



INEA

**IL MONITORAGGIO
DELLA QUALITA' DELLE ACQUE
NEGLI INVASI A DESTINAZIONE IRRIGUA
NELLE REGIONI MERIDIONALI**

a cura di
Stefano Fabiani

Working Paper

IL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE NEGLI INVASI A DESTINAZIONE IRRIGUA NELLE REGIONI MERIDIONALI

a cura di

Stefano Fabiani

INEA, 2009

Il presente lavoro è stato elaborato nell'ambito del progetto "Attività di assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell'uso irriguo delle risorse idriche", affidato all'INEA dal MIPAAF, Gestione Commissariale ex Agensud.

Lo studio è stato redatto dal personale INEA e da alcuni consulenti esterni, con la supervisione ed il referaggio di un comitato tecnico-scientifico all'uopo costituito, formato da:

Ing. Antonino Casciolo – funzionario Gestione Commissariale ex Agensud, Responsabile unico del progetto;

Dr. Guido Bonati - responsabile INEA Servizio 4;

Dr. Pasquale Nino - coordinatore INEA del progetto;

Prof. Ing. Agostino Farroni – Professore aggregato del corso Idraulica e sistemazioni fluviali presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi dell'Aquila;

Ing. Giacomo Romano - ingegnere idraulico, consulente INEA presso Gestione Commissariale ex Agensud.

Responsabile attività Stefano Fabiani.

La stesura del rapporto è stata curata interamente dall'autore.

La grafica e l'impaginazione sono state curate da Sofia Mannozi.

Il coordinamento editoriale è a cura di Federica Giralico.

Presentazione

L'irrigazione rappresenta uno dei fattori fondamentali nello sviluppo dell'agricoltura negli ultimi decenni, non solo perché ha consentito di ottenere produzioni elevate e di qualità, ma soprattutto perché ha reso possibile una flessibilità nella scelta degli ordinamenti produttivi da parte degli imprenditori agricoli, svincolandoli dalla scarsità ed incertezza degli apporti idrici derivanti dalle precipitazioni.

L'impiego dell'acqua in agricoltura, quale mezzo tecnico della produzione, pone delle problematiche peculiari rispetto agli altri fattori produttivi in quanto risorsa naturale e pertanto non producibile industrialmente e per la sua caratteristica di escludibilità nel consumo, che comporta una forte competizione con gli altri usi (civili, industriali, potabili, ricreativi, etc.).

L'INEA, nell'ambito del servizio "Ricerche su ambiente e risorse naturali in agricoltura" ed in coerenza con gli attuali indirizzi comunitari tesi a garantire un approccio sostenibile alle risorse naturali, realizza studi specifici volti a promuovere un'efficiente gestione delle risorse idriche in agricoltura sia dal punto di vista economico che ambientale. Le attività del servizio pertanto, sono mirate allo sviluppo di strumenti agronomico-territoriali di supporto alla pianificazione e programmazione dell'uso delle acque, in un'ottica di contenimento dei consumi, e ad approfondire gli aspetti di carattere tecnico-ingegneristico, per fornire agli Enti gestori della risorsa un supporto per quanto riguarda le innovazioni tecnologiche adottate nei sistemi irrigui.

Questo lavoro in particolare, nasce dalla collaborazione tra INEA e Gestione Commissariale ex Agensud, che hanno dato vita al progetto di "Assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell'uso irriguo delle risorse idriche".

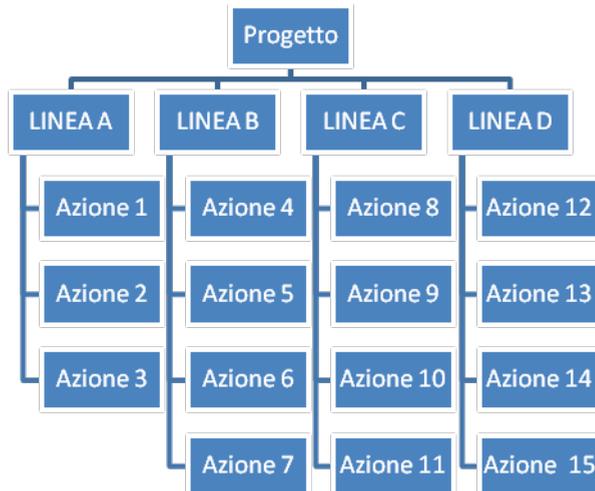
Il progetto costituisce la prosecuzione e l'approfondimento di precedenti studi effettuati dall'INEA ("Studio sull'uso irriguo della risorsa idrica, sulle produzioni agricole irrigate e sulla loro redditività", finanziato con le risorse del QCS 1994-1999 nell'ambito del Programma Operativo Multiregionale "Ampliamento e adeguamento della disponibilità e dei sistemi di adduzione e distribuzione delle risorse idriche nelle regioni dell'Obiettivo 1" – sottoprogramma III, misura 3; studio "Assistenza tecnica nel settore delle risorse idriche" linee C, D ed E del Progetto Operativo, facente parte del "Programma Operativo Nazionale Assistenza Tecnica e Azioni di Sistema QCS Obiettivo 1 2000-2006" (PON ATAS) – misura 1.2: Azioni di assistenza tecnica e supporto operativo per l'organizzazione e la realizzazione delle attività di indirizzo, di coordinamento e orientamento delle Amministrazioni Centrali), volti a fornire supporto scientifico, tecnico e operativo alla Gestione

Commissariale ex Agensud per ampliare e approfondire le conoscenze sull'agricoltura irrigua nelle regioni meridionali, allo scopo di ottimizzare l'uso delle risorse finanziarie disponibili con l'individuazione degli interventi strutturali a maggiore valenza economica.

Dal punto di vista operativo il progetto è rivolto principalmente al sostegno dell'attività degli Enti operanti nel settore irriguo – Consorzi di Bonifica ed altri soggetti pubblici – ed è articolato nelle seguenti quattro linee direttrici:

- Linea A: studi a carattere territoriale sulle aree irrigue;*
- Linea B: studi ed indagini sull'utilizzo della risorsa idrica;*
- Linea C: elementi e linee guida per la progettazione di impianti irrigui;*
- Linea D: supporto tecnico agli enti concessionari per l'accelerazione degli interventi e per le attività connesse alla gestione degli impianti.*

Ciascuna Linea è articolata in diverse Azioni secondo lo schema seguente:



Nell'ambito delle diverse Linee del progetto sono state sviluppate le seguenti Azioni:

Azione 1 - Uso della risorsa idrica, strutture di distribuzione e tecniche irrigue nelle aree non servite da reti collettive dei Consorzi di Bonifica;

Azione 2 – Monitoraggio qualitativo dei corpi idrici utilizzati a scopo irriguo;

Azione 4 - Intrusione marina e possibilità di trattamento delle acque con elevato contenuto salino;

Azione 5 – Utilizzo delle acque delle reti di bonifica;

Azione 6 - Controllo delle perdite nelle reti in pressione;

Azione 7 - Utilizzazione a fini naturalistici degli invasi a prevalente uso irriguo;

Azione 8 - Linee guida sulla scelta e l'impiego delle apparecchiature idrauliche, sugli impianti di sollevamento, sugli impianti di filtraggio;

Azione 11 - Efficienza e sicurezza delle dighe e piccoli invasi;

Azione 12 - Supporto all'attività di rendicontazione;

Azione 14 - Supporto all'attività di progettazione;

Azione 15 - Analisi di rilevanti esperienze di progettazione a livello internazionale.

Con la Linea A - Azione 2 “Monitoraggio qualitativo dei corpi idrici utilizzati a scopo irriguo”, mediante un'indagine di carattere conoscitivo, si è voluto affrontare il problema dei controlli sullo stato di qualità delle acque raccolte in invasi e destinate all'irrigazione, nelle regioni Meridionali.

Il tema della qualità delle acque usate in agricoltura riveste da sempre un ruolo centrale nella definizione delle disponibilità da impiegare e, l'utilizzo di acque di buona qualità, è una questione assolutamente rilevante soprattutto per la salubrità delle produzioni alimentari e per gli impatti ambientali che ne possono discendere.

Negli ultimi anni in particolare, le nuove conoscenze ecologiche, economiche ed ambientali suggeriscono di considerare l'acqua come una risorsa limitata di cui fare un uso corretto, al fine di non dissipare un bene patrimonio comune. Anche a livello internazionale, l'aumento delle pressioni sulle risorse idriche e l'affermarsi di idee e azioni rivolte allo “sviluppo sostenibile” hanno comportato una maggiore attenzione a concetti come conservazione, risparmio, riuso, tutela sia quantitativa che qualitativa e controllo.

In considerazione della sempre minore disponibilità di acque di buona qualità, è cresciuta quindi l'attenzione verso questi aspetti, in particolare per quanto riguarda il settore irriguo.

