ed energia dai fanghi di depurazione.

Un ringraziamento ai colleghi delle Agenzie che hanno partecipato ai lavori del Tavolo per l'impegno e l'interesse con cui hanno affrontato i temi trattati.

INTRODUZIONE

L'organizzazione e la gestione del Tavolo Tecnico "Gestione sostenibile delle risorse idriche" è stata condivisa dal Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale (AMB) con il Dipartimento Tutela delle Acque interne e marine (ACQ). La Segreteria Scientifica cui è stata affidata la definizione e la gestione del Programma Operativo del Tavolo è stata coordinata dai responsabili APAT dei due Dipartimenti e vi hanno preso parte i rappresentanti delle 17 Agenzie partecipanti indicati nella tabella seguente.

Agenzia	Componente della segreteria scientifica
APAT	Patrizia Fiorletti (Dipartimento AMB) Carlo Ottavi (Dipartimento ACQ)
ARTA Abruzzo	Giovanna Mancinelli
ARPA Basilicata	Lydia Lamorgese
APPA Bolzano	Ernesto Scarperi
ARPA Campania	Agostino Delle Femmine
ARPA Emilia Romagna	Adriano Fava
ARPA Friuli Venezia Giulia	Enio Decorte
ARPA Lazio	Giorgio Catenacci
ARPA Liguria	Tiziana Pollero
ARPA Lombardia	Valeria Marchesi
ARPA Marche	Ernesto Corradetti
ARPA Molise	Annamaria Manuppella
ARPA Puglia	Francesco Piracci
ARPA Sicilia	Carmelo Cuccia
ARPA Toscana	Luciano Giovannelli
APPA Trento	Fabio Berlanda
ARPA Umbria	Linda Cingolani
ARPA Veneto	Marco Ostoich

Nel Programma Operativo del Tavolo, le attività da svolgere nel primo anno sono state organizzate in quattro linee principali. Il coordinamento di ciascuna linea è stato affidato ad una delle Agenzie partecipanti.

ARPA Lombardia è stata coordinatrice della linea di attività n.1 "Costruzione del quadro conoscitivo di supporto all'applicazione del ciclo chiuso" alla quale hanno partecipato tutte le Agenzie del Tavolo Tecnico.

L'obiettivo prefissato per tale attività è stato quello di ottenere, per ciascuna Regione delle Agenzie partecipanti al Tavolo, un quadro conoscitivo sullo stato delle risorse idriche e sugli impianti di depurazione presenti, quale supporto per l'applicazione ottimizzata della gestione delle risorse idriche basata sul "ciclo chiuso".

È stata posta particolare attenzione ai fattori economico-sociali e territoriali che influenzano la situazione delle risorse idriche, agli impianti di depurazione di reflui urbani idonei per operazioni di recupero delle acque reflue e dei fanghi prodotti e ai dati inerenti i fanghi di depurazione. Il Piano di Tutela (approvato o adottato in alcune Regioni e comunque in fase di predisposizione nelle rimanenti), nonché le informazioni acquisite dall'Agenzia nello svolgimento dei propri compiti, hanno rappresentato i principali strumenti conoscitivi da cui reperire le informazioni utili.

Ai fini di raccogliere omogeneamente, da ogni Agenzia, le informazioni necessarie ARPA Lombardia ha predisposto una traccia di relazione comune, così impostata: inquadramento territoriale (caratteristiche geografiche, numero di ATO, popolazione servita dalla rete fognaria e dagli impianti di depurazione, disponibilità, fabbisogno, uso idrico per comparti), impianti di depurazione (numero complessivo, distribuzione territoriale, potenzialità, tipologie di trattamento, recapito in aree sensibili), fanghi (produzione, trattamento, smaltimento), riuso delle acque reflue (impianti adatti al riutilizzo, particolari casi di studio), riuso dei fanghi.

Le relazioni prodotte e le successive integrazioni fornite da ogni Agenzia hanno evidenziato una realtà vasta, complessa e ricca di sfaccettature come emerge dal lavoro di sintesi predisposto da ARPA Lombardia che ha analizzato e sintetizzato le informazioni raccolte.

La seconda linea di attività è stata coordinata da ARPA Emilia Romagna e vi hanno partecipato ARPA Basilicata, Lombardia, Sicilia e Veneto.

Nell'ambito di questa linea di attività ARPA Basilicata ha curato una panoramica sugli approcci normativi seguiti a livello internazionale e nell'ambito comunitario valutati di maggiore interesse per il riutilizzo delle acque depurate, ed un breve confronto con la normativa italiana. In base all'indagine effettuata l'attenzione si è concentrata in particolare sui differenti approcci nella definizione di linee guida e regolamenti per il riuso agricolo, per il quale è emersa una normativa più consolidata.

ARPA Sicilia ha curato la definizione di primi elementi utili per l'impostazione del monitoraggio degli effetti ambientali, agronomici e pedologici del riutilizzo stesso, ex art 11 del D.M. 185/03.

La terza linea di attività è stata coordinata da ARPA Toscana, vi hanno partecipato ARPA Lazio e ARTA Abruzzo, è stata dedicata all'analisi di tipologie diversificate di riutilizzo della risorsa idrica per esaminare ed avere informazioni su diverse tipologie di chiusura del ciclo delle acque. Il lavoro è stato impostato nel modo seguente:

- sono stati individuati alcuni impianti localizzati in Lazio, Abruzzo e Toscana ritenuti casi studio interessanti sulla base delle informazioni sintetiche fornite nelle relazioni preparate nell'ambito della linea di attività 1. Gli impianti individuati prevedono differenti tipologie di riutilizzo delle acque (industriale, agricolo, ricreativo);
- sono state redatte delle relazioni sugli impianti selezionati con le seguenti tipologie di informazioni: i dati e le informazioni sul funzionamento, le utilizzazioni dell'acqua riutilizzata prevalenti e le possibili alternative e, laddove possibile, una prima analisi sulla sostenibilità dei costi della gestione delle acque riutilizzate.

La linea di attività 4 è stata coordinata da ARPA Veneto, vi hanno partecipato ARPA Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia ed ARPA Umbria. Sono state effettuate prime valutazio-

ni in merito ad interventi che consentono di recuperare materia ed energia dai fanghi di depurazione anche a valle di una ricognizione di provvedimenti normativi regionali che ne regolano il riutilizzo.

La destinazione dei fanghi di depurazione è ancora prevalentemente lo smaltimento in discarica e, solo in misura molto minore, il recupero mediante utilizzo in agricoltura, compostaggio o digestione anaerobica ed il recupero energetico.

Il D. Lgs. n. 36/2003 pone dei precisi limiti riguardo all'ammissibilità in discarica dei rifiuti non pericolosi, in particolare per i rifiuti con un elevato contenuto di sostanza organica, di cui i fanghi costituiscono una frazione di tutto rispetto, in particolare quelli civili o prodotti da industrie agroalimentari; si pone quindi la necessità di individuare valide alternative alla discarica per la gestione dei fanghi di depurazione.

Come base per lo svolgimento delle attività, ARPA Veneto ha predisposto un questionario distribuito a tutte le Agenzie partecipanti. Sulla base delle informazioni fornite nei questionari e nelle relazioni di base compilate nell'ambito della linea di attività 1, ARPA Veneto ha predisposto il rapporto di sintesi nel quale sono riportate:

- le informazioni sulle normative o le linee guida, indirizzi e orientamenti che le varie regioni hanno prodotto riguardo alle modalità di gestione dei fanghi di depurazione;
- i dati relativi alla produzione dei fanghi e ai fanghi smaltiti/recuperati in agricoltura;
- i risultati di indagini svolte per la caratterizzazione dei fanghi prodotti dai principali impianti di depurazione (controlli, monitoraggi, verifiche analitiche eseguite sui fanghi di depurazione);
- le informazioni su alcune applicazioni di recupero di materia o energia dai fanghi.

I lavori svolti nell'ambito delle quattro linee di attività sono stati riassunti in cinque rapporti. Nel presente testo viene riportata una sintesi dei rapporti prodotti mentre nel CD allegato sono presenti i rapporti completi e le relazioni compilate da ciascuna Agenzia con le informazioni di base che sono state rielaborate nei rapporti stessi.

1. LA NORMATIVA SUL RIUTILIZZO DELLE ACQUE DEPURATE

(Il rapporto completo “Esame della normativa sul riutilizzo delle acque depurate” redatto da ARPA Basilicata è disponibile nel CD allegato. Riferimento: Lydia Lamorgese e.mail: lydia.lamorgese@arpab.it).

Di seguito si riporta una panoramica sugli approcci normativi seguiti a livello internazionale e nell’ambito comunitario di maggiore interesse sul riutilizzo delle acque reflue depurate ed un breve confronto con la normativa italiana. In particolare sono considerati i diversi approcci nella definizione di linee guida e regolamenti per il riuso agricolo, per il quale è presente una normativa più consolidata.

Dalle esperienze maturate nei paesi che hanno applicato, da diverso tempo, il riutilizzo delle acque, emerge l’estrema importanza della disponibilità di una normativa tecnica chiara che fissi le caratteristiche delle acque per il riuso ed affronti le problematiche connesse con l’applicazione dei reflui. Ogni investimento in materia deve necessariamente fare affidamento su elementi certi, su criteri di trattamento ed utilizzo dell’acqua tali da indurre gli investitori, e in ogni modo tutti i soggetti interessati, ad assumere iniziative concrete in materia. La chiarezza normativa è una condizione indispensabile per assicurare una “accettabilità”, non sempre scontata, dell’acqua riciclata.

I paesi in via di sviluppo si attengono, per la maggior parte, alle linee guida della World Health Organization (WHO), imponendo limiti poco restrittivi che permettano di affrontare le condizioni igienico-sanitarie più critiche ma non richiedano trattamenti di affinamento costosi, inattuabili in realtà in cui non sono diffusi gli impianti di depurazione.

Di contro le nazioni industrializzate nella determinazione degli standard di qualità per il riuso applicano generalmente approcci più restrittivi che permettano di salvaguardare la salute umana a prescindere da valutazioni di rischio effettivo. In queste stesse nazioni, tra cui anche l’Italia, spesso si verifica che si realizzi comunque un riuso indiretto delle acque reflue più o meno depurate, dopo che queste vengono immesse in corpi idrici recettori.

Le più recenti linee guida di Stati come la California, Israele e della stessa WHO si stanno muovendo secondo l’approccio del rischio reale. Ossia si valuta il rischio accettabile in funzione della specifica situazione epidemiologica, della tecnica di irrigazione adottata e delle eventuali barriere che possono proteggere dalla contaminazione. In tal modo i trattamenti richiesti per il riuso delle acque devono essere adeguati ma anche economicamente sostenibili.

Lo stato dell’arte della normativa europea sul riuso delle acque reflue mette in risalto la necessità di linee guida a livello comunitario che forniscano criteri univoci per l’applicazione delle regolamentazioni nel rispetto delle specificità dei diversi paesi.

1.1 Normativa internazionale

Nella definizione della normativa per il riuso è necessario tener presente due aspetti fondamentali, da un lato impedire un uso non autorizzato, senza rispetto degli standard igienico-sanitari, ma dall’altro permettere un realistico sviluppo della pratica del riuso. La definizione di standard di qualità molto rigorosi comporta la necessità di effettuare trattamenti di affinamento dispendiosi che riducono la convenienza economica dell’uso di acque depurate, il cui costo deve, comunque, rimanere competitivo rispetto a quello delle risorse convenzionali.

Un fattore chiave nel determinare la possibilità concreta del riuso di acque reflue è la certezza di rigorosi controlli sulla qualità degli effluenti impiegati e di una continua azione di monitoraggio sull'evoluzione qualitativa dei vari comparti coinvolti (acqua, suolo, piante). I limiti di qualità per le acque riutilizzabili in irrigazione, ad esempio, richiedono non solo di salvaguardare gli aspetti sanitari, ma di contrastare tutti i problemi che si potrebbero manifestare sulle colture e nel terreno, nonché sulla stessa funzionalità degli impianti irrigui. Emerge in ogni caso la necessità di precisi adattamenti alla realtà locale, intesa come condizioni socio-economiche e di disponibilità della risorsa primaria, clima, suoli, colture agrarie di maggior rilievo e abitudini nella fruizione del verde pubblico e delle aree ricreative.

In generale i due principali riferimenti seguiti dalla maggioranza delle nazioni che hanno definito standard e linee-guida per il riuso delle acque reflue depurate, sono le prescrizioni e linee-guida proposte dalla WHO e quelle dello Stato della California.

Le linee guida espresse dalla WHO sono state diffusamente utilizzate come modello in materia di riuso delle acque reflue ed hanno contribuito ad aumentare l'interesse verso il riuso di questa risorsa alternativa. Nel corso del 2006 è stata pubblicata una revisione del documento “*Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Wastewater use in agriculture*” in cui vi è un netto cambiamento nell'approccio seguito per definire le condizioni necessarie per il riuso delle acque reflue depurate.

La California è stato il primo stato americano ad avviarsi verso il riuso di acqua reflua urbana depurata. L'approccio californiano si è basato sull'applicazione di norme e prescrizioni piuttosto severe. Le prime normative per il riuso risalgono già al 1918. Nel 1970, il Codice delle acque dello Stato della California stabilì che “*è intenzione dell'assemblea legislativa che lo Stato adotti ogni possibile misura per promuovere lo sviluppo di servizi per il recupero delle acque in modo tale che esse contribuiscano a soddisfare le sempre più crescenti esigenze idriche dello Stato*”. Sulla scorta di tali esperienze, i benefici del riuso delle acque reflue urbane depurate, quale risorsa idrica alternativa, sono stati riconosciuti dalla maggioranza degli altri Stati federati che hanno adottato e adeguato al loro contesto specifico il modello californiano.

1.1.1 Linee guida della World Health Organisation (WHO)

Già nel 1989 sono state proposte delle specifiche linee guida WHO in merito al riuso di acque reflue, di cui nel 1999 è stata proposta una revisione con limiti più restrittivi.

Tali standard denominati Blumenthal, dal nome del capo della commissione scientifica che ha condotto gli studi di preparazione, pongono restrizioni differenti nel caso di irrigazione non limitata (unrestricted), effettuata su prodotti agricoli da consumare crudi o su aree aperte al pubblico (parchi pubblici), e nel caso di irrigazione limitata (restricted), effettuata su prodotti da non consumare crudi o su aree non aperte al pubblico, per la quale, quindi, può essere utilizzata acqua di minore qualità.

In Tabella 1, per ogni classe di qualità delle colture, sono individuati sia i gruppi esposti che i trattamenti necessari per raggiungere i limiti indicati.

I trattamenti proposti sono di tipo estensivo in quanto hanno rese depurative compatibili con i limiti fissati e, per il loro basso costo d'impianto e di gestione, possono essere utilizzati anche in Paesi in via di sviluppo.

Come confermato anche da studi epidemiologici condotti nel Messico Centrale, il limite di concentrazione fissato per le uova di nematodi, ≤ 1 uova per litro, nelle condizioni in cui è

Categoria	Condizioni di riuso	Tecniche di irrigazione	Gruppo esposto	Uova di nematodi intestinali (N/I - media aritmetica) Limiti 1989	Uova di nematodi intestinali (N/I - media aritmetica) Revisione 1999	Coliformi fecali (N/100 ml - media geometrica) Limiti 1989	Coliformi fecali (N/100 ml - media geometrica) Revisione 1999	Trattamento necessario per raggiungere i requisiti igienici imposti
A	Irrigazione senza restrizioni Colture destinate ad essere consumate crude; Campi sportivi; giardini	tutte	Agricoltori; consumatori; pubblico	≤ 1	$\leq 0,1$	≤ 1000	≤ 1000	Serie di bacini di stabilizzazione per il tempo richiesto per raggiungere i valori imposti; sequenza di trattamenti tipo trattamenti secondari completati da filtrazione e disinfezione
B	Irrigazione con restrizioni Colture cerealicole; industriali; foraggiere; piantagioni e alberi	aspersione	B1 Agricoltori (ma non bambini sotto 15 anni) Comunità limitrofe	≤ 1	≤ 1	No standard	≤ 1000	Bacino di stabilizzazione per 8 - 10 giorni; sequenza di trattamenti tipo trattamenti secondari completati da filtrazione e disinfezione
			B2 come B1	≤ 1	≤ 1	No standard	≤ 1000	Come per la Categoria A
		tutte	B3 lavoratori, comunità limitrofe	≤ 1 No standard	$\leq 0,1$	≤ 1000	≤ 1000	Come per la Categoria A
C	Irrigazione localizzata su colture di tipo B senza esposizione di lavoratori e pubblico Colture cerealicole; industriali; foraggiere; piantagioni e alberi		nessuno	Non applicabile	Non applicabile	Non applicabile	≤ 1000	Pretrattamenti richiesti per la tecnologia d'irrigazione, non meno della sedimentazione primaria

Tabella 1 - Limiti WHO (da Scott, et al, 2004)

favorita la sopravvivenza delle uova (ad esempio caldo, umidità del suolo), potrebbe essere non sufficiente a proteggere la salute umana. In particolare dei ragazzi al di sotto dei 15 anni che possono consumare verdura cruda che è stata irrigata con acque reflue trattate anche se con concentrazioni ≤ 1 uova per litro.

La più efficace misura per la rimozione delle uova di nematodi è rappresentata dal lavaggio della superficie dei vegetali mangiati crudi con deboli detergenti e risciacquo in acqua pulita.

1.1.2 Stockholm Framework e aggiornamento delle linee guida WHO

Sulla scorta dei risultati del meeting WHO di Stoccolma del 1999, la IWA (International Water Association) ha proposto un framework per lo sviluppo di linee guida e standard concepito in maniera flessibile in modo da permettere a ciascun paese di impostare le proprie linee guida considerando le specifiche realtà locali e comparando i rischi per la salute nel caso di riutilizzo di acque reflue a quelli connessi all'uso di acqua destinata ad altri scopi, in primo luogo quello potabile. Il principio di riferimento è quello di valutare le eventuali conseguenze del riuso di acque reflue in agricoltura nell'ambito del contesto più generale del livello totale di malattie gastrointestinali all'interno di una data popolazione.

Questo orientamento innovativo ha avuto riflessi nell'aggiornamento delle linee guida WHO (2006) che sono costruite per essere di supporto alla definizione degli standard e dei regolamenti di livello nazionale. Esse, infatti, forniscono una metodologia senza indicare limiti e soglie che dovranno essere definiti in base al contesto locale, alle specifiche condizioni ambientali, sociali, economiche e culturali. La metodologia prevede non solo la minimizzazione di possibili impatti sulla salute della popolazione, dei lavoratori e dei consumatori dovuti ai patogeni e alle sostanze pericolose, ma anche una vera e propria gestione della risorsa acqua reflua per massimizzare le produzioni agricole e minimizzare gli impatti ambientali.

La strategia per gestire il rischio per la salute umana si deve basare su un approccio "multi-barriera" che impedisca il flusso dei patogeni dall'ambiente, inteso come acque reflue, coltivazioni, suolo, acque superficiali e sotterranee etc., alla popolazione. Dunque le linee guida non devono essere costruite, come effettuato in passato, definendo dei limiti assoluti molto restrittivi, ma considerando che i patogeni non rappresentano necessariamente un rischio per la salute se sono adottate altre idonee misure di protezione che possono essere raggruppate in cinque categorie principali:

- trattamento delle acque;
- restrizioni nelle coltivazioni
- tecniche di irrigazione
- controllo dell'esposizione umana
- vaccinazioni.

I fattori principali da considerare per scegliere la combinazione di misure più conveniente e adatta sono :

- disponibilità di risorse;
- pratiche sociali e agricole esistenti;
- domanda di mercato di prodotti ottenuti con acque reflue depurate.

In aggiunta alla mitigazione dei possibili effetti sulla salute, l'uso delle acque reflue depurate in agricoltura deve assicurare produzioni agricole comparabili con quelle ottenute normalmente e impatti accettabili sull'ambiente. A tale scopo diviene fondamentale applicare codici di

buona pratica agricola così come previsto per le irrigazioni da altre fonti di acqua. Le pratiche agricole tengono conto dei seguenti aspetti:

- quantità d'acqua utilizzata;
- caratteristiche del suolo (infiltrazione, drenaggio);
- sistemi di irrigazione;
- tipo di coltivazione;
- pratiche di gestione.

Le concentrazioni massime per i contaminanti chimici definite in base alla valutazione del rischio per la salute umana sono riportate nella tabella seguente.

Elemento Chimici	Concentrazione suolo (mg/kg)	Composti organici	Concentrazione suolo (mg/kg)
Antimonio	36	Aldrin	0,48
Arsenico	8	Benzene	0,14
Bario	302	Clordano	3
Berillio	0,2	Clorobenzene	211
Boro	1,7	Cloroformio	0,47
Cadmio	4	2,4-D	0,25
Fluorine	635	DDT	1,54
Piombo	84	Diclorobenzene	15
Mercurio	7	Dieldrin	0,17
Molibdeno	0,6	Diossina	0,00012
Nickel	107	Eptacloro	0,18
Selenio	6	Esaclorobenzene	1,40
Argento	3	Lindano	12
Tallio	0,3	Methochlor	4,27
Vanadio	47	PCB	0,89
		IPA	19
		Pentaclorofenolo	14
		Ftalate	13733
		Pirene	41
		Stirene	0,68
		2,4,5,-T	3,82
		Tetracloroetano	1,25
		Tetracloroetilene	0,54
		Toluene	12
		Toxatene	0,0013
		Tricloroetano	0,68

Tabella 2 – Concentrazioni massime tollerabili per i contaminati chimici (WHO, 2006)

In realtà le concentrazioni massime ammissibili per molti costituenti chimici sono limitate più dalle esigenze delle coltivazioni agricole che dai reali rischi per la salute umana.

Nella tabella 3 si riportano le linee guida WHO 2006, relative alla qualità dell'acqua da riutilizzare in agricoltura.

I nutrienti, azoto, fosforo, potassio, zinco, boro e zolfo, devono essere presenti nell'acqua reflua depurata nelle corrette concentrazioni altrimenti possono danneggiare sia le coltivazioni che l'ambiente. Ad esempio il quantitativo di nitrati necessario varia nei diversi stadi di sviluppo delle piante, mentre durante la crescita sono necessarie alte quantità di nitrati, queste si riducono durante la fase di fioritura. Il controllo sulle concentrazioni dei nitrati è fondamentale per

ridurre la lisciviazione negli acquiferi che rappresenta un potenziale rischio di inquinamento delle acque destinate al consumo umano.

Le concentrazioni di sodio, cloruri, boro e selenio dovrebbero essere attentamente controllate a causa della sensibilità di molte piante a queste sostanze.

Il selenio risulta tossico anche a basse concentrazioni e il boro si ritrova in alte concentrazioni per la presenza di detergenti nelle acque di scarico. La qualità delle acque rappresenta anche un aspetto da considerare nella scelta del sistema di irrigazione. In condizioni di alte temperature e bassa umidità, quando è favorita l'evapotraspirazione, è sconsigliato l'utilizzo dell'irrigazione a pioggia se le acque contengono alte concentrazioni di sodio e cloruri in quanto possono arrecare danni alle foglie.

Parametro		Unità misura	Livello di restrizione nell'uso		
			nessuno	da lieve a moderato	severo
Salinità		dS/m	<0,7	0,7-3,0	3,0
TDS		mg/l	<450	450-2000	>2000
TSS		mg/l	<50	50-100	>100
SAR	0-3	meq/l	>0,7	0,7-0,2	<0,2
	3-6	meq/l	>1,2	1,2-0,3	<0,3
	6-12	meq/l	>1,9	1,9-0,5	<0,5
	12-20	meq/l	>2,9	2,9-1,3	<1,3
	20-40	meq/l	>5,0	5,0-2,9	<2,9
Na ⁺	irrigazione a pioggia	mg/l	<3	>3	
	irrigazione superficiale	mg/l	<3	3-9	>9
Cl ⁻	irrigazione a pioggia	mg/l	<3	>3	
	irrigazione superficiale	mg/l	<4	4-10	>10
Cl ₂	Residuo totale	mg/l	<1	1-5	>5
HCO ₃ ⁻		mg/l	<90	90-500	>500
Boro		mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0
H ₂ S		mg/l	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Fe	irrigazione a goccia	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Mn	irrigazione a goccia	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Azoto totale		mg/l	<5	5-30	>30
pH			6,5-8		

Tabella 3 -Qualità dell'acqua irrigua (WHO, 2006)

Per quanto concerne gli elementi in traccia i valori soglia per le produzioni agricole al di sotto dei quali si considera accettabile la tossicità arrecata alle piante sono riportati in Tabella 4.

Elemento	Concentrazione massima raccomandata mg/l
Al	5,0
As	0,10
Be	0,10
Cd	0,01
Cobalto	0,05
Cr	0,10
Cu	0,20
F	1,0
Fe	5,0
Li	2,5
Mn	0,20
Molibdeno	0,01
Ni	0,20
Pd	5,0
Se	0,02
Vanadio	0,10
Zn	2,0

Tabella 4 – Valori soglia per gli elementi in traccia per le coltivazioni irrigue

1.1.3 Le norme dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

Le linee guida prodotte dall'EPA, aggiornate al settembre 2004, non rappresentano delle norme federali obbligatorie, ma una guida in particolare per gli stati privi di proprie regolamentazioni. Esse raccolgono le norme definite dagli stati più orientati alla promozione del riuso, infatti diciassette stati, tra i quali, l'Arizona, il Colorado, la Florida, e il Nevada, hanno sviluppato norme dettagliate che considerano standard di qualità e processi di trattamento necessari per tutte le possibili applicazioni di riutilizzo. L'obiettivo prefisso è di massimizzare i benefici dell'utilizzo della risorsa e nel contempo proteggere l'ambiente e la salute pubblica.

Le possibili classi di riuso previste sono 11:

- Riuso Urbano
 - a. irrigazione del verde pubblico in aree ad accesso libero (campi da golf, parchi, giardini, etc.);
 - b. lavaggio automobili, protezione dagli incendi, etc.;
 - c. tutti i riusi di tipo urbano con possibile esposizione diretta;
- Riuso in aree di irrigazione ad accesso limitato
 - a. silvicoltura;
 - b. irrigazione di aree verdi in cui è proibito o comunque controllato l'accesso al pubblico;
- Riuso agricolo per colture alimentari
 - a. non trasformate (non soggette prima della vendita a processi chimico-fisici di distruzione dei patogeni): distribuzione con metodi irrigui per aspersione o con irrigazione superficiale (scorrimento, infiltrazione laterale, etc.) per tutte le colture alimentari, consumate anche crude;

-
- b. trasformate (soggette prima della vendita a processi chimico-fisici di distruzione dei patogeni), frutteti e vigneti: distribuzione con metodi irrigui per aspersione o con irrigazione superficiale (scorrimento, infiltrazione laterale, etc) per tutte le colture alimentari comprese quelle destinate alla trasformazione industriale;
 - Riuso per colture non alimentari
 - a. distribuzione con metodi irrigui per aspersione o con irrigazione superficiale (scorrimento, infiltrazione laterale, etc) per tutte le colture da foraggio, pascoli (anche per animali da latte), da seme, da fibra;
 - Riuso per scopi ricreativi
 - a. stagni per la pesca e la navigazione in cui è permesso il rabbocco con l'acqua depurata;
 - Riuso per scopi ornamentali
 - a. stagni ornamentali, protetti per i quali il contatto con il pubblico non è permesso;
 - Riuso industriale
 - Riuso nelle costruzioni
 - a. controllo delle polveri, costipamento dei suoli, produzione del cemento;
 - Riuso ambientale – Alimentazione di aree umide e habitat naturali, mantenimento del minimo deflusso vitale;
 - Ricarica acquiferi sotterranei
 - a. Diffusione o iniezione in acquiferi non usati per il consumo potabile;
 - Uso potabile indiretto
 - a. diffusione in acquiferi destinati al consumo potabile;
 - b. iniezione in acquiferi destinati al consumo potabile;
 - c. Incremento della risorsa superficiale.

Gli standard di qualità fissati sono piuttosto restrittivi, prescrivendo in tutti i casi di possibile esposizione diretta o di rischi per la salute derivanti dal consumo di prodotti non soggetti a trasformazione, l'assenza di coliformi fecali, BOD massimo pari a 10 mg/l e una concentrazione di cloro residuo minimo pari a 1 mg/l.

In Tabella 5, oltre ai limiti previsti per i vari usi, sono riportati i tipi di trattamento a cui sottoporre le acque, i parametri da controllare, la frequenza di monitoraggio e le distanze di rispetto tra sito di utilizzazione e aree di accesso al pubblico o protette.

In Tabella 6 si riportano i limiti raccomandati nel caso di acque destinate all'irrigazione. Le concentrazioni massime ammesse sono distinte in base alla durata di utilizzo delle acque reflue. Per l'uso continuativo di lungo termine su tutti i tipi di suolo i valori sono molto conservativi per tener conto dei suoli sabbiosi con bassa capacità di lisciviazione. Per l'uso di breve termine (fino a 20 anni) i valori indicati sono raccomandati per suoli alcalini o neutri a tessitura fine con alta capacità di rimozione degli inquinanti.

	Tipologia di utilizzo	Trattamento	Qualità acqua reflua depurata	Monitoraggio	Distanza di rispetto
1	Riuso urbano	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • filtrazione • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 10 mg/l BOD ≤ 2 NTU coli fecali non rilevabili/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo	pH: settimanale BOD: settimanale torbidità: continuo coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	15 m da pozzi potabili
2	Riuso in aree di irrigazione ad accesso limitato	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo	pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	90 m da pozzi potabili 30 m da aree di accesso pubblico (se irrig. per aspersione)
3	Riuso agricolo per colture alimentari non trasformate	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • filtrazione • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 10 mg/l BOD ≤ 2 NTU coli fecali non rilevabili/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo	pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	15 m da pozzi potabili
	Riuso agricolo per colture alimentari trasformate	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml 9,13,14 1 mg/l Cl ₂ residuo	pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	90 m da pozzi potabili 30 m da aree di accesso pubblico (se irrig. per aspersione)
4	Riuso agricolo per colture non alimentari	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali / ml 1 mg/l Cl ₂ residuo (minimo)	pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	90 m da pozzi potabili 30 m da aree di accesso pubblico (se irrig. per aspersione)
5	Riuso per scopi ricreativi	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • filtrazione • disinfezione 	pH = 6-9 ≤ 10 mg/l BOD ≤ 2 NTU coli fecali non rilevabili/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo	pH: settimanale BOD: settimanale torbidità: continuo coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo	150 m da pozzi potabili (minimo) se fondo non sigillato

	Tipologia di utilizzo	Trattamento	Qualità acqua reflua depurata	Monitoraggio	Distanza di rispetto
6	Riuso per scopi ornamentali	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	<p>≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml 1 mg/l Cl₂ residuo</p>	<p>pH: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl₂ residuo: continuo</p>	150 m da pozzi potabili (minimo) se fondo non sigillato
7	Riuso nelle costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	<p>≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml 1 mg/l Cl₂ residuo</p>	<p>BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl₂ residuo: continuo</p>	
8	Riuso industriale raffreddamento	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione 	<p>pH = 6-9 ≤ 30 mg/l BOD 7 ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml 1 mg/l Cl₂ residuo</p>	<p>pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl₂ residuo: continuo</p>	90 m da aree di accesso pubblico
	Riuso industriale Ricircolo attraverso torri di raffreddamento	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione • eventuale coagulazione e filtrazione 	<p>Variabile dipendente dal tasso di ricircolazione pH = 6-9 ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml 1 mg/l Cl₂ residuo</p>	<p>pH: settimanale BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl₂ residuo: continuo</p>	90 m da aree di accesso pubblico Distanza ridotta o eliminata nel caso di alti livelli di disinfezione
9	Riuso ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • variabile • secondario e disinfezione (minimo) 	<p>Variabile ma non deve eccedere: ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS ≤ 200 coli fecali /100 ml</p>	<p>BOD: settimanale TSS: giornaliero coliformi: giornaliero Cl₂ residuo: continuo</p>	
10	Ricarica acquiferi sotterranei Non usati a scopo potabile	<ul style="list-style-type: none"> • sito specifico e dipendente dall'uso • primario • (minimo) per diffusione • secondario • (minimo) per iniezione 	Sito specifico e dipendente dall'uso	Dipendente dal trattamento e dall'uso	Sito-specifica

	Tipologia di utilizzo	Trattamento	Qualità acqua reflua depurata	Monitoraggio	Distanza di rispetto
11	Uso potabile indiretto per diffusione	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • disinfezione • eventuale filtrazione e/o affinamento 	Secondario Disinfezione Rispetto Standard acque potabili Dopo percolazione nella zona vadosa	pH: giornaliero BOD: settimanale Torbidità: continuo coliformi: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo standard acque potabili: trimestrale altri parametri dipendenti dai costituenti	150 m da pozzi di estrazione. Distanza potrebbe variare in funzione del trattamento e delle condizioni sito-specifiche
	Uso potabile indiretto per iniezione	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • filtrazione • disinfezione • affinamento 	Inclusi ma non limitati: pH = 6.5 - 8.5 ≤ 2 NTU coliformi totali non rilevabili/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo (minimum) 11 ≤ 3 mg/l TOC ≤ 0.2 mg/l TOX Rispetto Standard acque potabili	pH: giornaliero Torbidità: continuo Coliformi totali: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo standard acque potabili: trimestrale altri parametri dipendenti dai costituenti	600 m da pozzi di estrazione. Distanza potrebbe variare in funzione delle condizioni sito-specifiche
	Uso potabile indiretto superficie	<ul style="list-style-type: none"> • secondario • filtrazione • disinfezione • affinamento 	Include ma non limitato a: pH = 6.5 - 8.5 ≤ 2 NTU coli fecali non rilevabili/100 ml 1 mg/l Cl ₂ residuo ≤ 3 mg/l TOC Rispetto Standard acque potabili	pH: giornaliero Torbidità: continuo Coliformi totali: giornaliero Cl ₂ residuo: continuo standard acque potabili: trimestrale altri parametri dipendenti dai costituenti	Condizioni sito-specifiche

Tabella 5 – Linee guida US EPA per il riuso delle acque reflue (EPA,2004)

Costituenti	Uso (mg/l)	
	Lungo termine	Breve termine
Alluminio	5,0	20
Arsenico	0,10	2,0
Berillio	0,10	0,5
Boro	0,75	2,0
Cadmio	0,01	0,05
Cromo	0,1	1,0
Cobalto	0,05	5,0
Rame	0,2	5,0
Fluoro	1,0	15,0
Ferro	5,0	20,0
Piombo	5,0	10,0
Litio	2,5	2,5
Manganese	0,2	10,0
Molibdeno	0,01	0,05
Nickel	0,2	2,0
Selenio	0,02	0,02
Tungsteno e titanio		
Vanadio	0,1	1,0
Zinco	2,0	10,0
Costituenti	Limiti raccomandati	
pH	6	
TDS	500 – 2.000 mg/l	
Cloro residuo libero	<1 mg/l	

Tabella 6 – Limiti raccomandati per le acque destinate all'irrigazione

Le linee guida non suggeriscono valori limite per i parassiti e virus in considerazione delle seguenti valutazioni:

- negli U.S.A non sono stati registrati casi di infezione virale attribuibile al riuso delle acque reflue;
- l'applicazione di trattamenti appropriati per le varie forme di riuso, in particolare filtrazione e disinfezione, riduce le concentrazioni a livelli bassi o indosabili dei virus e fa sì che i patogeni non rappresentino un problema nelle operazioni di riuso delle acque;
- non ci sono evidenze sulla significatività per la salute umana di bassi livelli di virus nelle acque di riuso;
- è possibile evitare di ricorrere a costosi monitoraggi che richiedono attrezzature sofisticate non sempre disponibili.

1.1.4 Confronto tra i limiti normativi americani

Nella successiva tabella si riportano, per le tipologie di riuso delle acque reflue depurate, più diffuse, i confronti tra i valori limite adottati da sette stati americani, Arizona, California, Florida, Hawaii, Nevada, Texas e Washington, in cui sono state condotte esperienze significative e di lungo corso sul riuso.

Arizona		Riuso urbano (senza restrizioni)	Riuso urbano (con restrizioni)	Riuso agricolo (colture alimentari)	Riuso agricolo (colture non alimentari)	Riuso industriale
trattamento		Secondario Filtrazione disinfezione	Secondario disinfezione	Secondario Filtrazione disinfezione	Secondario disinfezione	NR
BOD5		NS	NS	NS	NS	
TSS (NTU)		NS	NS	NS	NS	
Torbidità mg/l	media	2	NS	2	NS	
	max	5	NS	5	NS	
Coliformi fecali /100ml	media	Non rilevabili	200	Non rilevabili	200	
	max	23	800	23	800	
California						
trattamento		Ossidazione Coagulazione Filtrazione disinfezione	Secondario ossidazione disinfezione	Ossidazione Coagulazione Filtrazione disinfezione	Secondario ossidazione disinfezione	ossidazione disinfezione
BOD5		NS	NS	NS	NS	NS
TSS (NTU)		NS	NS	NS	NS	NS
Torbidità mg/l	media	2	NS	2	NS	NS
	max	5	NS	5	NS	NS
Coliformi totali /100ml	media	2.2	23	2.2	23	23
	max	23	240 (in 30 gg)	23	240 (in 30 gg)	240
Florida						
trattamento		Secondario Filtrazione Alto livello disinfezione	Secondario Filtrazione Alto livello disinfezione	Secondario Filtrazione Alto livello disinfezione	Secondario disinfezione base	Secondario disinfezione base
BOD5		20 CBOD ₅	20 CBOD ₅	20 CBOD ₅	20 CBOD ₅	20
TSS (NTU)		5	5	5	20	20
Torbidità mg/l	media	NS	NS	NS	NS	NS
	max	NS	NS	NS	NS	Ns
Coliformi fecali /100ml	media	75% campioni sotto limite di rilevabilità	75% campioni sotto limite di rilevabilità	75% campioni sotto limite di rilevabilità	200	200
	max	25	25	25	800	800

Hawaii		Riuso urbano (senza restrizioni)	Riuso urbano (con restrizioni)	Riuso agricolo (colture alimentari)	Riuso agricolo (colture non alimentari)	Riuso industriale
trattamento		Ossidazione Filtrazione e disinfezione	Ossidazione disinfezione	Ossidazione Filtrazione e disinfezione	Ossidazione Filtrazione e disinfezione	Ossidazione e disinfezione
BOD5		NS	NS	NS	NS	NS
TSS (NTU)		NS	NS	NS	NS	NS
Torbidità mg/l	media	NS	NS	NS	NS	NS
	max	2	2	2	2	NS
Coliformi fecali /100ml	media	2.2	23	2.2	2.2	23
	max	23 (in 30gg)	200	23 (in 30gg)	23	200
Nevada						
trattamento		Secondario disinfezione	Secondario disinfezione	Secondario disinfezione	Secondario disinfezione	NR
BOD5		30	30	30	30	
TSS (NTU)		NS	NS	NS	NS	
Torbidità mg/l	media	NS	NS	NS	NS	
	max	NS	NS	NS	NS	
Coliformi fecali /100ml	media	2.2	23	200	200	
	max	23	240	400	400	
Texas						
trattamento		NS	NS	NS	NS	NS
BOD5		5	20	5	5	20
TSS (NTU)		NS	NS	NS	NS	
Torbidità mg/l		3	3	3	3	3
Coliformi fecali /100ml	media	20	200	20	20	200
	max	75	800	75	75	800
Washington						
trattamento		Ossidazione coagulazione filtrazione e disinfezione	Ossidazione e disinfezione	Ossidazione coagulazione filtrazione e disinfezione	Ossidazione disinfezione	Ossidazione e disinfezione
BOD5		30	30	30	30	NS
TSS (NTU)		30	30	30	30	NS
Torbidità mg/l	media	2	2	2	2	NS
	max	5	5	5	5	NS
Coliformi totali /100ml	media	2.2	23	2.2	23	23
	max	23	240	23	240	240

Legenda: NS = non specificato; CBOD₅ = Richiesta biochimica di ossigeno carbonaceo; NR = non regolamentato

Tabella 7 – Confronto tra i limiti di qualità e le tipologie di trattamento stabiliti in alcuni Stati Americani

Molti Stati, così come suggerito dalle linee guida EPA, hanno regolamentato le distanze e le zone di buffer tra le aree agricole in cui si usano le acque reflue depurate e le principali zone di rispetto, quali pozzi di attingimento potabili, le zone residenziali, e limiti di proprietà e stra-

de. Le distanze ammesse dipendono sia dall'uso a cui sono destinate le acque reflue che, nel caso dell'irrigazione, dal sistema di irrigazione adottato.

Inoltre la definizione di limiti e standard per le acque reflue depurate si accompagna a dettagliate disposizioni sul riuso delle acque stesse. A titolo di esempio, si riportano, di seguito, le prescrizioni elaborate dal Washington Department of Health and Ecology (1997) che danno conto della necessità di non limitare la salvaguardia della salute pubblica esclusivamente alla definizione di standard di qualità delle acque riutilizzate, ma di prevedere, anche, un insieme di misure atte a minimizzare i rischi per l'uomo e l'ambiente.

Prescrizioni per il riuso (Washington Department of Health and Ecology, 1997):

- Occorre rendere noto ai residenti e agli impiegati l'utilizzo di acque reflue rigenerate mediante l'esposizione di segnali di avviso e distribuzione di avvertenze scritte nell'area dove viene distribuita l'acqua reflua depurata;
- misure adeguate devono essere prese per prevenire un prelievo non previsto dell'acqua reflua recuperata;
- l'utilizzo di acqua reflua deve essere confinato alla sola area prevista per il riuso, a meno di diversa disposizione approvata dal Washington Department of Health and Ecology;
- devono essere prese precauzioni affinché tale acqua non venga spruzzata su persone e/o edifici;
- deve essere praticata la massima separazione possibile tra le condotte di acque reflue recuperate e le tubazioni di acqua potabile. Tra le due linee deve essere mantenuta una distanza orizzontale minima di 10 piedi. Nei punti di incrocio tra le due linee deve essere mantenuta una distanza minima verticale di 18 pollici in accordo con l'Edizione 1985 dei "Criteria for Sewage Works Design"; inoltre la linea di acqua potabile deve passare sempre al di sopra di quella per acque reflue rigenerate;
- tutte le valvole e uscite di acqua reflua depurata devono essere etichettate per avvertire il pubblico e gli addetti che quell'acqua non è potabile. Il segnale di avviso deve essere di colore viola con scritta bianca o nera. I segnali devono recare la scritta "Reclaimed Water: do Not Drink";
- tutte le condotte, valvole o rubinetti di acqua reflua depurata devono essere colorati di viola o comunque devono essere contrassegnati con la scritta "Caution: reclaimed water-do not drink". Tale scritta deve essere larga 3 pollici e avere lettere bianche o nere su campo viola, deve essere installata sulla parte alta delle tubazioni e presente sull'intera lunghezza delle tubazioni;
- tutte le valvole per acqua reflua recuperata devono essere di un tipo tale che permetta l'apertura solo da parte di personale autorizzato;
- ogni uso irriguo di acqua reflua recuperata deve essere determinato basandosi su un dettagliato bilancio idrico;
- non è possibile irrigare con acque reflue recuperate se il terreno è saturo o ghiacciato;
- devono essere prese misure adeguate per prevenire l'insorgere di pericoli per la salute e la creazione di odori, sostanze inquinanti e depositi di materiale antiestetico;
- riserve e bacini di acque reflue depurate non devono contaminare il sottosuolo nel quale siano presenti sorgenti d'acqua destinata al consumo domestico;

-
- un programma di monitoraggio del sottosuolo può essere richiesto dal Washington Department of Health and Ecology. In tal caso, il programma di monitoraggio deve essere stabilito con un permesso e approvato dallo stesso Washington Department of Health and Ecology. Deve essere basato prioritariamente sulla qualità e quantità delle acque, le caratteristiche idrogeologiche e del suolo del sito prescelto.

1.1.5 Israele

Nei Paesi del Mediterraneo le risorse idriche disponibili stanno diminuendo sia per la diminuzione di precipitazioni sia a causa dell'aumento delle pressioni antropiche e del conseguente inquinamento ambientale. Negli ultimi anni sta crescendo l'integrazione del riutilizzo delle acque nei programmi di pianificazione delle risorse idriche, con particolare interesse per l'irrigazione.

Sono stati sviluppati importanti progetti sull'argomento, anche su vasta scala, e sono stati realizzati impianti per il riciclo e il riuso. Ma sono pochi i Paesi che hanno una politica nazionale sull'argomento ben definita.

Israele è stato il pioniere nel campo seguito da Tunisia, Cipro e Giordania.

Lo Stato di Israele, nel 1975, adotta una serie di norme sul riutilizzo particolarmente restrittive sulla scorta del modello californiano.

Le prescrizioni adottate prevedono di:

- vietare l'uso di liquami depurati per colture particolarmente sensibili, quali insalate, cavoli, crescioni, spinaci, fragole;
- consentire l'irrigazione degli ortaggi che vengono consumati crudi solo con liquami caratterizzati da un BOD5 inferiore a 20 mg/l e dopo disinfezione con tempo di contatto di almeno un'ora per ottenere una concentrazione di coli fecali inferiore a 25 MPN/100 ml;
- permettere il consumo di ortaggi dopo almeno 72 ore dalla raccolta;
- consentire l'irrigazione degli alberi da frutta solo con liquami ossidati biologicamente e disinfettati, facendo trascorre almeno 14 giorni tra l'ultima irrigazione e il raccolto. Nessuna frutta dovrebbe essere raccolta da terra;
- permettere l'irrigazione delle colture industriali (cotone, cereali, barbabietole da zucchero, soia, ecc.) con liquami ossidati, a condizione che le aree di coltura siano distanti almeno 400 m dai centri abitati.

In Tabella 8 sono riportati gli standard di qualità previsti nelle Linee guida per la salute pubblica e per il riutilizzo delle acque reflue trattate per l'irrigazione (ISQW), emanate nel 1981.

	Parametri	Gruppi di vegetali			
		A	B	C	D
<i>Qualità dell'effluente</i>	BOD5 totale (mg/l)	60	45	35	15
	BOD5 disciolto (mg/l)	—	—	20	10
	Solidi sospesi (mg/l)	50	40	30	15
	Ossigeno disciolto (mg/l)	0,50	0,50	0,50	0,50
	Coliformi su 100 ml	—	—	250	12 (80 %) 2,2 (50 %)
	Cloro residuo (mg/l)	—	—	0,15	0,50
		A	B	C	D
<i>Trattamenti obbligatori</i>	Filtrazione con sabbia o equivalente	—	—	—	richiesto
	Clorazione (minimo tempo di contatto in min)	—	—	60	120
		A	B	C	D
<i>Distanze</i>	dalle aree residenziali (m)	300 (con aspersione)	250	—	—
	dalle strade pavimentate (m)	30	25	—	—
Legenda:					
GRUPPI	VEGETALI				
A	cotone, barbabietole da zucchero, cereali, foraggio bagnato, irrigazione di foreste, etc.				
B	foraggio verde, olive, nocciole, limoni, banane, mandorle, etc.				
C	frutta decidua, industria conserviera, vegetali conservati o cucinati, pelati, campi da golf e da football				
D	Irrigazione non limitata, vegetali mangiati crudi, parchi e prati				
NOTE	<ul style="list-style-type: none"> • per i laghi di stabilizzazione il tempo di detenzione deve essere di almeno 15 giorni. • i criteri devono essere soddisfatti nell'80% dei casi. • l'irrigazione deve terminare 2 settimane prima che i frutti vengano raccolti e comunque non possono essere raccolti da terra. 				

Tabella 8 - Standard per il riutilizzo di acque reflue in agricoltura in Israele.

L'aumento dei consumi, dovuto al miglioramento della qualità della vita, e la crisi idrica del 2000 hanno indotto lo stato di Israele ad implementare un approccio integrato alla gestione delle risorse idriche che includesse aspetti di economicità e sostenibilità nel lungo termine nell'uso dell'acqua. L'uso efficiente delle acque reflue e degli effluenti rappresenta uno dei 5 principi base della strategia adottata. Attualmente circa il 65% delle acque reflue sono riutilizzate

in agricoltura. Sono stati riformulati i limiti per l'uso senza restrizioni degli effluenti. Gli standard che prevedono 38 parametri, tengono conto degli aspetti legati alla salute pubblica, il suolo, relativi alla idrologia e alla flora. L'obiettivo è di trattare il 100% delle acque reflue ad un livello tale da permettere l'irrigazione senza limitazioni entro il 2010 in conformità con la sensibilità dei suoli e senza rischi per le acque.

La normativa è stata rivisitata adottando l'approccio innovativo basato sul concetto di barriera, applicato anche negli Stati Uniti. Con tale criterio si definisce una soglia di accettabilità delle acque reflue depurate differenziata in funzione delle caratteristiche delle piante, dei metodi di irrigazione, delle tecniche di coltivazione e tempi di crescita e raccolta, in modo tale da valutare in ogni situazione l'effettivo rischio per la salute umana e l'ambiente, senza imporre prescrizioni che di fatto ne impedirebbero l'applicabilità.

Il criterio innovativo israeliano stabilisce che in funzione delle tecniche di irrigazione è possibile definire delle precauzioni che rappresentino una sufficiente misura di protezione per i soggetti esposti. Tali precauzioni sono delle vere e proprie barriere. Ad esempio rappresentano una barriera la filtrazione dell'effluente su sabbia, la disinfezione dell'effluente, la distanza dell'irrigatore dal frutto. Le barriere devono essere combinate a seconda della qualità dell'effluente, del tipo e sensibilità della coltivazione e del tipo di processo di depurazione.

1.2 Normativa comunitaria ed europea

In virtù dell'abbondanza delle risorse idriche, soprattutto se confrontata con il resto del mondo, fino ad ora l'Unione Europea non ha investito in maniera consistente sul riuso delle acque sebbene, in generale, si possa notare un diverso approccio in materia di riuso delle acque reflue dei Paesi Nord-Europei rispetto a quelli Mediterranei. Molti paesi del Nord Europa hanno abbondanti riserve d'acqua e considerano prioritaria la tutela della qualità delle acque. In queste nazioni più che la necessità di disporre di ulteriori quantitativi d'acqua, attraverso il riuso, è valutata prioritaria la protezione dell'ambiente che riceve le acque utilizzate. Il riciclo delle acque e delle acque reflue è incoraggiato nel settore industriale. La situazione è diversa per i paesi del Sud-Europa per i quali la disponibilità di risorse aggiuntive può produrre significativi vantaggi in agricoltura anche se il riuso è ancora limitato.

Nell'Unione Europea diversi paesi hanno definito norme e linee guida per il riuso delle acque reflue in agricoltura, come ad esempio Francia, Spagna, Cipro e Italia.

A livello comunitario non esiste ancora una regolamentazione unica sull'uso delle acque reflue depurate anche se è in preparazione una direttiva sulle acque reflue che racchiuderà gli aspetti legati al riutilizzo. Le direttive emanate in questo settore sono la 91/271/CEE (recepita a livello nazionale tramite il D.L.vo 152/06) che all'art. 12 sollecita gli Stati membri a prevedere il riuso ogni qual volta appaia appropriato, e la Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Con la Direttiva 91/271/CEE la Commissione della Comunità Europea ha dichiarato: *“i reflui trattati possono essere riutilizzati qualora risultino appropriati”* e *“I percorsi dello smaltimento devono ridurre al minimo gli effetti avversi per l'ambiente”*.

Per far fronte alla carenza legislativa in materia di riuso delle acque reflue, nel 1996, la Commissione Europea ha nominato una Task Force al fine di coordinare le varie azioni delle istituzioni europee e promuovere il riciclo delle acque reflue mediante l'applicazione delle migliori tecniche disponibili. L'incentivazione al riuso deve avvenire in settori strategici come quello agricolo e quello industriale, attraverso la definizione di standard di qualità delle acque, lo sviluppo di tecniche di depurazione e stoccaggio delle acque e la conduzione di campagne di informazione.

In correlazione con l'attività della Task Force diversi Paesi europei stanno conducendo studi epidemiologici allo scopo di confrontare i risultati di tali studi con le linee guida della WHO e contribuire all'armonizzazione delle regolamentazioni dei diversi Paesi.

1.2.1 Spagna

La Spagna ha ribadito l'importanza del riuso delle acque reflue depurate in agricoltura nel recente Piano Nazionale di gestione delle acque. Non esiste una legislazione nazionale, ma l'Andalusia, le isole della Catalogna e delle Baleari hanno sostenuto il riuso di acque reflue attraverso la definizione di prescrizioni e le linee guida che seguono essenzialmente quelle WHO.

I limiti microbiologici adottati nella regione dell'Andalusia vengono riportati in Tabella 10.

	Nematodi intestinali uova/litro (media geometrica)	Coliformi fecali: MPN/100 ml (media geometrica)
Irrigazione per campi sportivi e parchi con libero accesso	< 1	< 200
Vegetali da consumare crudi	< 1	< 1000
Produzione di biomassa per il consumo umano e acqua di refrigerazione in circuiti aperti	Nessuno	< 1000
Laghi ricreativi	< 1	< 2000
Acqua di refrigerazione in circuiti semi aperti	Nessuno	< 10000
Irrigazione di cereali, colture industriali, vegetali da consumare cotti	< 1	Nessuno
Irrigazione di aree verdi non accessibili al pubblico, produzione di biomassa non destinata al consumo e laghi di accesso vietato.	Nessuno	Nessuno

Tabella 10 - Limiti per il riutilizzo in Andalusia (Fonte: Inea, 1999)

1.2.2 Francia

In Francia l'uso di irrigare le colture con le acque reflue, in particolare nell'area attorno Parigi, risale all'inizio del secolo scorso e fino agli anni '40 ha rappresentato l'unico sistema di trattamento e smaltimento dei reflui nella grande area conurbana parigina (Angelakis et al, 2003). Negli anni '90, lo sviluppo dell'irrigazione intensiva nel Sud e i periodi siccitosi nell'area Nord-occidentale, tradizionalmente la più piovosa, hanno fatto riemergere l'interesse per il riuso dell'acqua.

Nel 1991 sono state emanate le *“linee guida per il riuso di acque reflue trattate, nelle zone irrigate ad ortaggi e spazi verdi”*, che sostanzialmente ricalcavano le indicazioni della WHO per la tutela della salute pubblica, con in più le restrizioni sulle tecniche di irrigazione e le distanze di sicurezza tra i siti irrigati e le aree residenziali e le linee di comunicazione. Inoltre l'irrigazione a spruzzo è strettamente limitata nelle aree urbane ed è fatto divieto di irrigare campi da golf o aree verdi durante le ore di apertura al pubblico.

Le linee guida, al fine di garantire una valutazione del rischio ambientale e dell'impatto sulla salute, hanno imposto la realizzazione di un archivio per il controllo da parte delle autorità sanitarie delle pratiche del riuso di acque.

Le linee guida francesi, impongono attualmente, un controllo rigoroso della qualità microbiologica e chimica dell'acqua riciclata.

I progetti di riuso in Francia coprono più di 3000 ha e interessano una svariata gamma di applicazioni, quali irrigazioni di frutteti, cereali, mercato floro-vivaistico, praterie, piantagioni di giardini e campi da golf pubblici. L'esempio di riutilizzo a Clermont-Ferrand con l'irrigazione di oltre 700 ha coltivati a mais rappresenta una dei più estesi progetti di riutilizzo europei. La regolamentazione francese impone di richiedere ed ottenere una specifica autorizzazione da parte dell'autorità dipartimentale per ogni progetto di riutilizzo.

1.2.3 Cipro

Negli anni ottanta lo Stato di Cipro ha predisposto un "codice di pratiche-tecniche" per il riutilizzo delle acque reflue trattate provenienti da effluenti domestici che si ispira, per quanto riguarda i parametri microbiologici, alla proposta messa a punto dalla WHO. Per ciascun parametro e per ogni classe di utilizzo dei reflui trattati sono definiti due valori di riferimento, nell'80% dei casi e sempre, (Tabella 11).

PARAMETRO		Unità di misura	Aree pubbliche	Aree pubbliche con accesso limitato	Colture da foraggio	Colture industriali
BOD	<i>80% dei casi</i>	<i>mg/l</i>	10	-	20	20
	<i>sempre</i>	<i>mg/l</i>	15	20	-	50
COD	<i>80% dei casi</i>	<i>mg/l</i>	10	30	30	-
	<i>sempre</i>	<i>mg/l</i>	15	30	-	60
Coliformi fecali	<i>80% dei casi</i>	<i>MPN/100 ml</i>	50	1000	-	5000
	<i>sempre</i>	<i>MPN/100 ml</i>	-	2000	10000	-

Tabella 11 - Standard di qualità per l'utilizzo delle acque reflue – Cipro

Inoltre nelle linee guida cipriote sono previste altre prescrizioni. Se ne riportano di seguito alcune:

- le acque reflue devono essere opportunamente trattate con appropriati metodi di trattamento terziario e un adeguato livello di disinfezione a seconda del loro utilizzo;
- il piano di riuso deve essere supervisionato da un tecnico specializzato mentre procedure e competenze devono essere approvate dall'Autorità competente;
- il sistema di distribuzione degli effluenti trattati deve essere completamente separato dal sistema di distribuzione di acqua potabile e deve essere chiaramente indicato che il sistema trasporta effluente trattato;
- i metodi di irrigazione (superficiale, a goccia, a bolla, piccolo angolo, a spruzzo) sono individuati in relazione alla tipologia delle piante (parchi, prati, vigneti, alberi da frutta, ortaggi, ortaggi da mangiare cotti o crudi).

1.3 Normativa italiana

Il Decreto Ministeriale n. 185 del 12 giugno 2003 (Regolamento emanato in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del D. Lgs. 152/99), stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane ed industriali nel nostro Paese.

Il Decreto 2 maggio 2006, emanato in attuazione dell'art. 99 del D.Lgs. 152/2006 è attualmente "congelato".

Il D.M. 185/03, nella sostanza confermato dal decreto del 2006, regola il riutilizzo delle acque reflue, ai fini della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche, limitando il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sui fiumi e favorendo il risparmio idrico, mediante l'utilizzo multiplo delle acque di depurazione. Secondo il Decreto il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza per l'ambiente, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo ed alle colture, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione. Inoltre, il riutilizzo irriguo deve essere realizzato con modalità che assicurino il risparmio idrico.

Nel riutilizzo sono considerate ammissibili le seguenti destinazioni d'uso:

- uso irriguo: per l'irrigazione di colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano ed animale sia a fini non alimentari, nonché per l'irrigazione di aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive;
- uso civile: per il lavaggio delle strade nei centri urbani; per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento; per l'alimentazione di reti duali di adduzione, separate da quelle delle acque potabili, con esclusione dell'utilizzazione diretta di tale acqua negli edifici a uso civile, ad eccezione degli impianti di scarico nei servizi igienici;
- uso industriale: come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, con l'esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici.

Non è, quindi, consentito il riuso per fini potabili. Inoltre, il decreto non disciplina il riutilizzo delle acque reflue all'interno dello stesso stabilimento o consorzio industriale che le ha prodotte.

Il riutilizzo delle acque reflue recuperate deve avvenire con le modalità di cui all'art. 10, di seguito schematicamente riportate:

- nel caso di riutilizzo irriguo, esso deve essere realizzato con modalità che assicurino il risparmio idrico, non può superare il fabbisogno delle colture ed è comunque subordinato al rispetto del codice di buona pratica agricola, ovvero gli apporti d'azoto derivanti dal riutilizzo d'acque reflue concorrono al raggiungimento dei carichi massimi ammissibili e alla determinazione dell'equilibrio tra il fabbisogno d'azoto delle colture e l'apporto d'azoto proveniente dal terreno e dalla fertilizzazione;
- nel caso di riutilizzi multipli (ovvero usi diversi da quelli irrigui, civili e industriali) il titolare della distribuzione delle acque reflue recuperate deve curare la corretta informazione degli utenti sulle modalità d'impiego, sui vincoli da rispettare e sui rischi connessi a riutilizzi impropri.

I valori limite per le acque reflue recuperate all'uscita dell'impianto di depurazione previsti dall'allegato al decreto 185/03 (esattamente ripresi dal Decreto del 2 maggio 2006) sono riportati in Tabella 12.

	Parametro	Unità di misura	Valore limite
Parametri chimico-fisici	pH		6-9,5
	SAR		10
	Materiali grossolani		Assenti
	Solidi sospesi totali	mg/L	10
	BOD ₅	mgO ₂ /L	20
	COD	mgO ₂ /L	100
	Fosforo totale	mgP/L	2
	Azoto totale	mgN/L	15
	Azoto ammoniacale	mgNH ₄ /L	2
	Conducibilità elettrica	μS/cm	3000
	Alluminio	mg/L	1
	Arsenico	mg/L	0,02
	Bario	mg/L	10
	Berillio	mg/L	0,1
	Boro	mg/L	1,0
	Cadmio	mg/L	0,005
	Cobalto	mg/L	0,05
	Cromo totale	mg/L	0,1
	Cromo VI	mg/L	0,005
	Ferro	mg/L	2
	Manganese	mg/L	0,2
	Mercurio	mg/L	0,001
	Nichel	mg/L	0,2
	Piombo	mg/L	0,1
	Rame	mg/L	1
	Selenio	mg/L	0,01
	Stagno	mg/L	3
	Tallio	mg/L	0,001
	Vanadio	mg/L	0,1
	Zinco	mg/L	0,5
	Cianuri totali (come CN)	mg/L	0,05
	Solfuri	mgH ₂ S/L	0,5
	Solfiti	mgSO ₃ /L	0,5
	Solfati	mgSO ₄ /L	500
	Cloro attivo	mg/L	0,2
	Cloruri	mgCl/L	250
	Fluoruri	mgF/L	1,5
	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	10

	Parametro	Unità di misura	Valore limite
	Olii minerali Nota 1	mg/L	0,05
	Fenoli totali	mg/L	0,1
	Pentaclorofenolo	mg/L	0,003
	Aldeidi totali	mg/L	0,5
	Tetracloroetilene, tricloroetilene (somma delle concentrazioni dei parametri specifici)	mg/L	0,01
	Solventi clorurati totali	mg/L	0,04
	Triometani (somma delle concentrazioni)	mg/L	0,03
	Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01
	Benzene	mg/L	0,001
	Benzo(a)pirene	mg/L	0,00001
	Solventi organici azotati totali	mg/L	0,01
	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
	Pesticidi clorurati (ciascuno) Nota 2	mg/L	0,0001
	Pesticidi fosforati (ciascuno)	mg/L	0,0001
	Altri pesticidi totali	mg/L	0,05
Parametri microbiologici	Escherichia coli Nota 3	UFC/100mL	10 (80% dei campioni) 100 valore puntuale max
	Salmonella		assente
Note			
<p>1. Tale sostanza deve essere assente dalle acque reflue recuperate destinate al riutilizzo, secondo quanto previsto al paragrafo 2.1 dell'allegato 5 del Dlgs 152/99 per gli scarichi sul suolo. Tale prescrizione si intende rispettata quando la sostanza è presente in concentrazioni non superiori ai limiti di rilevabilità delle metodiche analitiche di riferimento, definite e aggiornate con apposito decreto ministeriale, ai sensi del paragrafo 4 dell'allegato 5 del Dlgs n. 152 del 1999. Nelle more di tale definizione, si applicano i limiti di rilevabilità riportati in tabella.</p> <p>2. Il valore di parametro si riferisce ad ogni singolo pesticida. Nel caso di Aldrina, Dieldrina, Eptacloro ed Eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 µg/l.</p> <p>3. Per le acque reflue recuperate provenienti da lagunaggio o fitodepurazione valgono i limiti di 50 (80% dei campioni) e 200 UFC/100 ml (valore puntuale massimo).</p>			

Tabella 12 – Valori limite delle acque reflue all'uscita dell'impianto di recupero

Rispetto all'allegato al D.M 185/2003 quello del D.M. 2 maggio 2006 aggiunge alcune novità ai commi 1 e 3 relativamente ai compiti delle regioni per i monitoraggi e per la definizione di alcuni limiti. Infatti è demandato alle Regioni di stabilire per ogni zona omogenea del proprio

territorio i parametri per i quali è obbligatorio effettuare il controllo ed il monitoraggio, fissando i limiti dei medesimi nel rispetto del decreto. Inoltre per i parametri chimico-fisici (oltre pH, azoto ammoniacale, conducibilità elettrica specifica, alluminio, ferro, manganese, cloruri e solfati) le Regioni possono prevedere, sulla base di consolidate conoscenze acquisite per i diversi usi e modalità di riutilizzo a cui le acque reflue sono destinate, limiti diversi da quelli previsti nella tabella dell'allegato, purché non superiori ai limiti per lo scarico in acque superficiali di cui alla tabella 3 dell'Allegato 5 della Parte Terza del decreto legislativo n. 152/2006, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Rispetto alle normative di altri paesi, la normativa italiana per quanto concerne il riutilizzo agricolo o civile non prevede alcuna distinzione tra le due tipologie di riuso. Per quanto concerne i parametri microbiologici, ad esempio, nelle normative di altri paesi, sono previste anche sensibili variazioni dei valori limite accettati passando dall'irrigazione di colture non alimentari alla irrigazione di colture alimentari. Mentre la norma italiana pone forte attenzione al parametro microbiologico per cui la necessità di tutela della salute dell'uomo non è valutata in funzione del reale rischio di diffusione di eventi epidemiologici attraverso le acque reflue riutilizzate, ma definendo limiti particolarmente rigorosi.

Un altro aspetto non contemplato rispetto alle regolamentazioni di altri paesi è la definizione di prescrizioni sui trattamenti minimi richiesti in funzione delle tipologie di riuso. In realtà i limiti particolarmente restrittivi previsti dal DM 185/2003, confermati dal D.M 2 maggio 2006 impongono la necessità di effettuare trattamenti di affinamento molto spinti per arrivare ai valori richiesti. Proprio la severità dei limiti è stata messa in discussione da numerosi tecnici i quali ritengono che valori così restrittivi limitino l'effettiva possibilità di riutilizzo di acque reflue depurate.

Altri, però, giudicano positivamente l'approccio che prevede di fare riferimento ad una classe di qualità microbiologica del refluo indifferenziata per tutte le destinazioni d'uso, in quanto sono facilitati i controlli non essendovi la necessità di controlli differenziati a seconda della destinazione dell'acqua riutilizzata. Ciò dovrebbe incentivare la diffusione della pratica del riuso, oltre a garantire una sicurezza igienica in ogni caso.

2. ASPETTI GENERALI SUGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE E SUL RIUSO IDRICO

(La “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” con i cinque allegati, redatti da ARPA Lombardia è disponibile nel CD allegato. Riferimento: Valeria Marchesi e-mail: v.marchesi@arpalombardia.it)

2.1 Inquadramento territoriale ed elementi economico-sociali che influenzano il recupero e riutilizzo delle acque reflue . Elementi di sintesi

Vengono qui riportate alcune informazioni di sintesi tratte dalle relazioni che le Agenzie partecipanti al Tavolo hanno fornito per la propria Regione/Provincia per caratterizzare il territorio ed il contesto economico – sociale relativamente agli elementi che possono influenzare la gestione delle risorse idriche.

Da un’analisi globale della situazione si evince che molti sono i fattori geografici ed economico-sociali che possono influire sulle possibilità di riuso della risorsa idrica. Nel dettaglio vengono analizzati per singola regione o provincia.

Tra gli indicatori geografici più significativi si annovera naturalmente la scarsità d’acqua che risulta essere un problema endemico di alcune regioni, in particolare del Sud Italia (Puglia e Sicilia). Altre regioni come Basilicata, Campania, Abruzzo e Molise affermano che, pur non sussistendo, in generale, carenza della risorsa idrica, nel periodo estivo (anche considerando il progressivo aumento della siccità negli ultimi decenni) un incremento del riuso idrico potrebbe risultare utile a fini agricoli, per garantire il deflusso minimo di alcuni fiumi o ancora per ridurre il prelievo da acque di falda per usi non potabili (anche in Emilia Romagna la scarsità estiva di acque superficiali rende necessario il prelievo da falda per uso irriguo).

D’altra parte va sottolineato che in altre regioni e province, in primis Bolzano, Lombardia, Friuli Venezia Giulia e Liguria la disponibilità idrica è buona.

Altro indicatore significativo nelle fasce costiere di alcune regioni è l’intrusione salina che può contaminare acque dolci in prossimità del mare. Tale problematica risulta particolarmente sentita in Liguria ed in Basilicata lungo la costa ionica.

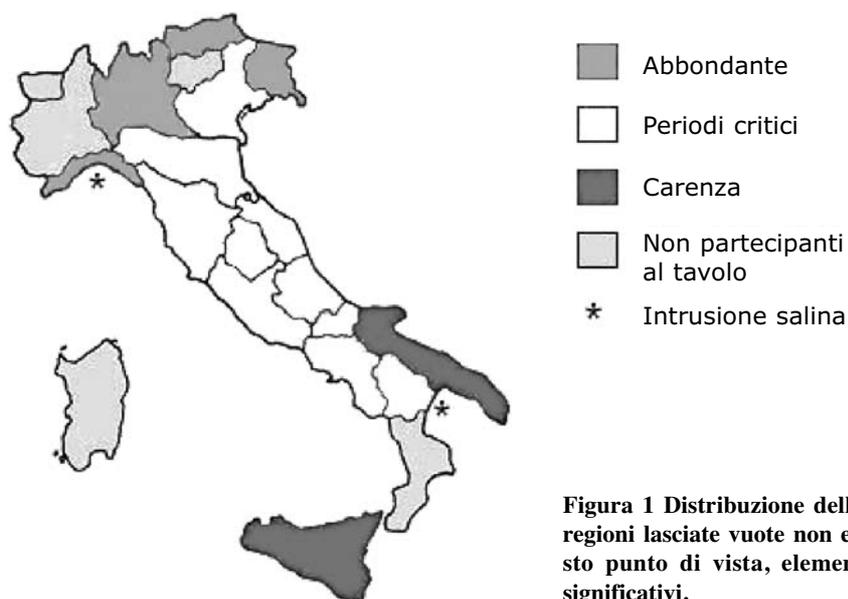


Figura 1 Distribuzione della risorsa idrica. Le regioni lasciate vuote non evidenziano, da questo punto di vista, elementi particolarmente significativi.

A livello economico-sociale molti sono gli elementi influenti sul riuso dipendenti dal tessuto storico, economico, culturale e difficilmente sintetizzabili in quanto peculiari di ogni regione o provincia.

Tra i principali si annoverano:

Elevata densità abitativa e delle attività produttive. Una concentrazione maggiore a livello industriale ed abitativa permette, generalmente, una maggiore dimensione degli impianti di depurazione e semplifica il riuso della risorsa idrica.

Frammentazione della gestione delle infrastrutture. La presenza di molti piccoli impianti gestiti da enti diversi (comuni, società di depurazione) rende più difficoltosa un'organizzazione coerente e soprattutto economicamente vantaggiosa del riuso idrico e della depurazione dei reflui in generale.

Condotte a mare. Storicamente in alcune regioni si è ritenuto più economico e semplice costruire lunghe condotte a mare con impianti di depurazione spesso limitati al trattamento primario soprattutto in alcuni mari (quali ad esempio il Mar Ligure e il Mar Adriatico settentrionale/orientale). In questi casi, qualora per la scarsità di risorse idriche risultasse opportuno il riuso dei reflui, tale semplicità impiantistica si tradurrebbe in un maggior investimento tecnico ed economico per l'up-grading di tali impianti in confronto ad impianti che effettuino già un trattamento secondario.

Carichi di punta turistici. I carichi di punta, caratteristici in particolar modo delle zone costiere di alcune regioni, determinano un incremento improvviso sia della richiesta idrica che delle necessità di depurazione. Tali zone, soprattutto nelle regioni del Sud Italia, a fronte di una necessaria maggiore flessibilità, potrebbero dunque beneficiare del riuso dei reflui a fini agricoli o di altro genere.

Nella figura seguente si evidenziano i fattori che, più di altri e senza la pretesa di risultare esaustivi, risultano significativi per le regioni partecipanti al Tavolo interagenziale.