On. Lino Carlo Rava
Presidente INEA

Ing. Roberto Iodice
Commissario Ad Acta
ex AgenSud

INDICE

Introduzione - Il concetto di qualità delle acque	1
--	---

CAPITOLO 1

L'UTILIZZO DELLE ACQUE IN AGRICOLTURA

1.1	La Concentrazione Salina	6
1.2	Il Tasso di infiltrazione	6
1.3	Fenomeni di tossicità	9
1.4	Ulteriori Indicatori di Qualità	10
1.5	Le tecniche irrigue	13

CAPITOLO 2

RIFERIMENTI NORMATIVI IN TEMA DI QUALITÀ DELLE ACQUE

2.1	D.Lgs. 152/99 con le modifiche di cui al D.Lgs. 258/2000 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento dai nitrati provenienti da fonti agricole”	15
<i>2.1.1</i>	<i>Decreto 30 giugno 2004 “Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell’articolo 40, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo”</i>	19
<i>2.1.2</i>	<i>Decreto 12 giugno 2003 n. 185 “Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’art 26, comma 2 del D.Lgs. 152/99”</i>	20
<i>2.1.3</i>	<i>Decreto Legislativo 2 febbraio 2001 n. 31 in attuazione della Direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano</i>	20

2.1.4	<i>Decreto 6 novembre 2003, n. 367 “Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell’ambiente acquatico per le sostanze pericolose ai sensi dell’art. 3, comma 4 del D.lgs 152/99”</i>	21
2.2	Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque	21
2.3	Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”	26
2.3.1	<i>Decreto 2 maggio 2006 “Norme tecniche per il riutilizzo dei reflui”</i>	28

CAPITOLO 3

IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

3.1	I controlli sulle acque degli invasi	36
3.1.1	<i>Siti di campionamento</i>	37
3.1.2	<i>Tipi di analisi</i>	37
3.1.3	<i>Frequenza</i>	39
3.1.4	<i>Numero di determinazioni</i>	39
3.2	I controlli sull’invaso di Simbirizzi	39
3.2.1	<i>Frequenza</i>	40
3.2.2	<i>Numero di determinazioni</i>	40
3.3	I controlli sui sedimenti degli alvei fluviali e degli invasi	41
3.3.1	<i>Siti di campionamento</i>	41
3.3.2	<i>Tipi di analisi</i>	42
3.3.3	<i>Frequenza</i>	43
3.3.4	<i>Numero di determinazioni</i>	43

CAPITOLO 4

QUESTIONARIO SUL MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DELLE ACQUE RACCOLTE IN INVASI E DESTINATE AD USO IRRIGUO

4.1	Analisi dei risultati	45
4.1.1	<i>Abruzzo</i>	45
4.1.2	<i>Basilicata</i>	46
4.1.3	<i>Calabria</i>	46
4.1.4	<i>Campania</i>	47
4.1.5	<i>Molise</i>	47
4.1.6	<i>Puglia</i>	48
4.1.7	<i>Sardegna</i>	49
4.1.8	<i>Sicilia</i>	51
4.2	Considerazioni finali	51

APPENDICE

QUESTIONARIO SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE	55
Bibliografia	58

INTRODUZIONE

IL CONCETTO DI QUALITÀ DELLE ACQUE

In passato la qualità di un corpo idrico veniva valutata sulla base del valore di alcuni parametri chimici, fisici e microbiologici rilevanti per la tutela della salute, in relazione ai diversi usi della risorsa, per cui l'attenzione del legislatore era focalizzata, principalmente, alla definizione di limiti quantitativi - o di concentrazione - da rispettare.

L'evoluzione normativa in atto in Italia e più generalmente a livello comunitario, ha comportato l'elaborazione progressiva di un diverso scenario concettuale, affermando una nozione più articolata di "corpo idrico" che meglio corrisponde alle più avanzate conoscenze biologiche ed ecologiche¹.

In particolare si sottolinea l'importanza della "funzionalità" dei corpi idrici espressa da un insieme di fenomeni che tendono a garantire la vita e l'equilibrio di comunità animali e vegetali ben diversificate e numerose, annullando o riducendo, se possibile, gli impatti qualitativi e quantitativi determinati dalle pressioni inquinanti o dagli usi eccessivi della risorsa.

Lo stato di qualità ecologico e ambientale del corpo idrico viene quindi a dipendere da molteplici interazioni chimiche, fisiche, biologiche e idromorfologiche tra le diverse componenti naturali dello stesso. Nel definire lo stato di un corpo idrico è quindi importante la qualità delle acque e dei sedimenti, la vitalità delle comunità viventi, lo scambio di materia ed energia con il territorio circostante e l'aria. Questi concetti sono assunti come principi da tutte le legislazioni nazionali della UE, anche a seguito della emanazione della Direttiva Quadro 2000/60/CE (di seguito Direttiva Quadro) che fissa gli obiettivi e i criteri di una politica comunitaria per le risorse idriche.

L'obiettivo minimo complessivo di questa politica è garantire e conservare un Buono Stato Ecologico e Ambientale, qualitativo e quantitativo, per tutti i corpi idrici di qualunque tipologia: i fiumi, i laghi, le acque marino costiere, le acque di transizione, i corpi idrici artificiali e le acque sotterranee. Un Buono Stato Ambientale per un corpo idrico rappresenta una condizione per cui il corpo idrico ha la "capacità di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate" (articolo 4, comma 2 D.Lgs. 152/99, ripreso nel

¹ *Un corpo idrico è ora visto come un insieme di ecosistemi costituiti da acqua, suolo (sedimenti) e biota (comunità animali e vegetali a diversi livelli trofici), con una propria e complessa struttura e con specifiche funzionalità.*

D.Lgs. 152/2006).

Le definizioni normative sono di applicazione generale per tutti i corpi idrici ma vengono specificatamente adattate alle loro diverse tipologie, sulla base dei parametri ed elementi di qualità ambientali più significativi per ogni tipologia. Gli elementi di qualità ambientale considerati riguardano comunque tre componenti: gli aspetti chimici, (fisici, microbiologici ed idromorfologici di base, il ciclo dell'ossigeno, nutrienti, ecc), gli aspetti biologici e la presenza dei microinquinanti di sintesi e non.

Questi criteri metodologici si applicano anche ai corpi idrici artificiali quali gli invasi, serbatoi e canali che contribuiscono alla dotazione di risorse propria di un bacino idrico. Nel caso dei corpi idrici artificiali, che comunque sono anch'essi sistemi complessi come quelli naturali, l'obiettivo ambientale è costituito dal massimo potenziale ecologico compatibile con la struttura del corpo idrico e da un livello di inquinanti inferiore a certi standard ambientali fissati per tutelare la salute dell'uomo e degli ecosistemi. Tuttavia, il concetto di massimo potenziale ecologico richiede ancora una definizione più precisa e una adeguata metodologia di calcolo o di stima, limitandosi, il legislatore, a suggerire una assimilazione dello stato dei corpi idrici artificiali a quelli dei corpi idrici naturali simili: canali con corsi d'acqua, invasi con laghi.

In Italia, nelle more del recepimento della Direttiva Quadro (avvenuto formalmente con l'emanazione del D.Lgs. 152/2006), si è fatto riferimento in tema di qualità delle acque al D.Lgs 152/99, che definisce gli obiettivi generali di qualità ecologica per tutte le tipologie di corpi idrici, pur mantenendo transitoriamente gli obiettivi per specifica destinazione individuato come "stato dei corpi idrici idoneo a una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi" (articolo 4, comma 3).

Gli obiettivi stabiliti dalla normativa saranno raggiunti mediante l'attuazione di Piani di Gestione di Bacino/Distretto e, in quel contesto, il controllo della qualità delle acque usate in agricoltura, rappresenta certamente un fattore critico, visto il notevole contributo in termini di pressioni che le acque irrigue comportano sulla qualità generale delle acque di un bacino/distretto idrografico.

Dopo questa necessaria premessa sul concetto di qualità, il tema di questo studio, vale a dire l'attività di controllo delle acque irrigue nelle regioni Meridionali, è stato affrontato dapprima identificando i principali parametri che determinano i requisiti minimi di qualità per un idoneo impiego in agricoltura ed in un secondo momento effettuando una rassegna preliminare che ha messo in luce i riferimenti normativi che disciplinano la classificazione dei corpi idrici ed i controlli ambientali in materia.

Nel seguito del lavoro è stata quindi riportata una descrizione puntuale delle metodiche analitiche di monitoraggio e dei limiti di ammissibilità degli inquinanti, prendendo a riferimento il caso studio di un Ente irriguo, l'ENAS² – Ente Acque Sardegna, che, dotato di un efficiente laboratorio di analisi, è in grado di effettuare analisi chimico-fisico-biologiche sulle acque di propria pertinenza come previsto e prescritto dalla normativa in materia.

Esaminato il protocollo di monitoraggio dell'ENAS, come detto pienamente rispondente al dettato del D.Lgs. 152/2006, in particolare all'allegato I - Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, è stata avviata la fase ricognitiva, volta a verificare, con l'ausilio di questionari e indagini sul campo, quali e quanti Enti gestori degli invasi selezionati, sottopongono le proprie acque destinate all'irrigazione ad un corretto monitoraggio qualitativo.

L'obiettivo finale è stato quindi la verifica dei controlli effettuati sugli invasi a destinazione irrigua nelle regioni Meridionali per capire se, allo stato attuale, si è in grado di certificare determinati livelli qualitativi dell'acqua utilizzata in agricoltura.

² *Ex Ente Autonomo Flumendosa*

ABSTRACT

The aim of the study is a survey able to verify monitoring and quality control activities in place, regarding water harvested in dams and intended for irrigation use in Objective 1 regions. The law provides for them to be analyzed at regular deadlines to check compliance with the parameters of law. Regions are the local authorities in charge of water quality assessment, and control activity should be carried out by ARPA (Regional Environmental Protection Agency) or directly by the managers' institution of the dams. Similarly we want to assess the frequency with which the analysis' are carried out - to understand whether it is sufficient to certify a constant quality over time. The introductory phase of the study will identify the main parameters that define the minimum level of water quality for its use in agriculture.

The characteristics needed from water for efficient use for cultivation are determined on the basis of its physical properties, chemical and microbiological tests established by FAO, in a perspective of interaction of the system "water - soil - crop" and in relation to the irrigation technique used. After a preliminary phase that will highlight the references to the legislation governing the classification, monitoring and environmental controls on water quality, we will proceed with a description of analytical methods of monitoring and of eligibility limits of chemical pollutants. Then we will verify, with questionnaires and local surveys, which and how many dam's managers institution in Objective 1 Regions, submit waters for irrigation use to quality monitoring in compliance with the law's requirements and constraints.

CAPITOLO 1

L'UTILIZZO DELLE ACQUE IN AGRICOLTURA

Le fonti di approvvigionamento delle acque utilizzate a scopo irriguo, sono generalmente classificate in tre grandi tipologie:

- acque superficiali da corsi e invasi naturali o artificiali (fiumi, torrenti, laghi, bacini idrici delimitati da dighe o da argini);
- acque sotterranee da falde acquifere e sorgenti;
- acque reflue urbane, industriali, zootecniche.

Sebbene l'impiego e le caratteristiche chimico-fisiche che devono avere per essere utilizzabili in specifici contesti sono soggetti alle disposizioni del D.Lgs. 152/2006 (in particolare agli allegati tecnici che trattano in maniera specifica il concetto di qualità delle acque per determinati usi), e quindi ai nuovi criteri imposti dalla normativa comunitaria identificata con la Direttiva 200/60/CE, non vi sono specifici riferimenti normativi che disciplinano il loro utilizzo in agricoltura (se non in riferimento al riuso). Pertanto, al fine di inquadrare l'idoneità delle acque per un efficiente utilizzo in ambito irriguo, sono stati presi in esame gli studi effettuati dai principali organismi nazionali ed internazionali (su tutti MiPAF e FAO) circa le caratteristiche che esse devono avere.

I *Metodi Ufficiali per l'Analisi delle Acque per uso agricolo e zootecnico*, pubblicati dall'Editore Franco Angeli per conto del MiPAF (2000), trattano in dettaglio la qualità "agronomica" richiesta sulla base delle conoscenze tecniche e operative riferita ad una numerosa serie di parametri. La qualità agronomica suggerita è messa in relazione alle specifiche tecniche e produzioni agricole. I Metodi Ufficiali, basandosi sulle raccomandazioni FAO, indicano i problemi per le colture e per il suolo, derivanti dalla presenza di alcune specie chimiche e microbiologiche nelle acque di irrigazione in funzione delle diverse colture e delle diverse procedure di utilizzazione e uso delle acque per l'irrigazione.

In particolare, dalle raccomandazioni FAO – "*Water Quality for Agriculture – Irrigation and drainage paper*" n. 29 Rev. 1, 1985, i problemi principali connessi con l'utilizzo delle acque in agricoltura, riguardano essenzialmente:

1. la concentrazione salina, che se superiore ad un dato livello genera una perdita nella resa della pianta;
2. il tasso di infiltrazione dell'acqua a causa di elevata sodicizzazione del terreno;
3. la presenza eccessiva di elementi tossici (metalli pesanti, Litio, Boro, Cloro,

residui di fitofarmaci, ecc.).

1.1 La Concentrazione Salina

Il problema dell'utilizzo di acqua salina in agricoltura, ha effetti diretti in relazione alla concentrazione di sali presenti nelle zone radicali in misura tale da comportare una riduzione nelle rese delle colture. I sali inoltre, filtrando nel terreno, comportano spesso problemi di contaminazione delle falde sotterranee. Le principali cause che determinano la salinizzazione delle acque sotterranee possono essere riconducibili principalmente alla dissoluzione di rocce e/o di sostanze solubili presenti nel terreno a mano a mano che l'acqua percola, e alla diffusione tra masse di acqua a diversa concentrazione salina. Questo ultimo aspetto rappresenta una delle principali cause di limitazione nell'uso di acque prelevate da pozzi, soprattutto lungo le zone costiere. La salinizzazione delle falde connesse alle acque costiere infatti, dipende in genere da un eccesso di estrazione dalla falda che determina l'ingresso di acque marine (intrusione del cuneo salino), ma in questa sede ci limiteremo a dire che la contaminazione dell'acqua di falda da parte dell'acqua marina, essendo la prima ricca di HCO_3^- (Bicarbonati) e la seconda di ioni Cl^- (Cloruri), viene valutata calcolando il rapporto $\text{Cl}^- / (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-})$ (CO_3^{2-} - sono i Carbonati).

Se questo rapporto supera il valore di 0,5 le acque possono considerarsi contaminate dall'acqua di mare e quindi salmastre. Esprimendo il contenuto salino o "salinità dell'acqua" come residuo fisso o durezza totale o contenuto in sali totali disciolti (STD) espresso in ‰, il limite più comunemente usato oltre il quale un'acqua è definita salmastra è del 2‰ o 2000 mg L⁻¹. (*Metodi di analisi delle acque ad uso agricolo e zootecnico*, Sezione 1 – Qualità delle acque per uso irriguo – MiPAF, 2000).

Il concetto di salinità inoltre è strettamente legato a quello di conducibilità elettrica dell'acqua (ECW) espressa in dS m⁻¹.

1.2 Il tasso di infiltrazione

Problemi di infiltrazione legati alla qualità delle acque, si verificano quando il normale tasso di infiltrazione di acqua viene sensibilmente ridotto e l'acqua rimane sulla superficie del suolo troppo a lungo, o percola troppo lentamente, e non è quindi in grado di mantenere le rese delle colture accettabili.

Il tasso di infiltrazione dell'acqua nel suolo è molto variabile e può essere fortemente influenzato dalla qualità delle acque di irrigazione e da fattori come la struttura del suolo, il grado di compattazione, il contenuto di sostanze organiche e chimiche.

I due più comuni fattori legati alla qualità delle acque che influenzano il normale tasso di infiltrazione sono la salinità delle acque (quantità totale di sali in acqua) e il suo contenuto di Sodio (Na) rispetto al contenuto di Calcio (Ca) e Magnesio (Mg). Un elevato contenuto di sale nell'acqua, aumenterà l'infiltrazione. Una bassa salinità dell'acqua o acqua con un elevato rapporto di Sodio rispetto al Calcio invece, la diminuisce.

Per spiegare e valutare questi fenomeni, vengono utilizzati diversi indici di qualità dell'acqua irrigua, tra i quali il più usato, è il rapporto di assorbimento del sodio (SAR o Sodium Adsorption Ratio) che mette in relazione Na, Ca e Mg, la cui concentrazione è espressa in Meq L⁻¹. (MiPAF 2000).

Le caratteristiche qualitative delle acque irrigue consigliate anche dalla WHO – World Health Organization (mutuate dalle indicazioni fornite dalla FAO) sui limiti nell'uso delle acque irrigue derivanti dalla salinità o dalla eccessiva sodicità, sono riportate di in Tabella 1.