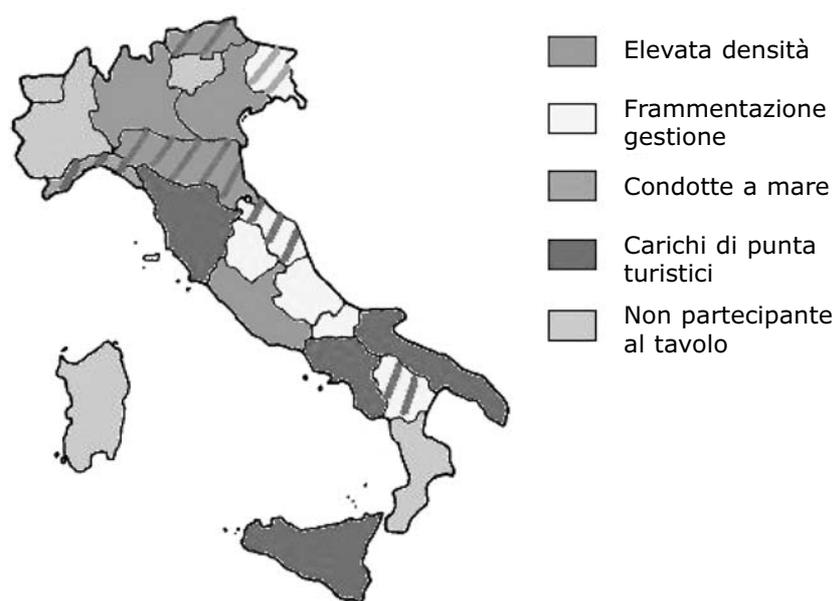


Figura 2 - Elementi socio-economici influenti sulla risorsa idrica

2.2 Inquadramento territoriale ed elementi economico-sociali che influenzano il recupero e riutilizzo delle acque reflue. Elementi caratteristici di alcune Regioni/Province.

Provincia Autonoma di Bolzano

Le quantità di precipitazioni medie annue sono generalmente abbastanza elevate, arrivando in alcune località a 1.000 mm.

Nel territorio Alto Atesino non c'è dunque scarsità d'acqua e solamente in alcune zone montane risulta economicamente sostenibile la realizzazione di sistemi di recupero delle acque reflue. I comuni con minore pressione demografica risultano essere quelli posti ad un'altitudine superiore ai 1.200 metri, mentre i comuni con densità maggiore si trovano nel fondovalle (Bolzano, Merano, Laives, Lana e Brunico). Anche le attività industriali e agricole sono molto più presenti nelle zone di fondovalle.

Unitamente alla morfologia territoriale, l'elevata densità sia delle attività produttive sia della popolazione spiega la scelta di posizionare gli impianti di depurazione di maggiore potenzialità nelle zone di fondovalle.

Regione Veneto

Negli ultimi decenni le città grandi e piccole del Veneto hanno dato vita a una rete di imprese efficienti e moderne, trasformando la Regione in un'area a elevata densità industriale. Le industrie affiancano un'agricoltura fiorente nella fascia centrale della Regione, per lo più pianeggiante.

Anche la densità abitativa nel Veneto, pari a circa 244 ab/kmq, è superiore alla media nazionale: la popolazione si concentra soprattutto nelle province più urbanizzate di Venezia, Verona e Padova, e nelle zone agricole della pianura. Densità minime si registrano invece nell'area del delta del Po e sulle montagne bellunesi. L'insediamento sparso è però molto diffuso: circa il 44% della popolazione vive in comuni con meno di 10.000 abitanti.

Regione Friuli Venezia Giulia

Il quadro delle infrastrutture igienico-sanitarie esistenti in Friuli Venezia Giulia presenta non poche incertezze, anche a causa dei ritardi nell'applicazione della Legge 36/94 relativa alla riorganizzazione dei servizi idrici (la relativa Legge Regionale 13/2005 è stata approvata solo il 23 giugno 2005), la cui applicazione necessariamente richiede la ricognizione delle infrastrutture esistenti sul territorio. La difficoltà di reperire dati complessivi aggiornati è stata sempre legata essenzialmente all'eccessiva frammentazione del sistema di gestione delle infrastrutture.

Si deve anche evidenziare che il Friuli Venezia Giulia, con il Piano di Risanamento delle Acque del 1984, ha privilegiato, per gli impianti di maggiore potenzialità, la scelta di allontanamento a mare dei reflui depurati tramite condotta sottomarina. Questo evidentemente impedisce soluzioni immediate di possibile riutilizzo dei reflui stessi, ad eccezione forse degli impianti che servono le città di Udine e Pordenone.

Regione Lombardia

Il territorio della Lombardia, pianeggiante per il 47% e montuoso per il 40%, appartiene principalmente al bacino idrografico del Fiume Po, si configura come un'area ricca di acque, attraversata da grandi fiumi, affacciata su grandi laghi, tradizionalmente e storicamente votata

all'utilizzo intenso di questa risorsa attraverso una diffusa rete di canali artificiali, atti alla navigazione e all'irrigazione.

Tale ricchezza ha costituito in passato, e costituisce tuttora, un'importante risorsa per lo sviluppo agricolo della pianura (utilizzo irriguo), per lo sviluppo industriale (utilizzo nei processi e per la produzione di energia) e per lo sviluppo del turismo (utilizzo ricreativo).

La Regione Lombardia è la più popolosa delle regioni italiane e presenta una distribuzione abitativa fortemente disomogenea sul territorio, con densità di popolazione spesso superiore a 2.000 ab/km². Del tutto corrispondente è l'insediamento delle attività produttive, che si concentra nella zona centro-occidentale della Regione, mentre diversa è la distribuzione delle attività agricole concentrata principalmente nella zona sud e sud-orientale della Regione.

Gli impatti di origine antropica sul sistema delle acque sono di vario tipo e sono connessi ai prelievi della risorsa, ai carichi di inquinamento sversati nelle acque e agli effetti prodotti sui sistemi ambientali connessi alle acque.

A differenza di altre aree non solo d'Italia, ma della stessa Regione Lombardia (l'alta pianura asciutta, le zone collinari), nella pianura irrigua, le acque reflue sono già in larghissima misura riutilizzate di fatto per usi irrigui (in taluni comprensori si arriva in pratica al 100%), poiché gli scarichi dei depuratori (e talvolta purtroppo persino i reflui urbani non trattati) immettono direttamente nella rete dei canali irrigui e di bonifica, o indirettamente nei corsi d'acqua superficiali da cui la rete irrigua attinge.

Sebbene l'apporto dei reflui in termini quantitativi assoluti, in considerazione delle portate immesse nella rete irrigua ed alle caratteristiche dei sistemi irrigui più diffusi, non rivesta l'interesse che può riscuotere in altre aree prive di valide fonti di approvvigionamento, nel periodo estivo una gestione più razionale delle acque reflue consentirebbe comunque un significativo miglioramento del valore complessivo della risorsa acqua, con un sensibile vantaggio di carattere ambientale e comunque un minore ricorso ai prelievi diretti tanto da corsi d'acqua quanto da falde sotterranee.

L'allontanamento delle sedi produttive delle imprese dalle aree metropolitane e cittadine, verso sedi periferiche che offrono maggiori spazi e provocano minore conflittualità con le attività terziarie, commerciali e sociali, è un fenomeno che si è intensificato negli ultimi anni.

In generale la riduzione delle acque di scarico nei siti produttivi entro e fuori le aree abitate, è ormai un orientamento sempre più seguito, essenzialmente in ragione del fatto che i limiti di concentrazione nello scarico delle sostanze inquinanti, imposti per legge, richiedono onerosi trattamenti degli effluenti. Si osserva, inoltre, che la spesa per tali trattamenti risulta proporzionale alla quantità di acqua trattata ma, entro determinati intervalli, inversamente proporzionale alla concentrazione inquinante.

Queste considerazioni si riferiscono comunque ad industrie medio-grandi, poiché le logiche che dominano nelle piccole aziende produttive ed in quelle a livello artigianale sfuggono ad una sufficiente razionalizzazione.

Nei siti produttivi la tendenza è verso il riuso delle acque prima o dopo la rigenerazione. Le soluzioni che vengono perseguite permettono un approvvigionamento minore con un risparmio significativo sui costi.

Regione Emilia Romagna

In Emilia Romagna si osserva come gli approvvigionamenti idropotabili con acque di falda risultino preminenti rispetto a quelli da acque superficiali, costituendo quasi il 60% dei prelie-

vi complessivi, con una notevole diversificazione a livello provinciale. L'entità e la tipologia delle fonti di approvvigionamento si diversificano però notevolmente sul territorio regionale: si stimano consistenti prelievi irrigui da falda per le province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia, in relazione ad ampi areali di media e alta pianura non approvvigionabili dal fiume Po e solo parzialmente rifornibili con acque appenniniche (stante la naturale scarsità di risorsa estiva); per le altre province i prelievi di acque di falda risultano meno consistenti, anche in relazione alla maggiore disponibilità di acque superficiali.

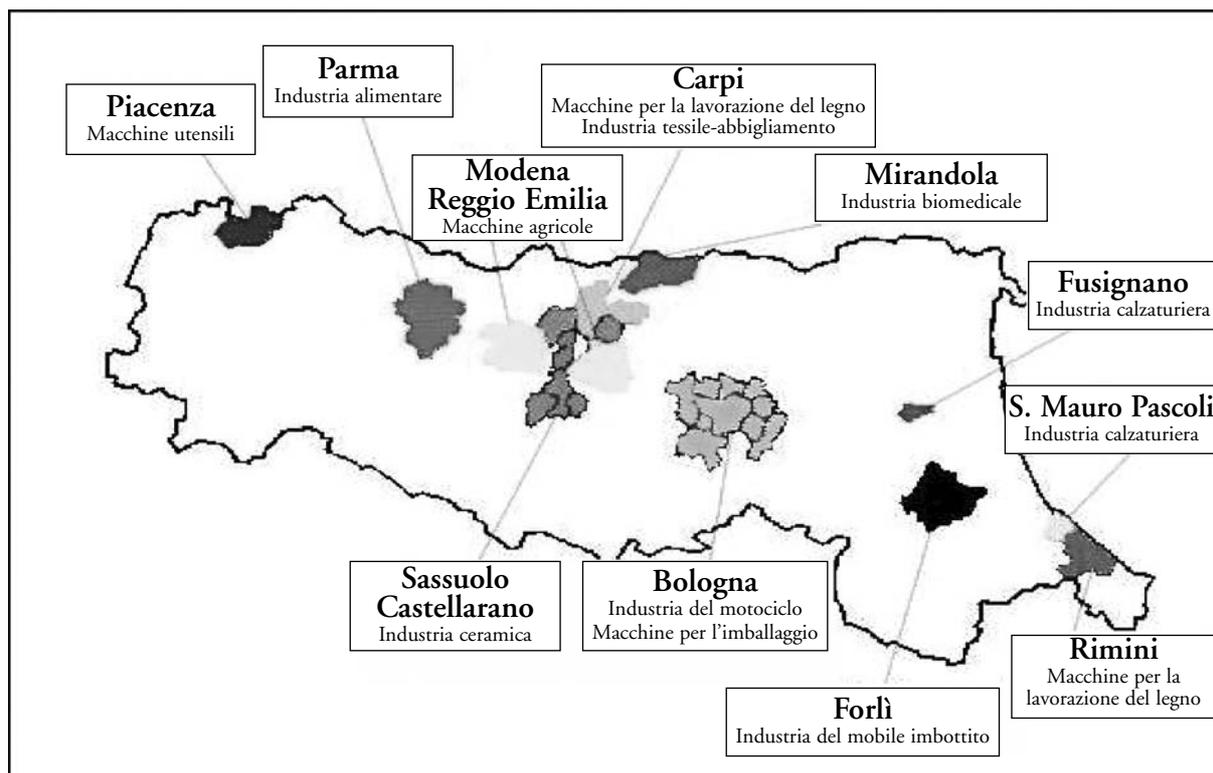


Figura 3 - Principali distretti presenti in Emilia Romagna

La struttura produttiva dell'Emilia-Romagna è caratterizzata dalla presenza di particolari distretti industriali. Questi distretti sono costituiti da agglomerazioni di centinaia, o migliaia di imprese, prevalentemente di piccola o media dimensione, che operano nello stesso settore e sono concentrate in un'area territorialmente delimitata.

L'individuazione di questi raggruppamenti può, senza dubbio, fornire preziose indicazioni sulle zone potenzialmente disponibili a ricevere acqua trattata, senza, per questo, escludere altre potenziali attività industriali, sparse nel territorio emiliano-romagnolo, che per volumi d'acqua richiesti o per vicinanza all'impianto di depurazione, potrebbero costituire ulteriori opportunità di riutilizzo.

Regione Liguria

Il territorio ligure è caratterizzato da una sottile fascia costiera che cede rapidamente il passo alla fascia dell'entroterra collinosa e montuosa, tranne in limitate aree pianeggianti (ad esem-

pio, le piane di Albenga e di Sarzana) che si addentrano maggiormente nell'entroterra; nella zona litorale prevalgono i centri abitati, le infrastrutture produttive, commerciali, turistiche e di comunicazione.

L'attività agricola interessa quindi una porzione limitata del territorio regionale, la superficie agricola utilizzata costituisce infatti circa il 15% della superficie complessiva; nelle ristrette aree pianeggianti si pratica soprattutto floricoltura, mentre nelle restanti zone il territorio coltivato presenta per lo più le caratteristiche terrazze liguri, sistemazioni superficiali del terreno indispensabili per la realizzazione degli orti e per le coltivazioni tipiche degli oliveti e dei vigneti sui versanti collinari.

La Liguria è una terra ricca di acque, si rilevano però alcuni problemi di intrusione del cuneo salino e di subsidenza nelle citate pianure costiere.

Il sistema idrografico è costituito prevalentemente da corsi d'acqua a carattere torrentizio.

La conformazione del territorio e la distribuzione della popolazione, che presenta un'alta densità nella fascia costiera, ha portato (almeno nel versante tirrenico) alla realizzazione di reti fognarie che convogliano i reflui delle fasce collinari verso depuratori di dimensioni medio-grandi situati sulla costa. Le caratteristiche oligotrofiche del Mar Ligure, che non presenta i notevoli problemi di eutrofizzazione caratteristici invece dell'Adriatico, hanno permesso che, storicamente, venissero preferiti depuratori con trattamenti essenziali ma dotati di lunghe e profonde condotte a mare (eccettuati gli impianti localizzati nella zona portuale genovese).

Regione Toscana

Per quanto riguarda la situazione quali-quantitativa della risorsa idrica, in Toscana sono state individuate 16 aree critiche che possono essere suddivise in tre tipologie di area:

- 1) Distretti industriali con aziende idroesigenti
 - a. Distretto tessile
 - b. Distretto cartario
 - c. Distretto conciario
 - d. Distretto vivaistico
- 2) Aree interne con caratteristiche naturali particolari
 - a. Monte Amiata
 - b. Alpi Apuane
 - c. Colline metallifere
 - d. Val di Cornia
 - e. Alta e bassa val di Cecina
 - f. Piana di Scarlino
 - g. Padule di Fucecchio
- 3) Zone umide con problemi di intrusione salina/subsidenza
 - a. Lago di Massaciuccoli
 - b. Laguna di Orbetello
 - c. Lago di Burano Piana dell'Albegna
 - d. Alta e bassa val di Cecina
 - e. Arcipelago toscano

L'elevata presenza in Toscana di aziende idroesigenti ha portato, soprattutto negli ultimi anni alla ricerca dell'individuazione di modalità di riutilizzo anche attraverso l'attuazione dello stru-

mento degli “accordi di programma” in virtù di quanto previsto dall’art 28 comma 10 del D.Lgs n.152/99:

“Le autorità competenti possono promuovere e stipulare accordi e contratti di programma con i soggetti economici interessati, al fine di favorire il risparmio idrico, il riutilizzo delle acque di scarico e il recupero come materia prima dei fanghi di depurazione, con la possibilità di ricorrere a strumenti economici, di stabilire agevolazioni in materia di adempimenti amministrativi e di fissare, per le sostanze ritenute utili, limiti agli scarichi in deroga alla disciplina generale, nel rispetto comunque delle norme comunitarie e delle misure necessarie al conseguimento degli obiettivi di qualità”

I consumi idrici giocano un ruolo fondamentale in questo contesto, rappresentando un importante fattore di pressione socioeconomica sulle risorse disponibili. L’intensità di utilizzo delle risorse in Toscana è stimata nel 69% delle disponibilità totali, anche se si rilevano situazioni territoriali fortemente differenziate. Le principali pressioni e criticità si registrano nelle aree caratterizzate dalla più elevata densità urbanistica e di insediamenti produttivi, in particolare, nel Medio Valdarno e nell’area della Costa. In queste aree il fabbisogno risulta superiore alla disponibilità effettiva e l’intensità di sfruttamento è del 115% e del 147%, rispettivamente. Il fabbisogno totale della regione è mediamente attribuibile per il 41% all’industria, per il 42% all’agricoltura e per il 18% ai consumi civili.

L’inquinamento derivante dall’uso della risorsa è complessivamente misurato in 12 milioni di abitanti equivalenti: 3,5 milioni sono quelli civili (la popolazione regionale), 6,3 quelli industriali, che costituiscono circa il 7% del totale nazionale, 2,3 quelli zootecnici. La situazione a livello territoriale è correlata alla caratterizzazione dei sistemi economici locali; ad esempio, la provincia di Firenze è caratterizzata da un carico complessivo relativamente basso (11,5%); quella di Pisa invece registra un livello molto elevato e riconducibile all’attività del distretto conciario; la provincia di Grosseto presenta un valore consistente riconducibile alla maggiore pressione provocata dalle attività zootecniche.

Regione Lazio

L’inquadramento geografico del Lazio non può che mostrare come l’orografia, la geologia, l’idrografia e il clima, alla luce delle vicende del passato e degli orientamenti attuali danno luogo a tutta una serie di partizioni territoriali disomogenee.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico i due corsi d’acqua principali sono il Tevere, terzo fiume italiano, e il Sacco-Liri. La pianura pontina costituisce una singolare area di idrografia artificiale, essendo percorsa o da canali di bonifica o da alvei fluviali regolarizzati.

Una componente geografica di estrema importanza nell’ambiente laziale è rappresentata dai laghi, riconducibili essenzialmente a tre diverse tipologie: laghi craterici, carsici, di sbarramento litoraneo.

Questi bacini sono tutti ad alimentazione pluviale salvo qualche modestissimo corso d’acqua per Bolsena ed alcune piccole sorgenti per Bracciano.

È opportuno sottolineare come un’ampia porzione del Lazio attuale (oltre il 10% in superficie) è il prodotto essenzialmente dell’opera umana, riferendoci alle aree bonificate che dalla Maremma laziale attraverso la campagna romana e l’Agro Pontino, fino alla piana del Garigliano occupano la fascia litoranea. Opere di risanamento idraulico si sono avute anche in limitate zone interne.

Osservando l'andamento delle precipitazioni si ha la conferma dell'azione di redistribuzione svolta dal carsismo, come elemento naturale, dai laghi-serbatoi e dalle canalizzazioni di bonifica come elemento umano.

Nel Lazio sono presenti 5 Autorità di bacino di cui 2 nazionali (Tevere e Liri-Garigliano-Volturno), 2 interregionali (Fiora e Tronto) e l'Autorità dei bacini regionali del Lazio.

Dagli studi condotti dalle Autorità di Bacino emerge che alcuni complessi idrogeologici, quali quelli dei sistemi vulcanici, pongono problemi in ordine alla conservazione quantitativa delle risorse, in relazione ad utilizzazioni al di sopra delle possibilità delle falde.

Negli studi condotti per l'individuazione delle zone vulnerabili ai nitrati e dal monitoraggio delle sorgenti, si evince che i grandi complessi idrogeologici sedi delle risorse idriche profonde più importanti sono in buono stato di conservazione qualitativa.

Lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali si presenta molto più complesso e non del tutto rassicurante.

La situazione del Tevere Foce e dei canali di bonifica, in particolare della Provincia di Latina, richiederebbero, per il raggiungimento di uno stato di qualità buono, che le acque reflue, anche se depurate, non vengano immesse direttamente nei fiumi. Per tali motivi, oltre che ai fini del risparmio delle risorse idriche, la Regione Lazio promuove il riutilizzo delle acque reflue depurate e sanitarizzate principalmente per scopi agricoli.

Il Lazio è fra le prime regioni italiane per consumo complessivo di acqua nel settore civile. Il valore del consumo giornaliero per abitante è particolarmente elevato nelle province di Rieti, Latina e Roma, contribuendo a determinare una media regionale pari a circa 310 L/ab/g, superiore a quella nazionale e dell'Italia centrale.

La pratica irrigua è molto sviluppata in relazione alle condizioni climatiche, con periodi prevalentemente asciutti concomitanti con la stagione di sviluppo colturale, ed interessa un territorio agricolo che risulta esteso sul 35% del territorio regionale totale.

Dalle considerazioni sugli aspetti quali-quantitativi della risorsa idrica del Lazio, nonché dalla cospicua richiesta di acqua del settore agricolo, si evince, che il settore irriguo deve essere prioritariamente interessato alle attività tese ad un utilizzo razionale per la salvaguardia ed il risparmio di tale risorsa.

Regione Umbria

Il territorio della Regione Umbria è compreso quasi interamente all'interno del bacino idrografico del fiume Tevere. A Ovest del Lago Trasimeno una modesta porzione di territorio (circa l'1% del totale regionale) ricade nel bacino idrografico del fiume Arno, mentre nell'area orientale il 3% del territorio ricade nella parte montana di bacini idrografici marchigiani.

Le caratteristiche morfologiche del territorio regionale, unitamente a quelle litologiche e strutturali, condizionano la localizzazione e le caratteristiche dei corpi idrici. La predominanza di aree montane e collinari determina il carattere torrentizio dei corsi d'acqua, contraddistinti, per una gran parte, da deflussi modesti e percorsi brevi. Ciò comporta una certa vulnerabilità alle pressioni inquinanti, in considerazione anche del modello di sviluppo umbro, basato sulla presenza capillare nel territorio di piccoli agglomerati urbani e case sparse.

L'assetto territoriale descritto sopra è caratterizzato anche dalla diffusione di piccole industrie legate più che altro al settore manifatturiero, spesso all'interno di aree destinate a scopi civili. L'immissione diretta di molti scarichi industriali in fognatura, ha reso fino ad ora difficoltoso il recupero e il riutilizzo dei reflui a fini irrigui o in circuiti industriali. Per quanto riguarda i

fanghi provenienti dalla depurazione civile, non sono ancora stati effettuati controlli adeguati per l'utilizzo in agricoltura come ammendanti.

La presenza diffusa di piccoli allevamenti suinicoli nel territorio comporta una produzione significativa di effluenti non palabili utilizzati per la fertirrigazione secondo la normativa regionale vigente. Avendo verificato che la superficie utile alla fertirrigazione risulta spesso insufficiente, è ipotizzabile che tale circostanza concorra a peggiorare la qualità dei corpi idrici umbri, soprattutto per i pesanti carichi di azoto distribuiti con il liquame.

Regione Marche

La Regione è a prevalenza collinare, il 68,8% del territorio, mentre il restante 31,2% è montuoso; zone pianeggianti sorgono solamente a ridosso delle coste. Gli insediamenti abitativi sono concentrati soprattutto sulla fascia costiera, come pure le attività industriali e quelle ortofrutticole a conduzione intensiva.

L'attività agricola tradizionale, quella di allevamento intensivo di bestiame (suinicolo, bovino e avicolo) e quella agrituristica, si sviluppano prevalentemente nella fascia collinare del territorio.

Le acque della Regione Marche provengono sia da sorgenti, che da pozzi di sub-alveo che da acque superficiali trattate. La situazione non è uniforme e si hanno differenze nelle singole province. Nelle province di Ascoli P. e Ancona prevale la distribuzione di acqua di sorgente, in particolare nella provincia di Ascoli Piceno è totale l'utilizzo di acqua di sorgente e peraltro di montagna.

A volte nelle quattro province si ricorre a integrazioni dell'acqua di montagna con quella del sub-alveo e con quelle superficiali, soprattutto nei periodi e nelle zone di scarsa dotazione idrica (durante la stagione estiva e nelle zone di maggiore affluenza di turisti).

Regione Abruzzo

Regione prevalentemente montuosa, è costituita per il 65,1% da montagne e per il restante 34,9% da colline. La pianura è costituita da una stretta fascia costiera che segue il litorale.

Generalmente in Abruzzo la disponibilità di acqua di sorgenti montane di ottima qualità è sufficiente a soddisfare le richieste di acqua destinata al consumo umano. Tuttavia, specie nella stagione estiva, all'aumento della richiesta viene fatto fronte con il prelievo di acqua da campi pozzi, alcuni dei quali pescano in falde in cui la qualità dell'acqua risulta compromessa dalle attività antropiche.

Infatti, il monitoraggio delle acque sotterranee, iniziato nel mese di ottobre 2003, ha rilevato una situazione piuttosto critica, in quanto in circa il 40% dei punti d'acqua (la maggior parte dei pozzi) sono state evidenziate caratteristiche idro-chimiche scadenti per effetto di impatti antropici rilevanti.

Per contro, il monitoraggio delle acque superficiali, iniziato nel mese di maggio 2003, registra almeno la metà di stazioni fluviali con una qualità di livello buono o sufficiente; tuttavia, in corrispondenza delle zone maggiormente urbanizzate e industriali si rilevano numerosi punti di criticità, spesso aggravati dalla scarsità dei flussi di portata.

Pertanto, destinare al riutilizzo le acque depurate permetterebbe di riservare al consumo umano l'acqua di ottima qualità delle sorgenti, senza dover ricorrere ad integrazioni con acque dei pozzi, e permetterebbe di diminuire la derivazione di acqua a scopo irriguo dai fiumi, diminuendo così l'impatto sull'ecosistema fluviale.

Regione Molise

Il territorio della Regione Molise è prevalentemente montuoso (78,68%): 122 dei 136 comuni presenti sono infatti in tutto o in parte montani, e comprendono il 71,85% della popolazione residente.

Nel Molise sono presenti numerosi complessi idrogeologici: complessi calcarei, sede di notevoli acquiferi sotterranei; complessi calcareo - marnosi, a circolazione idrica limitata, complessi marnoso – argillosi impermeabili che, posti a contatto con quelli calcarei, generano sorgenti e fiumi.

La popolazione residente (dato 2001), pari a 320.601 abitanti, è distribuita in 136 comuni, 84 dei quali (61%) comprendono un numero di abitanti inferiore a 2.000. L'agricoltura è un'attività largamente praticata, in prevalenza a livello familiare; solo in pianura si riscontrano tipologie intensive di coltivazioni agricole, che comportano l'utilizzo di concimazioni chimiche. Anche la zootecnia costituisce un settore di rilievo, caratterizzato da allevamenti intensivi. A livello industriale non vi sono grosse produzioni.

Da un'analisi globale della situazione si evince che nell'ambito del territorio regionale al momento attuale la disponibilità di risorsa idrica è buona, data la notevole ricchezza del reticolo idrografico superficiale e profondo e la numerosità di concessioni per l'utilizzo irriguo delle acque superficiali; tuttavia, le caratteristiche del territorio evidenziano che esiste la concreta possibilità di effettuare il riutilizzo dell'acqua (anche ai fini di una razionalizzazione dell'utilizzo delle acque superficiali) e dei fanghi di depurazione, poiché vi è una buona disponibilità di territorio idoneo allo scopo; ovviamente tale disponibilità va valutata nel dettaglio, dopo che saranno stati individuati gli impianti di depurazione adatti alla produzione di acqua da riutilizzare.

Regione Campania

La Campania storicamente risulta essere una Regione a prevalente vocazione agricola. In corrispondenza dei principali fiumi (Volturno, Sele e affluenti) si concentrano attività orticole, frutticole e floricole. Nelle zone collinari interne l'attività agricola si caratterizza per la presenza di seminativi con alberi da frutto, spesso interessate da attività vitivinicole. Si riscontra inoltre una forte vocazione zootecnica con elevata incidenza sull'intero fatturato agroalimentare. La richiesta di acqua è cresciuta molto negli ultimi decenni ed è destinata ad espandersi ulteriormente sia per fattori sociali e culturali, sia per lo sviluppo degli agglomerati urbani e delle realtà produttive.

L'agricoltura è un settore che incide considerevolmente sul bilancio dei consumi idrici; di conseguenza appare chiaro che il riutilizzo dei reflui depurati nel settore agricolo permetterebbe di ridurre notevolmente il consumo globale di acqua consentendo di trasferire le risorse idriche migliori ad usi più appropriati, come quello idropotabile.

Dopo il boom economico degli anni settanta, nella Regione hanno trovato collocazione importanti stabilimenti industriali i quali costituiscono settori ad elevato consumo idrico sia per quanto riguarda i volumi destinati al processo produttivo sia per quel che concerne il consumo umano.

Regione Basilicata

Regione con territorio in gran parte montuoso (47%) e collinare (45%), le pianure occupano soltanto l'8% del territorio nel breve tratto di costa sul Mar Ionio, la più estesa è la Piana di Metaponto che occupa la parte meridionale della Regione.

La Basilicata presenta diversi specchi d'acqua, fra quelli naturali si citano i laghi vulcanici di Monticchio, e tra gli artificiali, gli invasi costruiti per scopi plurimi, come quelli del Pertusillo, del Camastra, di S. Giuliano e di Monte Cotugno. I fiumi principali scendono verso lo Ionio, ed hanno regime torrentizio, con lunghi periodi estivi di secca; i maggiori sono il Basento, il Bradano, l'Agri e il Sinni.

La Regione Basilicata è caratterizzata dalla presenza di Comuni con popolazione non elevata, molti dei quali addirittura al di sotto di 2.000 abitanti, ha una densità abitativa piuttosto bassa, media regionale pari a circa 60 ab/kmq.

Con riferimento agli aspetti ambientali, i principali fattori di pressione sulla qualità delle acque in Basilicata sono dovuti alla presenza di un'agricoltura intensiva e di attività produttive concentrate per lo più in poli industriali (Melfi, Tito, Potenza, Ferrandina – Pisticci, Matera).

Non trascurabili sono le pressioni esercitate lungo la costa ionica da un rilevante sistema turistico-alberghiero e da un sistema produttivo artigianale di piccole e medie imprese diffuso su tutto il territorio. Problemi legati alla presenza di scarichi non depurati o non sufficientemente trattati si avvertono maggiormente in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua, nei pressi dei centri abitati di dimensioni significative e dei poli industriali.

La Regione Basilicata, pur essendo ricca di acqua, è chiamata a introdurre sistemi di economia nell'uso della risorsa per far fronte ai fenomeni siccitosi degli ultimi anni, ai processi di desertificazione, agli sprechi della risorsa e alle difficoltà legate alla gestione delle acque a livello interregionale.

Gli aspetti legati alla razionalizzazione gestionale degli impianti, i bassi livelli di innovazione tecnologica e l'invecchiamento degli impianti costituiscono gli elementi di criticità del sistema idrico in Basilicata. Tale situazione appare più evidente nel comparto agricolo, il più idroesigente ed il meno efficiente.

La Basilicata non ha ancora affrontato le problematiche connesse alla accettabilità sociale dell'utilizzo di acque reflue depurate in agricoltura, non essendo stati realizzati casi di riutilizzo irriguo, a meno di studi pilota. In realtà, è presente una forma indiretta diffusa di riuso in quanto le acque effluenti depurate, sversate nei fiumi, sono accumulate più a valle del punto di immissione in numerosi invasi presenti sul territorio e poi utilizzate in agricoltura.

Regione Puglia

La Puglia ha un territorio pianeggiante per il 53,3%, collinare per il 45,3% e montuoso solo per l'1,5%. I laghi maggiori sono quelli di Lesina e di Varano posti sul limite nord – orientale della Regione, sul promontorio del Gargano. L'unico lago dal quale attinge l'Acquedotto Pugliese è il Lago di Occhito situato tra il Molise e la Puglia.

Le acque interne sono pressoché scarse. È ricca di fiumi a carattere torrentizio come il Candeloro, il Cervaro e il Carapelle, ma esistono anche dei fiumi maggiori che bagnano solo in parte la Puglia come il Bradano, l'Ofanto e il Fortore. Infatti il primo è quasi interamente lucano e bagna il territorio pugliese solo per pochi chilometri.

Il settore della depurazione (come altri inerenti le acque), è fortemente caratterizzato da una situazione ambientale idrica critica per la quale è stato nominato il Commissario Delegato nella persona del Presidente della Regione, operante dal 2000. Nella metà di marzo del 2003, l'Ordinanza che ha siglato l'Accordo di Programma tra Governo e Regione Puglia per la tutela delle acque ha aggiunto investimenti finanziari destinati a promuovere il risparmio idrico ed il riutilizzo di acque reflue depurate (i primi risalgono a stanziamenti già previsti dalla L.

388/2000, dalla L. 488/2001 del Ministero dell'Ambiente, dal P.O.R. Puglia 2000-2006).

Le modalità adottate per la realizzazione di un "Piano per il riutilizzo delle acque reflue affinate", (studio condotto per la Regione Puglia, su incarico del Ministero dell'Ambiente e Tutela del territorio - Direzione per la qualità della vita - da parte della Sogesid Spa in collaborazione con professionisti e accademici del Politecnico di Bari) sono analoghe a quelle espresse nel D.M. 185/2003.

Gli esiti hanno evidenziato la possibilità di un riutilizzo totale di poco superiore al 50%, in media tra uso irriguo e uso industriale.

La tendenza è stata quella di prevedere il riutilizzo delle acque reflue a scopo irriguo in strutture di utilizzazioni esistenti, in modo da recuperare con costi e tempi relativamente contenuti le risorse idriche disponibili nel territorio pugliese. In altri casi si è suggerito il reimpiego industriale dei reflui provenienti da impianti di depurazione posti nelle vicinanze di aree industriali importanti e già consolidate, oppure la possibilità di impiego come "deflusso minimo vitale" in corsi d'acqua caratterizzati dall'assenza di deflussi (che può protrarsi per parecchi mesi all'anno e per un certo numero di anni consecutivi) o, ancora, un riuso ambientale, coincidente con la rinaturalizzazione delle aree prossime agli impianti, o urbano, consistente nelle irrigazioni delle aree a verde pubblico.

Nel Piano d'Ambito, predisposto nel 2002 dall'Autorità d'Ambito dell'ATO Unico Puglia con il Gestore del S.I.I. (AQP SpA), il "numero di impianti" indicato da destinare al riuso dei reflui a livello provinciale appare contenuto ma significativo per avviare una corretta politica di riutilizzo delle acque.

Regione Sicilia

La Sicilia presenta una superficie di quasi 25.707 kmq. Con 4.850.136 abitanti residenti (censimento ISTAT 2001) e una superficie pari all'8,5% di quella dell'Italia, la Sicilia ha una popolazione che costituisce l'8,8% di quella nazionale. La sua distribuzione territoriale è molto articolata e frazionata: il maggiore addensamento di popolazione si registra nelle province di Catania, Palermo e Messina; mentre nell'interno vi sono alcune zone completamente spopolate.

Le caratteristiche orografiche del territorio, radicalmente diverse nelle singole zone, determinano lo sviluppo di realtà infrastrutturali e gestionali profondamente differenti tra loro, frutto di esigenze territoriali diverse. In particolare è evidente una grande differenza tra la parte occidentale e quella orientale della Sicilia.

La prima, infatti, presenta paesaggi di tipo prevalentemente collinare e con una rete idrografica complessa, molto compartimentata, spesso a carattere torrentizio, e formazioni di base prevalentemente di tipo sedimentario. Mentre la Sicilia orientale è fortemente caratterizzata dalla presenza del complesso basaltico dell'Etna. Anche la piovosità della Sicilia orientale è nettamente maggiore di quella del resto dell'isola.

La media delle precipitazioni regionali, fra le più basse a livello nazionale, risulta anch'essa molto diversa da un ambito all'altro. C'è da precisare, inoltre, che negli ultimi tre decenni si è riscontrata una diminuzione delle medie di precipitazione e un allungamento della stagione secca.

Per gli ATO di Agrigento, Caltanissetta e Trapani emerge un deficit teorico di risorse sia per i residenti ed i fluttuanti che per i soli residenti, Palermo presenta il deficit solo per i fabbisogni totali. Tali deficit risultano aggravati, per la maggioranza delle province, dal cattivo/pessimo stato di conservazione di alcune reti di distribuzione comunali.

Nel caso delle restanti province il fabbisogno idrico per i residenti ed i fluttuanti, nella situazione attuale, può essere soddisfatto con i volumi disponibili dalle fonti attualmente in esercizio, con un saldo positivo (vedi tabella seguente).