Tabella 1 - Indicazioni per valutare la qualità dell'acqua per l'irrigazione - Classificazione dell'acqua irrigua riportata dalla FAO

Problemi potenziali per l'irrigazione	Parametro	Limitazione d'uso		
		nessuna	da lieve a moderata	severa
Salinità (influenza la disponibilità di acqua per la coltura)	ECW (dS m-1)	< 0,7	0,7 – 3	> 3,0
	STD (mg L-1)	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltrazione (influenza la velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno tenendo conto, contemporaneamente della ECW e del SAR*)	SAR = 0 - 3 con ECW	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	SAR = 3 - 6 con ECW	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	SAR = 6 - 12 con ECW	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	SAR = 12 - 20 con ECW	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	SAR = 20 - 40 con ECW	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Effetti di tossicità da ioni specifici su specie vegetali sensibili				
Ione sodio Na+				
Irrigazione superficiale	SAR	< 3	3 – 9	> 9
Irrigazione a pioggia	SAR	< 3		> 3
Ione cloro Cl-				
Irrigazione superficiale	Meq L-1	< 4	4 – 10	> 10
Irrigazione a pioggia	Meq L-1	< 3		> 3
Boro B3-	Meq L-1	< 0,7	0,7 – 3	> 3,0

* SAR - Sodium Adsorption Ratio (rapporto di assorbimento del sodio)

Fonte: MiPAF, 2000

1.3 Fenomeni di tossicità

I problemi di tossicità in particolare, si verificano quando la presenza di alcuni componenti (ioni) presenti nel terreno o nell'acqua, vengono assorbiti dalla pianta in concentrazioni tali da generare danni alle colture o riduzioni delle rese. Tali danni sono riconducibili principalmente a fenomeni di "fitotossicità" e sono causati maggiormente dai elementi come Cloro, lo Zolfo, ed il Boro.

Elevate concentrazioni di Cloro ad esempio, derivano sia dalla dissociazione dei sali nel terreno, primi tra tutti i Cloruri, sia da altre fonti quali ad esempio il trattamento di clorazione cui sono sottoposte le acque reflue in fase di depurazione³ (MiPAF, 2000). I fenomeni di fitotossicità dovranno essere valutati in particolare, anche in relazione al sistema "coltura-suolo-metodo irriguo", soprattutto nel caso di abbondante bagnatura della vegetazione.

Anche i metalli pesanti, rientrano in quella categorie di sostanze, che se presenti oltre una certa concentrazione nei tessuti vegetali, generano fenomeni di tossicità; perciò la presenza di alcuni di essi, in particolare quelli considerati inquinanti prioritari ai sensi dell'allegato X della Direttiva Quadro, deve essere rigorosamente valutata assumendo gli Standard di Qualità Ambientale⁴ (SQA) fissati dalla normativa comunitaria e nazionale (D. Lgs. 152/2006 e Direttiva 76/464/CEE sulle sostanze pericolose). Tali SQA sono stati fissati tenendo conto sia degli effetti ecotossici sugli ecosistemi sia degli effetti sanitari, in base a test ecotossicologici su diversi livelli trofici, sia al giudizio di esperti.

Di seguito vengono riportati i livelli soglia individuati dalla FAO per ogni singolo elemento che può generare fenomeni di tossicità (Tabella 2).

³ Anche questo discorso andrebbe trattato e ampliato in maniera più dettagliata, soprattutto in riferimento alla normativa vigente in materia, analizzando in particolare il Decreto 12 giugno 2003, "Regolamento recante le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'art. 26 del 152" (ripreso nei contenuti dal Decreto 2 maggio 2006 "Norme tecniche per il riutilizzo dei reflui") che disciplina il riuso produttivo dei reflui trattati.

⁴ Lo SQA fissa la concentrazione al di sopra della quale si ritiene esista un rischio per la salute dell'uomo e per quella delle specie viventi negli ecosistemi associati.

Tabella 2 - Valori soglia per gli elementi in traccia per le coltivazioni irrigue

Elemento	Concentrazione massima (mg L-1)
Alluminio	5,0
Arsenico	0,10
Berillio	0,10
Boro	0,5
Cadmio	0,01
Cobalto	0,05
Cromo	0,10
Fluoro	1,0
Ferro	5,0
Litio	2,5
Manganese	0,20
Mercurio	0,002
Molibdeno	0,01
Nichel	0,20
Piombo	5,0
Rame	0,20
Selenio	0,02
Stagno, Titanio, Tungsteno	-
Vanadio	0,10
Zinco	2,0

Fonte: MiPAF, 2000

Caso particolare è quello dei Nitrati (NO₃⁻) per i quali valgono le norme fissate dalla Direttiva Nitrati (91/676/CE) e, quando esistenti, dai quaderni di Buone Pratiche Agricole del MiPAF come previsto da tale normativa. Queste norme valgono in particolare in caso di zone sensibili e di aree vulnerabili.

1.4 Ulteriori Indicatori di Qualità

Oltre alle tre principali categorie di indicatori di qualità (presenza di sali, Sodio ed elementi tossici), vi sono diversi altri parametri, certamente non trascurabili, che determinano l'idoneità o meno dell'acqua per un suo utilizzo agronomico.

Questi sono la temperatura, che se notevolmente inferiore a quella del terreno o della coltura può generare danni evidenti sulle colture particolarmente sensibili (es. colture in serra) con sintomi simili a quelli di carenza idrica; la presenza di materiali solidi in sospensione (es. sabbia, limo, argilla) può provocare una più rapida usura

delle pompe ed irrigatori e generare fenomeni di occlusione di gocciolatori⁵; le sostanze di natura organica contenute in certe acque, alle quali va posta maggiore attenzione in conseguenza della reazione che intercorre tra il Carbonio presente in tali sostanze e l'ossigeno dell'acqua, che ne risulta impoverita. Per valutare tali rapporti si utilizzano indicatori quali il BOD (Biochemical Oxygen Demand) ossia la quantità di O₂ necessaria per ossidare le sostanze organiche in seguito all'azione batterica, ed in particolare il BOD₅ corrispondente al consumo di ossigeno del campione dopo 5 giorni di permanenza all'oscurità, in agitazione e ad una temperatura costante di 20 °C. Il valore di BOD per considerare un'acqua discretamente pura deve aggirarsi intorno ai 3 mg L⁻¹ (MiPAF, 2000). Analogamente, viene utilizzato un altro parametro, il COD (Chemical Oxygen Demand), che rappresenta la quantità di O₂ richiesta per ossidare la totalità delle sostanze organiche presenti nell'acqua, anche se non attaccabili per via biologica. Il rapporto BOD/COD è quindi un indice di biodegradabilità delle sostanze presenti; il pH dell'acqua irrigua che deve rispettare determinati valori e precisamente essere compreso tra 5,5 e 8,5⁶ - ottimali sono i valori di pH compresi tra 6,5 e 7,5.

Anche la presenza di elementi come Azoto e Fosforo, che rappresentano i principali nutrienti dei vegetali, può generare problemi relativi a fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali con conseguenti rischi di occlusione degli irrigatori a causa della fitomassa presente.

I limiti di accettabilità per questi elementi vanno quindi interpretati come segnale di degrado del corpo idrico e di adeguamento delle fertilizzazioni (Tabella 3).

Tabella 3 - Valori limite per l'azoto totale, nitriti, nitrati e fosfati per la classificazione delle acque irrigue in classi di qualità

Parametro	Unità di misura	Classe I	Classe II
Azoto totale	mg L ⁻¹	< 40	> 40
Nitrati	mg L ⁻¹	< 50	> 50
Nitriti	mg L ⁻¹	< 2	> 2
Fosfati	Mg L ⁻¹	< 0,4	> 0,4

Classe I: acque impiegabili per l'uso irriguo senza particolari accorgimenti

Classe II: acque che possono richiedere particolari accorgimenti operativi, soprattutto nelle fasi di distribuzione e nella scelta del metodo irriguo.

Fonte: MiPAF, 2000

⁵ In generale si assume come valore limite di solidi in sospensione 30 mg L⁻¹.

⁶ Un'acqua con pH inferiori a 4,5 ad esempio, provoca effetti acidificanti e potenzialmente tossici per le colture, e aumenta la disponibilità di assorbimento dei metalli pesanti.

Per i residui di prodotti fitosanitari inoltre, (alcuni di essi inclusi nel novero delle sostanze pericolose della Direttiva Quadro) per le quali vanno considerati, ove esistenti, gli Standard di qualità ambientale (che prevengono da rischi sanitari ed ecologici), e la questione legata alla loro interazione col suolo⁷, bisogna invece considerare tre principali fattori che influenzano il possibile passaggio di questi nelle acque:

- proprietà chimico-fisiche del prodotto fitosanitario;
- struttura del sistema suolo-sottosuolo-acque di falda;
- influenza delle piogge e delle pratiche irrigue.

Infine, gli scarichi di effluenti di insediamenti urbani non depurati o di allevamenti zootecnici, comportano spesso un carico di inquinamento da microrganismi. Per la maggior facilità di quantificazione e per la loro significatività si determinano, come indicatori della presenza di agenti patogeni, i Coliformi Totali, Coliformi Fecali, e Streptococchi Fecali, la cui presenza, pur non generando fenomeni di fitotossicità, comporta ugualmente problemi di carattere igienico-sanitario del prodotto ottenuto. I limiti di accettabilità per tali agenti patogeni sono riportati di seguito (Tabella 4).

Tabella 4 - Limiti di tollerabilità degli agenti patogeni in funzione delle classi di qualità microbiologica dell'acqua.

Parametri microbiologici	Unità di misura	Classe I	Classe II	Classe III
Coliformi Totali	UFC/100mL	< 5000	5000 – 12000	> 12000
Coliformi Fecali	UFC/100mL	< 1000	1000 – 12000	> 12000
Streptococchi Fecali	UFC/100mL	< 1000	1000 - 2000	> 2000

Classe I: acque impiegabili senza limitazioni

Classe II: acque da impiegare almeno 30 giorni prima della raccolta, evitando il contatto con prodotti destinati ad essere consumati crudi dall'uomo

Classe III: acque che devono essere preferibilmente distribuite con metodi che evitino il contatto con la vegetazione. Anche in questo caso gli interventi irrigui vanno sospesi almeno della raccolta.

Fonte: MiPAF, 2000

⁷ I fitosanitari in parte si trasferiscono nei corpi idrici naturali, superficiali e sotterranei, generando inquinamento diffuso.

1.5 Le tecniche irrigue

La possibilità d'impiego e l'idoneità agronomica dell'acqua irrigua in base al livello di qualità, varia anche in funzione della tecnica di irrigazione utilizzata. A tal proposito, un'indicazione sulla relazione tra qualità dell'acqua e tecnica irrigua viene proposta nelle tabelle seguenti, estrapolate da uno studio mirato alla riqualificazione ambientale del Bacino del Tevere (*Tevere, Ambiente e paesaggio nel bacino del Tevere – Ricerche, studi ed interventi finalizzati alla riqualificazione ambientale*, 2006), che, sempre sulla base dei valori indicati nelle raccomandazioni FAO, riportano i valori soglia di alcuni parametri⁸:

Tabella 5 - Idoneità delle acque per irrigazione a scorrimento

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI RISCHIO
Conducibilità Ec	mS/cm	0.7	3
SAR	me/11/2	3	9
Cloruri	me/l	4	10
Boro	me/l	0.7	3.0
Ferro	me/l	5	5
Manganese	me/l	0.2	0.2
PH	PH	< 6.5	> 8.0

Fonte: Autorità di Bacino del Tevere, 2006

Tabella 6 - Idoneità per irrigazione con aspersione

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI RISCHIO
Sodio	me/l	3	3
Cloruri	me/l	3	3
Bicarbonati	me/l	1.5	8.5
Ferro	mg/l	1.5	5

Fonte: Autorità di Bacino del Tevere, 2006

⁸ La soglia di attenzione consente un utilizzo controllato, senza particolari accorgimenti mentre per la soglia di rischio le acque possono richiedere particolari accorgimenti operativi esponendo le colture a problemi legati alla loro salubrità.

Tabella 7 - Idoneità delle acque per microirrigazione

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI RISCHIO
PH	PH	7	8
Ferro	mg/l	0.1	1.5
Manganese	mg/l	0.1	1.5
Flora Mesofita Totale	UFC/ml	10000	50000

Fonte: Autorità di Bacino del Tevere, 2006

Le raccomandazioni citate in questo capitolo sull'efficiente impiego agronomico delle acque (riconducibili in generale alle disposizioni FAO), seppur datate, vengono ancora oggi assunte a livello generale (anche, come vedremo avanti, a causa dell'assenza di disposizioni normative specifiche mirate ad una definizione della qualità per uso agricolo) come punti fermi orientati a fornire garanzie igienico-sanitarie per le acque irrigue.

Nel capitolo successivo si procederà ad elencare in maniera più approfondita i principali riferimenti normativi che disciplinano la definizione dello stato di qualità delle acque, che sono sostanzialmente riconducibili ai parametri qualitativi imposti dal D.Lgs 152/99 e dalla Direttiva 2000/60/CE, ripresi nel Decreto Legislativo 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale".

CAPITOLO 2

RIFERIMENTI NORMATIVI IN TEMA DI QUALITÀ DELLE ACQUE

La normativa nazionale alla base delle politiche di gestione, tutela e risanamento delle risorse idriche, ha recentemente subito una sostanziale e complessiva trasformazione a seguito della pubblicazione del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile del 2006, derivante dalla legge 15 dicembre 2004 n. 308 (c.d. legge delega ambientale) che si configura come Testo Unico sull'Ambiente. La legge 152/2006 prevede e comprende nella sua Parte Terza - *“Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche”* - il recepimento formale della Direttiva Quadro 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

In particolare nel citato D.Lgs 152/2006 vengo interamente riprese le disposizioni riportate nel D.Lgs. 152/99 che tratta nel dettaglio gli aspetti legati alla qualità dei corpi idrici naturali e artificiali, stabilendo gli obiettivi minimi di qualità da raggiungere per le acque a specifica destinazione (ad uso potabile, di balneazione, idonee alla vita dei pesci e dei molluschi).

2.1 Il D.Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999 – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepisce la direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dai nitrati provenienti da fonti agricole

Gli obiettivi stabiliti dal D.Lgs 152/99, sono identificati a livello generale col raggiungimento del “buono” stato ecologico ed ambientale entro il 31/12/2016 (da ottenere attraverso il conseguimento del “sufficiente” stato entro il 2008). Le definizioni di “buono” e “sufficiente” (Tabella 9) sono riportate negli allegati tecnici del decreto che, stabilendo i valori limite di parametri biologici, chimici, fisici e microbiologici determinanti lo stato ecologico del corpo idrico, sono in grado di identificarne la corrispondente classe di qualità ambientale.

In particolare:

Lo *stato ambientale* è definito in relazione al grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento.

Lo *stato ecologico* dei corpi idrici superficiali è l'espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico,

considerando comunque prioritario lo stato degli elementi biotici dell'ecosistema.

Lo *stato chimico* è definito in base alla presenza di microinquinanti ovvero di sostanze chimiche pericolose⁹.

Tabella 9 – Definizione dello stato ambientale per i corpi idrici superficiali

ELEVATO	Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. La qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e una abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni naturalmente associate allo stesso ecotipo. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica.
BUONO	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana, e si discostano solo leggermente dai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione da non comportare effetti a breve e lungo termine, sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
SUFFICIENTE	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori, mostrano cenni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato". La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione da non comportare effetti a breve e lungo termine, sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
SCADENTE	Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate, si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione da comportare effetti a breve e lungo termine, sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.
PESSIMO	I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche normalmente associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato. La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazione da gravi effetti a breve e lungo termine, sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.

Nel decreto 152/99 non è ravvisabile esplicitamente una disciplina specifica attinente al settore irriguo, tuttavia nel contesto agricolo, troviamo un riferimento generale ai Consorzi di Bonifica, ai quali vengono attribuite responsabilità in merito

⁹ Decreto Legislativo 152/99 – Allegato 1 (Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale)

all'utilizzo delle proprie acque per fini irrigui. In particolare il decreto stabilisce all'art. 3, comma 6 (Competenze) che: *“I Consorzi di Bonifica e di Irrigazione anche attraverso appositi accordi di programma con le autorità competenti concorrono alla realizzazione di azioni di salvaguardia ambientale e di risanamento delle acque anche al fine della loro utilizzazione irrigua, della rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e della fitodepurazione”*.