	Popolazione (2001)		Fabbisogno residenti (Mm ³ /anno)	Fabbisogno fluttuanti (Mm ³ /anno)	Risorse Totali (Mm ³ /anno)	Fabbisogno totale (Mm ³ /anno)	Deficit rispetto ai fabbisogni totali	Deficit rispetto ai fabbisogni residenti
	Residenti	Fluttuanti						
AG	441.669	131.740	47,34	2,37	43,28	49,71	- 6,43	- 4,06
CL	272.402	32.207	30,21	0,58	21,86	30,79	- 8,93	- 8,35
CT	1.040.547	131.174	117,92	2,36	215,80	120,28	95,52	97,88
EN	177.291	19.773	17,07	1,90	23,77	18,97	4,80	6,70
ME	641.753	213.084	70,36	3,89	87,01	74,25	12,76	16,65
PA	1.198.644	700.000	137,95	80,56	190,86	218,51	- 27,65	52,91
RG	292.000	33.465	33,00	0,50	45,40	33,50	11,90	12,40
SR	391.515	35.720	44,24	0,54	72,10	44,78	27,32	27,86
TP	410.381	200.030	45,42	3,59	43,07	49,00	- 5,94	- 2,35
Totali	4.866.202	1.497.193	543,51	96,29	743,14	639,79	103,35	199,64

Fonte: SOGESID S.p.A. (2004).

Tabella 13 – Regione Sicilia - Stima dei fabbisogni idrici (2001).

Da quanto riportato dallo studio redatto da Sogesid S.p.A. (Regione Siciliana, Proposta dei Piani d'Ambito, 2004), per ciò che concerne i volumi disponibili per ciascuna provincia i quantitativi di acqua dovrebbero essere sufficienti per tutti i fabbisogni dell'isola; il problema viene individuato nel settore della distribuzione della risorsa rispetto ai vari usi e allo stato delle reti.

2.3 Situazione dei Piani di Tutela a livello regionale

Come emerge dalla Tabella 14 di seguito riportata, sussistono ancora molte carenze e ritardi nell'elaborazione del Piano di Tutela delle Acque. A livello regionale l'iter di approvazione è stato concluso da Provincia di Bolzano, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana, Marche.

REGIONE O PROVINCIA	APPROVATO	REDATTO E ADOTTATO	REDATTO	IN FASE DI REDAZIONE	COINVOLGIMENTO AGENZIA
Bolzano	Deliberazione n. 3243 del 6 settembre 2004 ⁽¹⁾	SI			L'elaborazione del Piano stralcio e del Piano di tutela delle Acque avviene a cura della APPA e della Provincia di Bolzano.
SITO INTERNET: http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2904/news					
Veneto	NO	Adottato il 29/12/2004 (deliberazione della Giunta Regionale n. 4453)			
Friuli Venezia Giulia	NO	NO	NO	SI	L'Agenzia è stata coinvolta, al di là della fornitura dei dati, solo come componente del Comitato di verifica del Piano.
Lombardia	Deliberazione n. 2244 del 29/03/2006				L'Agenzia ha collaborato attivamente alla stesura del Programma di Tutela e Uso delle Acque (relazioni ed allegati tecnici).
SITO INTERNET: http://www.regione.lombardia.it/wps/portal/_s.155/					
Emilia Romagna	Deliberazione n. 40 del 21/12/2005				
SITO INTERNET: http://www.ermesambiente.it/pianotutelaacque/					
Liguria	NO	Deliberazione n.1119 del 8/10/2004.			La Regione ha fornito le linee guida e definito le norme di attuazione. ARPAL ha raccolto i dati e redatto il piano.
SITO INTERNET: La prima bozza di piano è scaricabile su: http://www.regione.liguria.it/					
Toscana	Deliberazione n. 6 del 25/01/2005				ARPAT è stata coinvolta direttamente nella stesura della prima versione del 2003, DGRT n.239/2003
SITO INTERNET: http://www.regione.toscana.it					
Lazio	In fase di approvazione	Delibera della Giunta Regionale n. 687 del 30/7/04			
Umbria	NO	NO	NO	SI	Sta effettuando revisione del piano in fase di redazione
Marche	SI ⁽²⁾				
Abruzzo	NO	NO	SI		
Molise	NO	NO	SI		Sono stati forniti i dati
Campania	NO	NO	NO	SI	Nessun coinvolgimento
Basilicata	NO	NO	NO	SI ⁽³⁾	Fornisce dati ambientali
Puglia	NO	In corso di approvazione			
Sicilia	NO	NO	SI ⁽⁴⁾		Coinvolgimento nella fornitura dei dati e nella localizzazione delle stazioni di campionamento
SITO INTERNET: http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucomri-fiuti/					

¹ La Giunta provinciale ha approvato il Piano stralcio al Piano di Tutela delle Acque riguardante la delimitazione del bacino dell'Adige quale bacino drenante in area sensibile e le misure di adeguamento degli impianti di depurazione.

² Approvato un piano stralcio relativo alle sole acque superficiali nel 2000. Con la delibera n. 1659 del 28/12/2004 sono stati definiti gli obiettivi e le misure del piano di tutela a norma del D.Lgs. 152/99.

³ DGR n° 669 del 23 marzo 2004 "Definizione dello stato conoscitivo dei corpi idrici per la redazione del PTA"

⁴ Il Piano è stato redatto ma non è ancora stato approvato dal Delegato per l'Emergenza Ambientale. E' stato completato nel mese di luglio 2006 il "Progetto di Prima Caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Siciliana".

Tabella 14 - Stato dell'arte dell'attuazione dei Piani di Tutela delle Acque a livello di regione o provincia autonoma (Fonte: relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico, 2006)

2.4 Attuazione dell'articolo 5 del D.M. 185/03

Viene di seguito riportato l'articolo 5 del D.M. 185/2003 corredato da una tabella riassuntiva (Tabella 15) dell'attuazione di tale articolo nelle singole regioni o province autonome.

Art. 5. Pianificazione delle attività di recupero delle acque reflue ai fini del riutilizzo

1. Le regioni entro novanta giorni dall'entrata in vigore del presente regolamento, definiscono un primo elenco degli impianti di depurazione di acque reflue urbane il cui scarico deve conformarsi ai limiti di cui all'articolo 4. Le regioni definiscono, in particolare, gli impianti di depurazione, la tipologia delle reti di distribuzione da impiegare per il riutilizzo e le infrastrutture di connessione con le reti di distribuzione.

2. Ai fini dell'elaborazione dell'elenco di cui al comma 1, le regioni identificano, in relazione alle previsioni di riutilizzo, per ciascun impianto di depurazione, il soggetto titolare, la portata attuale e a regime dello scarico e le caratteristiche dello scarico.

AGENZIA	ATTUAZIONE ART. 5 D.M. 185/03	NOTE
ARPA Bolzano	NO	In Provincia Autonoma di Bolzano, anche in considerazione delle competenze quale Provincia a statuto speciale, non trova applicazione l'art.5 del D.M. 185/03, bensì l'art. 37 della legge provinciale 18 giugno 2002, n. 8.
ARPA Veneto	SI	Sulla base delle indicazioni fornite dalle AATO un primo elenco è stato trasmesso dalla Regione al Ministero dell'Ambiente. Nell'Allegato 2 alla relazione di ARPA Veneto (vedi CD allegato), sono riportate tre tabelle contenenti: gli impianti individuati per il riutilizzo ed in fase di attivazione, quelli progettati per il riutilizzo e quelli per i quali si sta valutando la fattibilità di un adeguamento al fine del riutilizzo del refluo. Tali tabelle costituiscono l'elenco inviato al Ministero.
ARPA Friuli Venezia Giulia		Nella relazione di ARPA Friuli V. G. (vedi CD allegato) non è fatto riferimento all'attuazione dell'art.5 del D.M. 185/03.
ARPA Lombardia		La Relazione Generale del Programma di Tutela e Uso delle Acque riporta nelle Tab.8.5 e Tab.8.9 un "elenco degli impianti di depurazione esistenti per i quali favorire il riuso dei reflui in agricoltura".
ARPA Emilia Romagna		Nella relazione di ARPA Emilia R. (vedi CD allegato) sono indicati i casi di riuso che si considerano effettivi nel 2016 ma non si fa riferimento all'attuazione dell'art.5 del D.M. 185/03.
ARPA Liguria		Non esistono impianti adatti, tuttavia nel Piano di Tutela delle Acque è presente un elenco di impianti (da ristrutturare o da realizzare ex-novo) che dovrebbero prevedere il riutilizzo delle acque.
ARPA Toscana		Nella relazione di ARPA Toscana (vedi CD allegato), è riportata una tabella contenente gli impianti già destinati al riutilizzo o che si ritiene siano adatti al riutilizzo. Non è stato inviato elenco al ministero.
ARPA Lazio		Nell'Accordo di Programma Quadro (APQ8) la Regione Lazio ha previsto una programmazione ed un finanziamento degli interventi di riutilizzo di acque reflue a valle del processo di depurazione come previsto dal D.M. 185/03.
ARPA Umbria		Nella relazione di ARPA Umbria (vedi CD allegato), si indicano i casi di riuso che si considerano effettivi nel 2016 ma non si fa riferimento all'attuazione dell'art.5 del D.M. 185/03.
ARPA Marche	SI	Decreto del dirigente del Servizio Tutela Ambientale n.22 del 23/12/2003.
ARTA Abruzzo	NO	La Regione ha predisposto una bozza di Delibera per l'individuazione di un primo elenco di impianti immediatamente eleggibili e potenzialmente eleggibili, tale bozza non è stata ancora approvata.
ARPA Molise	NO	Non sono presenti atti della Regione Molise in merito.
ARPA Campania	NO	Non esistono atti della Regione Campania in merito all'attuazione dell'art.5 del D.M. 185/03.
ARPA Basilicata	NO	La Delibera di attuazione dell'art.5 del D.M. 185/03 non è stata ancora definita in attesa della redazione del Piano di Tutela.
ARPA Puglia	SI	Delibera della Giunta Regionale pubblicata nel BURP N.67 del primo giugno 2006. Gli elenchi degli impianti di depurazione adeguati per il riuso delle acque reflue e di quelli in fase di adeguamento sono riportati nell'Allegato 4 alla "Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi" di ARPA Lombardia (vedi CD allegato).
ARPA Sicilia	SI	Nella relazione di ARPA Sicilia (vedi CD allegato), Si riporta un elenco degli interventi per il riutilizzo delle acque reflue approvati con Decreto n. 68/TCI del 26 luglio 2002 e coerenti con i Piani di Ambito approvati. Tale elenco è stato definito nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro per il settore della Tutela delle Acque e Gestione Integrata delle Risorse Idriche del 21/03/2005 in cui viene fatto specifico riferimento al D.M. 185/2003.

Tabella 15 - Attuazione dell'articolo 5 del D.M. 185/03 a livello di regione o provincia autonoma (Fonte: relazioni prodotte nell'ambito del Tavolo Tecnico, 2006)

2.5 Stato dell'arte degli impianti di depurazione

Nel seguito vengono presentati per ogni regione delle Agenzie partecipanti al Tavolo, il numero complessivo degli impianti di depurazione di acque reflue urbane, la distribuzione territoriale e potenzialità, le tipologie di trattamento ed il recapito in aree sensibili.

REGIONE	Numero impianti	Totale A.E.
Bolzano	55	1.711.000
Veneto	527	8.701.032
Friuli Venezia Giulia	575	2.650.000
Lombardia	1.105	11.624.421
Emilia Romagna	1.947	7.850.873
Liguria	773	2.000.508
Toscana	821	12.000.000 ¹
Lazio	660	5.416.605
Umbria	80	879.870
Marche	270	834.803
Abruzzo	809	1.586.079
Molise	211	602.788
Campania	600	6.510.000 ²
Basilicata	173	806.151
Puglia	186	4.769.721
Sicilia	387	3.793.337

Tabella 16 - Numero complessivo e potenzialità, in A.E. serviti, degli impianti di depurazione per singola regione o provincia autonoma (Fonte: relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico, 2006).

Sono state in particolare considerate le seguenti classi di potenzialità:

- < 2.000 [A.E.]
- 2.000 – 10.000 [A.E.]
- 10.000 – 100.000 [A.E.]
- >100.000 [A.E.]

Questa suddivisione è coerente con la suddivisione adottata nel D.Lgs. 152/99 per la definizione dei limiti allo scarico.

Dall'esame dei dati raccolti si desume che la taglia di gran lunga prevalente degli impianti di depurazione è quella corrispondente alla fascia di potenzialità inferiore ai 10.000 A.E. anche se non mancano eccezioni.

Molte agenzie evidenziano la necessità di riduzione ed accorpamento degli impianti di depurazione minori (tenendo in debita considerazione le problematiche territoriali e gestionali) per massimizzare la funzionalità ed anche per favorire il riuso. Al di sotto della soglia 10.000 A.E., in generale, si ritiene complessivamente poco vantaggioso pensare a iniziative di riutilizzo delle acque depurate.

¹ Stima dell'Agenzia sugli A.E. totali nella regione. Tale valore appare sovrastimato.

² Incompleto per la provincia di Salerno.

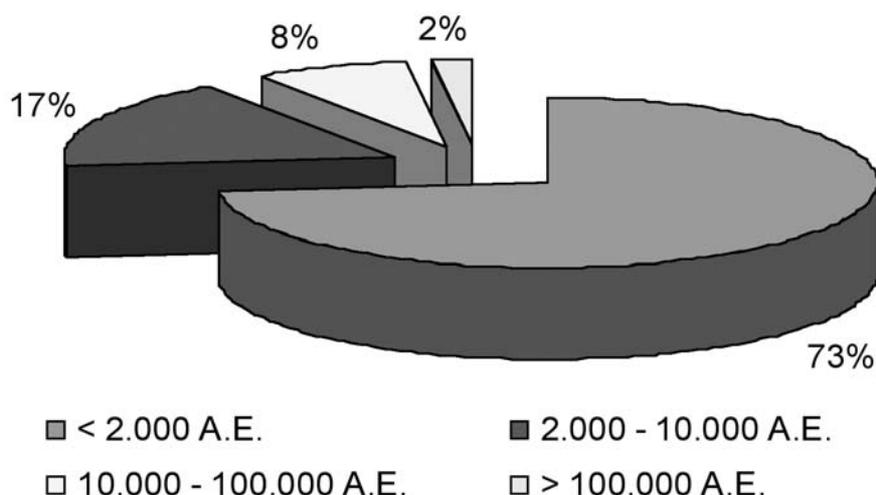


Figura 4 - Numero degli impianti (in percentuale sul totale) per classi di potenzialità (in A.E.) a livello di tavolo interagenziale.

REGIONE O PROVINCIA	<2.000		2.000-10.000		10.000-100.000		>100.000		Totale	
	Num	% A.E.	Num	% A.E.	Num	% A.E.	Num	% A.E.	Num	A.E.
Bolzano	17	0,97	19	5,34	14	24,31	5	69,37	55	1.711.000
Veneto	292	2,36	135	6,31	83	28,53	17	62,80	527	8.701.032
Friuli Venezia Giulia	480	20,80	74	18,90	15	16,90	6	43,40	575	2.650.000
Lombardia	710	2,58	246	8,45	127	31,69	22	57,13	1.105	11.624.421
Emilia Romagna	1.684	5,35	180	10,75	61	21,66	22	62,25	1.947	7.850.873
Liguria	712	7,67	25	5,65	32	51,72	4	34,96	773	2.000.508
Toscana	481 ⁽¹⁾	n.d.	83 ⁽¹⁾	n.d.	40 ⁽¹⁾	n.d.	10 ⁽¹⁾	n.d.	821	12.000.000
Lazio	385	3,37	202	10,51	53	30,10	20	56,02	660	5.416.605
Umbria	29	4,40	27	15,65	23	62,90	1	17,05	80	879.870
Marche	190	n.d.	51	n.d.	16	n.d.	13	n.d.	270	834.803
Abruzzo	691	4	74	19,3	24	44	4	32,7	809 ⁽²⁾	1.586.079
Molise	169	19,8	34	24,3	7	30,9	1 ⁽³⁾	24	211	602.788
Campania⁽⁴⁾	527	8	52	4	10	5	11	83	600	6.510.000
Basilicata	81	8,10	73	34,90	18	42,61	1	14,39	173	806.151
Puglia	n.d.	n.d.	70	n.d.	109	n.d.	7	n.d.	186	4.769.721
Sicilia	111	3,9	205	27,2	67	45,0	4	23,9	387	3.793.336

¹ Mancano i dati relativi agli ATO 4 (Alto Valdarno) e ATO 6 (Ombrore)

² Inclusi 16 impianti che scaricano sul suolo

³ L'impianto tratta acque reflue provenienti da Comuni dell'Abruzzo (San Salvo e comunità rivierasche di San Salvo Marina e Vasto Marina) e del Molise (Marina di Montenero di Bisaccia), nonché rifiuti liquidi.

⁴ Numero di impianti principali e tenendo conto che l'elenco è incompleto per la provincia di Salerno.

Tabella 17 - Dimensione degli impianti e loro suddivisione in classi di A.E. serviti (Fonte: relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico, 2006).

Nonostante la gran parte degli impianti sia di potenzialità ridotta, inferiore ai 10.000 A.E., la maggior parte del carico inquinante grava sugli impianti di maggiore dimensione (spesso oltre i 100.000 A.E.) come si può osservare dalla seguente figura.

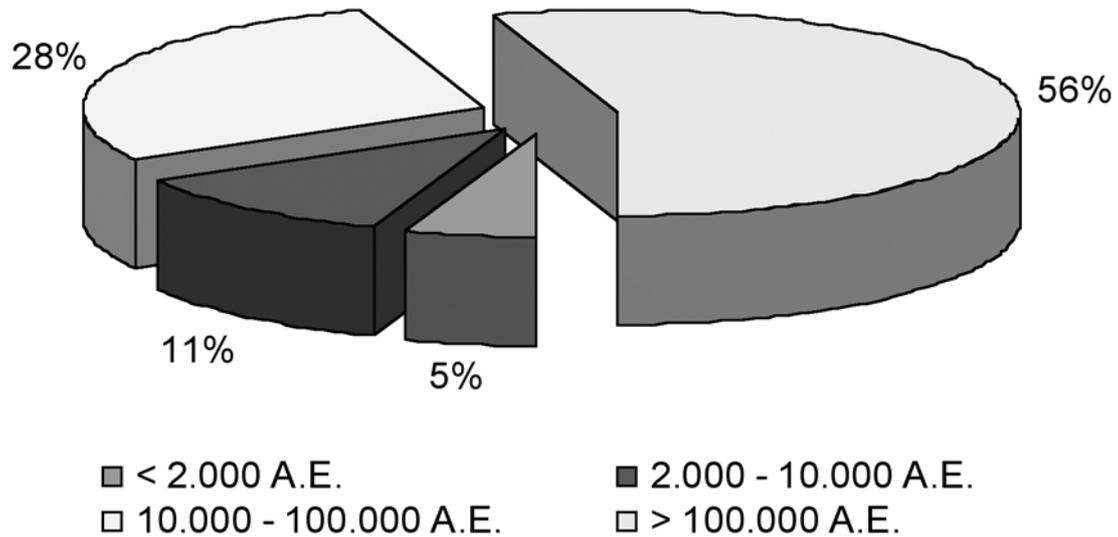


Figura 5 - Potenzialità di trattamento (in A.E.) degli impianti sulla base dei dati forniti nelle relazioni elaborate per i lavori del Tavolo Interagenziale.

Tipologie di trattamento

Le tipologie di trattamento degli impianti di depurazione considerati sono riassunte nella seguente tabella per ogni regione e provincia autonoma evidenziando, per ogni trattamento, sia il numero assoluto degli impianti sia la percentuale di reflui trattati rispetto al totale in abitanti equivalenti. Si nota, oltre ad una mancanza di dati abbastanza diffusa in questo ambito, che i trattamenti terziari non sempre vengono utilizzati in maniera consistente (con alcune eccezioni tra cui la provincia autonoma di Bolzano) e che la maggior parte degli impianti è costituita da trattamenti primari o secondari. Si noti che, nel contesto delle relazioni che sono state fonte di informazioni per il rapporto di ARPA Lombardia, per trattamenti terziari si intendono fasi di affinamento quali nitrificazione-denitrificazione e defosfatazione, oltre che di filtrazione finale.

REGIONE O PROVINCIA	Tipologia di trattamento ⁽¹⁾							
	Primario		Secondario		Terziario		Altro	
	Num	% A.E.	Num	% A.E.	Num	% A.E.	Num	% A.E.
Bolzano	2	0,02	27	8,13	22	91,96	2	0,07 ⁽²⁾
Veneto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Friuli Venezia Giulia	352	30,84	247	69,12	0	0	0	0
Lombardia	387	n.d.	497	n.d.	221	n.d.	0	0
Emilia Romagna ⁽³⁾	1.378	n.d.	469	n.d.	100	n.d.	0	0
Liguria	609	32,06	160	69,16	4	4,53	0	0
Toscana	280	n.d.	410	n.d.	115	n.d.	0	0
Lazio	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Umbria	0	0	78	99,86	0	0	2 ⁽⁴⁾	0,14
Marche	0	n.d.	257	n.d.	0	n.d.	13 ⁽²⁾	n.d.
Abruzzo	566	4,7	228	58,4	15	36,9	0	0
Molise	4 ⁽⁵⁾	1,0	184	47,0	23 ⁽⁶⁾	52,0	0	0
Campania	0	0	70 ⁽⁷⁾	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Basilicata ⁽⁸⁾	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Puglia	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sicilia	109	n.d.	100	n.d.	172	n.d.	0	0

¹ Gli impianti costituiti dai soli trattamenti preliminari sono stati accorpati a quelli che terminano la filiera di impianto al trattamento primario.

² Fitodepurazione

³ Considerando gli impianti con potenzialità superiore a 10.000 A.E. la totalità possiede un trattamento almeno secondario ed il 33,7 % anche un trattamento terziario dei reflui

⁴ Fitodepurazione e laguna aerata

⁵ Fosse Imhoff

⁶ Compreso un impianto industriale che tratta acque abruzzesi e molisane

⁷ I dati si riferiscono esclusivamente alla Provincia di Caserta

⁸ La quasi totalità degli impianti possiede trattamenti primari e secondari, il numero di impianti dotati di fase terziaria è pari a meno del 9% del totale (fonte INEA, 2001).

Tabella 18 - Tipologie di trattamento (Fonte: relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico, 2006).

2.6 Recapito in aree sensibili

Nella seguente tabella viene indicata la presenza di recapito in area sensibile per i depuratori delle regioni e della provincia partecipanti al Tavolo Tecnico Interagenziale. Maggiori dettagli sono forniti nell'Allegato 3 alla "Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi" riportato nel CD.

REGIONE O PROVINCIA	Recapito in area sensibile/bacino drenante in area sensibile
Bolzano	SI
Veneto	SI
Friuli Venezia Giulia	(1)
Lombardia	SI
Emilia Romagna	SI
Liguria	NO
Toscana	SI
Lazio	SI
Umbria	SI
Marche	SI (2)
Abruzzo	NO (3)
Molise	SI
Campania	n.d.
Basilicata	SI (4)
Puglia	SI
Sicilia	SI

Tabella 19- Recapito in aree sensibili suddiviso per regione o provincia autonoma.

Provincia Autonoma di Bolzano

Con l'approvazione del "Piano stralcio al piano di tutela delle acque" l'intero territorio provinciale ricadente in bacino dell'Adige è stato designato come bacino drenante in area sensibile, dando così attuazione alla nuova interpretazione della Direttiva 271/91/CEE.

Indipendentemente dalla designazione ad area sensibile o bacino drenante in area sensibile, con la legge provinciale 18 giugno 2002, n. 8, la Provincia Autonoma di Bolzano ha, di fatto, già deciso di tutelare tutti i corpi idrici, prevedendo per gli scarichi degli impianti di depurazione con potenzialità superiore a 10.000 A.E., valori limite di emissione per azoto totale e fosforo totale conformi a quelli previsti per le aree sensibili dalla normativa nazionale e dalla direttiva 91/271/CEE, specificando che tali limiti devono essere rispettati per uno o entrambi i parametri, a seconda della situazione locale.

Con l'approvazione del piano stralcio di Tutela delle Acque sono anche stati definiti degli interventi necessari per adeguare alcuni impianti di depurazione.

¹ Vedi il seguito del paragrafo

² Solo sul litorale nord fino a Pesaro

³ Nessuno degli impianti individuati come immediatamente eleggibili scarica in area sensibile

⁴ Secondo le previsioni della DGR n° 669 del 23 marzo 2004

Regione Veneto

384 impianti su 527 complessivi risultano recapitare in area sensibile (vedi Allegato 3 alla “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” riportato nel CD).

Regione Friuli Venezia Giulia

Il D.Lgs. 152/2006 (art. 91, comma 1, punto i) ha individuato per la prima volta come aree sensibili anche le acque costiere dell’Adriatico settentrionale, in cui scaricano le condotte a mare dei maggiori depuratori della Regione.

Regione Lombardia

Il D.Lgs. 152/06 (art. 91, comma 1) come aree sensibili definisce i laghi, di cui all’Allegato 6 della parte terza del decreto, ed i corsi d’acqua a essi afferenti per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa.

La seguente tabella riporta la suddivisione degli impianti che scaricano in aree sensibili suddivisi per classi dimensionali. Nell’Allegato 3 alla “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” riportato nel CD, è presente l’elenco completo degli impianti lombardi che scaricano in aree sensibili.

classe [AE]	Numero
Fosse Imhoff	33
< 2.000	105
2.000 – 10.000	49
10.000 – 100.000	28
>100.000	2
totale	217

Tabella 20– Numero di impianti, suddivisi per classi di AE, con recapito in aree sensibili, Regione Lombardia.

Regione Emilia Romagna

In Area Sensibile, individuata come la porzione di territorio delimitata dal mare e dalla linea distante 10 km dalla costa, sono ubicati 35 impianti di cui 14 di capacità di trattamento superiore a 10.000 AE. Questi impianti presentano la caratteristica di trattare un carico estremamente variabile in funzione della presenza turistica, principalmente concentrata nei mesi estivi (giu-

Classe (AE)	N° impianti	livello			AE progetto (AE)	Portata annua (m ³ /y)
		I	II	III		
0-1.999	17	14	3	0	2.955	207.245
2.000-10.000	4	0	1	3	20.250	1.688.254
10.001-15.000	0	0	0	0	0	0
15.001-100.000	5	0	0	5	208.000	5.312.451
>100.000	9	0	0	9	1.590.000	71.669.098
Totale	35	14	4	17	1.821.205	78.877.048

Tabella 21 - Numero degli impianti di trattamento per livello di depurazione effettuato, capacità di progetto, AE trattati e portata annua trattata in Area Sensibile, Regione Emilia Romagna.

gno - settembre, soprattutto durante i weekend). In questi periodi di punta la potenzialità di progetto viene totalmente saturata dagli AE convogliati ai vari impianti.

Tra gli impianti di I livello vengono considerati le fosse Imhoff, le fosse settiche, e gli altri trattamenti di tipo primario. Appartengono al II livello tutti i trattamenti biologici, quali i fanghi attivi, i biodischi e i letti percolatori, mentre gli impianti che, oltre ad effettuare un trattamento secondario, possiedono processi di defosfatazione e/o denitrificazione vengono inclusi nel III livello.

Regione Liguria

Nella Regione Liguria non sono state individuate aree sensibili specifiche nei bacini del fiume Magra né nei bacini del versante tirrenico; tuttavia le aree ricadenti nel versante padano (indicate negli schemi come di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Po) sono afferenti al bacino del fiume Po e quindi potrebbero costituire "bacini drenanti afferenti all'area sensibile" così definita per il Mare Adriatico (si sottolinea che la Regione non ha ancora provveduto a delimitare tale area come era previsto dall'art.18 c.5 del D.Lgs.152/99).

Regione Toscana

Il D.Lgs. 152/99 all'art. 18 comma 2 lett b) individuava fra le altre le aree lagunari di Orbetello come aree sensibili rinviando alle regioni la possibilità di designarne di ulteriori ovvero di individuare all'interno delle aree già designate eventuali corpi idrici che non costituissero area sensibile.

La Commissione europea con la procedura d'infrazione 2002/2124 inoltrata nei confronti dell'Italia ha stabilito fra le altre cose che il fiume Arno a valle di Firenze con il relativo affluente Greve dovesse essere individuato come area sensibile. La volontà della Regione Toscana di procedere sul proprio territorio all'individuazione delle aree sensibili è già stata espressa in modo completo agli artt. 3 e 4 comma 3 lett. b dell'Accordo di Programma (sottoscritto il 19 dicembre 2002 con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio) ed è stata confermata dalla Giunta Regionale nella Delibera 8 settembre 2003, n. 891. Tale indirizzo si è già concretizzato nel procedere all'individuazione formale di alcune aree sensibili e zone vulnerabili da nitrati di origine agricola con le Deliberazioni del Consiglio Regionale Toscano (DCRT) n. 171/172/173 del 8 ottobre 2003 e relative ai bacini dell'Ombro (aree sensibili individuate: Lago di Burano, Lagune di Orbetello, Padule della Diaccia Botrona) del Toscana Costa (Padule di Bolgheri) e del Serchio (Lago di Massaciuccoli). Inoltre nelle norme di piano contenute nel Piano di Tutela delle acque approvato nel 2005 (art.12) è stato individuato il bacino dell'Arno come area sensibile.

Nell'Allegato 3 alla "Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi" riportato nel CD, è presente l'elenco completo degli impianti che scaricano in aree sensibili.

Regione Lazio

Le aree sensibili della Regione Lazio sono state individuate ai sensi del D.Lgs. 152/99 con D.G.R. n.317 dell'11 aprile 2003 e comprendono i principali bacini lacustri regionali e le zone Ramsar. Come previsto dalla normativa per ciascuna singola area sensibile è stato individuato il relativo bacino drenante che per i numerosi laghi vulcanici della Regione è delimitato e circoscritto dal cratere vulcanico la cui sommità fa da spartiacque. I bacini drenanti delle aree sen-

sibili costituite dalle acque di transizione dei laghi costieri della provincia Sud di Latina sono anch'essi di dimensioni contenute e limitate in quanto il reticolo dei canali di bonifica della Pianura Pontina allontana le acque dai laghi, a protezione degli stessi, alimentati per lo più da falde sotterranee ed in collegamento con il mare. Molto più vasti sono i bacini drenanti individuati per i laghi di Nazzano, che comprende tutto il Bacino del Tevere Medio Corso, e del lago di S. Giovanni Incarico. Il lago è costituito da uno sbarramento dopo la confluenza del fiume Sacco nel Liri e, quindi, il bacino drenante comprende l'intero bacino del Sacco e la parte del bacino del Liri dalla sorgente al lago.

Sulla base delle aree sensibili individuate si evince che le aree soggette a restrizioni sui limiti allo scarico coprono circa il 30% del territorio complessivo.

Regione Umbria

Tranne gli impianti di Terni e Narni, tutti gli altri impianti ricadono in area sensibile.

Regione Marche

Le aree sensibili del territorio regionale ricadono sul litorale Nord delle Marche fino a Pesaro, pertanto i depuratori insistenti in tali aree sono: depuratore di Gabicce Mare di 50.000 A.E. e il depuratore di Pesaro di 80.000 A.E.

Regione Abruzzo

La Regione non ha ancora individuato le aree sensibili, anche se nella bozza di Piano di Tutela sono classificate aree sensibili i bacini dei laghi Barrea, Scanno, Bomba, Penne e Casoli ed i bacini in essi confluenti. Nessuno degli impianti individuati dalla Regione come immediatamente eleggibili per il riutilizzo idrico ai sensi dell'art. 5 del D.M. 185/03, secondo criteri definiti dalla Regione, scarica in area sensibile.

Regione Molise

Per quanto attiene alle aree a specifica tutela, la Regione Molise, con la Direttiva Regionale n° 894 del 10/07/00, ha individuato gli scarichi di acque reflue urbane in aree sensibili, ed in particolare gli scarichi che recapitano negli invasi del Liscione e di Occhito, quelli che immettono i propri reflui nei corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 km dalla linea di massima demarcazione degli invasi, nonché gli scarichi dei Comuni di Campobasso e Bojano. Per tutti questi impianti è stato prescritto il raggiungimento dei limiti di emissione della Tabella 2 dell'Allegato 5 al D.Lgs. 152/99 e s.m.i.

Nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque, pertanto, sono stati individuati gli impianti di depurazione che recapitano in aree sensibili, come di seguito riportato.

Invaso di Occhito

POTENZIALITA' A.E.	N°
POT. < 2.000	21
POT. COMPRESA TRA 2.000 E 10.000	2
POT. COMPRESA TRA 10.001 E 100.000	1
TOTALE	24

Invaso del Liscione

POTENZIALITA' A.E.	N°
POT. < 2.000	12
POT. COMPRESA TRA 2.000 E 10.000	2
POT. COMPRESA TRA 10.001 e 100.000	1
TOTALE	15

Bacino drenante Liscione

POTENZIALITA' A.E.	N°
POT. < 2.000	38
POT. COMPRESA TRA 2.000 E 10.000	5
TOTALE	43

Tabella 22 - Numero impianti che recapitano in area sensibile per invaso e per classe di A.E., in Molise

Per ulteriori dettagli riguardo tali impianti di depurazione si rimanda agli Allegati 2 e 3 alla “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” riportati nel CD allegato.

Regione Basilicata

La Regione non ha ancora individuato le aree sensibili in attesa della definizione del Piano di Tutela. Nella delibera Regionale n° 669 del 23 marzo 2004, relativa alla “Definizione dello stato conoscitivo dei corpi idrici per la redazione del piano regionale di tutela delle acque”, sono fornite alcune indicazioni per le aree sensibili, così come previste dal D.Lgs. 152/99. In prima istanza viene indicato che dovranno essere considerate aree “sensibili” quelle relative agli invasi artificiali, le cui acque vengano totalmente o in parte destinate all’uso potabile, come previsto per le norme di salvaguardia di acque destinate a scopi specifici.

Nell’identificazione delle aree sensibili la normativa prescrive ancora che sono da considerare sensibili i laghi posti ad un’altitudine inferiore ad una quota di 1.000 m sul livello del mare e aventi una superficie dello specchio liquido di almeno 0,3 km².

Per quanto riguarda le aree vulnerabili sicuramente dovrà essere tenuta in considerazione l’area idrominerale del Vulture, già individuata in sede Regionale. La Regione Basilicata ha individuato quali zone umide, ai sensi della convenzione di Ramsar, il Lago del Pantano in Provincia di Potenza e l’invaso di S.Giuliano in Provincia di Matera.

Regione Puglia

Gli impianti di depurazione delle acque reflue situati nelle aree individuate come “sensibili” dal Commissario Delegato appartengono in gran parte a classi di popolazione inferiore ai 15.000 A.E. È prevista la messa in atto di progetti finalizzati al risanamento e controllo dei rela-

tivi bacini drenanti, in base agli studi connessi alla elaborazione del “Piano di Tutela delle Acque” in via di approvazione definitiva della Regione (da fine dicembre 2005).

Nell’Allegato 3 alla “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” riportato nel CD allegato, è presente l’elenco degli impianti pugliesi che scaricano in aree sensibili.

Regione Sicilia

L’elenco degli impianti stimati conformi alle prescrizioni della normativa, suddivisi per scarico in area normale ed in area sensibile, è riportato nell’Allegato 3 alla “Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi” riportato nel CD allegato.

2.7 Gli impianti di depurazione adatti al riutilizzo della risorsa idrica

Le informazioni fanno riferimento agli elenchi predisposti dalle regioni in ottemperanza all'articolo 5 del D.M. 185/03, di cui si è detto in precedenza, laddove tale elenco non è stato presentato si è fatto riferimento alla programmazione effettuata nei Piani d'Ambito e nei Piani di Tutela delle Acque o a studi di settore appositamente commissionati dalle singole Regioni o Agenzie.

Tra i dati a disposizione è possibile distinguere:

- casi di riutilizzo in atto, per impianti esistenti e in fase di costruzione, suddivisi per tipologia di riutilizzo. Si ritiene, al proposito, che i casi di riuso segnalati dalle ARPA siano inferiori a quelli realmente in atto, in quanto non in tutte le Regioni sono state eseguite delle specifiche indagini;
- casi di riutilizzo potenziale (impianti adatti al riuso);
- indicazione dei criteri adottati (o adottabili) per l'individuazione degli impianti adatti al riuso;
- indicazione sulle attività di finanziamento e programmazione effettuate dalle Regioni per favorire il riutilizzo delle acque reflue.

Esistono in Italia già da diversi anni esempi di riuso delle acque reflue, sia per fini irrigui che per fini industriali. Il quadro complessivo presenta nette differenze tra regione e regione. Si può, però, fare la seguente osservazione di carattere generale: il ricorso alle acque reflue per scopi irrigui o industriali è avvenuto quasi esclusivamente in situazioni di "emergenza idrica", catalogabili in due gruppi:

- carenza di disponibilità idrica: principalmente nelle regioni del Sud;
- elevata esigenza di acqua in porzioni del territorio limitate. Due esempi tipici sono i distretti industriali particolarmente idroesigenti e la presenza di vaste aree destinate all'agricoltura intensiva.

Solo negli ultimi anni si è iniziato a programmare il riuso delle acque reflue con una visione più ampia, tenendo conto dei vantaggi indiretti di tale pratica, quali:

- il beneficio ambientale del "non scarico";
- la possibilità di non fare ricorso ad acque qualitativamente migliori, soprattutto acque di falda.

Di seguito sono riassunte, per ogni regione o provincia autonoma, le principali informazioni pervenute. L'Allegato 4 di seguito più volte citato è l'allegato alla "Relazione generale sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico e dei fanghi" riportato nel CD allegato.

Impianti adatti al riuso suddivisi per Regione o Provincia Autonoma

Gli elenchi dettagliati e le informazioni reperite sugli impianti, di seguito brevemente menzionati, sono presenti nell'Allegato 4.

Provincia autonoma di Bolzano

In provincia di Bolzano sono stati realizzati due impianti per il recupero delle acque reflue in agricoltura, uno a Monticolo (1.250 A.E.) e uno a Verano (1.000 A.E.). Un ulteriore impianto verrà realizzato prossimamente a Siffiano sul Renon (5.000 A.E.).

Regione Veneto

Sulla base delle indicazioni fornite dalle AATO, un primo elenco è stato trasmesso dalla Regione al Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio.

In Allegato 4 sono riportati, in differenti tabelle, gli impianti già destinati al riutilizzo, quelli progettati per il riutilizzo e quelli di cui si sta valutando la fattibilità di un adeguamento al fine del riutilizzo del refluo.

Si segnala un solo impianto, Rosolina Mare (RO), che opera il riuso delle acque reflue per irrigare verde pubblico. Due impianti, di dimensioni maggiori sono in fase di progettazione.

Per evitare il ricorso all’esercizio della deroga, la Regione Veneto ha avviato un’accurata pianificazione degli interventi finalizzati al rispetto della 185/03. Si evidenzia, in particolare, che è stato assegnato a ciascuna AATO il compito di:

- definire gli interventi necessari all’adeguamento dei limiti per il riutilizzo;
- quantificare gli investimenti per la loro realizzazione e la ricaduta tariffaria;
- indicare, per ogni impianto, la modalità di riutilizzo, la rete di distribuzione e la portata da riutilizzare.

Si ritiene, infine, che il rispetto dei limiti fissati per il riuso delle acque reflue sia da considerarsi come obiettivo tendenziale della pianificazione per il raggiungimento degli standard di qualità per la balneazione.

Regione Friuli Venezia Giulia

Non è stato fornito l’elenco degli impianti individuati dalla Regione come quelli “il cui scarico deve conformarsi ai limiti” imposti dal D.M. 185/03 né sono stati segnalati impianti di interesse.

Si è comunque a conoscenza dell’avvenuta progettazione presso l’impianto Zaule, asservito alla zona industriale di Trieste, di sezioni di trattamento finalizzate al riuso industriale, cui non è stato dato seguito attuativo.

Regione Lombardia

La Regione Lombardia norma il riutilizzo delle acque tramite il Regolamento Regionale n.5, approvato il 14 Marzo 2006 (attuazione dell’art. 52 della LR 26/2003), antecedente al Testo Unico Ambientale D.Lgs. 152/2006 e ai suoi decreti attuativi.

Al fine di valutare le potenzialità e le modalità di riuso in agricoltura delle acque reflue, la Regione ha realizzato nell’anno 2002-2003, avvalendosi dell’Unione regionale bonifiche ed irrigazioni e miglioramenti fondiari (URBIM), una ricerca in merito: “Criteri per l’utilizzo delle acque depurate”. Il Piano di Tutela ha, peraltro, individuato quei depuratori per i quali favorire il riuso dei reflui in agricoltura, avviando valutazioni puntuali sulla fattibilità tecnica ed economica degli interventi.

In Allegato 4 sono elencati quei depuratori (41, la maggior parte di grandissime dimensioni) per i quali favorire il riuso dei reflui in agricoltura, avviando valutazioni puntuali sulla fattibilità tecnica ed economica degli interventi. Quattro sono, invece, gli impianti segnalati come adatti al riuso industriale. La valutazione di fattibilità per il riuso agricolo sarà affrontata all’interno dei Piani d’Ambito, predisposti dagli ATO.

Dodici tra gli impianti sopra menzionati sono stati proposti per il finanziamento nel “Piano nazionale delle infrastrutture idriche” previsto dall’art.4 c. 35 e 36 della legge n. 350/2004.

Regione Emilia Romagna

Criteria utilizzati per la scelta degli impianti adatti al riuso agricolo

Ai fini del riutilizzo delle acque reflue urbane, nella Regione Emilia Romagna, si è ritenuto di considerare gli impianti aventi potenzialità superiore a 10.000 A.E. in quanto al di sotto di tale soglia si ritiene svantaggioso intervenire.

Si è quindi valutata la possibilità tecnica di utilizzare le acque reflue a scopo irriguo per quegli impianti che posseggono il seguente requisito: disponibilità di un'area agricola, sufficientemente ampia, localizzata nei pressi dell'impianto e asservibile preferibilmente tramite sistemi a gravità o al più in pompaggio su aree comunque di pianura, eventualmente utilizzando come vettore un tratto abbastanza breve di uno scolo preesistente, dal quale prelevare in un unico punto a valle, tutto l'immezzo e da qui partire con l'impianto in pressione.

Al fine di valutare dove è prioritario intervenire, si sono considerati i seguenti elementi:

- l'opportunità di impiego irriguo ("priorità irrigua") attribuendo il livello 1 se l'ipotetica area di impianto è correlata, per l'irrigazione attuale, o ad affluenti appenninici (che presentano le maggiori criticità in termini di reperimento della risorsa) o a prelievi autonomi provenienti dalle falde e fuori dall'areale di conoide; attribuendo il livello 2 se utilizzate le stesse fonti del livello 1 ma con localizzazione in areale di conoide;
- la possibilità di aumentare significativamente il livello di impiego attuale dei reflui ("uso estivo attuale") effettuando stime di larga massima circa il recupero attuale dell'acqua una volta scaricata nelle reti naturali o artificiali;
- il livello di compromissione delle aste fluviali principali ("asta principale o vicinanze"), ritenendo che se lo scarico avviene direttamente su di esse o nelle immediate vicinanze (in termini di apporto idraulico) sarà maggiore la compromissione dell'asta e inoltre risulterà più alta la possibilità che porzioni elevate dei carichi raggiungano il Po e l'Adriatico.

Tali elementi sono stati poi tradotti in punteggi:

- attribuendo il valore 1 alla "priorità irrigua" 1 e 0.5 alla "priorità irrigua" 2;
- attribuendo il valore 1 ad un "uso estivo attuale" inferiore al 25% e 0.5 ad un "uso estivo attuale" compreso tra il 25 e il 45%;
- attribuendo il valore 0.5 se lo scarico è in "asta principale o vicinanze".

Sulla base di tale analisi si procede all'introduzione di tre livelli di priorità (degli impianti) per cui risulta proponibile il riutilizzo agronomico delle acque reflue:

- *molto elevata* se il punteggio totale è ≥ 2 (priorità 1);
- *elevata* se il punteggio totale è ≥ 1.5 (priorità 2);
- *di interesse* se il punteggio totale è ≥ 1 (priorità 3);
- *medio-bassa* se il punteggio totale è ≤ 0.5 (priorità 4).

Impianti adatti al riuso agricolo

In Allegato 4 sono riportati gli impianti con priorità 1 e 2 (che, con riferimento all'evoluzione del comparto irriguo si considerano realizzati, al 2016), i volumi aggiuntivi utilizzabili rispetto allo stato attuale e il relativo areale irriguo. Si sottolinea, però, che nessuno di tali impianti possiede un trattamento terziario (filtrazione o disinfezione) dell'effluente.

Dal confronto tra il dato complessivo di volume ipoteticamente recuperabile sull'areale regionale attuando gli impianti di priorità 1 e 2 ($\approx 20 \text{ Mm}^3/\text{anno}$ con portata al campo che equiva-

le a circa 18 Mm³/anno) e quello che si reputa già utilizzato al campo allo stato attuale, previo scarico nella rete naturale o artificiale, (\approx 4 Mm³/anno), si perviene ad un possibile maggiore utilizzo di circa 14 Mm³/anno.

Regione Liguria

Attualmente nessun impianto pratica il riuso delle acque reflue, e non è stato emanato alcun atto per l'individuazione dell'elenco degli impianti adatti al riutilizzo: ciò è giustificato dall'attuale indisponibilità di impianti adatti.

In Allegato 4 si elencano gli impianti di depurazione (in fase di realizzazione o in progetto) per i quali risulta espressa nei Piani d'Ambito la possibilità di riutilizzo delle acque reflue, previa realizzazione o affinamento di alcune sezioni dell'impianto; tale individuazione è stata ribadita nel Piano di Tutela delle Acque.

Regione Toscana

Il Piano Regionale di Azione Ambientale ha individuato in Toscana 23 aree critiche per la presenza di uno o più fattori di crisi ambientale e di queste ben 16, elencate nel paragrafo dedicato all'inquadramento territoriale, presentano criticità quali-quantitative delle risorse idriche.

Anche in Toscana il riuso viene previsto principalmente a scopo agricolo od industriale, come di seguito specificato.

Riuso agricolo delle acque depurate

In Allegato 4 è riportato un elenco degli impianti (19) che già praticano (o che si ritengono adatti a praticare) forme di riutilizzo della risorsa idrica in agricoltura.

Riuso industriale delle acque depurate

In Regione Toscana sono già attive numerose esperienze nel riutilizzo delle acque reflue nel settore industriale. Tra queste si ricorda in particolare, per quanto attiene il Bacino del Fiume Arno l'acquedotto industriale di Prato che è descritto nel cap. 3.

Recentemente si sono concretizzate o si stanno attivando, grazie ai numerosi accordi di programma stipulati con il Ministero, ulteriori analoghe iniziative, tra le quali si evidenziano:

- il riutilizzo di acque reflue nel comprensorio del cuoio per un volume finale di circa 7 milioni di mc anno; si sono create le condizioni perché entro la fine del 2007 sia raggiunto l'obiettivo sopra indicato con la contemporanea dismissione del prelievo da falda;
- lo studio di fattibilità per il riutilizzo delle acque reflue effluenti dall'impianto di depurazione di San Colombano a Firenze, avente una potenzialità di 600.000 A.E. nelle industrie del distretto del tessile di Prato;
- le avanzate sperimentazioni sugli effluenti dagli impianti di Calice Baciacavallo, che potrebbero fornire su scala industriale acqua per le aziende tessili a costi nettamente inferiori a quelli attualmente praticati e in una quantità tale da coprire tutto il fabbisogno idrico;
- il riutilizzo di circa 9 milioni di mc di acque reflue depurate negli impianti di depurazione industriale del comprensorio del tessile nelle stesse industrie che li hanno prodotti.

Per quanto attiene il bacino del fiume Serchio, si ricorda il progetto per il riutilizzo delle acque reflue effluenti dall'impianto di depurazione di Pontetetto, appartenente al Bacino del Fiume Serchio, con la realizzazione del primo lotto dell'acquedotto industriale per il riutilizzo delle acque reflue nel distretto cartario di Capannori, ed il cui mancato completamento ne preclude l'utilizzo.

Nel Bacino Toscana Costa si ricorda invece l'impianto di riciclo La Fenice delle acque reflue prodotte dalla città di Piombino, che attualmente eroga circa 1,8 milioni di mc anno di risorsa riciclata. Contestualmente si ricorda il progetto di riutilizzo delle acque reflue effluenti dagli impianti di depurazione di Cecina e di Rosignano Solvay, per il successivo riutilizzo nelle industrie Solvay di Rosignano Marittimo, che è descritto nel cap. 3.

Regione Lazio

Non è stato fornito l'elenco degli impianti individuati dalla Regione come quelli "il cui scarico deve conformarsi ai limiti" imposti dal D.M. 185/03.

Si segnala, però, che la Regione Lazio ha provveduto a introdurre, in data 23.12.2002, nell'Accordo di Programma Quadro (APQ8) "Tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche" il primo intervento sistematico di riutilizzo delle acque reflue depurate a servizio del Consorzio di bonifica "dell'Agro Pontino". Si segnala, inoltre, un finanziamento di circa sei milioni di euro per una serie di interventi (quattro) di miglioramento della qualità delle acque reflue depurate ai fini del riutilizzo delle stesse. Gli impianti si trovano nei Comuni di Marino, Pomezia, Civitavecchia e Terracina.

Ad oggi gli impianti di trattamento acque reflue urbane per i quali è previsto il riutilizzo delle acque in agricoltura non sono ancora funzionanti. Uno degli impianti di depurazione urbani del Lazio a prendere in considerazione la possibilità del riutilizzo delle acque reflue trattate, ancor prima dell'entrata in vigore del DPR 185/03, è sito nel comune di Guidonia. Attualmente è previsto un adeguamento dello stadio di trattamento terziario a garanzia del rispetto dei limiti previsti dalla vigente normativa sul riutilizzo delle acque reflue.

Per il depuratore comunale di Pomezia i lavori di adeguamento sono attualmente in via di ultimazione. Gli interventi sono finalizzati ad adeguare le due linee esistenti, ciascuna dimensionata per 30.000 A.E., ai limiti previsti dal D.Lgs. 152/06, e alla realizzazione di una nuova linea di depurazione con trattamento terziario, anch'essa per 30.000 A.E., al fine di riutilizzare le acque reflue depurate a servizio del Consorzio di bonifica.

Una particolarità della Regione Lazio è rappresentata dai due casi di impianti di trattamento di acque derivate direttamente da fiume ed utilizzate ai fini agricoli (dal Tevere, in loc. Ponte Galeria nella periferia sud ovest di Roma) ed a fini ambientali (dall'Aniene in Comune di Tivoli).

Regione Umbria

Nessun impianto di depurazione umbro pratica attualmente il riutilizzo irriguo dei reflui depurati.

La Bozza di Piano di Tutela Regionale delle Acque ha valutato la fattibilità tecnica per l'intera area regionale, prendendo in esame 27 impianti esistenti con potenzialità superiore ai 10.000 A.E. È stata quindi effettuata una selezione tenendo conto dei non brevi periodi di scarsità idrica di cui soffre il comparto agricolo umbro.

Criteri utilizzati per la scelta degli impianti adatti al riuso agricolo

La possibilità di utilizzare le acque reflue a scopo irriguo è stata presa in considerazione per quegli impianti che presentano la disponibilità di un'area agricola sufficientemente ampia, localizzata nei pressi dell'impianto, e che consentano l'adozione di sistemi a gravità o sistemi di sollevamento non onerosi.

I principali elementi utilizzati per elaborare una scala di priorità sono:

- metri cubi di acqua giornalmente depurata;
- fattibilità tecnica;
- superficie territoriale di impianto;
- disponibilità irrigua;
- qualità ambientale dell'asta principale di scarico.

I depuratori per i quali risulta proponibile il riutilizzo agronomico delle acque reflue sono riportati in Allegato 4.

Regione Marche

L'elenco degli impianti individuati dalla Regione come quelli "il cui scarico deve conformarsi ai limiti" imposti dal D.M. 185/03 consiste in due soli impianti. Le informazioni fornite a riguardo da ARPA Marche sono riportate in Allegato 4.

Esistono, inoltre, due impianti di trattamento sul territorio marchigiano le cui acque reflue depurate vengono riutilizzate e un altro, con potenzialità di progetto superiore a 15.000 A.E., provvisto di trattamento terziario a osmosi inversa per il riutilizzo dei reflui trattati, è in fase di realizzazione.

Regione Abruzzo

Per quanto riguarda il riutilizzo, nel 2004 la Regione ha predisposto una bozza di Delibera per l'individuazione di un primo elenco degli impianti di depurazione di acque reflue urbane destinate al riutilizzo, ai sensi dell'art. 5 del D.M.185/03, sulla base di una indagine affidata al Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali dell'Università degli Studi dell'Aquila.

Criteria utilizzati per la scelta degli impianti adatti al riuso

Sono stati individuati come impianti immediatamente eleggibili gli impianti che rispondono alle seguenti caratteristiche:

- la portata trattata è significativa ai fini del recupero (impianti con potenzialità > 4.000 A.E.);
- le caratteristiche dell'effluente possono rientrare nei limiti previsti dal D.M. 185/2003 con interventi marginali;
- sono individuabili le possibili destinazioni d'uso dell'acqua recuperata ed esistono le infrastrutture per la distribuzione;
- l'ordine di grandezza dei costi di collettamento alle reti di distribuzione, con stazioni di sollevamento, condotte adduttrici e vasche di accumulo, è sostenibile in relazione alle condizioni locali.

Sono stati individuati come impianti potenzialmente eleggibili gli impianti che rispondono alle seguenti caratteristiche:

- la portata trattata è significativa ai fini del recupero (impianti con potenzialità > 4.000 A.E.);
- le caratteristiche dell'effluente possono rientrare nei limiti previsti dal D.M. 185/2003 con interventi marginali;
- non sono individuabili allo stato attuale le possibili destinazioni d'uso dell'acqua recuperata oppure sono individuabili potenziali destinazioni d'uso ma non esistono le infrastrutture per la distribuzione.

Sono stati individuati come impianti non immediatamente eleggibili gli impianti che rispondono alle seguenti caratteristiche:

- la portata di progetto, o la portata effettivamente trattata, o la portata trattata prevista in relazione a progetti di sviluppo, in corso o futuri, hanno valori di sicuro interesse per il riutilizzo dell'acqua trattata;
- le caratteristiche dell'effluente possono rientrare nei limiti previsti dal D.M. 185/2003 solamente con interventi sostanziali;
- sono individuabili le possibili destinazioni d'uso ed esistono le infrastrutture di distribuzione oppure sono individuabili le possibili destinazioni d'uso ma non esistono le infrastrutture di distribuzione.

Elenco degli impianti individuati e configurazione impiantistica

Applicando i criteri descritti nel precedente paragrafo, sono state redatti gli elenchi che si trovano nelle tabelle in Allegato 4. Per gli impianti individuati dalla Regione come immediatamente eleggibili (18) sono riportati anche i dati sulla tipologia impiantistica e le tipologie di trattamento.

Tuttavia, pur riportando utili informazioni di tipo impiantistico e relative alla presenza sul territorio di infrastrutture per il riutilizzo delle acque depurate, per verificare l' idoneità dell'impianto di trattamento ai fini del riutilizzo lo studio si basa solo su un massimo di due controlli analitici relativi ad alcuni parametri chimici e microbiologici.

Si segnalano, infine, due progetti di riutilizzo antecedenti al D.M. 185/03:

- Pescara;
- Impianto di Gissi Comune di Monteodorisio (CH).

Per ognuno di essi, si riporta in Allegato 4 la descrizione delle opere già realizzate o progettate.

Regione Molise

La Regione Molise non ha ancora redatto, ai sensi dell'art. 5 del D.M. 185/03, l'elenco degli impianti adatti al riutilizzo della risorsa idrica e dei fanghi; tuttavia l'ARPA Molise, relativamente a quanto attiene a questo Tavolo Tecnico, segnala per un potenziale riutilizzo delle acque depurate 5 impianti industriali (che eventualmente trattano anche acque reflue urbane) di dimensione medio-grande e con trattamento terziario di disinfezione. Le descrizioni sono riportate in Allegato 4.

Da quanto emerso dalla consultazione del Piano di Tutela delle Acque, risulta conveniente intervenire sui primi tre, sia in relazione alle caratteristiche intrinseche degli impianti, sia per la presenza di terreni agricoli idonei all'uso irriguo o di industrie nelle vicinanze. In realtà, l'area agricola ed industriale sottesa all'impianto di Montenero di Bisaccia ricade nel Comune di Vasto (Regione Abruzzo); per tale motivo, nel Piano di Tutela si è incentrata l'attenzione sui due rimanenti impianti: il Depuratore Consortile – Consorzio di Sviluppo Industriale della Valle del Biferno/Termoli ed il Depuratore Consortile per lo Sviluppo Industriale di Isernia – Venafro.

In entrambi i casi, al fine di aumentare la quantità di acqua trattata disponibile, si ipotizza di convogliare verso gli impianti tutti i reflui dei Comuni circostanti, riportati in Allegato 4, tramite la realizzazione di un sistema di collettori.

Considerando globalmente la situazione, il riutilizzo delle acque reflue provenienti da detti impianti consentirebbe un aumento di disponibilità del 10 – 15% per l'uso irriguo, con la pos-

sibilità di soddisfare i fabbisogni irrigui di punta nei mesi estivi; in autunno e inverno, invece, potrebbero essere eliminati i prelievi di acqua superficiale e/o di falda; ciò, nel caso dell'impianto di Termoli, consentirebbe di aumentare l'accumulo dell'invaso del Liscione. Nel riuso industriale si potrebbe realizzare un aumento potenziale di circa il 40% dell'attuale disponibilità. In entrambi i casi, l'uso discontinuo della domanda comporterebbe che per almeno alcune ore al giorno la portata trattata verrebbe scaricata nei corsi d'acqua superficiali, che ne trarrebbero beneficio, ricevendo acqua di qualità superiore rispetto a quella attuale.

Regione Campania

Non è stato fornito l'elenco degli impianti individuati dalla Regione come quelli "il cui scarico deve conformarsi ai limiti" imposti dal D.M. 185/03.

Si segnalano, però, gli impianti di depurazione di Marcianise (CE) e Acerra - Caivano (NA) per i seguenti motivi:

- gli impianti si trovano localizzati in zone site a breve distanza sia da agglomerati industriali (Aversa Nord, Teverola, Marcianise, per l'area casertana, e Pomigliano - Acerra per la provincia di Napoli) sia da aree a forte vocazione agricola;
- gli impianti rientrano tra quelli per i quali la Regione ha previsto l'adeguamento;
- già allo stato attuale entrambi scaricano acque che quasi sempre rientrano nei limiti previsti dalle attuali normative tranne che per il parametro azoto ammoniacale.

Regione Basilicata

In considerazione del fatto che sono in atto gli studi conoscitivi per la definizione del Piano di Tutela delle acque, la Regione non ha ancora definito, ai sensi dell'art.5 del D.M. 185/03, l'elenco degli impianti adatti al riutilizzo della risorsa idrica. Gli impianti che praticano o sperimentano il riutilizzo sono uno per fini irrigui e quattro per uso industriale. Inoltre si ha notizia di un'altra sperimentazione per il riutilizzo a fini irrigui ancora in fase di progetto preliminare.

Regione Puglia

Allo stato attuale risultano in Puglia numerosi impianti già realizzati e/o in corso di realizzazione (vedi tabelle in Allegato 4) che dal punto di vista del processo di affinamento sono idonei a licenziare acque per il riuso in agricoltura e per i quali esiste già un comprensorio attrezzato destinato a ricevere tali reflui. Alcuni impianti, però, anche se dotati di affinamento mancano ancora degli adeguamenti idonei relativi alla rete di distribuzione idrica delle acque reflue depurate.

Ai sensi dell'art.5 del D.M. 185/03 la Regione Puglia ha indicato, con delibera della Giunta Regionale pubblicata nel BURP 01/06/06, che l'impianto di affinamento del Comune di Ostuni (BR), già realizzato ed idoneo a licenziare acque per il riuso, debba conseguire, quali limiti di accettabilità allo scarico, limitatamente ai periodi di utilizzo delle acque affinate, quelli già fissati dal D.M. 185/03.

Regione Sicilia

Ai sensi dell'art.5 del D.M. 185/03 la Regione Sicilia non ha ancora predisposto apposito elenco. Si riporta in Allegato 4 un elenco degli interventi per il riutilizzo delle acque reflue previsti nei Piani d'Ambito approvati e coerenti con gli interventi indicati dall'Ufficio del Commissario. I progetti di adeguamento degli impianti, destinati per lo più al riuso irriguo, sono in tutto 25.

3. I CASI STUDIO

(Il Rapporto “Analisi di casi di studio diversificati di riutilizzo delle acque reflue” redatto da ARPA Toscana è disponibile nel CD allegato. Riferimenti: Luciano Giovannelli e-mail: l.giovannelli@arpat.toscana.it e Veronica Pistolozzi e-mail: v.pistolozzi@arpat.toscana.it)

3.1 Il riutilizzo industriale in Provincia di Prato

Il riutilizzo industriale delle acque reflue dell’impianto di depurazione di Baciacavallo, in quanto sistema consortile a servizio di numerose aziende (e quindi non a carattere intra-aziendale) è un’esperienza importante ed unica nel genere. Nel 1975 il Comune di Prato e la locale azienda municipalizzata (CONSIAG) iniziarono una trattativa serrata per definire le modalità e le condizioni di approvvigionamento idrico per uso potabile e produttivo della nuova area industriale pratese: il I° Macrolotto Industriale di Prato. Con i suoi 150 ettari il I° Macrolotto era la più grande lottizzazione industriale totalmente privata realizzata in Italia con circa 350 aziende di cui la maggior parte idroesigenti (tintorie, rifinitzioni, carbonizzi, stamperie ecc.). A Prato la principale fonte di approvvigionamento idrico per usi potabili ed industriali era rappresentata dalla falda sotterranea soggetta ad un lento e progressivo processo di depauperamento, pertanto si presentava il problema dell’emergenza idrica sia per la cittadinanza che per l’industria tessile, che senza acqua non può lavorare. Il Comune di Prato concordò con gli industriali sulla necessità di reperire, per l’approvvigionamento idrico produttivo della nuova area industriale, una fonte alternativa rispetto alla falda, che fu individuata nel riutilizzo dei reflui civili e produttivi.

Non esistendo ancora la legge Merli, la costruzione del depuratore comunale di “Baciacavallo” rappresentò un vero e proprio salto nel buio, ed il comune di Prato per favorire concretamente il riutilizzo dei reflui civili e produttivi ai fini industriali, mise gratuitamente a disposizione dei privati un proprio terreno, a valle del depuratore in costruzione che potesse essere utilizzato per un eventuale impianto di riciclo delle acque, qualora la qualità delle acque in uscita dal depuratore non si fosse dimostrata idonea per l’utilizzo tal quale a fini industriali. Nel 1990 divennero operativi i primi 13 Km di acquedotto industriale alimentati dal proprio impianto di riciclo, impianto che era in grado di produrre 1.700.000 m³/annui, pari ai consumi di acqua potabile di oltre 15.000 abitanti, pari al 10% della popolazione pratese. I buoni risultati ottenuti ed il concomitante peggioramento della falda pratese indussero il comune nel 1992, insieme all’azienda municipalizzata (CONSIAG) ed alla locale Unione Industriali ad utilizzare appositi fondi comunitari per la realizzazione di un altro acquedotto industriale in grado di raggiungere 35 aziende dislocate nel tessuto urbano. L’acquedotto industriale, che conseguentemente è stato realizzato, è un esempio, tra i più tangibili ed avanzati, non soltanto per una realtà quale quella del comprensorio, ma anche a livello nazionale ed europeo, di come sia possibile rispondere ad un’emergenza in maniera concreta e lungimirante. Tale rete duale è alimentata da acqua di riciclo proveniente dal depuratore di Baciacavallo e da acqua del fiume Bisenzio.

Il primo lotto è stato realizzato tra il 1992 e il 1995, consiste in una rete di circa 9 chilometri ed ha interessato la costruzione di una traversa sul fiume Bisenzio con annesso bacino di prelievo, separato dal fiume da un argine filtrante, della capacità di 12.000 m³, entro cui attingono 4 tubazioni filtranti collegate ad un adduttrice che dopo un percorso di circa oltre 5 chilometri porta l’acqua nella zona del depuratore di Baciacavallo. In questa area è stata costruita una vasca di accumulo della capacità di 4.000 m³ dove viene miscelata l’acqua del Bisenzio con quella proveniente dall’uscita dell’impianto di ozonizzazione finale del depuratore. È stata

realizzata poi una centrale di spinta dedicata sia ad immettere in rete le acque trattate e miscelate, sia a restituire al fiume Bisenzio una quantità di acqua pari a quella prelevata. Successivamente, con il 2° Lotto si è raggiunto il completamento funzionale dell'acquedotto industriale di Prato, avendo realizzato un ampliamento della rete di distribuzione di altri 9 chilometri, la costruzione di un'ulteriore vasca interrata di accumulo di 4.000 m³. e il potenziamento della centrale di spinta. È stato inoltre realizzato un impianto di filtrazione delle acque del fiume Bisenzio della potenzialità di 3.500.000 m³/anno. Sono stati anche perforati 8 pozzi, destinati a prelevare acqua nel sub-alveo del fiume Bisenzio, con la relativa condotta adduttrice che li collega a quella precedentemente esistente.

Un'opera quest'ultima particolarmente utile sia nei mesi estivi, durante i quali il Bisenzio presenta portate di magra tali da non consentire derivazioni d'acqua, sia nei periodi di torbida dovuti alle piene, in concomitanza delle quali l'utilizzo di acqua superficiale sarebbe possibile solo con dispendiosi procedimenti di chiariflocculazione. In prospettiva l'acquedotto dovrebbe accrescersi di altri 21 chilometri di rete quando il 2° Macrolotto avrà terminato gli interventi di costruzione. Allora sarà realizzata una potente e capillare rete di distribuzione di acque di ricircolo della potenzialità di oltre 10.000.000 m³/anno, capace di assicurare l'attività produttiva delle aziende pratesi e di risparmiare una pari quantità di acqua di falda.

Le caratteristiche dei reflui trattati

L'impianto di depurazione centralizzato di Baciacavallo si estende su un'area di circa 24 ettari. Nella parte nord dell'impianto, attraverso tre condotte fognarie, giungono le acque reflue prodotte dai cittadini e dalle industrie di Prato: un flusso di circa 1.500 litri al secondo complessivi 130.000 m³/giorno. I reflui provengono per il 20% da utenze civili, mentre la parte restante pari a circa 110.000 proviene da utenze industriali e sono fortemente caratterizzati dalla presenza di detergenti (anionici e non ionici), oleanti tessili (oli emulsionabili, utilizzati per lubrificare i macchinari e le fibre in lavorazione), coloranti (prevalentemente di natura organica), e da particelle solide sospese (soprattutto pelurie e piccoli frammenti di fibra di lana residui delle lavorazioni).

Descrizione degli impianti

L'impianto di trattamento delle acque reflue urbane di Baciacavallo

Nel Rapporto "Analisi di casi di studio diversificati di riutilizzo delle acque reflue" presente nel CD allegato, l'impianto di trattamento delle acque reflue urbane di Baciacavallo è dettagliatamente descritto. Si riassumono brevemente alcune principali caratteristiche.

I reflui in ingresso, dopo le fasi di pretrattamento nelle griglie e dissabbiatori, sono sottoposti a trattamento di flocculazione e sedimentazione. Sono poi convogliati in due vasche di equalizzazione oppure inviati direttamente al trattamento di ossidazione biologica a fanghi attivi, costituito da 4 vasche dove una serie di aeratori superficiali fornisce l'ossigeno necessario al trattamento aerobico, per permettere ai microrganismi di degradare le sostanze organiche presenti nei reflui. Le acque vengono poi trasferite in 4 vasche di sedimentazione dove i fanghi si separano dal liquame depurato e raccolti sul fondo vengono riciclati nelle vasche di ossidazione ed in parte inviati all'impianto di ispessimento per il successivo trattamento. In questa fase l'abbattimento delle sostanze inquinanti presenti diminuisce rispetto all'ingresso dell'impianto di circa l'80%. L'acqua viene poi sottoposta al trattamento terziario con il trasferimento in due bacini per essere sottoposta ad un trattamento di flocculazione ulteriore con l'aggiun-

ta di reagenti inorganici e polimeri organici. Questo permette di abbattere le particelle solide sfuggite al trattamento di ossidazione biologica. Infine le acque depurate vengono sottoposte ad un trattamento con ozono.

Con quest'ultimo trattamento si raggiunge una percentuale di abbattimento degli inquinanti del 92-95 % rispetto all'acqua in ingresso all'impianto.

L'acqua, giunta così al termine del processo di depurazione può essere in parte reimpressa nel sistema idrico superficiale, mentre una parte, circa 100 l/sec viene inviata all'impianto di ulteriore trattamento tramite biofiltrazione per il suo riutilizzo industriale

Gli Impianti di riciclo delle acque industriali.

Un problema importante relativo al riutilizzo delle acque a scopi industriali, è sempre stato quello di garantire acqua con caratteristiche chimico-fisiche compatibili con il riutilizzo nell'industria tessile. Ci sono infatti degli inquinanti residui che non vengono "tollerati" nel ciclo tessile, non permettendo il corretto svolgimento delle lavorazioni industriali.

La presenza di residui di colore nelle acque da riutilizzare crea problemi nella gestione dei bagni di tintura a causa di interazioni con i coloranti e gli ausiliari presenti nel bagno, dando luogo a colorazioni diverse da quelle richieste, specie quando si tratta di tonalità chiare. I solidi sospesi invece impediscono la distribuzione uniforme dei coloranti sulle fibre in particolare modo nella tintura di rocche e matasse.

Meno problematica è invece la gestione della salinità e dei cloruri, in quanto la prima è tollerata fino a valori di conducibilità di 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre i cloruri possono arrivare a concentrazioni di 300-400 mg/l. La durezza dell'acqua industriale varia fra i 20 ed i 35 °F, contro una durezza dell'acqua di falda di circa 40 – 45 °F (il valore ottimale sarebbe < 10°F, ma il valore dell'acqua di riciclo è comunque migliore di quello dell'acqua di falda). Infine, per quanto riguarda le sostanze riducenti, queste reagiscono con i coloranti rendendone più difficile il fissaggio sulle fibre e causando viraggi come diminuzione di intensità e cambio di tonalità. Il valore di potenziale redox ottimale è in questo caso > 150 mV. Sulla base di queste esperienze e ricerche nel corso degli anni si sono affinate le modalità operative dell'impianto di riciclo industriale del Conser srl che opera ormai da decenni e di quello di GIDA Spa, che dopo la sperimentazione tramite un impianto pilota è ad oggi pronto per iniziare a lavorare.

L'impianto CONSER s.r.l.

Ai reflui provenienti dall'impianto di depurazione di Baciacavallo (già trattati e conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 152/99), viene fornito, mediante l'ausilio di pompe, il carico idraulico necessario a far progredire il seguente processo per gravità.

I reflui da trattare sono addizionati con sostanze decoloranti (poliammina) e/o flocculanti quali polielettroliti e sono inviati ad una vasca di contatto munita di agitatori meccanici che aiutano la formazione dei fiocchi e li mantengono in sospensione. La vasca è dotata di setti che costituendo un percorso obbligato favoriscono l'omogeneizzazione.

A questo punto i reflui sono avviati ai filtri a sabbia/antracite, in cui vengono trattenute tutte le sostanze sospese coagulatesi in fiocchi a seguito dei trattamenti precedenti. In questi filtri, i coloranti e i corpi solidi in sospensione, aggregatesi per i trattamenti già subiti, sono più facilmente catturabili. Segue quindi una fase di ossigenazione spinta e filtrazione mediante filtri a carbone attivo. Il filtro a carbone agisce come un reattore biologico dove si combinano le funzioni di adsorbimento e di digestione biologica dell'adsorbito.

Tramite questa biofiltrazione sono trattiene parte dei microinquinanti organici sfuggiti ai filtri a sabbia. A questo punto l'acqua viene inviata allo stoccaggio finale previa disinfezione con acqua ossigenata (che impedisce la formazione di sottoprodotti organoalogenati) e ipoclorito di sodio.

Si arriva quindi allo stoccaggio costituito da due vasche in parallelo che consente di erogare una portata costante facendo fronte sia ai picchi di richiesta che ai periodi di bassissima richiesta. La potenzialità annua produttiva di acqua di riciclo è passata a 5.000.000 metri cubi grazie all'ultimo ampliamento dell'impianto conclusosi nel 2004 ed è sufficiente da sola a coprire le necessità dell'intera zona industriale del I Macrolotto.

Nel corso degli anni si è visto che sottoporre a vari cicli di recupero l'acqua comporta un aumento della salinità (quasi triplicata) che la rende incompatibile con l'impianto di depurazione. Si è pertanto deciso di integrare l'acqua reflua con l'acqua del Fiume Bisenzio e del sub-alveo, acqua non utilizzabile per fine potabili, che ha ottimizzato la resa dei filtri dell'impianto di riciclo.