Nel titolo II, riferito agli obiettivi di qualità come definiti nell'allegato I, viene confermata l'attribuzione alle Regioni di importanti responsabilità, su tutte il compito di identificare per ciascun corpo idrico significativo, o parte di esso, la classe di qualità corrispondente ad una di quelle indicate nell'allegato stesso (Tabelle 10, 11, 12) e di predisporre e adottare le misure necessarie per il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità stabiliti dal decreto stesso (“buono” stato entro il 2016). Come detto in precedenza nel dettato del decreto 152/99 lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici superficiali è definito sulla base dello stato ecologico e dello stato chimico, e per quanto riguarda i corpi idrici artificiali si dispone che lo stato qualitativo dell'acqua degli invasi debba corrispondere a quello del corpo idrico che più si avvicina alla tipologia di corpo idrico in questione. In questo contesto si richiama evidentemente la normativa adottata per i laghi:

Tabella 10 – Stato ecologico dei laghi

PARAMETRO	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Trasparenza (m) (valore minimo)	> 5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimico (% di saturazione) (Valore minimo misurato nel periodo di massima stratificazione)	> 80%	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Clorofilla “a” (μg/L) (valore massimo)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale (P μg/L) (valore massimo)	< 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100

Tabella 11 – Principali inquinanti chimici da controllare nelle acque dolci superficiali

INORGANICI (disciolti) (1)	ORGANICI (sul tal quale)
Cadmio	Aldrin
Cromo totale	Dieldrin
Mercurio	Endrin
Nichel	Isodrin
Piombo	DDT
Rame	Esaclorobenzene
Zinco	Esaclorocicloesano
	Esaclorobutadiene
	1,2 dicloroetano
	Tricloroetilene
	Triclorobenzene
	Cloroformio
	Tetracloruro di carbonio
	Percloroetilene
<i>(1) se è accertata l'origine naturale di sostanze inorganiche, la loro presenza non compromette l'attribuzione di una classe di qualità definita dagli altri parametri.</i>	Pentaclorofenolo

Tabella 12 – Stato ambientale dei laghi

STATO ECOLOGICO	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Concentrazione inquinanti di cui alla tabella 11					
≤ Valore Soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> Valore Soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Nel titolo IV - dedicato agli strumenti di tutela – al capo I – Piani di Tutela delle acque - art. 43, la legge pone a carico delle Regione la formulazione dei Piani di Tutela delle acque e l'elaborazione di programmi per conoscere e verificare lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei in ciascun Bacino Idrografico. Tali

programmi, vengono adottati in conformità alle indicazioni contenute nell'allegato I del decreto e integrati con quelli già esistenti per gli obiettivi a specifica destinazione.

Si evince da quanto detto, che il Piano di Tutela rappresenta uno strumento fondamentale di pianificazione per la politica di gestione/protezione delle acque, che racchiude in particolare, le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per Bacino Idrografico, e l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità.

Il D.Lgs. 152/99 viene attuato tramite una serie di decreti derivati, tra i quali evidenziamo, nel contesto di questa indagine:

il Decreto Ministeriale 30 giugno 2004 (Progetto di gestione degli invasi),

il Decreto 12 giugno 2003 n. 185 (Norme tecniche per il riutilizzo reflui),

il Decreto Legislativo 2 febbraio 2001 n. 31 (Qualità acque destinate al consumo umano)

il Decreto 6 novembre 2003, n. 367 (Standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose).

2.1.1 Decreto 30 giugno 2004 “Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell’articolo 40, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo”

Tra i decreti attuativi del D.Lgs 152/99, il Decreto 30 giugno 2004 pubblicato con la Gazzetta Ufficiale del 16 novembre 2004, disciplina in maniera più esauriente il tema dei controlli e del monitoraggio delle acque invasate. In tale ambito infatti, occorre tener presente che gli Enti gestori degli invasi, sono tenuti a formulare un “Progetto di gestione” secondo i criteri fissati dal decreto stesso. I progetti di gestione prevedono una serie di indagini qualitative - art.3 comma 2, lettere b, c, d (riguardanti rispettivamente i sedimenti, le colonne d'acqua sovrastanti il materiale depositato e il materiale solido in sospensione) - da effettuare in conformità alle disposizioni contenute nel titolo II, capi 1 e 2, e negli allegati del D.Lgs. 152/99. Il progetto di gestione rappresenta quindi uno strumento di supporto al Piano di Tutela, nel quale è riportata una descrizione qualitativa e quantitativa delle attività antropiche che influenzano la qualità delle acque e sono stabilite le modalità per il controllo prima, durante e dopo le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo (art. 8, comma 1).

Il progetto di gestione dovrà essere predisposto dal soggetto gestore dell'invaso e approvato dalle Regioni, previo parere preventivo dell'amministrazione competente

a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento¹⁰.

2.1.2 Decreto 12 giugno 2003 n. 185 “Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’art 26, comma 2 del D.Lgs. 152/99”

Il decreto fornisce i criteri di riuso produttivo delle acque reflue trattate e fissa gli standard per il riuso delle acque reflue in agricoltura. Il D.M. 185/2003 ha come obiettivo la tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche tramite la promozione del riutilizzo di acque reflue trattate al fine di:

limitare il prelievo delle acque superficiali e sotterranee;

ridurre l’impatto degli scarichi sui corpi idrici recettori;

favorire il risparmio idrico anche per fronteggiare in modo strutturale situazioni di scarsità della risorsa.

Il riutilizzo delle acque reflue prevede tre destinazioni d’uso ammissibili:

irriguo per colture destinate al consumo umano o animale ma anche a fini non alimentare, aree verdi o destinate ad attività ricreative e sportive;

civile per il lavaggio delle strade in centri urbani, l’alimentazione di sistemi di riscaldamento o raffreddamento, di reti duali di acque non potabili e degli scarichi igienici;

industriale: acque antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici, escludendo utilizzi che comportino il contatto di tali acque con alimenti, farmaci e cosmetici.

Il presente decreto è stato ripreso nei contenuti dal Decreto 2 maggio 2006 “*Norme tecniche per il riutilizzo dei reflui*”, che analizzeremo in seguito.

2.1.3 Decreto Legislativo 2 febbraio 2001 n. 31 in attuazione della Direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano

Il decreto legislativo 2 febbraio 2001 n. 31 in attuazione della Direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano, definisce gli standard di qualità delle acque utilizzate nelle produzioni agro-alimentari e farmaceutiche (usi industriali). Sebbene non sia direttamente rivolto agli usi irrigui, sembra comunque

¹⁰ L’amministrazione di cui all’art. 89, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, e l’amministrazione di cui all’art. 91, comma 1, del medesimo decreto legislativo, nel rispetto delle attribuzioni previste da tali articoli.

avere attinenze con il contesto agricolo, in quanto si riferisce alle acque utilizzate in un'impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al consumo umano. Nell'allegato 1 infatti vengono riportati, i limiti stabiliti per l'utilizzo di acque trattate o non trattate, destinate ad uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine.

2.1.4 Decreto 6 novembre 2003, n. 367 “Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose ai sensi dell'art. 3, comma 4 del D.lgs 152/99”

Il 367/2003 sulla base dei dati tossicologici ed ecotossicologici disponibili, degli usi e dei monitoraggi, definisce le concentrazioni massime ammissibili, in un corpo idrico costituito da acque superficiali o marine e salmastre, di 167 sostanze inquinanti prioritarie, comprensive delle 33 sostanze definite inquinanti prioritari a livello comunitario dall'allegato X della Direttiva 2000/60/CE che recepisce la decisione n° 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 20 novembre 2001, relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque¹¹.

2.2 Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque

La normativa nazionale è stata ridisegnata a livello Comunitario in seguito all'emanazione della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

La Direttiva è stata concepita per ridisegnare in maniera organica e complessiva l'intera legislazione comunitaria in tema di risorse idriche, e stabilisce gli obiettivi ambientali di prevenzione, tutela, risanamento e usi sostenibili della risorsa, attribuendo importanza prioritaria ai parametri biologici come elementi qualitativi per la valutazione dello stato ecologico delle acque superficiali. Definisce, inoltre, i parametri idromorfologici, chimici e fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici, individuando, per ogni tipologia di corpo idrico, gli indicatori biologici da utilizzare e le misure richieste.

È quindi fondamentale per la successiva determinazione dello stato ecologico, la definizione di condizioni di riferimento idromorfologiche (Tabella 13), fisico-chimiche (Tabella 14) e biologiche (Tabella 15) per ogni tipologia di corpo idrico.

¹¹ *Uso irriguo dell'acqua e principali implicazioni di natura ambientale (INEA, 2006).*

Tabella 13 - Elementi di qualità idromorfologica

ELEMENTO	STATO ELEVATO	STATO BUONO	STATO SUFFICIENTE
Regime idrologico	Massa e dinamica del flusso, livello, tempo di residenza e risultante collegamento alle acque sotterranee che rispecchiano totalmente o quasi le condizioni inalterate.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.
Condizioni morfologiche	Variazioni della profondità del lago, massa e struttura del substrato e struttura e condizione della zona ripariale che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.

Tabella 14 - Elementi di qualità fisico-chimica (a)

ELEMENTO	STATO ELEVATO	STATO BUONO	STATO SUFFICIENTE
Condizioni generali	Valori degli elementi fisico-chimici che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Concentrazioni di nutrienti entro la forcella di norma associata alle condizioni inalterate. Livelli di salinità, pH, bilancio dell'ossigeno, capacità di neutralizzare gli acidi, trasparenza e temperatura che non presentano segni di alterazioni antropiche e restano entro la forcella di norma associata alle condizioni inalterate.	Temperatura, bilancio dell'ossigeno, pH, capacità di neutralizzare gli acidi, trasparenza e salinità che non raggiungono livelli superiori alla forcella fissata per assicurare il funzionamento dell'ecosistema e il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica. Concentrazioni dei nutrienti che non superano i livelli fissati per assicurare il funzionamento dell'ecosistema e il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.
Inquinanti sintetici specifici	Concentrazioni prossime allo zero o almeno inferiori ai limiti di rilevazione delle più avanzate tecniche di analisi di impiego generale.	Concentrazioni non superiori agli standard fissati secondo la procedura di cui al punto 1.2.6, fatte salve le direttive 91/414/Ce e 98/8/Ce . (<sqa)	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.
Inquinanti non sintetici specifici	Concentrazioni entro la forcella di norma associata alle condizioni inalterate (livello di fondo naturale = bgl).	Concentrazioni non superiori agli standard fissati secondo la procedura di cui al punto 1.2.6 (b) fatte salve le direttive 91/414/Ce e 98/8/Ce . (<sqa)	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori precisati per gli elementi di qualità biologica.