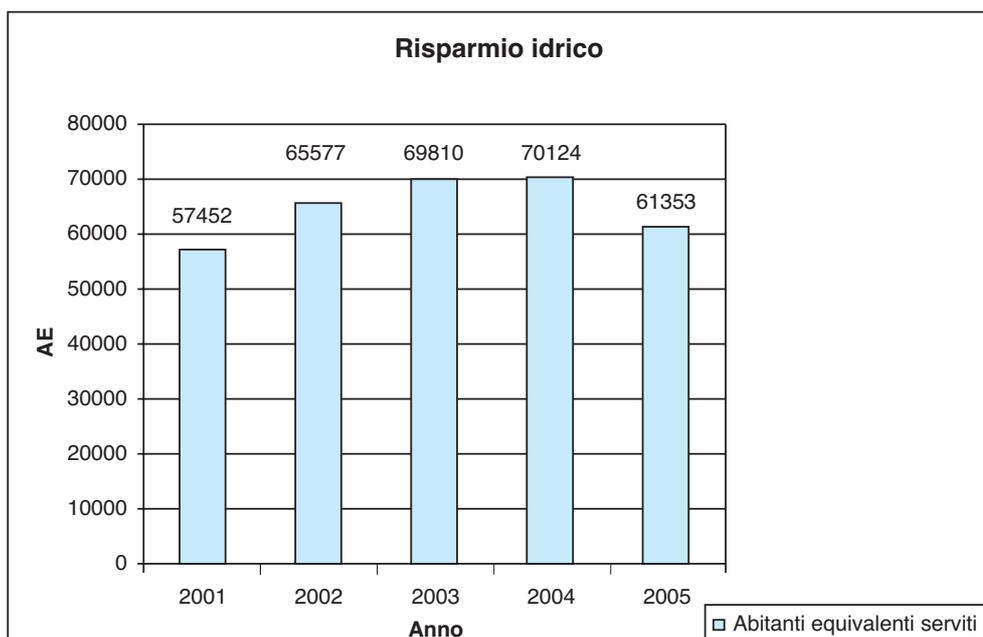
Una parte delle acque prelevate dal Fiume Bisenzio viene restituita al fiume dopo ozonizzazione.

Esistono due aree di stoccaggio delle acque prelevate dal fiume tenute collegate a due diversi reti di distribuzione di acqua di riciclo: una dedicata alla distribuzione del 1° Macrolotto (pertinenza di Coop. IDRA) e l'altra dedicata alla distribuzione delle reti industriali cittadine Prato 1 e Prato 2 (pertinenza GIDA).

Prima di essere inviata alle utenze l'acqua destinata al I Macro lotto, passa attraverso una stazione di pompaggio che consente di mantenere una pressione in rete di circa 4 bar. L'acqua di questo acquedotto serve infatti anche come antincendio.

Il risparmio idrico conseguente all'utilizzo di acque di riciclo, anziché acque primarie è di seguito rappresentato.

La quantità di acqua che viene annualmente risparmiata corrisponde ad un consumo medio di 65000 AE.



Il lavoro svolto dall'impianto di riciclo industriale, porta beneficio anche sul recettore dei reflui dell'impianto di depurazione di Baciacavallo, quantificabile in un alleggerimento del carico organico corrispondente a circa 5000 AE/giorno. La riduzione del carico organico nel recettore è comunque anche una diretta conseguenza di una migliore qualità dell'acqua scaricata dall'impianto di depurazione.

L'impianto di riciclo di acque reflue per acquedotti industriali – GIDA spa

All'esperienza già consolidata negli ultimi decenni da CONSER per il riciclo delle acque ai fini industriali, si aggiunge, da qualche anno la volontà di GIDA Spa, la società di Gestione Impianti Depurazione Acque, già gestore dei principali impianti di depurazione delle acque della città di Prato, di realizzare un proprio impianto per il recupero dei reflui nell'industria tessile.

La potenziale domanda dell'industria, il cui fabbisogno è stimato in circa 18 milioni di metri cubi all'anno, hanno fatto sì che GIDA, insieme agli organi istituzionali e ai soggetti interessati predisponesse un "Piano di produzione e distribuzione comprensoriale di acqua per usi produttivi". Il progetto prevede il post trattamento di un'aliquota di acqua depurata dell'impianto di depurazione di Baciacavallo e si pone il fine di garantire una risorsa idrica che, per qualità, quantità e costo rappresenti una soluzione efficiente per le esigenze del sistema produttivo pratese. I progetti si concentrano sulla riduzione dei costi di produzione dell'acqua di riciclo e sull'ampliamento della rete di distribuzione. A tal fine GIDA ha condotto una serie di prove specifiche su impianto pilota e su scala semindustriale, impiegando tecniche di affinamento dal costo contenuto. I risultati sono stati positivi sia dal punto di vista tecnico che economico. L'acqua prodotta sarà distribuita alle utenze allacciate alla rete cittadina e a quella del secondo Macrolotto industriale, che già ora ne consumano 1,5 milioni di metri cubi all'anno. L'obiettivo è di arrivare a produrne ed erogarne 6 milioni, che sommati ai 3 milioni di metri cubi riutilizzati nel primo Macrolotto copriranno il 50% del fabbisogno. Inoltre è prevista l'estensione della rete di distribuzione ai comuni limitrofi di Montemurlo e Campi Bisenzio, fino alla realizzazione di una rete comprensoriale che eroghi, con la massima efficienza, la risorsa disponibile di acqua recuperata. A fine 2006 erano in corso di appalto i lavori per la costruzione del primo modulo da 2 milioni di metri cubi all'anno dell'impianto di post trattamento di GIDA e del prolungamento della rete di distribuzione al comune di Montemurlo.

PARAMETRO	UNITA' MISURA	IMPIANTO PILOTA GIDA spa	ACQUEDOTTO INDUSTRIALE CONSER srl
PH		7,62	7,64
Conducibilità	$\mu\text{S/cm}$	1627	1182,2
Cloruri	mg/l	326	247,3
SST	mg/l	1,09	0,46
Torbidità	NTU	0,73	0,6
COD	mg/l	24,12	14,83
N totale	mg/l	7,21	6,18
Ortofosfati	mg/l	0,13	0,15
Tensioattivi totali	mg/l	0,5	0,71
Colore	abs	0,006	0,005
Potenziale redox	mV	124,85	227,31

Tabella 23: Confronto fra le qualità degli effluenti raffinati in uscita dai due impianti di trattamento delle acque reflue ai fini del riutilizzo industriale

Aspetti economici

Acquedotto industriale CONSER srl

L'esperienza pratese, ormai consolidata ci fornisce una serie di dati relativi ai costi sostenuti negli anni. I dati riportati sono riferiti al periodo 1991-2003.

I costi devono intendersi al netto dei costi di ammortamento in quanto gli industriali pratesi che hanno finanziato le spese, hanno deciso di finanziare i costi straordinari ogni qualvolta se ne presentasse la necessità, inoltre l'accordo fra la Lottizzazione ed il Comune, prevede che la stessa ceda al prezzo di costo l'acqua in esubero rispetto alle proprie esigenze e quindi senza l'aggravio delle spese di ammortamento.

anno	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
costo di produzione lire/mc	775	829	685	578	549	456	416	376	288	276	360	330	272
costo di spinta lire/mc	138	164	124	96	101	97	101	91	100	83	82	85	85
costo di produzione euro/mc	0.4003	0.4281	0.3538	0.2985	0.2835	0.2355	0.2148	0.1942	0.1487	0.1425	0.1859	0.1704	0.1405
costo di spinta euro/mc	0.0713	0.0847	0.0640	0.0496	0.0522	0.0501	0.0522	0.0470	0.0516	0.0429	0.0423	0.0439	0.0439

Come si può rilevare dai dati, i costi di produzione dell'acqua si sono progressivamente ridotti quasi di tre volte, Questo fatto è determinato da due fattori principali: l'incremento di acqua distribuita (più che triplicata) ed i continui investimenti per migliorare le performances dell'impianto che dal 2000 è totalmente automatizzato, I costi degli anni 2001-2002 hanno risentito anche dei costi di sostituzione dei carboni attivi, voce che scomparirà negli anni successivi. Il costo dell'acqua riciclata è ad oggi ridotto a tal punto da essere competitivo con quello dell'acqua di falda (costo stimato in circa 0,10 €/m³).

Impianto di riciclo acque GIDA Spa

La tabella seguente sintetizza i consumi specifici, la stima dei costi specifici di trattamento dell'acqua per l'impianto GIDA, ed il costo di produzione.

	Consumi per m ³ /acqua prodotta 2006	Costi specifici per m ³ /acqua prodotta (€/m ³) 2006
Energia elettrica	0,1892 kWh/ m ³	0,021
Coagulante	88,2 g/m ³	0,006
Flocculante	0,7 g/m ³	0,001
Ozono	18,0 g/m ³	0,040
Totale		0,068

3.2 Il riutilizzo industriale nel Bacino del Cecina

Un'altra esperienza che merita di essere citata, anche se di avvio recente, è quella relativa all'impianto, realizzato a Rosignano Solvay, accanto al depuratore comunale, con lo scopo di fornire 4 milioni di m³/anno di acqua industriale allo stabilimento Solvay di Rosignano.

L'impianto recupera e ricicla per usi industriali le acque provenienti dai depuratori dei comuni di Rosignano e Cecina; queste acque, fino alla realizzazione dell'impianto venivano trattate e scaricate in mare. L'impianto è stato realizzato dal Consorzio Aretusa, costituito nel febbraio 2001 da ASA Solvay e Termomeccanica, con un investimento pari a circa 9,5 Milioni di

Euro e permette di realizzare un virtuoso riutilizzo di acque usate, riuscendo così a ridurre in modo sostanziale i consumi di acqua pregiata di falda e contemporaneamente, come già detto, non scaricare più in mare i reflui dei due depuratori di Cecina e Rosignano. La quantità di acqua che verrà risparmiata è pari a 4 milioni di m³/anno in sostituzione di una pari quantità di acqua non più emunta dai pozzi Solvay e lasciata a disposizione per utilizzi idropotabili. La costruzione dell'impianto si inserisce nel piano di risanamento del Bacino del Cecina, bacino pilota ai sensi dell'applicazione della Direttiva 2000/60/CE ed oggetto di specifici accordi di programma siglati fra tutti gli attori locali oltre che Ministero dell'Ambiente, Regione Toscana, Solvay ed industrie ad elevato impatto inquinante ubicate nel bacino. Fra fra gli obiettivi da perseguire negli accordi vi è anche la riduzione dei prelievi idrici per cui sono previste misure di riequilibrio del bilancio idrico nel bacino del Cecina. Tali misure consistono in interventi atti a ridurre i fattori di pressione che determinano il depauperamento quantitativo della risorsa idrica con conseguenti squilibri di bilancio nel deflusso superficiale e nelle acque di sub-alveo e dell'acquifero costiero. Le cause dello squilibrio dello stato quantitativo della risorsa, sono imputabili ai prelievi di acque di falda per usi industriali, acquedottistici ed agricoli; in particolare i primi due, prelevando elevata quantità di acqua dal subalveo del fiume Cecina, contribuiscono in modo determinante a ridurre drasticamente il minimo deflusso.

Le azioni relative che si possono mettere in atto sono nella specificità del Cecina le seguenti:

- riduzione progressiva dei prelievi dall'acquifero di subalveo e costiero;
- redistribuzione dei prelievi di subalveo su una più ampia area per ridurre la concentrazione dei punti di prelievo e localmente il cono di depressione piezometrico;
- riduzione delle perdite nelle reti acquedottistiche;
- ricerca di fonti sostitutive mediante il riuso delle acque reflue e ricerca di fonti primarie in aree non compromesse;
- uso di acque superficiali prelevate nei periodi di piena e stoccate per impieghi stagionali.

Attualmente nel bacino del Cecina le azioni che si stanno attuando comprendono:

- il riutilizzo a fini industriali delle acque reflue dei depuratori di Cecina e di Rosignano Solvay ;
- strumentazione delle reti acquedottistiche di Cecina e di Volterra;
- redistribuzione dei punti di prelievo ad uso industriale nel subalveo del medio corso del Cecina.

L'impianto è simile a quello di Prato nel processo che prevede una filtrazione multistrato sia su sabbia/antracite che su filtri a carbone attivo. Sono previsti in aggiunta rispetto all'impianto di Prato, che ha la priorità di abbattere molecole di coloranti, stadi biologici di depurazione per l'abbattimento della sostanza organica. Anche l'affinamento finale è diverso, in questo caso viene utilizzata la disinfezione tramite lampade UV.

3.3 Impianto di depurazione delle acque reflue di Bibbona – Livorno - Progetto per il riutilizzo in agricoltura

Viene di seguito brevemente descritta una iniziativa progettuale di riutilizzo di acque reflue in una caratteristica area della costa toscana nel Comune di Bibbona e di Castagneto Carducci, dove si registra un sempre più crescente aumento della presenza turistica nei periodi estivi. In tali aree il progressivo ricorso agli emungimenti delle falde per usi civili e agricoli attraverso pozzi, ha provocato nel tempo costanti e progressive riduzioni nelle portate dei fiumi,

dei torrenti e di tutto un importante reticolo minore di corsi e fossi, producendo un forte deterioramento della qualità del territorio e dell'ambiente, acuendo sempre più il fenomeno dell'ingressione salina con conseguenti gravi ripercussioni per la sostenibilità delle stesse attività agricole.

Obiettivo quindi dell'iniziativa a cui partecipano l'ARPAT, l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agro-forestale della Regione Toscana (ARSIA), l'ATO n.5, l'ASA Livorno spa, oltre alla Provincia ed ai Comuni interessati, è quello di favorire il riutilizzo delle acque, in particolare quelle reflue del Comune di Bibbona, in quanto l'impianto di depurazione oltre a risultare baricentrico rispetto agli obiettivi cui il progetto intende riferirsi, offre la garanzia di un buon livello qualitativo delle acque destinate al riutilizzo in linea con i requisiti di cui all'ex D.M. 185/2003.

PARAMETRO	Unità di misura	Valore medio	Valore limite D.M. 185/2003
PH	-		6 – 9,5
Ss totali	mg /l	< 10	10
BOD ₅	mg O ₂ /l	0,04	20
COD	mgO ₂ /l	15,59	100
Fosforo Totale (Come P)	mg/l	0,06	2
Azoto ammoniacale (come NH ₄)	mg/l	1,87	2
Cromo totale	mg/l	0,01	0,1
Piombo	mg/l	0,04	0,1
Rame	mg/l	0,84	1
Cloruri	mg Cl/l	114	250

Tabella 24: Confronto fra i dati analitici misurati in uscita dal depuratore di Bibbona ed i limiti tabellari previsti dal D.M. 185/2003.

Gli obiettivi primari dell'iniziativa risultano essere:

- Migliorare il livello qualitativo delle acque marino-costiere, in particolare per gli aspetti legati alla balneazione.
- Ripristinare nuove aree umide e migliorare gli apporti di risorse idriche in quelle già esistenti (oasi di Bolgheri).
- Contenere i fenomeni di ingressione salina sia attraverso la riduzione degli emungimenti che attraverso l'aumento degli apporti in corrispondenza delle nuove aree umide ricostruite.
- Incrementare il riutilizzo delle acque per l'agricoltura con caratteristiche di salinità inferiori a quelle direttamente prelevate da falde.

3.4 Impianti di depurazione del Consorzio Industriale del Vastese (impianti di Vasto, Montedodorisio e Montenero di Bisaccia)

La Regione Abruzzo non ha mai approvato il Piano di Tutela delle Acque e pertanto manca lo strumento fondamentale di programmazione per una gestione della Risorsa idrica compatibile con gli usi della risorsa stessa.

Nella regione sono presenti generalmente impianti di depurazione di taglia medio-piccola e sono per la maggior parte gestiti dai gestori unici dei 6 ATO presenti sul territorio. Alcuni impianti di acque reflue urbane sono ancora gestiti direttamente dalle amministrazioni comu-

nali, mentre i consorzi industriali gestiscono i propri impianti, che talvolta trattano anche scarichi civili.

Come già detto nel paragrafo dedicato agli impianti di depurazione adatti al riutilizzo, per quanto riguarda il riutilizzo delle acque depurate, nel 2004 la Regione aveva predisposto una bozza di Delibera per l'individuazione di un primo elenco degli impianti di depurazione di acque reflue urbane destinate al riutilizzo, ai sensi dell'art. 5 del D.M.185/03, sulla base di una indagine affidata al Dipartimento di Chimica, Ingegneria Chimica e Materiali dell'Università degli Studi dell'Aquila.

Nella bozza erano stati individuati come “impianti immediatamente eleggibili” n. 18 impianti di depurazione con le seguenti caratteristiche:

- portata trattata significativa ai fini del recupero (impianti con potenzialità > 4.000 A.E.);
- necessità di effettuare solo interventi marginali per garantire che l'effluente rispetti i limiti previsti dal D.M. 185/2003;
- destinazioni d'uso dell'acqua recuperata già individuate e presenza di infrastrutture per la distribuzione;
- sostenibilità dei costi di collettamento alle reti di distribuzione, con relative stazioni di sollevamento, condotte adduttrici e vasche di accumulo.

Nella bozza di Delibera regionale era stato, inoltre, individuato un primo elenco delle reti di distribuzione esistenti, da impiegare per il riutilizzo delle acque reflue provenienti dagli impianti prescelti, oltre ad un primo elenco delle infrastrutture di connessione con le reti di distribuzione.

Inoltre era stato stabilito che gli scarichi degli impianti di trattamento di acque reflue urbane riportati nell'elenco dovessero conformarsi ai limiti fissati nel D.M. 185/2003, adottando le misure impiantistiche e di processo necessarie al conseguimento della conformità ai limiti delle acque reflue urbane recuperate entro 31/12/06; la conformità ai limiti avrebbe dovuto essere attestata con analisi mensili svolte per almeno sei mesi su tutti i parametri della predetta tabella. Gli oneri delle analisi sarebbero stati a carico della Regione.

Sempre nella stessa bozza era stato stabilito che le destinazioni d'uso ammissibili in fase di prima attuazione erano quelle irrigue, quelle industriali, per il lavaggio dei piazzali e degli automezzi, nonché per altri impieghi di cui era accertata la compatibilità, e quelle civili, limitatamente al lavaggio delle strade e degli automezzi dei servizi pubblici locali, nonché all'alimentazione di reti duali di adduzione per gli scarichi dei servizi igienici in edifici civili.

L'attesa Delibera regionale non è stata mai approvata e pertanto ad oggi non esistono disposizioni regionali sul riutilizzo delle acque reflue depurate.

Si illustrano, di seguito, i dati relativi a 3 impianti di depurazione, inclusi tra gli “impianti immediatamente eleggibili”, situati nella parte più meridionale dell'Abruzzo, dove la carenza di acqua è più marcata, e per i quali sono previsti più tipi di riutilizzo, a seconda delle possibilità offerte dal territorio. Essi fanno parte dell'A.T.O. n. 6 “Chietino” e sono tutti gestiti dalla società CON.I.V. Servizi ed Ecologia S.p.A. del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale del Vastese.

Sono situati rispettivamente nel Comune di Montediorisio (CH) – zona industriale di Gissi, nel Comune di Montenero di Bisaccia (CB) – località C.da Padula e nel Comune di Vasto (CH) – località Punta Penna.

Di essi, solo i primi due hanno progetti di riutilizzo antecedenti al D.M. 185/03.

Impianto di Vasto (Chieti) - Punta Penna

L'impianto è situato all'interno della zona industriale di Punta Penna nel Comune di Vasto (CH), a breve distanza dalla riserva naturale marina di Punta Aderci.

Al momento è in fase di realizzazione l'adeguamento dell'impianto al fine di consentire il riutilizzo industriale delle acque depurate, in alternativa all'acqua potabile, da parte dell'azienda FOX Petroli, che si trova all'interno del consorzio. L'acquedotto industriale è già esistente e la fornitura di acqua prevista è di 1300 m³/giorno.

L'impianto è situato nella vallata del Sinello, in una posizione adatta al riutilizzo in agricoltura delle acque depurate, che potrebbe facilmente essere effettuato una volta completato l'adeguamento programmato. Infatti, sarebbe sufficiente la realizzazione di una condotta di circa 1,2 km per il collegamento alle vasche di accumulo esistenti di proprietà del Consorzio di Bonifica del Trigno. Oggi gli impianti di irrigazione della zona impiegano acqua potabile.

La fornitura di acqua che l'impianto potrebbe garantire sarebbe sufficiente a soddisfare le necessità per l'irrigazione dell'intero bacino, eliminando le derivazioni dal fiume Sinello, che sfocia nella riserva naturale marina.

Le caratteristiche dei reflui trattati

L'impianto tratta i reflui delle aziende del consorzio industriale e la maggior parte degli scarichi allacciati alla fognatura del Comune di Vasto. I reflui in ingresso sono costituiti per il 30% da acque di scarico industriali e per il 70% da scarichi urbani.

ABITANTI EQUIVALENTI SERVITI	UNITÀ DI MISURA	DI PROGETTO	EFFETTIVI
PORTATA MEDIA	A.E. m ³ /giorno	32.500 -	40.000 8.000
TIPOLOGIA IMPIANTISTICA	FANGHI ATTIVI COMBINATO		
TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO	GRIGLIATURA		
	DISSABBIATURA		
	PARZIALE DISOLEATURA		
	SEDIMENTAZIONE PRIMARIA (con sedimentatore a pacchi lamellari)		
	DENTRIFICAZIONE		
	OSSIDAZIONE A FANGHI ATTIVI		
	SEDIMENTAZIONE FINALE		
	DISINFEZIONE con ipoclorito di sodio		

Tabella 25: Descrizione dell'impianto di Punta Penna -Vasto (Chieti)

Per quanto riguarda la fase di disinfezione, è stato studiato il possibile impiego di UV, ma i risultati ne hanno sconsigliato l'utilizzo. Nel periodo estivo talvolta si rende necessario l'utilizzo di policloruro di alluminio, che viene aggiunto prima della sedimentazione primaria, e di carboni attivi aerati, che vengono impiegati nella fase di ossidazione. Nell'impianto esistono sistemi di controllo in continuo dei parametri di processo ritenuti più significativi ai fini della gestione dei processi: ossigeno disciolto e portata in ingresso. È in corso di installazione un sistema di monitoraggio in continuo del cloro attivo nell'effluente. Ai fini del riutilizzo, è stata programmata l'installazione di un impianto di filtrazione a sabbia, composto da n. 2 filtri, necessario ad abbattere la concentrazione dei solidi sospesi totali, che talvolta supera il limite di 10 mg/L, arrivando fino a valori di circa 15 mg/L. Per quanto riguarda gli altri parametri, le acque

depurate risultano già conformi ai limiti previsti per il riutilizzo. Nell'impianto esiste un digestore che sarà utilizzato per la stabilizzazione dei fanghi, anche se risulta surdimensionato per le quantità prodotte dall'impianto. Infatti esso era stato realizzato per il trattamento delle acque di vegetazione dei frantoi, per le quali la normativa ha poi permesso una forma di smaltimento meno onerosa e pertanto, il digestore è rimasto inutilizzato. Al momento i fanghi vengono conferiti ad un impianto di compostaggio locale.

Impianto di Monteodorisio (Ch) – zona industriale di Gissi

L'impianto è localizzato immediatamente a valle dell'agglomerato industriale Valle Sinello. Il riutilizzo dell'acqua depurata potrebbe limitare le derivazioni dal fiume Sinello, le cui acque vengono già captate per la produzione di acqua potabile a monte della zona industriale, per garantire il fabbisogno idrico delle aziende presenti. Anche a causa dei prelievi di acqua, spesso nel periodo estivo il fiume risulta avere portata nulla.

Le caratteristiche dei reflui trattati

L'impianto è posto a servizio del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale.

Attualmente l'impianto ha una potenziale utenza civile, ma è a totale servizio della zona industriale.

Sarebbe auspicabile l'allaccio delle fognature del Comune di Gissi (che conta circa 5000 abitanti), che attualmente utilizza, con frequenti malfunzionamenti, tre piccoli depuratori, e che scarica nel Sinello immediatamente a monte dell'impianto. Per consentire il trattamento presso l'impianto anche di questi reflui civili sarebbe sufficiente aggiungere un sedimentatore.

L'impianto ha due stadi di ossidazione biologica, al fine di poter utilizzare i fanghi attivi anche in presenza di reflui tossici per gli organismi presenti. È in corso la realizzazione di un nuovo sedimentatore secondario e la sostituzione del sistema di aerazione con ossigeno.

Nell'impianto esistono sistemi di controllo in continuo dei parametri di processo ritenuti più significativi ai fini della gestione dei processi quali l'ossigeno disciolto. È in corso di installazione un sistema di monitoraggio in continuo del cloro attivo nell'effluente.

L'impianto non è presidiato in quanto viene utilizzato il telecontrollo del processo.

ABITANTI EQUIVALENTI SERVITI	UNITÀ' DI MISURA	DI PROGETTO	EFFETTIVI
	A.E.	23.300	22.000
PORTATA MEDIA	m ³ /h	-	1000
TIPOLOGIA IMPIANTISTICA	FANGHI ATTIVI COMBINATO		
TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO	GRIGLIATURA		
	ROTOSTACCIATURA		
	DISSABBIATURA		
	OSSIDAZIONE A FANGHI ATTIVI PRIMARIA		
	SEDIMENTAZIONE PRIMARIA		
	OSSIDAZIONE A FANGHI ATTIVI SECONDARIA		
	SEDIMENTAZIONE SECONDARIA		
	DISINFEZIONE con ipoclorito di sodio		
	CHIARIFLOCCULAZIONE con policloruro di alluminio, polielettroliti e calce		
	IMPIANTO TERZIARIO (filtrazione, accumulo, pompaggio in vasche di accumulo di testata)		

Tabella 26: Descrizione dell'impianto di Monteodorisio (Chieti)

Per il riutilizzo è prevista l'attivazione dell'impianto di filtrazione a sabbia (quarzite e antracite) già installato, necessario ad abbattere la concentrazione di solidi sospesi totali, che talvolta supera il limite di 10 mg/L fino ad un valore misurato di circa 25 mg/L; gli altri parametri sono già conformi ai limiti previsti per il riutilizzo, anche se talvolta il valore di COD si avvicina al limite previsto (valore misurato circa 80 mg O₂/L).

Impianto di Montenero di Bisaccia (CB) –C.da Padula

L'impianto e lo scarico delle acque reflue sono ubicati nella porzione molisana della sponda sinistra del fiume Trigno, ma le acque trattate provengono per la maggior parte da comuni abruzzesi e il riutilizzo delle acque è previsto in Abruzzo.

Il riutilizzo irriguo delle acque depurate è fortemente richiesto per la carenza di risorse idriche sul territorio. Da tempo è stata avanzata richiesta da parte di una cooperativa di produttori ortofrutticoli di riutilizzare tutta l'acqua in uscita per canalizzarla nella rete irrigua estesa per l'intero comprensorio della valle del Trigno poiché ogni estate si verificano periodi di siccità. Gli eventi metereologici da diversi anni si caratterizzano con sempre più scarse precipitazioni, causando un progressivo impoverimento delle risorse idriche complessive anche solo per la copertura del fabbisogno per usi civili. Ciò sta causando seri problemi per la sopravvivenza delle imprese agricole che operano nella zona, che costituiscono una delle prime realtà produttive del comprensorio della valle del Trigno e che ha un potenziale di crescita notevole (marchi DOP, DOC, IGT e agricoltura biologica). La penuria di acqua si verifica soprattutto in primavera ed estate.

Le caratteristiche dei reflui trattati

L'impianto tratta reflui urbani e scarichi industriali. Ad esso sono allacciate le fognature di Vasto Marina, S.Salvo, S.Salvo Marina e Montenero di Bisaccia Marina e quelle della zona industriale di S.Salvo.

In inverno il 90% dei reflui trattati è di tipo industriale, mentre in estate il rapporto si inverte per la presenza di circa 150.000 presenze turistiche.

L'impianto tratta anche il percolato di discariche urbane, per un volume complessivo di 198.000 m³/anno di rifiuti liquidi.

ABITANTI EQUIVALENTI SERVITI	UNITÀ' DI MISURA	DI PROGETTO	EFFETTIVI
PORTATA MEDIA	A.E.	100.000	150.000
PORTATA MASSIMA	m ³ /h	-	24.000
	m ³ /h	-	36.000
TIPOLOGIA IMPIANTISTICA	FANGHI ATTIVI		
TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO	GRIGLIATURA MEDIO - GROSSOLANA		
	DISSABBIATURA		
	DENITRIFICAZIONE		
	OSSIDAZIONE A FANGHI ATTIVI		
	SEDIMENTAZIONE FINALE		
	DISINFEZIONE con ipoclorito di sodio		

Tabella 27: Descrizione dell'impianto di Montenero di Bisaccia

Per la disinfezione è previsto l'impiego di ozono entro il 2006.

Il percolato di discarica in ingresso subisce un trattamento chimico-fisico, da cui si ottiene un surnatante liquido che entra nella linea di depurazione nella fase di denitrificazione, mentre i fanghi vengono inviati direttamente alla digestione anaerobica.

Viene usato carbone attivo per decolorare i reflui nella vasca di ossidazione, che altrimenti risultano avere una leggera colorazione, a causa della presenza di tannini nel percolato di discarica.

Nell'impianto esistono sistemi di controllo in continuo dei parametri di processo ritenuti più significativi ai fini della gestione dei processi: pH e portata in ingresso, ossigeno disciolto e potenziale redox nella vasca di ossidazione. È in corso di installazione un sistema di monitoraggio in continuo del cloro attivo nell'effluente. Viene utilizzato un sistema di telecontrollo del processo.

È in corso di realizzazione un ampliamento dell'impianto, per arrivare ad una potenzialità di 200.000 AE, con la realizzazione di un sedimentatore a pacchi lamellari.

È altresì in fase di realizzazione l'impianto per il trattamento terziario, che prevede:

- accumulo e polmonazione in una vasca di accumulo già presente, con volume di 4.400 m³, necessaria a causa delle notevoli variazioni di portata nel corso delle 24 ore (nelle ore notturne la portata in arrivo è quasi nulla);
- microstaccatura e filtrazione idrodinamica su quarzite a granulometria differenziata;
- trattamento di osmosi inversa e pompaggio.

L'utilizzo dell'impianto di osmosi inversa richiederà il potenziamento del sistema biologico al fine di abbattere in modo pressoché totale il COD e i solidi sedimentabili. Pertanto è previsto un aumento del volume di ossidazione – nitrificazione mediante sopraelevazione del bacino esistente, realizzazione di un bacino plurivasca per la denitrificazione della torbida ossidata e realizzazione di un nuovo bacino di sedimentazione finale a potenziamento delle 2 unità esistenti a flusso radiale, allo scopo di raggiungere un contenuto di solidi sospesi nell'effluente non superiore a 3-5 mg/L.

I fanghi, dopo la digestione anaerobica, sono destinati al riutilizzo in agricoltura in aziende della regione Molise.

3.5 Impianti nel Lazio con progetti di riutilizzo delle acque depurate

3.5.1 Impianto Marco Simone – Guidonia

Fra i primi impianti di depurazione urbani del Lazio a prendere in considerazione la possibilità del riutilizzo delle acque reflue trattate, ancor prima dell'entrata in vigore del D.M. 185/03, vi è l'impianto di trattamento dei reflui urbani sito nel comune di Guidonia, in località Marco Simone. Scopo principale degli interventi di adeguamento del depuratore, inizialmente dimensionato per 15.000 abitanti, era quello di renderlo flessibile fino a 45.000 abitanti e di abbattere considerevolmente il carico di inquinanti gravitanti sul fiume Aniene.

Successivamente si è ipotizzato di riutilizzare le acque scaricate a scopi ricreativi per l'irrigazione del campo da golf "Marco Simone", che richiedendo notevoli quantità di acqua potrebbe creare problemi alla falda acquifera. Attualmente il campo da golf utilizza per l'innaffiamento ed il mantenimento in condizioni ottimali del manto erboso le acque dell'adiacente fosso. Il campo da golf si trova nella tenuta del castello di Marco Simone che si estende per oltre 100 ettari di terreno.

Descrizione dell'impianto

L'impianto è costituito da un ciclo biologico ed un ciclo terziario ed ha un bacino di utenza di 15.000 abitanti. Lo scarico dell'impianto avviene nel fosso Marco Simone.

Il tipo di trattamento adottato risponde al problema di realizzare un'opera tale da assicurare un grado di disinquinamento molto spinto. È stato adottato un processo ad aerazione estesa che presenta i seguenti vantaggi:

- assicura un elevatissimo rendimento in termini di abbattimento di BOD, nel caso dell'impianto in considerazione occorre un rendimento maggiore al 92% (valore non ottenibile con un fango attivo normale);
- assicura una elevata resistenza ai sovraccarichi che dovessero presentarsi;
- consente di eliminare la fase di digestione fanghi poiché quelli di supero da detto processo si devono considerare stabili;
- i lunghi tempi di ritenzione favoriscono il processo di nitrificazione, reso necessario dalla quantità di azoto ammoniacale entrante all'impianto
- al fine di raggiungere notevoli abbattimenti dell'azoto si è prevista una fase di denitrificazione posta a monte della fase di nitrificazione.

Di seguito sono elencate le fasi presenti nel processo di depurazione:

- sollevamento liquami
- grigliatura fine
- dissabbiatura
- trattamento biologico
- sedimentazione secondaria
- filtrazione su teli (trattamento terziario aggiuntivo)
- disinfezione UV (trattamento terziario aggiuntivo)
- ispessimento e disidratazione fanghi

3.5.2 Impianto di depurazione Fosso della Crocetta – Comune di Pomezia

La Regione Lazio ha provveduto a introdurre nell'Accordo di Programma Quadro (APQ8) "Tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche" gli interventi di adeguamento del depuratore di Pomezia per un importo di 1,2 M€, al fine di riutilizzare le acque reflue depurate a servizio del Consorzio di bonifica.

Gli interventi sull'impianto di depurazione "Fosso della Crocetta", attualmente in corso, sono finalizzati ad adeguare le due linee esistenti, ciascuna dimensionata per 30 000 A.E., alle tabelle 1 e 3 dell'all.5 del D.Lgs. 152/06, e alla realizzazione di una nuova linea di depurazione con trattamento terziario, anch'essa per 30.000 A.E., con dei limiti in uscita tali da consentire il riutilizzo delle acque in agricoltura (D.M. 185/2003). Di seguito si descrive la linea che consentirà il riutilizzo delle acque reflue trattate in agricoltura.

Descrizione dell'impianto

Il processo depurativo si comporrà dei seguenti trattamenti:

LINEA ACQUE

- Grigliatura;
- Sollevamento iniziale;
- Rotostacciatura;

-
- Dissabbiatura tipo “Pista”;
 - Processo a fanghi attivi con rimozione biologica dell’azoto;
 - Defosfatazione a precipitazione simultanea;
 - Sedimentazione secondaria;
 - Filtrazione su teli;
 - Disinfezione con radiazione UV.

LINEA FANGHI

- Ispessimento dinamico su piastra;
- Digestione aerobica;
- Disidratazione mediante filtropressa.

4. RECUPERO DI MATERIA ED ENERGIA DAI FANGHI PRODOTTI DAGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE URBANE

(Il “Rapporto sulle attività di recupero di materia ed energia dai fanghi prodotti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane” con gli otto allegati, redatti da ARPA Veneto è disponibile nel CD allegato.

Riferimento: Marco Ostich e-mail: mostoich@arpaveneto.it)

La linea di attività del Tavolo Tecnico dedicata ad effettuare prime valutazioni in merito ad interventi che consentano di recuperare materia ed energia dai fanghi di depurazione ha seguito un percorso costituito dai seguenti punti principali:

1. ricostruzione del quadro normativo di riferimento in particolare per l'utilizzo dei fanghi in agricoltura;
2. raccolta ed elaborazione delle informazioni reperite dalle ARPA/APPA partecipanti al Tavolo su quantità prodotta, trattamento/utilizzazione, smaltimento dei fanghi prodotti da impianti di depurazione delle acque reflue urbane;
3. esame di applicazioni di recupero di materia o energia dai fanghi.

Di seguito si sintetizzano le informazioni elaborate relative ai punti 1 e 2.

4.1 Il quadro normativo

I fanghi sono definiti come i residui derivanti dai processi di depurazione:

1. delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti civili come definiti dalla lettera b), art. 1-quater, L. 8/10/1976, n. 690;
2. delle acque reflue provenienti da insediamenti civili e produttivi: tali fanghi devono possedere caratteristiche sostanzialmente non diverse da quelle possedute dai fanghi di cui al punto 1.;
3. delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti produttivi, come definiti dalla L. n. 319/1976 e successive modificazioni ed integrazioni; tali fanghi devono essere assimilabili per qualità a quelli di cui al punto 1. sulla base delle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche.

La destinazione dei fanghi di depurazione è ancora prevalentemente lo smaltimento in discarica di rifiuti speciali e, solo in misura molto minore, il recupero mediante utilizzo in agricoltura, compostaggio o digestione anaerobica e il recupero energetico.

Il D.Lgs. n. 36/2003 pone dei precisi limiti riguardo all'ammissibilità in discarica dei rifiuti non pericolosi, in particolare per i rifiuti con un elevato contenuto di sostanza organica, di cui i fanghi costituiscono una frazione di tutto rispetto, in particolare quelli civili o prodotti da industrie agroalimentari; si pone quindi la necessità di individuare valide alternative alla discarica per la gestione dei fanghi di depurazione.

Utilizzazione in agricoltura: quadro normativo nazionale

Il riferimento normativo nazionale ad oggi vigente sull'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è il D.Lgs. 27/01/1992 n. 99 di attuazione della Direttiva n. 86/278/CEE. Tale decreto ha lo scopo di disciplinare l'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura in modo da evitare effetti nocivi sul suolo, sulla vegetazione, sugli animali e sull'uomo, incoraggiandone nel contempo la corretta utilizzazione. L'art. 3 del D. Lgs. n. 99/1992 ammette l'utilizzazione in agricoltura dei fanghi solo se concorrono le seguenti tre condizioni:

- sono stati sottoposti a trattamento;

-
- sono idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno;
 - non contengono sostanze tossiche e nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l'uomo e per l'ambiente in generale.

L'utilizzazione dei fanghi è consentita qualora la concentrazione di uno o più metalli pesanti nel suolo non superi i valori limite fissati nell'allegato I A. Possono essere utilizzati i fanghi che al momento del loro impiego in agricoltura, non superino i valori limite per le concentrazioni di metalli pesanti e di altri parametri stabiliti nell'allegato I B. I fanghi possono essere applicati nei terreni in dosi non superiori a 15 t/ha di sostanza secca nel triennio, purchè i suoli presentino le seguenti caratteristiche:

- capacità di scambio cationico superiore a 15 meg/100 gr;
- pH compreso tra 6 e 7,5.

In caso di utilizzazione di fanghi su terreni il cui pH sia inferiore a 6 e la cui capacità di scambio cationico sia inferiore a 15, per tener conto dell'aumentata mobilità dei metalli pesanti e del loro maggior assorbimento da parte delle colture sono diminuiti i quantitativi di fango utilizzato del 50%. Nel caso in cui il pH del terreno sia superiore a 7,5 si possono aumentare i quantitativi di fango utilizzato del 50%. I fanghi provenienti dall'industria agroalimentare possono essere impiegati in quantità massima fino a tre volte le quantità indicate in precedenza. In tal caso i limiti di metalli pesanti non possono superare valori pari ad un quinto di quelli di cui all'allegato I B.

I fanghi possono essere utilizzati quali componenti dei substrati artificiali di colture floricole su bancali, nel rispetto della presente norma; in particolare:

- i fanghi utilizzati devono essere disidratati ed il loro contenuto di umidità non deve superare il limite di 80% espresso su tal quale;
- i fanghi devono avere una composizione analitica che rientri nei limiti dell'allegato I B;
- il substrato artificiale deve contenere un quantitativo di fango non superiore al 20% del totale.

Le regioni ai sensi dell'art. 6 del citato decreto possono altresì:

- rilasciare le autorizzazioni per le attività di raccolta, trasporto, condizionamento ed utilizzazione dei fanghi in agricoltura, conformemente a quanto stabilito dalla normativa vigente;
- stabilire le distanze di rispetto per l'applicazione dei fanghi dai centri abitati, dagli insediamenti sparsi, dalle strade, dai pozzi di captazione delle acque potabili, dai corsi d'acqua superficiali, tenendo conto della zona, delle caratteristiche fisiche del fango e della qualità del terreno sulla quale viene applicato;
- stabilire ulteriori limiti e condizioni di utilizzazione in agricoltura per diversi tipi di fanghi;
- redigere piani di utilizzazione agricola dei fanghi tenendo conto delle caratteristiche qualitative quantitative degli stessi;
- redigere ogni anno una relazione riassuntiva sui quantitativi di fanghi prodotti in relazione alle diverse tipologie, sulle caratteristiche analitiche degli stessi, sulla quota fornita per usi agricoli.

L'autorizzazione all'utilizzo dei fanghi in agricoltura viene rilasciata dalla Regione. Ai fini di ottenere l'autorizzazione il richiedente deve indicare:

- la tipologia dei fanghi da utilizzare;
- le colture destinate all'impiego dei fanghi;

-
- le caratteristiche dell'impianto di stoccaggio;
 - le caratteristiche dei mezzi impiegati per la distribuzione dei fanghi.

L'autorizzazione ha una durata massima di cinque anni.

Negli allegati del D.Lgs. n. 99/1992, oltre ai limiti imposti per i metalli ci sono un registro dei terreni, dove vengono riportati tutti i dati relativi all'utilizzatore del fango e una scheda di accompagnamento che il produttore dei fanghi deve presentare nel momento in cui gli viene acquistato il fango.

A livello comunitario la Direttiva n. 86/278/CEE è in corso di revisione.

Quadro normativo regionale

In alcune regioni, oltre alla normativa nazionale, è stata emanata una normativa specifica. In tabella 28 viene riportato il quadro normativo delle regioni corrispondenti alle ARPA/APPA partecipanti al Tavolo Tecnico Interagenziale, riguardo allo smaltimento e recupero di fanghi, inoltre vengono inserite in colonna 3 le linee guida che ciascuna regione ha adottato per l'utilizzo e lo smaltimento dei fanghi (relative a standard e caratteristiche che devono possedere in base all'utilizzo che se ne vuole fare, metodi di campionamento diversi...).

Nell'ambito della conferenza interregionale le regioni hanno ritenuto opportuno dotarsi di indirizzi comuni per la stesura del Programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili in discarica, al fine di utilizzare procedure e modalità omogenee e confrontabili. In tal senso sono state predisposte delle linee guida denominate: "Documento interregionale per la predisposizione del programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili in discarica ai sensi dell'art. 5 del D.Lgs. n. 36/2003 approvate dalla Conferenza dei Presidenti in data 4/03/2004.

La Regione Veneto ha integrato la suddetta norma con la DGRV n. 3247 del 6/06/1995 modificata con DGRV 2241 del 9/08/2005; ha inoltre normato gli aspetti connessi con la gestione dei rifiuti (fino al momento del recupero i fanghi sono a tutti gli effetti rifiuti) con la LR 21/01/2000 n. 3, mentre con LR n. 15/1995 aveva delegato alle Province la competenza per il rilascio delle autorizzazioni all'impiego dei fanghi di depurazione in agricoltura. Con DGRV n. 568/2005 la regione Veneto ha inoltre approvato le "Norme tecniche ed indirizzi operativi per la realizzazione e la conduzione degli impianti di recupero e di trattamento delle frazioni organiche dei rifiuti urbani ed altre matrici organiche mediante compostaggio, biostabilizzazione e digestione anaerobica" che contiene le modalità per il recupero di fanghi di depurazione mediante compostaggio o digestione anaerobica.

Dall'indagine svolta sulle normative regionali, inoltre, emerge che:

- in Valle d'Aosta l'utilizzo in agricoltura di fanghi da impianti di depurazione è vietato; il Piano regionale di gestione dei rifiuti prevede la realizzazione di un impianto di compostaggio di tali fanghi (anche in considerazione del fatto che le caratteristiche dei fanghi sono buone non avendo realtà industriali importanti che scaricano in pubblica fognatura) ai fini del riutilizzo successivo per recuperi ambientali, manutenzione di piste forestali e piste da sci.
- Lombardia e Emilia-Romagna stanno elaborando le linee guida sui fanghi (l'Emilia Romagna ha approvato tali linee guida con Delibera di Giunta nel dicembre 2004).
- il Piemonte ha delegato alle province la potestà autorizzativa, presentando per molti versi una normativa analoga a quella attualmente vigente presso la regione del Veneto.

Regioni	Normative Regionali	Linee guida specifiche per ridurre le sostanze biodegradabili allo scarico
Abruzzo	Non c'è una normativa regionale specifica.	Seguono la linea guida imposta dal D.Lgs. n. 99/1992.
Basilicata	LR 2/03/1994 n. 12. <i>Norme per la utilizzazione in agricoltura dei fanghi di depurazione provenienti da insediamenti civili e produttivi.</i>	Delibera n. 1904 del 06/08/2004: "Adeguamento del piano regionale di gestione dei rifiuti, in conformità con il D.Lgs. n. 36/2003 art. 5". Programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica.
Prov. Bolzano	Non c'è una normativa provinciale specifica.	Delibera n. 6801 dell'8 ottobre 1993: "Piano gestione rifiuti 2000", dove si definiscono linee guida sulla gestione dei rifiuti.
Campania	Non c'è una normativa regionale specifica.	
Emilia Romagna		DGR 30/12/04 04 002773: "Primi indirizzi alle province per la gestione e l'autorizzazione all'uso dei fanghi di depurazione in agricoltura". Delibera n. 1801 del 7/11/2005: "Integrazione delle disposizioni in materia di gestione dei fanghi di depurazione in agricoltura". Delibera n. 11047 del 29/07/2005: "Orientamenti applicativi della fase transitoria e quesiti interpretativi in materia di utilizzo in agricoltura dei fanghi di depurazione ai sensi della Delibera n. 2773 del 30/12/2004, modificata in seguito dalla Delibera n. 285 del 14/02/2005". Negli allegati contenuti nelle Delibere citate a fianco sono riportate le metodologie che vengono seguite dalla regione Emilia Romagna in materia di utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura.
F.V.G.	Non c'è una normativa regionale specifica.	
Lazio	Non c'è una normativa regionale specifica.	
Liguria	Non c'è una normativa regionale specifica.	Dispone di un programma per la riduzione e il conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica: DGR 2/08/2004 n. 856 BURL 18/08/2004 n. 33: <i>Programma regionale per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica. Sezione aggiuntiva al Piano regionale di gestione dei rifiuti approvato con D.C.R. 29.02.2000 n. 17.</i>
Lombardia	Legge Regionale n. 26/2003. <i>Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, dell'utilizzo del sottosuolo e delle risorse idriche.</i>	DGR 16/04/2003 n. 7/12764, DGR 9/05/2003 n. 12920, DGR 30/12/2003 n. 15994, DGR 31/03/2004 n.16983, DGR 17/05/2004 n. 17519.
Marche		Delibera n. 2557/93, sul riuso dei fanghi di depurazione.
Molise	Non c'è una normativa regionale specifica.	
Puglia	La regione Puglia ha regolamentato le modalità di recupero dei fanghi di depurazione mediante utilizzo su suolo agricolo o compostaggio attraverso la LR n. 29 del 1995.	Decreto Commissario Delegato Emergenza Ambientale del 26/03/2004 n. 56: "Piano di riduzione del conferimento in discarica dei rifiuti urbani biodegradabili in Puglia"
Sicilia		Decreto Assessoriale n. 771 del 12/07/2004: "Documentazione da allegare all'istanza di richiesta di utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura". Circolare n. 38508 del 26/05/1993: "Prime direttive per il rilascio delle autorizzazioni per l'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.
Toscana	Non c'è una normativa regionale specifica.	È stato approvato un Programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili in discarica.
Umbria	LR 31/07/2002, n. 14: "Norme per la gestione integrata dei rifiuti e per l'approvazione del Piano regionale".	DGR 6/09/2006 n. 1492 Bollettino Ufficiale della Regione Umbria n.43 del 13/09/2006 <i>Norme per l' utilizzazione agronomica dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione di cui al D.Lgs. n. 99/1992.</i>
Veneto	LR n. 3/2000 sui rifiuti	Decreto n. 3247 del 06/06/1995: "Norme tecniche in materia di utilizzo in agricoltura di fanghi di depurazione e di altri fanghi e residui non tossico e nocivi di cui sia comprovata l'utilità ai fini agronomici" ha integrato la norma nazionale identificando ulteriori criteri di valutazione e limiti anche per altri metalli (arsenico e cromo). È stato approvato il Piano Regionale sulla gestione dei rifiuti urbani dalla delibera n. 59 del 22/11/2004. DGRV 9/08/2005 n. 2241 DGRV n. 568/2005 DGRV n. 1497/2006
Prov. Trento	Non c'è una normativa provinciale specifica.	

Tabella 28. Normativa sullo smaltimento e recupero fanghi adottata da ogni singola regione.
(Fonte: relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico, 2006)

Modalità dei controlli previsti in Veneto relativamente al riutilizzo dei fanghi in agricoltura

Il quadro normativo sul controllo delle attività di utilizzo di fanghi di depurazione sul suolo agricolo è fissato dal D.Lgs. n. 99/1992. In relazione ai requisiti posti da tale decreto, per determinare le modalità e le frequenze dei controlli sono state prese in considerazione:

- la classe di potenzialità degli impianti civili che producono i fanghi utilizzati in agricoltura (art. 11 del D.Lgs. n. 99/1992);
- le quantità di fanghi di cui è autorizzato l'utilizzo in funzione della superficie disponibile per la distribuzione;
- relativamente ai terreni le disposizioni di cui all'art. 3 punto d) di cui all'allegato A della DGRV n. 2241/2005 riguardo alle attività di validazione del piano di campionamento da parte di ARPAV.

In riferimento al primo aspetto è fatto obbligo al produttore dei fanghi destinati all'utilizzo in agricoltura di analizzare il fango almeno:

- ogni 3 mesi per gli impianti con potenzialità > 100.000 AE;
- ogni 6 mesi per gli impianti con potenzialità compresa tra 5.000 e 100.000 AE;
- ogni 12 mesi per gli impianti con potenzialità < 5.000 AE.

Nessuna indicazione viene data riguardo alla frequenza dei controlli da parte dell'ente autorizzante. Riguardo al secondo punto le autorizzazioni in essere in regione Veneto possono essere suddivise in 3 categorie in funzione del potenziale impatto sul suolo:

- quantità di fanghi autorizzate > 500 t/anno;
- quantità di fanghi autorizzate comprese tra 100 e 500 t/anno;
- quantità di fanghi autorizzate < 100 t/anno.

Anche in questo caso non è prevista una frequenza nei controlli da parte dell'ente autorizzante, ma devono essere rispettate le prescrizioni autorizzative, tenendo in considerazione anche uno standard di controllo basato su considerazioni derivate dall'esperienza tecnica acquisita dal gruppo di lavoro.

Per quanto riguarda l'analisi dei terreni la DGRV n. 2241/2005 prevede che l'analisi dei terreni interessati alla distribuzione dei fanghi di depurazione sia effettuata ogni 3 anni da parte della ditta autorizzata con la validazione del piano di campionamento e supervisione delle operazioni di campionamento ed analisi da parte di ARPAV. Nell'Allegato 2 al "Rapporto sulle attività di recupero di materia ed energia dai fanghi prodotti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane" presente nel CD allegato, viene riportata l'intera linea guida che si cerca di seguire in Veneto per quanto riguarda il riutilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura. Nell'Allegato 5 si riporta il protocollo di controllo dei depuratori pubblici, comprendente anche la parte relativa ai fanghi, sviluppato da ARPA Veneto in supporto alle proprie attività istituzionali di controllo.

4.2 La produzione, lo smaltimento ed il destino dei fanghi

Per la raccolta di informazioni sulla produzione dei fanghi di depurazione ed il riutilizzo eventuale degli stessi in attività agricole o per il recupero di energia è stata messa a punto una specifica scheda (riportata nell'Allegato 1 al "Rapporto sulle attività di recupero di materia ed energia dai fanghi prodotti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane" riportato nel CD allegato) distribuita a tutte le ARPA e APPA partecipanti al Tavolo Tecnico che, relativamente agli anni 2003 - 2005, ha previsto la compilazione di sei punti:

-
1. il primo punto relativo alla normativa adottata dalle singole regioni, per quanto riguarda lo smaltimento di fanghi e il loro riutilizzo in agricoltura o compostaggio;
 2. il secondo punto al programma eventualmente approvato dalla regione per la riduzione del conferimento in discarica di rifiuti biodegradabili;
 3. nel terzo punto viene richiesta la compilazione di una tabella con i valori dei quantitativi di fango prodotti suddivisi per codici CER da reperire sui MUD;
 4. nel quarto punto viene richiesta la compilazione di una tabella con l'intento di delineare le quantità di fanghi prodotti destinate ai vari utilizzi;
 5. nel quinto punto si chiede l'individuazione della superficie del suolo regionale in ha/annui interessata dall'applicazione dei fanghi prodotti dagli impianti di depurazione;
 6. nell'ultimo e sesto punto si chiedono informazioni su eventuali analisi effettuate circa l'idoneità dei fanghi utilizzati in agricoltura in base ai limiti di legge vigenti in ciascuna regione.

Per avere gli elementi necessari alla pianificazione del recupero dei fanghi di depurazione è necessario poter disporre dei risultati di indagini svolte per la caratterizzazione dei fanghi prodotti nelle diverse regioni. Per questo si è cercato di verificare, tramite le ARPA/APPA, la possibilità di raccogliere, qualora disponibili, i risultati di controlli, monitoraggi, verifiche analitiche eseguite sui fanghi di depurazione prodotti dai principali impianti di depurazione.

Il caso del Veneto è stato considerato come un caso di studio il cui modello potrebbe essere esteso nelle altre regioni: nel 2003 è stata svolta una campagna di monitoraggio che ha previsto il prelievo di un campione di fango da tutti gli impianti di depurazione civili con potenzialità >20.000 A.E. e la successiva analisi per tutti i parametri previsti dal D.Lgs. n. 99/92, oltre ad alcuni micr inquinanti organici (PCDD/PCDF, IPA, PCB). Va aggiunto che dal 1998 presso tutti gli impianti di compostaggio del Veneto che trattano fanghi di depurazione vengono prelevati con cadenza almeno semestrale campioni di fango in entrata allo scopo di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla normativa regionale.

Un'efficace gestione del recupero/smaltimento dei fanghi di depurazione necessita di un adeguato sistema di controlli che preveda il monitoraggio delle situazioni più critiche e significative e sia in grado di dare sufficienti garanzie circa il rispetto delle normative e la riduzione degli impatti ambientali. Anche per questo aspetto il caso del Veneto è stato utilizzato nel presente rapporto come base di discussione, in particolare sono stati considerati i Protocolli per il Controllo delle Fonti di Pressione (PCFP), che sono stati elaborati per i depuratori e per l'utilizzo in agricoltura dei fanghi di depurazione, oltre al disciplinare per gli impianti di compostaggio che aderiscono al marchio "Compost Veneto" per la parte relativa al controllo dei materiali in entrata.

4.2.1 Sintesi dei dati raccolti

In tabella 29 sono riportati per le ARPA/APPA partecipanti al TTI i dati relativi alla produzione e smaltimento di fanghi da depuratori pubblici (CER 190805). Si sottolinea che:

- i dati riportati non si riferiscono tutti allo stesso anno ma comprendono il triennio 2003-2005; per una valutazione complessiva e per un confronto tra anni risulta però necessario assumere l'ipotesi che la produzione sia costante;
- in alcuni questionari non sono stati inseriti tutti i dati; alcune regioni non sono riuscite a raccogliere un dato complessivo regionale, ma solo il dato di alcuni ATO (per esempio, la Cam-

pania ha raccolto solo i dati di Caserta, l'Umbria ha fornito solo i dati di 3 ATO, le Marche hanno fornito i dati di 3 ATO sui 5 complessivamente presenti nel territorio regionale).

Le informazioni più significative che si possono trarre dai dati riportati nella tabella 29 sono:

- nel 2003 si sono prodotte 1.463.679 ton/anno di fanghi di depurazione di acque reflue urbane (considerando i dati di 12 regioni), nel 2004 si sono prodotti 1.187.888 ton/anno (considerando i dati di 8 regioni), nel 2005, infine, si sono prodotti 337.267 ton/anno (considerando i dati pervenuti da 7 regioni);
- in discarica sono stati smaltiti il 5,12% della produzione totale nel 2003, l'8,82% nel 2004 e il 24,7% nel 2005; in agricoltura è stato recuperato il 30,8% dei fanghi prodotti nel 2003, il 21,3% nel 2004 e il 19,2% nel 2005; in incenerimento è stato smaltito il 3,51% nel 2003, il 4,16% nel 2004 e il 4,44% nel 2005; in compostaggio è stato recuperato il 26,6% nel 2003, il 27,6% nel 2004 e il 32% nel 2005;

Regione	Fanghi tot (ton/anno)	Discarica	Incenerimento	Utilizzo in agricoltura	Compost	Altri recuperi
Abruzzo	63.898,234* 54.240**	0*	0*	0*	11.229,74*	12,89*
Basilicata	32.000**#	-	-	190**	-	-
Bolzano	54.830* 59.716***	14* 200***	9.365* 9.367***	7.438* 19.468***	35.247* 24.732***	2.769* 5.947***
Campania	53.940,72* 45.884,36** 41.982,80***	1.457,48***	-	-	53.940,72* 45.884,36** 40.525,32***	-
Emilia Romagna	301.185** 382.677,44*	65.525**; 26.798,11*	24.101**; 39.895,59*	177.544**; 236.541,57*	28.599**; 21.849,66*	5.416**; -
F.V.G.	41.008,58*	733,26*	0*	21.758,5*	2.805,68*	3.385,04*
Lazio	33.664,82*	-	-	2.028*	-	-
Liguria	55.552* 54.553,69**	961* 4.809,31**	0* 0**	119* 0**	0* 75,88**	0* 0**
Lombardia	380.408,14*	16.983,27 ^{(1)*}	336 ^{(1)*}	125.743 ^{(1)*}	133.987 ^{(1)*}	163.568 ^{(1)*}
Marche	21.093,806***	18.100,56*** 833,025 (altri smaltimenti)	-	199,6***	1.960,621***	-
Molise	10.511,34* 9.097,08***	1.258* 5.324,58***	-	3.798,9* 3.448,06***	3.195,2* 1.377,62***	1,18*
Puglia	59.415,1*; 6.842,53**	-	-	-	-	-
Sicilia	126.500***	-	-	-	-	-
Toscana	391.476,9**	29.320,16**	21.582,1**	60.722,836**	75.470,84**	204.380,96**
Prov. Trento	48.114,09***	1.868,97***	-	13.218,33***	537,86***	-
Umbria	30.166* 30.763***	18.216* 25.167,6***	-	19.873* 2.304***	584* _***	2.672* _***
Veneto	297.606,96* 301.705,4**	9.960,85* 5.148,98**	1.782,32* 1,9**	33.085,25* 14.714,31**	138.088,38* 178.086**	8.591,29* 9.539,91**
* = 2003; ** = 2004; *** = 2005. # = dato stimato ⁽¹⁾ Fanghi gestiti, cioè fanghi che sono prodotti all'interno della regione e quelli importati da altre regioni al fine del recupero e/o dello smaltimento.						

Tabella 29 Quadro generale dei dati sulla produzione/smaltimento dei fanghi di depurazione (codice CER 190805) delle acque reflue urbane nelle regioni delle ARPA/APPA partecipanti al TTI.

Va puntualizzato che i dati sono incompleti, ma danno un'idea della situazione generale, sarebbe auspicabile poter disporre di una quantità di dati più consistente e più omogenea. Sarebbe utile, inoltre, avere un quadro generale sui flussi di fanghi di depurazione importati ed esportati da ciascuna regione, in modo tale da conoscere la quantità di fanghi realmente prodotta all'interno di ciascuna regione e quella più generale "gestita" all'interno della stessa regione.

4.2.2 Dati per Regione

Di seguito si riassume la situazione specifica per alcune regioni delle Agenzie partecipanti al Tavolo Tecnico.

Provincia Autonoma di Trento

La provincia di Trento non ha predisposto una normativa sul recupero e riutilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura e compostaggio. I dati pervenuti sono risultati incompleti e riguardano la produzione di fanghi relativi solo ad alcuni codici CER. Non sono state reperite informazioni sulla modalità di smaltimento e recupero dei fanghi.

Provincia Autonoma di Bolzano

La provincia di Bolzano non ha regolamentato le modalità di recupero dei fanghi di depurazione, ma ha approvato un piano per la riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica con Delibera n. 6801 dell'8/10/1993.

Nella provincia di Bolzano nell'anno 2003 sono state prodotte circa 54.830 ton/anno di fanghi di depurazione con codice CER 190805, con un contenuto in sostanza secca del 18% corrispondente, quindi, a 10.757 ton/anno di sostanza secca. Nel 2005 si è verificato un leggero aumento della produzione passando a 59.716 ton/anno di fanghi prodotti, con un contenuto in sostanza secca del 19%, corrispondente a 11.346 ton/anno. Quasi tutti i maggiori impianti di depurazione presenti in provincia di Bolzano effettuano un trattamento anaerobico dei fanghi. Attualmente circa 3.000 ton di fango (pari a 750 tonnellate di sostanze secca all'anno) vengono conferite ad un impianto per la produzione di laterizi. Esistono, inoltre, alcuni piccoli impianti di compostaggio dei fanghi di depurazione. In particolare l'impianto di Prato allo Stelvio nel 2005 ha trattato circa 84 ton di sostanza secca. A Tires è in funzione un impianto di essiccamento solare, che nel 2005 ha trattato 13 ton di sostanza secca. La maggior parte del fango prodotto in provincia di Bolzano viene comunque conferita ad impianti di compostaggio o condizionamento, ubicati fuori provincia, per essere riutilizzati in agricoltura.

Considerando che in Alto Adige risulta difficile riutilizzare i fanghi di depurazione nell'agricoltura, per via dei divieti posti nella produzione di prodotti di qualità e che il riutilizzo e smaltimento fuori provincia diventa sempre più problematico ed oneroso, il Piano Provinciale Gestione Rifiuti ha stabilito la necessità di applicare delle tecniche di incenerimento con recupero energetico.

In particolare il Piano ha definito la costruzione di due impianti di termovalorizzazione dei fanghi presso i depuratori di Termeno e Tobl, dove sono già attivi degli impianti di essiccamento: così sarà possibile riutilizzare il calore prodotto come energia per l'impianto di essiccamento con una riduzione dell'energia primaria necessaria all'essiccamento di circa 70 - 80%.

La provincia di Bolzano ha effettuato anche dei controlli volti a caratterizzare i fanghi di depurazione in base ai parametri di cui all'allegato I B del D.Lgs. n. 99/1992.

Regione Veneto

In Veneto si è regolamentato il recupero dei fanghi di depurazione attraverso la Deliberazione della GRV n. 3247/1995, inoltre è stato approvato un programma per la riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica. I fanghi maggiormente prodotti in Veneto sono: codice CER 190805 (fanghi prodotti dal trattamento di acque reflue urbane), codice CER 190814 (fanghi prodotti da altri trattamenti di acque reflue industriali diversi da quelli del codice CER 190813), CER 03 (fanghi prodotti dal trattamento dei reflui da industria del legno). Gran parte di tali fanghi va in discarica, oppure viene recuperato in agricoltura e compostaggio.

Regione Friuli Venezia - Giulia

Nella regione Friuli Venezia - Giulia non si è regolamentata la modalità di recupero dei fanghi di depurazione mediante utilizzo su suolo agricolo o compostaggio. È stato realizzato da ARPA Friuli Venezia-Giulia e recentemente approvato dalla Giunta Regionale (ottobre 2006) il Programma regionale per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica, sulla base del D. Lgs. n. 36/2003. Per la sua realizzazione sono state seguite le regole previste nel documento di indirizzo approvato dalla conferenza Stato-Regioni, nel quale non si citano i rifiuti biodegradabili non urbani; pertanto i fanghi non vengono trattati. Gli stessi però sono oggetto di studio nel Piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione rifiuti speciali non pericolosi e rifiuti speciali pericolosi, nonché Sezione rifiuti urbani pericolosi. Anche questo piano è stato recentemente approvato dalla Giunta Regionale (ottobre 2006).

In Friuli Venezia-Giulia risulta che gran parte dei fanghi prodotti vengono utilizzati in agricoltura. Per quanto riguarda l'incenerimento, l'inceneritore di Trieste è stato autorizzato nel 2004, in via sperimentale e provvisoria, a trattare rifiuti classificati con CER 19 08 05 fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane. Allo stato attuale risulta in fase conclusiva uno studio tecnico-economico relativo all'implementazione tecnologica necessaria all'impianto stesso, al fine di gestire in maniera idonea tale tipologia di rifiuti.

Non sono stati raccolti dati relativi al controllo sull'idoneità dei fanghi di depurazione applicati al terreno, per vedere se le concentrazioni dei metalli pesanti rientrano nei limiti di legge (allegato I B del D.Lgs. n. 99/1992).

Regione Lombardia

La regione Lombardia ha regolamentato il riutilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura e compostaggio, inoltre ha predisposto un programma per la riduzione di rifiuti biodegradabili in discarica. I dati pervenuti da tale regione si riferiscono ai fanghi di depurazione prodotti dal trattamento di acque reflue urbane (quelli con codice CER 190805).

In Lombardia gran parte dei fanghi gestiti viene recuperata come compost per attività agricole. Solo una piccola percentuale viene bruciata nell'inceneritore, o viene smaltita in trattamenti biologici e chimico-fisici. Nella Regione si sta effettuando una raccolta di dati più precisa, basata sul recupero dei dati sul fango prodotto da ciascun gestore presente nel territorio regionale ed dai rispettivi destinatari a cui il gestore invia il fango prodotto. Una raccolta dati così organizzata è importante per stabilire se i fanghi prodotti all'interno di una regione sono gestiti nella stessa oppure inviati ad altre regioni.

Regione Emilia Romagna

La regione Emilia Romagna ha regolamentato le modalità di recupero dei fanghi di depurazione attraverso diversi provvedimenti ed ha elaborato una proposta di Linee Guida per il programma di riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica: “Attuazione della Direttiva n. 31/1999 relativa alle discariche dei rifiuti”, ma tale proposta non è consultabile in quanto non è stata ancora sottoposta al parere delle province. I dati MUD, riferiti all’anno 2003, indicano che i fanghi maggiormente prodotti sono: CER 190805 (fanghi prodotti dal trattamento di acque reflue urbane), i fanghi prodotti dal trattamento dei reflui provenienti da industrie alimentari, i 190814 (fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali diversi da quelli corrispondenti alla voce 190813 fanghi contenenti sostanze pericolose prodotti dal trattamento di acque reflue industriali).

I metodi normalmente utilizzati nella Regione Emilia Romagna per lo smaltimento finale dei fanghi prodotti sono:

- spandimento in agricoltura;
- deposito in discarica;
- incenerimento;
- trasporto a centri specializzati nella pratica del compostaggio.

I dati del 2003 indicano che i fanghi destinati all’attività di compostaggio sono prevalentemente quelli prodotti dal trattamento dei reflui industriali di origine alimentare, i fanghi destinati ad incenerimento sono essenzialmente provenienti dal trattamento di acque reflue urbane, i fanghi destinati all’utilizzo in agricoltura sono quelli provenienti dai trattamenti di acque reflue urbane e di reflui industriali di origine alimentare.

Nel biennio 2003-2004 risulta stimata una superficie agricola complessivamente interessata allo spandimento dei fanghi di depurazione pari a 5.800 ha. Per quanto riguarda i controlli effettuati sui fanghi, per ora i dati analitici prodotti dalle diverse Sezioni Provinciali dell’Arpa E:R. non sono stati sistematicamente raccolti.

Da un’analisi svolta nel 2005 sono stati reperiti, relativamente agli impianti di trattamento di potenzialità superiore a 15.000 AE in Area Normale e 10.000 AE in Area Sensibile, i quantitativi di fango smaltiti in Emilia-Romagna nel 2004 e stimati quelli di impianti di potenzialità compresa fra 2000 – 10000 AE. Tali quantitativi risultano pari a circa 300.000 tonnellate di fango tal quale (quindi nel peso è compreso quello dell’acqua presente) con una umidità media di circa l’82%. I dati confermano che la principale tipologia di smaltimento in Emilia – Romagna risulta essere lo spandimento agronomico, effettuato per il 59% dei quantitativi di fango prodotti. L’incenerimento viene attuato nell’impianto al servizio del capoluogo regionale oltre ad essere una tecnica di smaltimento effettuata, negli ultimi anni, anche per una parte dei fanghi prodotti dall’impianto di Piacenza.

Da un quadro relativo agli anni dal 2002 al 2004 si osserva come la quota parte dei fanghi che vengono riutilizzati in agricoltura (direttamente o previo compostaggio) sia lievemente diminuita nell’ultimo anno censito: dal 71% del 2002 al 68% del 2004 e risulta una notevole riduzione dei fanghi portati a compostaggio (da 18% a 9%), mentre quelli smaltiti direttamente in agricoltura sono leggermente aumentati (da 53% a 59%).

Nel 2004 è stata inoltre precisata, nella provincia di Ravenna, la presenza di fanghi utilizzati per la realizzazione di un sistema di copertura definitivo di una discarica (capping). Visti i differenti trattamenti che tali fanghi subiscono prima dello smaltimento rispetto a quelli smaltiti

in discarica, si è ritenuto necessario introdurre un'ulteriore voce "Altro" nella tabella seguente, differenziandola dalla colonna "Discarica".

Classe	Fango tal quale	Agricoltura		Compostaggio		Discarica		Incenerimento		Altro	
		(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)
(AE)	(t/y)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)	(t/y)	(%)
2.000-10.000	55.002	36.394	66	3.429	6	14.405	26	773	1	0	0
10.001-15.000	13.021	7.981	61	2.759	21	2.281	18	0	0	0	0
15.001-100.000	68.295	54.280	79	4.229	6	7.540	11	55	0	2.192	3
>100.000	164.867	78.889	48	18.182	11	41.299	25	23.273	14	3.224	2
Totale	301.185	177.544	59	28.599	9	65.525	22	24.101	8	5.416	2

Tabella 30 - Quantitativi di fango tal quale (t/y) smaltiti, per classe di potenzialità dell'impianto di trattamento e per tipologia di smaltimento (anno 2004, Emilia Romagna)

Negli impianti analizzati, di potenzialità superiore a 10.000 AE, la linea di trattamento dei fanghi possiede quasi sempre un trattamento di disidratazione meccanica, che viene di norma eseguita tramite nastropressa o centrifuga (come si può notare dalla tabella successiva). I letti di essiccamento presenti in molti impianti vengono di norma utilizzati solo in caso di emergenza o nei periodi i cui viene effettuata la manutenzione ordinaria degli apparecchi sopra citati.

Provincia	Impianti analizzati	filtrapresse	nastropresse	centrifuga	letti di essiccamento	essiccamento termico
	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)	(n°)
Piacenza	2	0	1	2	1	0
Parma	11	3	5	2	7	1
Reggio-Emilia	8	0	3	0	8	0
Modena	11	0	3	5	5	0
Bologna	12	3	2	7	8	1
Ferrara	9	0	3	6	7	0
Ravenna	12	1	8	2	2	0
Forlì-Cesena	5	0	5	0	2	2
Rimini	7	0	4	4	5	0
Totale	77	7	34	28	45	4

Tabella 31 - Numero di impianti, aventi potenzialità > 10.000 AE per sistema di disidratazione utilizzato

Regione Liguria

La Regione Liguria non ha regolamentato il recupero di fanghi di depurazione. In Liguria i fanghi sono, per la quasi totalità, inviati allo smaltimento in discarica, salvo alcuni casi in cui vengono recapitati ad impianti di compostaggio al di fuori della regione Liguria (nel Piano di Tutela delle Acque, al paragrafo 4.4.1.1.3, si legge "Al momento è noto che sul territorio regionale non vengono utilizzati in agricoltura fanghi di depurazione e che, quando la tipologia del fango lo consente, vengono recapitati ad impianti specializzati nell'ulteriore trattamento ai fini del riutilizzo in agricoltura localizzati fuori regione").