(a) Sono utilizzate le seguenti abbreviazioni bgl = livello di fondo naturale; sqa = standard di qualità ambientale.

(b) L'applicazione degli standard risultanti da tale protocollo non implica la riduzione delle concentrazioni degli inquinanti al di sotto dei livelli di fondo naturale

Tabella 15 - Elementi di qualità biologica

ELEMENTO	STATO ELEVATO	STATO BUONO	STATO SUFFICIENTE
Fitoplancton	<p>Composizione e abbondanza tassonomica del fitoplancton che corrisponde totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Biomassa media del fitoplancton conforme alle condizioni fisico-chimiche tipiche specifiche e non tale da alterare significativamente le condizioni di trasparenza tipiche specifiche. Fioriture di fitoplancton con frequenza e intensità conformi alle condizioni fisico-chimiche tipiche specifiche.</p>	<p>Lievi variazioni nella composizione e abbondanza dei taxa planctonici rispetto alle comunità tipiche specifiche. Tali variazioni non indicano nessuna crescita accelerata di alghe tale da provocare un'alterazione indesiderata della composizione equilibrata degli organismi presenti nel corpo idrico o della qualità fisico-chimica delle acque o dei sedimenti. Possibile un lieve aumento della frequenza e intensità delle fioriture di fitoplancton tipiche specifiche.</p>	<p>Composizione e abbondanza dei taxa planctonici che si discostano moderatamente dalle comunità tipiche specifiche. Biomassa moderatamente alterata, che potrebbe provocare una significativa alterazione indesiderata delle condizioni di altri elementi di qualità biologica e della qualità fisico-chimica delle acque o dei sedimenti. Possibile un moderato aumento nella frequenza e intensità delle fioriture di fitoplancton. Possibili fioriture persistenti nei mesi estivi.</p>
Macrofite e fitobentos	<p>Composizione tassonomica che corrisponde totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Nessuna variazione riscontrabile dell'abbondanza macrofita e fitobentonica media.</p>	<p>Lievi variazioni nella composizione e abbondanza dei taxa macrofitici e fitobentonici rispetto alle comunità tipiche specifiche. Tali variazioni non indicano nessuna crescita accelerata di fitobentos o di forme più elevate di vita vegetale tale da provocare un'alterazione indesiderata della composizione equilibrata degli organismi presenti nel corpo idrico o della qualità fisico-chimica delle acque. Presenza di gruppi/strati batterici</p>	<p>Composizione dei taxa macrofitici e fitobentonici che si discosta moderatamente dalle comunità tipiche specifiche e diverge molto di più dalla qualità buona. Evidenti variazioni moderate dell'abbondanza macrofita e fitobentonica media. Gruppi/stati batterici dovuti ad attività antropiche che possono interferire con e, in talune aree, soppiantare la comunità fitobentonica.</p>

		dovuti ad attività antropiche, che non danneggia la comunità fitobentonica.	
Macroinvertebrati bentonici	<p>Composizione e abbondanza tassonomica che corrisponde totalmente o quasi alle condizioni inalterate.</p> <p>Il rapporto tra taxa sensibili e taxa tolleranti non presenta variazioni rispetto ai livelli inalterati.</p> <p>Il livello di diversità dei taxa invertebrati non presenta variazioni rispetto ai livelli inalterati.</p>	<p>Lievi variazioni della composizione e abbondanza dei taxa invertebrati rispetto alle comunità tipiche specifiche.</p> <p>Rapporto tra taxa sensibili e taxa tolleranti che presenta lievi variazioni rispetto ai livelli tipici inalterati.</p> <p>Livello di diversità dei taxa invertebrati che presenta lievi variazioni rispetto ai livelli tipici specifici.</p>	<p>Composizione e abbondanza dei taxa invertebrati che si discosta moderatamente dalle condizioni tipiche specifiche.</p> <p>Assenti i gruppi tassonomici principali della comunità tipica specifica.</p> <p>Rapporto tra taxa sensibili e taxa tolleranti e livello di diversità che sono sostanzialmente inferiori al livello tipico specifico e significativamente inferiori allo stato buono.</p>
Fauna ittica	<p>Composizione e abbondanza delle specie che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.</p> <p>Presenza di tutte le specie sensibili alle alterazioni tipiche specifiche.</p> <p>Strutture di età delle comunità ittiche che presentano segni minimi di alterazioni antropiche e non indicano l'incapacità a riprodursi o a svilupparsi di specie particolari.</p>	<p>Lievi variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alle comunità tipiche specifiche, attribuibili agli impatti antropici sugli elementi di qualità fisico-chimica e idromorfologica.</p> <p>Strutture di età delle comunità ittiche che presentano segni di alterazioni attribuibili agli impatti antropici sugli elementi di qualità fisico-chimica o idromorfologica e, in taluni casi, indicano l'incapacità a riprodursi o a svilupparsi di una specie particolare che può condurre alla scomparsa di talune classi di età.</p>	<p>Composizione e abbondanza delle specie che si discostano moderatamente dalle comunità tipiche specifiche a causa di impatti antropici sugli elementi di qualità fisico-chimica o idromorfologica.</p> <p>Struttura di età delle comunità ittiche che presenta segni rilevanti di alterazioni attribuibili agli impatti antropici sugli elementi di qualità fisico-chimica o idromorfologica che provocano l'assenza o la limitatissima abbondanza di una porzione moderata delle specie tipiche specifiche.</p>

Le condizioni di riferimento sono comunemente associate al concetto di integrità biologica. Agli Stati Membri è richiesto pertanto, l'impegno a sviluppare nuovi indici biologici soprattutto per quegli ambienti acquatici, tra cui i laghi, per i quali le ricerche effettuate finora non hanno ancora prodotto strumenti validi. Gli Stati Membri hanno il dovere di proteggere e migliorare tutti i corpi idrici artificiali e quelli fortemente modificati, al fine di raggiungere un "buono" stato delle acque superficiali in base alle disposizioni di cui all'allegato V, entro 15 anni dall'entrata in vigore della direttiva, e attuare le misure necessarie a norma dell'articolo 16, paragrafi 1 e 8 (Strategie per combattere l'inquinamento idrico) al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze pericolose prioritarie e fino ad arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di tali inquinanti (allegato X).

L'articolo 8 – intitolato al monitoraggio delle acque superficiali, dello stato delle acque sotterranee e delle aree protette, dispone al comma 1 che: *“gli Stati Membri provvedono ad elaborare programmi di monitoraggio dello stato delle acque al fine di definire una visione coerente e globale dello stato delle acque all'interno di ciascun distretto idrografico”*. Il monitoraggio in questione è effettuato secondo le prescrizioni di cui all'allegato V e le specifiche tecniche e i metodi uniformi per analizzare e monitorare lo stato delle acque sono stabiliti secondo la procedura di cui all'articolo 2, comma 3 (Comitato di regolamentazione). Le competenze attribuite in ambito Comunitario riguardano principalmente il livello statale e per quanto concerne le caratteristiche qualitative dei corpi idrici, la Direttiva quadro richiama essenzialmente le disposizioni del D.Lgs 152/99 cui d'altronde si ispira.

Come detto tutte le norme orientate alla gestione e tutela delle risorse idriche sono state armonizzate nel “testo unico ambientale” - il decreto legislativo 152/2006 - che introduce (non senza critiche) una profonda riorganizzazione territoriale e delle competenze sulle risorse idriche assumendo gli obiettivi ambientali della Direttiva Quadro.

2.3 Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”

Con la pubblicazione del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 si completa il lungo iter legislativo per recepire la direttiva 2000/60/CE, che rappresenta la norma più importante e complessa elaborata dalla UE. Il D.Lgs. n. 152/99 sostanzialmente stabiliva principi e obiettivi coerenti con la Direttiva 2000/60, prevedendo una struttura delle competenze prevalentemente regionale e disposizioni per la tutela delle acque e gestione delle risorse e del territorio parzialmente integrate, ma, comportava un'inadeguata conoscenza delle disponibilità effettive delle risorse e un'insufficiente analisi economica degli usi, oltre ad una partecipazione pubblica per lo più a livello istituzionale.