Si noti, inoltre, che in Liguria non esiste alcun impianto di incenerimento. Non sono ad oggi disponibili dati relativi alla produzione di fanghi direttamente dai gestori: gli unici dati disponibili sono quelli ricavati dalla dichiarazione MUD (codice CER 190805 "fanghi prodotti dal trattamento di acque reflue urbane") e, quindi, di difficile correlazione con il depuratore che li

ha prodotti ed analogamente di difficile individuazione la destinazione finale. Nella seguente tabella 32 è riportato il quantitativo di fanghi di depurazione prodotti tra il 1998 e il 2004 nella regione Liguria.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
fanghi prodotti (t)	50.451	41.847	46.138	53.106	51.855	56.219	54.554

Tabella 32 Andamento temporale del fango prodotto in Liguria.

Relativamente agli impianti di compostaggio sono presenti 4 impianti le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 33.

Impianti	Rifiuto trattato (t/a)	Tipologie del rifiuto trattato (t/a)				Tecnologia		Output dell'impianto (t/a)	Stato operativo
		Fraz. org. Selez. CER 200108	Verde CER 200201	Fanghi	Altro	Tecnologia fase di bio-ossidazione	Insufflazione aria	Prodotti in uscita	
Impianto 1	< 3000	030101-030105-030301-030199-150103-200138-200101				Cumolo statico areato	X	ammendante compostato verde	operativo
Impianto 2					Biocelle	X	ammendante compostato verde	in costruzione	
Impianto 3	< 3000	200201				Cumolo statico		ammendante compostato verde	operativo
Impianto 4	< 9000	200108-200302-020103-030101-030105-030301-020304-020501-020701-020702-020704-150103-200138-200201				Cumolo con rivoltamento areato	X	ammendante compostato verde	Operativo

Tabella 33 Caratteristiche dimensionali degli impianti di compostaggio, Liguria

Regione Toscana

La Regione Toscana non ha una specifica regolamentazione per l'impiego dei fanghi di depurazione in agricoltura e per il compostaggio, ma ha approvato un programma per la riduzione di rifiuti biodegradabili in discarica. Nella Regione oltre alla notevole quantità di fango prodotto dalla depurazione del refluo urbano, vi è una notevole quantità di fanghi provenienti dal trattamento di reflui industriali, in particolare da industrie che lavorano le pelli, la carta e quelli provenienti da processi di natura inorganica.

Regione Lazio

Nella regione Lazio non risulta regolamentato il recupero di fanghi di depurazione con normativa regionale specifica, né è stato predisposto un programma per la riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica.

Sono molto carenti e da considerare solo indicativi i dati sull'utilizzo che è stato fatto per i fanghi prodotti nell'anno 2003, inoltre mancano i dati relativi alla voce "altri recuperi"; alcuni tipi di fanghi vengono recuperati in agricoltura, anche se non si ha un dato preciso sulla quantità di fango utilizzato per tale attività. Non sono stati segnalati casi importanti di recupero fanghi in questa regione.

Regione Umbria

In Umbria è stata emanata una specifica normativa per il riutilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura, inoltre sono state imposte delle norme sulla gestione integrata dei rifiuti e sull'ap-

provazione del Piano Regionale. Nel 2005 si è registrata una produzione complessiva di fanghi di depurazione pari a 30.763 t/anno, di cui 81,8% va in discarica, 10,7% viene conferito presso terzi e 0,75% viene utilizzato in agricoltura.

Regione Marche

La regione Marche ha regolamentato il riutilizzo ed il recupero dei fanghi di depurazione in agricoltura ed il compostaggio. Il dato riportato in tabella 29 riguarda la quantità totale di fanghi prodotta nel 2005, comprendente i dati parziali di tre Autorità d'Ambito su cinque presenti nella regione Marche. Dai dati relativi allo smaltimento e recupero dei fanghi di depurazione, si vede che, in tale regione, gran parte del fango prodotto viene inviato in discarica. Solo una piccola percentuale viene recuperata per la produzione di compost e di questa piccola quantità solo 1/8 circa viene applicato come fertilizzante e concimante nei terreni agricoli. Nel questionario non è presente il dato relativo alla quantità di superficie in cui si è utilizzato il fango recuperato, inoltre non sono stati riportati i risultati delle analisi effettuate per verificare l'idoneità del fango utilizzato in agricoltura.

Regione Abruzzo

La regione Abruzzo non dispone di una normativa regionale specifica riguardante il recupero di fanghi di depurazione in agricoltura, inoltre non ha approvato un programma per la riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica. La produzione maggiore si ha per i fanghi con codice CER 190805 (fanghi derivati da processi di depurazione delle acque reflue urbane) e fanghi prodotti dal trattamento di reflui da industria del legno. In Abruzzo gran parte del fango prodotto viene riutilizzato per altri recuperi, solo i fanghi appartenenti alla classe 02 (prodotti dal trattamento di reflui industriali alimentari) vengono recuperati in agricoltura. L'unica tipologia di fango che viene recuperata come compost è il 190805, cioè il fango prodotto da trattamenti di depurazione di reflui civili. Non vengono praticate attività di smaltimento di fanghi in incenerimento per il recupero di energia. Il dato di produzione totale dei fanghi fornito dal MUD comprende sia i fanghi che provengono da altre regioni, sia quelli che vengono destinati allo smaltimento in altre regioni, quindi più che parlare di dato di produzione, sarebbe più corretto dire che si tratta di un dato di gestione.

Inoltre, una piccola quantità di fanghi viene impiegata nel ciclo produttivo dei cementifici e negli impianti per la produzione di laterizi. Nel questionario inviato dalla regione Abruzzo non viene riportato il dato relativo alla superficie agricola complessivamente interessata allo spandimento dei fanghi di depurazione, inoltre non sono state effettuate, in tale regione, delle analisi che permettono di stabilire l'idoneità di un fango allo spandimento sul terreno agricolo conformemente a quanto riportato in allegato I B nel D.Lgs. n. 99/1992.

Regione Molise

La Regione Molise non ha regolamentato il recupero di fanghi di depurazione ed attualmente non dispone di un programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili in discarica. Da parte della Direzione Generale dell'ARPA Molise (Sezione Catasto Rifiuti) è stato condotto nel 2005 uno studio sulle modalità di smaltimento dei fanghi prodotti da depuratori civili e dagli impianti industriali più importanti che insistono nel territorio regionale. Dallo studio è emerso che, per i fanghi di provenienza civile, la maggior parte dei depuratori ha come linea di trattamento fanghi solo i letti di essiccamento: il 66% per la provincia di Campobasso e il 68% per la provin-

cia di Isernia. Da una valutazione delle quantità prodotte si è verificato che per la provincia di Campobasso il 69% dei fanghi provenienti da depuratori civili viene conferito presso un impianto di compostaggio e biostabilizzazione ed una piccola parte viene smaltita direttamente in discarica; il restante non è dichiarato. Solo una parte dei fanghi prodotti da un impianto industriale della provincia di Campobasso vengono recuperati in agricoltura.

Per la provincia di Isernia il 21% dei depuratori smaltisce i fanghi con operazione D9 (trattamento chimico-fisico non specificato altrove), presso altri impianti di depurazione, mentre per il restante 79% non è dichiarato lo smaltimento. Gli impianti di depurazione industriali, invece, sono tecnicamente più complessi e tutti hanno nella linea di trattamento fanghi la disidratazione meccanica. Questi, essendo impianti con maggiori capacità depurative, raccolgono spesso anche i fanghi prodotti dagli impianti di depurazione urbani. La destinazione dei fanghi prodotti da quest'ultimi, per la maggior parte, è la discarica.

Nel 2005, tre siti sono stati dedicati al riutilizzo dei fanghi in agricoltura:

- in Provincia di Isernia, in agro di Pozzilli, vengono smaltiti i fanghi prodotti da una ditta di lavorazione di pomodori (industria agroalimentare) che ha la sua sede di produzione in Campania;
- in agro di Petacciato (CB) vengono smaltiti i fanghi prodotti dall'impianto che depura e raccoglie fanghi prodotti in parte nella regione Molise, in parte nella regione Abruzzo;
- in agro di Campomarino (CB), infine, vengono smaltiti i fanghi prodotti da una ditta di lavorazione di sottoprodotti della macellazione.

L'ARPA Molise non effettua ancora analisi sui fanghi che vengono smaltiti in agricoltura se non su richiesta di altri organi esterni.

Regione Campania

Non è noto il quantitativo complessivo dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione presenti nella regione. La stessa Regione non ha assunto una specifica normativa per il riutilizzo in agricoltura e comunque tale modalità di recupero dei fanghi non è utilizzata per quanto a conoscenza di ARPAC.

Gli unici dati disponibili sono relativi alla Provincia di Caserta: dagli stessi risulta che negli anni 2003 e 2004 la quasi totalità dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione di acque reflue urbane è stata recuperata mediante compostaggio. Nel 2005 tale quantità è calata a causa della chiusura, da parte dell'Autorità Giudiziaria, di n. 3 centri di compostaggio presenti sul territorio provinciale, mentre risulta incrementata la quantità smaltita in discarica.

Regione Basilicata

La Basilicata ha regolamentato le modalità di recupero dei fanghi di depurazione attraverso la LR n. 12 del 2/03/1994, inoltre la regione ha approvato un programma per la riduzione del conferimento di rifiuti biodegradabili in discarica con la delibera n. 1904 del 2004.

La maggior parte dei fanghi è smaltita in discarica, una piccola percentuale è destinata al compostaggio e sono presenti alcuni casi di riutilizzo in agricoltura, ma non sono disponibili i relativi quantitativi. Per quanto concerne lo smaltimento in agricoltura, per l'anno 2004, risulta che i fanghi prodotti in due depuratori della Val d'Agri (PZ), sono riutilizzati in aree limitrofe nel territorio del Comune di Aliano (MT).

Nuove richieste di autorizzazione al riutilizzo dei fanghi in agricoltura sono state avanzate nel corso del 2005, ma sono in attesa di approvazione da parte della Regione Basilicata.

Per quanto riguarda le analisi sui fanghi, non risultano eseguiti controlli specifici sul fango prodotto e sull'idoneità di quest'ultimo per utilizzi in agricoltura e compostaggio.

Regione Puglia

In Puglia non si hanno dati relativi alle quantità di fanghi prodotte suddivise per tipologia secondo i codici CER (la gestione del Catasto Rifiuti presso ARPA Puglia non è ancora iniziata). Per quanto concerne l'utilizzo dei fanghi prodotti nei processi di trattamento delle acque reflue civili, la pratica è già in atto presso quasi tutti gli impianti di depurazione, con l'intenzione di riutilizzarli in agricoltura. È in corso l'attuazione di un progetto-studio promosso dal gestore AQP SpA (Acquedotto Pugliese) con la partecipazione dell'ARPA per la produzione di compost dai fanghi di depurazione.

Regione Sicilia

In Sicilia sono state recuperate delle informazioni dal Dipartimento Territorio ed Ambiente della Regione Siciliana sui fanghi di depurazione prodotti dalle industrie alimentari e riutilizzati in agricoltura. Tali fanghi sono rappresentati con il codice CER 020305 e risultano, nell'anno 2005, pari a 172,072 t/anno; la totalità di questi fanghi è stata utilizzata in agricoltura. Per quanto riguarda il fango 190805, l'unico dato stimato in Sicilia è stato quello relativo alla produzione totale di tale fango pari a 126.500 t/anno. Questo dato è relativo all'anno 2005 e copre soltanto circa il 50% dei comuni siciliani.

La raccolta dati effettuata non ha consentito di ricostruire un quadro conoscitivo soddisfacente, i motivi principali sono:

- la disomogeneità dei dati raccolti nelle singole regioni (spesso i dati forniti mancano di un riferimento temporale e spaziale ben preciso);
- la mancanza in alcune regioni di un quadro generale sulla produzione/smaltimento dei fanghi che ha portato a ricorrere alla consultazione diretta delle singole Autorità d'Ambito;
- in alcune regioni risulta poco chiara la destinazione del fango prodotto, l'effettiva quantità di fango prodotto, la loro vera origine e provenienza;
- non è presente in tutte le regioni un approccio metodologico comune per la raccolta dei dati relativi alla produzione, smaltimento e recupero di fanghi di depurazione;
- in alcune regioni il dato di produzione è incoerente con i dati di smaltimento e di recupero (non si ha alcuna informazione o si hanno informazioni incomplete sulla destinazione del fango prodotto);
- si riscontrano dati mancanti o incompleti sullo smaltimento tramite incenerimento (operazione D10).

Nonostante le problematiche riscontrate si è comunque elaborato il quadro sulla situazione presente precedentemente illustrato. Tale quadro deve essere inteso come indicativo e come punto di partenza per migliorare l'informazione, evidenziando la necessità di migliorare la produzione e la raccolta dei dati.

Si è, inoltre, constatata una grossa carenza conoscitiva di dati sulla conformità del fango prodotto alle varie possibili operazioni di smaltimento/recupero ed in particolare per lo smaltimento in agricoltura, sul rispetto dei requisiti fissati dalle norme (molte regioni praticano il recupe-

ro in agricoltura secondo il rispetto della normativa nazionale e/o regionale, ma non hanno fornito informazioni sulle caratteristiche dei fanghi utilizzati).

Si è constatata una scarsa diffusione dello smaltimento dei fanghi mediante incenerimento con recupero energetico, mentre diverse sono le applicazioni di cui si è venuti a conoscenza riguardanti il recupero energetico dal processo di digestione anaerobica.

5. PRIME CONSIDERAZIONI SUL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI AMBIENTALI, AGRONOMICI E PEDOLOGICI DEL RIUTILIZZO IN AGRICOLTURA DELLE ACQUE REFLUE DEPURATE

(Il rapporto “Monitoraggio degli effetti ambientali agronomici e pedologici del riutilizzo in agricoltura delle acque reflue depurate”, redatto da ARPA Sicilia è disponibile nel CD allegato. Riferimenti: Carmelo Cuccia, e-mail: ccuccia@arpa.sicilia.it)

L'utilizzo delle acque reflue depurate a scopo irriguo è associato ad un insieme di complessi effetti diretti ed indiretti, positivi e negativi sul suolo, sulle colture, sulle acque sotterranee e superficiali, sull'ambiente circostante e sull'uomo stesso, secondo processi che evolvono nel tempo e nello spazio.

Tra i possibili effetti positivi vi possono essere:

- l'incremento di produzione grazie all'apporto di sostanze fertilizzanti;
- la riduzione dei costi di produzione in quanto il riutilizzo dei nutrienti contenuti nei reflui depurati consente di ridurre l'uso di fertilizzanti chimici.

Tra i possibili effetti negativi:

- la tossicità per uomini ed animali in conseguenza del possibile contenuto di microrganismi patogeni e di alcune sostanze organiche o inorganiche tossiche;
- l'inquinamento delle acque sotterranee a seguito dell'infiltrazione nel sottosuolo dell'acqua in eccesso rispetto al fabbisogno delle colture;
- le eventuali limitazioni all'uso di aree ricreative irrigate al fine di limitare i rischi igienico-sanitari.

È quindi necessario prestare attenzione non solo agli aspetti sanitari ma anche a tutti i possibili effetti sulle colture e sul terreno, nonché sulla stessa funzionalità degli impianti di irrigazione.

Nel corso delle varie esperienze condotte negli anni passati in Italia e non solo, sono stati effettuati confronti tra diversi tipi di acqua riutilizzata e si sono verificati una serie di parametri sulle piante (ad es. crescita totale e sua ripartizione tra chioma e radici).

Dall'insieme di queste ricerche si è visto che generalmente:

l'uso irriguo dei reflui civili depurati risulta compatibile con le esigenze fisiologiche dei sistemi colturali. Infatti è stato riscontrato nella quasi totalità dei casi un importante aumento della produttività che si accompagna a significativi risparmi nell'impiego di fertilizzanti (azoto, fosforo e potassio), grazie agli apporti nutritivi contenuti nel refluo distribuito. A tal proposito è utile sottolineare che il controllo degli elementi apportati utilizzando acque reflue insieme al risparmio delle quantità di fertilizzanti permette una più razionale gestione dell'apporto di sostanze concimanti nella catena pianta-terreno, evitando una dispersione di nitrati nel suolo e di conseguenza nelle falde.

Nel suolo, laddove rilevata, la contaminazione fecale è risultata generalmente abbastanza debole e non è sembrata in grado né di migrare lungo il profilo, né di diffondersi al di là dell'area interessata dall'irrigazione.

Le analisi effettuate sui prodotti delle colture hanno messo in evidenza la completa assenza di contaminazione fecale quando il prodotto viene raccolto dalla pianta, mentre può riscontrarsi una leggera e non preoccupante contaminazione per il prodotto raccolto al suolo: le analisi di coliformi totali e fecali e streptococchi sui frutti raccolti da piante irrigate con acque reflue

risultano essere dello stesso ordine di grandezza di quelli rilevati sui prodotti provenienti da piante irrigate con i sistemi tradizionali (es. acque di falda). Gli stessi prodotti messi a confronto con altri acquistati presso punti vendita della grande distribuzione risultano essere ugualmente idonei al consumo. Generalmente è consigliabile effettuare le ultime irrigazioni lasciando un certo lasso di tempo prima del raccolto.

Le acque reflue depurate possono essere impiegate anche per l'irrigazione in vivaio; le specie utilizzate nelle sperimentazioni hanno nel complesso manifestato una capacità di adattamento notevole a tali acque con caratteristiche chimico-fisiche diverse dai normali standard.

In generale si può affermare che utilizzando acque reflue depurate a scopi irrigui

- si riducono i prelievi di falda: l'impiego delle acque in uscita dai depuratori può consentire risparmi considerevoli sugli attingimenti di acque sotterranee, aspetto di particolare importanza nelle aree caratterizzate da intrusione salina di origine marina. In molti casi la quantità di acque reflue utilizzate per l'irrigazione sono sufficienti per soddisfare interamente il fabbisogno irriguo delle colture;
- si valorizzano volumi non trascurabili di acqua depurata, altrimenti destinata allo scarico in mare o in altri corpi idrici, nei quali tale scarico può provocare un peggioramento della qualità delle acque;
- si ottiene un effetto fertilizzante notevole, diminuendo le quantità di fertilizzanti minerali distribuite alle colture, valorizzando i composti organo-minerali presenti nel refluo;
- la contabilizzazione nei piani di concimazione degli elementi nutritivi contenuti nei reflui rappresenta una sistema di controllo, che consente di evitare apporti incontrollati di nitrati nel suolo e nelle acque.

Occorre verificare:

- la compatibilità dell'impiego dei reflui depurati con le esigenze agronomiche ed igieniche delle produzioni agricole;
- valutare gli apporti effettivi delle sostanze nutritive alle colture attraverso un costante controllo analitico al fine di adeguare il piano di concimazione;
- individuare metodologie e tecniche di irrigazione appropriate: la tipologia di irrigazione (es.: sovrachioma, localizzata o subirrigazione) dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche dei reflui e dalle condizioni pedologiche. A tal proposito, particolarmente utile risulta l'utilizzo degli impianti di irrigazione a goccia, che limitano i fenomeni di percolazione in profondità dell'acqua irrigua;
- valutare gli effetti sull'ambiente dell'uso di reflui per l'irrigazione.

Alcuni delle caratteristiche chimico-fisiche più importanti da controllare per determinarne l'idoneità di utilizzo agricolo delle acque reflue sono i seguenti:

- pH
- salinità
- sodio (Rapporto di assorbimento del sodio o SAR)
- carbonati e bicarbonati in relazione al contenuto di Ca e Mg
- altri elementi in tracce
- anioni tossici
- nutrienti
- cloro libero

Salinità

L'eccesso di contenuto salino è uno dei problemi principali dell'acqua usata per l'irrigazione. Un'alta concentrazione di sale presente nell'acqua e nel terreno influenza negativamente i rendimenti dei raccolti, degrada il terreno ed inquina l'acqua freatica.

Poter riutilizzare per l'irrigazione acqua ad elevato contenuto salino dipende da alcuni fattori quali:

- tolleranza del sale da parte del tipo di raccolto,
- caratteristiche del terreno irrigato,
- condizioni climatiche. La qualità dell'acqua di irrigazione svolge un ruolo essenziale nelle zone aride influenzate da alti tassi di evaporazione e da concentrazioni elevate di sali accumulati nel terreno,
- pratiche di gestione delle acque e del terreno.

Generalmente, nel breve termine, il risultato agronomico dell'irrigazione con acque con elevato contenuto salino è soddisfacente e non si osservano effetti negativi sul suolo e sulle colture. Nel lungo termine, tuttavia, possono manifestarsi una serie di problemi di carattere ambientale, quali: la riduzione della produttività del suolo a causa dell'accumulo di sali; l'inquinamento degli acquiferi di falda.

Il degrado del suolo risulta quanto mai rapido ed irreversibile quando si utilizzano acque ad elevato contenuto in sodio o se si pratica l'irrigazione su terreni costituzionalmente sodici. Il rapido deterioramento strutturale che si manifesta in questi casi, particolarmente nei terreni colloidali, può rendere impraticabile la stessa agricoltura.

Rapporto di assorbimento del sodio o SAR

Il Sodio non è mobile in forma solida, sebbene assorba l'umidità molto rapidamente. Una volta liquido l'idrossido di sodio percola rapidamente nel suolo, potendo causare l'inquinamento delle riserve idriche.

Un'alta concentrazione di ioni sodio in acqua interessa la permeabilità del terreno e causa problemi di infiltrazione. Ciò avviene perché il sodio una volta presente nel terreno in forma scambiabile sostituisce il calcio ed il magnesio assorbiti dall'argilla del terreno e causa la dispersione delle particelle del suolo.

Tale dispersione provoca la ripartizione degli aggregati del terreno. Il terreno diventa duro e compatto una volta asciutto e riduce le velocità di infiltrazione di acqua e aria nel terreno danneggiandone la relativa struttura.

Questo fenomeno è anche legato a numerosi fattori quali il tasso di salinità ed il tipo di terreno. Per esempio i terreni sabbiosi non possono essere danneggiati così facilmente come altri terreni più pesanti quando sono irrigati con acqua ad elevato SAR.

Le alte concentrazioni di sodio diventano un problema quando il tasso di infiltrazione è ridotto ad un livello tale che il raccolto non ha abbastanza acqua disponibile o quando la conducibilità idraulica del profilo del terreno è troppo bassa per fornire un drenaggio sufficiente.

Altri problemi causati al raccolto da un eccesso di sodio sono la formazione di letti di semi incrostati, la saturazione provvisoria del terreno superficiale, un alto pH ed un potenziale aumentato di malattie, erbacce, erosione del terreno, mancanza di ossigeno e inadeguata disponibilità di sostanze nutrienti.

Un programma di monitoraggio potrebbe prevedere un controllo qualitativo delle acque rigenerate prima della distribuzione e nelle parcelle irrigue, con analisi sul suolo irrigato e sui frutti.

Nel seguito vengono elencati i possibili controlli che possono essere effettuati:

- 1) Analisi sulle acque in uscita dal trattamento terziario;
- 2) Analisi alle parcelle irrigue (quella più vicina e a quella più distante dall'impianto e in altri punti di campionamento da stabilire);
- 3) Analisi del suolo e dei frutti.

1) Le analisi in uscita dal trattamento terziario sono già indicate nel DM 185/2003.

2) Le analisi alle parcelle irrigue possono essere di tipo:

- Microbiologiche (coli fecali, coli totali, streptococchi fecali);
- Chimiche (cloro/acido peracetico residuo, COD, SAR, solidi sospesi);

3) Analisi del suolo:

- Analisi chimico-fisiche dei suoli su campioni prelevati all'inizio ed alla fine della stagione irrigua come ad es.:

- pH
- Sostanza organica (%)
- Carbonio organico (%)
- Azoto totale (%)
- Fosforo assimilabile (ppm P₂O₅)
- Sodio assimilabile (mEq/100gr Na)
- Potassio assimilabile (mEq/100gr K₂O)
- Sabbia (%)
- Limo (%)
- Argilla (%)

- Analisi microbiologiche del terreno su campioni prelevati all'inizio ed alla fine della stagione irrigua:

- Coliformi totali (UFC/100 ml)
- Coliformi fecali (UFC/100 ml)
- Streptococchi fecali (UFC/100 ml).

Le analisi sui suoli dovrebbero essere effettuate a inizio e fine stagione irrigua per valutare eventuali fenomeni di modifica nella struttura chimica e fisica (possibile accumulo di metalli pesanti, aumento di salinità, ecc.)

4) Analisi dei prodotti agricoli:

- Analisi microbiologiche dei prodotti agricoli (es. frutti) al momento della raccolta (avvenuta in tre momenti diversi del ciclo colturale) e dopo uno stoccaggio di 7-13 giorni:

- Coliformi totali (UFC/100cm²)
- Coliformi fecali (UFC/100 cm²)
- Streptococchi fecali (UFC/100 cm²)
- Presenza di Salmonella
- Presenza di Vibrioni
- Presenza di uova di elminti.

5) Se le acque reflue depurate sono destinate all'irrigazione di spazi verdi aperti al pubblico (campi da golf, giardini, aiuole) si potrebbero prevedere analisi microbiologiche sull'erba.

CONCLUSIONI

In una evidente situazione di crescente scarsità di risorse idriche, il riutilizzo delle acque reflue depurate può rappresentare una fonte integrativa o anche alternativa all'acqua potabile e una risorsa efficace in relazione ai benefici che consente di conseguire per la salvaguardia dell'ambiente idrico. Riutilizzando le acque depurate è, infatti, possibile alleggerire la pressione sui corpi idrici superficiali, in quanto si riduce l'immissione di inquinanti negli stessi ovvero, qualora la disponibilità di acqua depurata ecceda la richiesta, si scaricano acque di elevata qualità. Le informazioni raccolte dalle Agenzie che hanno partecipato al Tavolo Tecnico hanno consentito di ricostruire un ampio quadro conoscitivo sulla situazione di molte Regioni/Province in cui accanto ad alcune applicazioni di riutilizzo già positivamente operanti da tempo, vi sono molte iniziative pronte per divenire operative e comunque vi è un crescente interesse per l'applicazione del riutilizzo delle acque depurate.

Il breve tempo a disposizione per i lavori del Tavolo non ha consentito di assestare ed armonizzazione le molte informazioni raccolte né di approfondire e sviluppare alcuni temi di cui sono stati trattati soltanto alcuni aspetti.

Tra questi la definizione delle modalità per il monitoraggio degli effetti del riutilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura, così come il tema della caratterizzazione e del riutilizzo dei fanghi di depurazione.

Temi che sono di peculiare interesse per le Agenzie ambientali e più in generale per un corretto controllo sull'utilizzo di tali risorse nell'intento di garantire la tutela dell'ambiente e della salute dei cittadini.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Anac, S. et al (2003). Provisional regulatory guidelines for best reuse and management of wastewater in agriculture of Turkey. 1st Med-Reunet Seminar, Mediterranean Network on wastewater reclamation and reuse, Izmir Turkey, 25-26 Settembre 2003.
- Angelakis, A.N., L. Bontoux, and V. Lazarova. Main Challenges and Prospectives for Water Recycling and Reuse in EU Countries, *Wat. Sci. Tech., Wat. Supply*, 2003; 3(4): 59-68.
- Arpa Emilia Romagna (2004). Studio finalizzato all'introduzione di norme e misure volte a favorire il riutilizzo delle acque reflue depurate.
- Asano, T. et al. (2004). Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater:
- Bahri A. (2002). "Water reuse in Tunisia: stakes and prospects", Actes de l'atelier du PCSI, Montpellier, France, 28-29 mai.
- Bahri, A., e Brissaud, F. (2004). Setting up microbiological water reuse guidelines for the Mediterranean. *Water Science and Technology*: Vol 50 No 2 pp 39-46, IWA Publishing.
- Bixio, D. et al. (2006). Wastewater reuse in Europe. *Desalination* 187 (2006) 89-101, Elsevier B.V.
- Blumenthal, U.J., et al. (2000). Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. WELL Study, Task No.: 68 Part 1. Water and Environmental Health at London and Loughborough, London, UK.
- Brissaud F.(2002). "Wastewater Reclamation and Reuse in France", e-books in Hydrored website as personnel communication, <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/bvirtual/articulo06.PDF>.
- California Department of Health Services (2003). Groundwater Recharge Reuse Regulations July 2003 Draft, Title 22, California Code of Regulations, Division 4. Environmental Health, Chapter 3. Recycling Criteria.
- Carr, R. M. et al. (2004). Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture, in *Wastewater Use in Irrigated Agriculture*, CAB International.
- Carr, R.M. et al. (2004). Guidelines for the safe use of wastewater in agriculture: revisiting WHO guidelines, *Water Science and Technology* Vol 50 No – IWA Publishing.
- Conte, G. (1999). Il riutilizzo irriguo delle acque di scarico: opportunità e vincoli. Ciclo dell'acqua nella pianificazione del territorio. Centro Italiano per la riqualificazione fluviale (CIRF)
- Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 coordinato con il d.lgs. 18 agosto 2000 n. 258. recante disposizioni correttive ed integrative del d. lgs. 152/99 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento.
- Decreto ministeriale 12 giugno 2003 n°185 (2003). Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue". Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

-
- Department of Natural Resources Environmental Protection (2002). Guidelines for Water Reclamation and Urban Water Reuse. Division Water Protection Branch, State of Georgia.
- Dm Ambiente 2 maggio 2006 Articolo 99, comma 1 del Dlgs. 3 aprile 2006, n. 152 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue.
- European Commission Euro-Mediterranean Partnership (2004). "Development of Tools and Guidelines for the Promotion of the Sustainable Urban Wastewater Treatment and Reuse in the Agricultural Production in the Mediterranean Countries", MEDAWARE, Task 3: Analysis of best Practices and Success Stories.
- FAO (2000). Water quality management and control of water pollution. Proceedings of a Regional Workshop, Bangkok, Thailand, 26-30 Ottobre, 1999.
- health and regulatory considerations, *Water Research*, 38 (2004) 1941–1951, Elsevier.
- Hochstrat, R. et al (2005). Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation. *Water Science and Technology: Water Supply* Vol 5 No 1 pp 67–75, IWA Publishing.
- INEA (1999). I principali criteri di classificazione di qualità dei corpi idrici superficiali e delle acque utilizzate in ambito agricolo, Quaderni POM irrigazione.
- Kamizoulis, G. et al. (2004). Wastewater recycling and reuse practices in Mediterranean Region: Recommended Guidelines
- Kretschmer N., Ribbe L., Gaese H.(2002). "Wastewater reuse for agriculture", *Technology Resource Management & Development – Scientific Contributions for Sustainable Development*, vol. 2.
- Manios, T. et al. (2006). Qualitative monitoring of a treated wastewater reuse extensive distribution system: COD, TSS, EC and pH. *Water SA* Vol. 32 No. 1 January 2006. <http://www.wrc.org.za>.
- Marecos do Monte M.H. (2006). "Water reuse in Europe", 4th World Water Forum, Mexico.
- Mc Cornick, P.G., et al. (2004). From Wastewater Reuse to Water Reclamation: Progression of Water Reuse Standards in Jordan, in *Wastewater Use in Irrigated Agriculture. Confronting the Livelihood and Environmental Realities*. CAB International in association with the International Water Management Institute and International Development Research Centre.
- Odeh Al-Jayyousi (2002). Focused environmental assessment of greywater reuse in Jordan, *Environ Eng Policy* (2002) 3: 67-73.
- Oron, G. (2003) Agriculture, water and the environment: future challenger, *Water Science and Technology* Vol 3 No 4 pp.51-57 – IWA Publishing.
- Salgot, M. et al. (2003). Risk assessment in wastewater recycling and reuse. *Water Science and Technology: Water Supply* Vol 3 No 4 pp 301–309, IWA Publishing.
- Scott C.A. et al. (edito da) 2004. *Wastewater Use in Irrigated Agriculture. Confronting the Livelihood and Environmental Realities*. CAB International in association with the International Water Management Institute and International Development Research Centre.

-
- Scott, Christopher, A. et al. (2000). Urban-Wastewater Reuse for Crop Production in the Water-Short Guanajuato River Basin, Mexico, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- State of California (2000). California Code of Regulations, Title 22, Division 4, Environmental Health, Chapter 3 Recycling Criteria.
- Suzan T. (2006). Jordan Country paper, presented to the Conference of the Water Directors of the Euro-Mediterranean & South Eastern European Countries, 6th -7th Nov. 2006 Athens, Greece. The Hashemite Kingdom of Jordan Ministry of Water and Irrigation.
- US EPA (1992). Guidelines for Water Reuse. Office of Technology Transfer and Regulatory Support. EPA/625/R-92/004.
- US EPA (2004). Guidelines for Water Reuse. Municipal Support Division Office of Wastewater Management Office of Water Washington, DC, U.S. Agency for International Development.
- Verlicchi, P. e Masotti, L. (-). Sistemi “convenzionali” e sistemi “naturali” di disinfezione delle acque reflue. Ciclo dell’acqua nella pianificazione del territorio. Centro Italiano per la riqualificazione fluviale (CIRF).
- Washington Office of Environmental Health Water and Office of Environmental Health (1997). Water Reclamation and Reuse Standards, September 1997.
- Washington, EPA/625/R-04/108 September 2004.
- World Health Organization (1989). “Health Guidelines for Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture” World Health Organization, Technical Report Series 778, WHO, Geneva, Switzerland, 1989.
- World Health Organization (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, Volume 2, Wastewater use in agriculture.
- C. Collivignarelli, G. Bertanza, A. Abbà, V. Acquaotta, M. Alberi. (2005). “Studio relativo all’analisi dei dati disponibili sugli impianti di depurazione di reflui urbani, individuazione di una “casistica” di riferimento e approfondimento di alcuni casi di studio per la definizione di criteri per il migliore utilizzo delle strutture esistenti e dei migliori interventi di upgrading, al fine di redigere una “Guida per l’adeguamento, miglioramento e razionalizzazione del servizio di depurazione delle acque di scarico urbane”, che tenga conto dello stato della normativa in materia” , Rapporto interno per APAT.
- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio. Il Programma Nazionale degli Interventi nel Settore Idrico.
- Aigner e Martin, 1999 in Atti secondo Convegno Nazionale “Utilizzazione termica dei rifiuti” Abano Terme 20-21/05/1999.
- Bixio, D., De Deken, B. e van Hauwermeiren, P. (1999). Anaerobic digestion in low loaded system- A case study. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent., 64/5a, 99-102.

-
- Bolzonella, D., Innocenti, L. e Cecchi, F. (2002). Biological nutrient removal wastewater treatments and sewage sludge anaerobic mesophilic digestion performances. *Water Science and Technology*, vol 46, 199-208.
- Brunetti, A., Lore, F. e Lotto, V. (1988). Methanogenic potential of substrate in anaerobic digestion of sewage sludge. *Env. Tech. Letters*, 9, 753-762.
- Caggiano e Motawi, 1999, in Atti Secondo Convegno Nazionale “Utilizzazione termica dei rifiuti” Abano Terme 20-21/05/1999.
- Kubler, H. e Rumphorst, M. (1999). Evaluation of processes for treatment of biowaste under the aspects of energy balance and CO₂ emission. In: *Proc. II Int. Symp. on Anaerobic Digestion of Solid Waste (II ISAD-SW)*. Barcelona, Spain, 15-17 June, 1999; 405-410.
- Malpei, 2005, Trattamento dei fanghi derivanti da impianti di depurazione acque reflue de impianti di potabilizzazione, dispensa Corso di Ingegneria Sanitaria Ambientale 2, www.amb.polimi.it/malpei/Imp-Tratt-Cremona/LezioneISA2Crem051205.pdf.
- Marino, 1999 in Atti secondo Convegno Nazionale “Utilizzazione termica dei rifiuti” Abano Terme 20-21/05/1999.
- Metcalf e Eddy Inc. (1991). *Wastewater Engineering. Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill Int. Editions, pp. 1334.
- Piantanida e Pizzoli, 1999 in Atti secondo Convegno Nazionale “Utilizzazione termica dei rifiuti” Abano Terme 20-21/05/1999.
- Zannier e Savoldi, 1999 in Atti secondo Convegno Nazionale “Utilizzazione termica dei rifiuti” Abano Terme 20-21/05/1999.
- Brevetto RN 2004°000038, F.Cecchi, P.Pavan, P.Battistoni (2004). “Metodo di pretrattamento a bassa potenza specifica della frazione organica di rifiuto solido urbano finalizzato al processo di codigestione e/o all’ottimizzazione delle fasi di denitrificazione e defosfatazione biologica”.
- Brevetto RN 2004°000034, P.Battistoni, F.Cecchi (2004). “Procedimento di produzione di sali di fosforo e azoto da reflui contenenti ortofosfati senza aggiunta di reagenti chimici”.