La nuova legge 152/2006 propone, invece, una struttura delle competenze più centralizzata attraverso l'istituzione di Distretti Idrografici – non più bacini ma unità territoriali di dimensioni decisamente maggiori (8 Distretti in tutta Italia), oltre ad una maggiore integrazione territorio/risorse attraverso Piani di Bacino Distrettuali. I Piani di distretto comportano un processo di pianificazione molto complesso ed integrato negli elementi di tutela del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse, prevedendo anche nuovi strumenti metodologici condivisi a livello continentale (stato ecologico, pressioni ed impatti, analisi degli usi e un'ampia partecipazione pubblica).

In definitiva la legge 152/2006 rappresenta un grande sforzo di integrazione normativa tra le leggi ed i decreti nazionali:

- legge n. 39 del 10 maggio 1976 c.d. legge Merli (Scarichi);
- legge 18 maggio 1989 n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo” (Bacini idrici);
- legge n. 36 del 5 gennaio 1994 “Disposizione in materia di risorse idriche” (Ciclo idrico integrato e ATO)
- decreto legislativo n. 152 dell'11 maggio 1999 “Disposizioni sulla tutela delle acque ...”

e le direttive comunitarie:

- Nitrati (dir 91/676/CEE)
- Reflui (dir 91/271/CEE)
- Acque (dir 2000/60/CE)
- Sostanze pericolose (dir. 76/464/CEE)
- Pesci e molluschi (78/655/CEE, 79/923/CEE)
- Balneazione (in parte)
- Acque per il consumo umano (dir. 75/440/CEE).

La riorganizzazione del territorio in Distretti di Bacini Idrografici comporterà l'attribuzione a questi soggetti di competenze in materia di difesa del suolo, lotta alla desertificazione, rischio idrogeologico, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche; spetterà a loro l'elaborazione dei Piani di bacino distrettuale, analizzando le caratteristiche del distretto, dell'impatto delle attività umane sulle acque, l'analisi economica degli usi della risorsa e coordinando i Consorzi di Bonifica nelle attività di salvaguardia ambientale e risanamento acque (uso irriguo, rinaturalizzazione corsi d'acqua, fitodepurazione) in un'ottica di gestione e pianificazione integrata.

2.3.1 Decreto 2 maggio 2006 “Norme tecniche per il riutilizzo dei reflui”

Infine prendiamo in considerazione il decreto 2 maggio 2006 in attuazione dell’art. 99, comma 1 del D.Lgs 152/2006, che riprende sostanzialmente il precedente decreto 185/2003 “*Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’art 26, comma 2 del D.Lgs. 152/99*” e stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo di acque reflue industriali, domestiche ed urbane attraverso la regolamentazione delle destinazioni d’uso e dei relativi requisiti di qualità. Le acque reflue recuperate a destinazione irrigua devono avere, all’uscita dell’impianto di recupero, requisiti di qualità chimico-fisici e microbiologici almeno pari a quelli riportati nella tabella dell’allegato al decreto (al punto 3).

Il riutilizzo irriguo, poi, deve avvenire secondo modalità che garantiscano il risparmio idrico e non può comunque superare il fabbisogno delle colture e delle aree verdi, anche in relazione al metodo di distribuzione utilizzato. Il riutilizzo irriguo è subordinato comunque al codice di Buona Pratica Agricola di cui al Decreto del MiPAAF n. 86 del 19 aprile 1999 e riprende il dettato del D.Lgs. 152/2006 in merito agli apporti di Azoto derivanti dal riutilizzo dei reflui. Riprendendo anche i limiti di concentrazione di 100 UFC/100 ml per il parametro E-Coli previsti dal D.Lgs. 152/2006, il decreto ammette tuttavia deroghe fino ad un valore di 1000 UFC/100 ml (da riferirsi all’80% dei campioni) a condizione che nelle aree in cui avviene il riutilizzo, non sia riscontrato un incremento nel tempo di patologie riconducibili a contaminazione fecali.

Per concludere il discorso sull’inquadramento normativo in tema di qualità delle acque, facciamo riferimento ad un precedente documento INEA - “Uso irriguo dell’acqua e principali implicazioni di natura ambientale” (2006) sviluppato per conto del MATMM - Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in cui è stato affrontato il tema della qualità delle acque in agricoltura, in particolare nel capitolo “*Analisi sulla qualità delle acque destinate a scopi irrigui*”.

È necessario premettere (riguardo al contesto di questo studio) che le acque raccolte in invasi non rientrano, chiaramente, nella disciplina prevista per i reflui; ma, considerato che tra le destinazioni d’uso ammissibili per le acque reflue all’art. 3 comma 1, troviamo l’uso irriguo¹² e che il decreto sui reflui è l’unica norma che definisce limiti imperativi all’impiego delle acque in ambito irriguo (indipendentemente dalla provenienza...), è interessante mettere in relazione, (Tabella 16 e seguenti), i limiti stabiliti per queste acque, con quelli che definiscono lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici superficiali (naturali ed artificiali).

¹² ...per l’irrigazione delle colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano ed alimentare, sia ai fini non alimentari (nonché per l’irrigazione delle aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive).

Tabella 16 - Parametri obbligatori e valori di concentrazione indicati nella legislazione italiana come standard qualitativi a difesa dell'uomo e degli ecosistemi - Acque superficiali naturali (fiumi e laghi) e artificiali (invasi e canali)

Parametro	Dlgs 152/06 (Stato Ecologico)		Dlgs 185/2003 - Riuso acque reflue in agricoltura	Dlgs 31/2001 - Acque destinate al consumo umano
	Sufficiente	Buono		
pH			6 – 9,5	6.5- 9.5
SAR			10	
Materiali grossolani (mg/L)			assenti	
Solidi Sospesi (mg/L)			10	
Temperatura (°C)				
BOD5 (O2 mg/L)	< 8	< 4	20	
COD (O2 mg/L)	< 15	< 10	100	
Fosforo tot. (P mg/L) (fiumi, canali))	< 0,30	< 0,15	2	
Fosforo tot. (P mg/L) (laghi, invasi))	< 50	< 25		
Azoto tot. (N mg/L)			15	
Azoto ammoniacale (N mg/L)	< 0,50	< 0,10	2 (NH4 mg/L)	0.50(NH4 mg/L)
Conducibilità (µS/cm 20°C)			3000	2500
Durezza (mg/L CaCO3)				
Azoto nitrico (N mg/L)	< 5,0	< 1,5		
Nitrati (come NO3) (mg/L)				50
Nitriti (come NO2) (mg/L)				0.5
Ossigeno disciolto (mg/L)		< 20		
Ortofosfato (P mg/L)				
Fosforo tot. (P mg/L) (fiumi, canali))		< 0,15		
Cloruri (Cl- mg/L)			250	250
Solfati (SO4 = mg/L)			500	250
Escherichia coli (UFC/100 mL)	(tabella 16 quater)			
Salmonella	(tabella 16 quater)			
Trasparenza (m) v. minimo		< 5		
Ossigeno ipolimnico (%) sat.		< 80%		
Clorofilla "a" (µg/L) v. max		< 6		
Specie Inorganiche	(tabella 16 bis)			
Specie organiche	(tabella 16 ter)			

Fonte: INEA, 2006

Tabella 16 bis (segue) - Specie inorganiche in acque dolci

Parametro	D.lgs 152/06 e DM 367/2004 Standard di Qualità Ambientale*	Riuso acque reflue in agricoltura (uscita impianto recupero)	D.lgs 31/2001 Acque destinate al consumo umano
Alluminio (mg/L)		1	0.2
Arsenico (mg/L)	0.002	0.02	0.001
Bario (mg/L)		10	
Berillio (mg/L)		0.1	
Boro (mg/L)		1.0	1.0
Cadmio (mg/L)	0.0001	0.005	0.005
Cromo (mg/L)		0.1	0.05
Cromo VI (mg/L)	0.0015	0.005	
Cobalto (mg/L)		0.05	
Ferro (mg/L)		2	0.2
Manganese (mg/L)		0.2	0.05
Mercurio (mg/L)	0.000002	0.001	0.001
Nichel (mg/L)	0.0013	0.3	0.02
Piombo (mg/L)	0.0004	0.1	0.01
Rame (mg/L)		1	1
Selenio (mg/L)		0.01	0.01
Tallio (mg/L)		0.001	
Stagno (mg/L)		3	
Vanadio (mg/L)		0.1	0.05
Zinco (mg/L)		0.5	
Cianuri tot. (mg/L come CN)		0.05	0.05
Solfuri (mg/L H ₂ S)		0.5	
Solfiti (mg/L come SO ₃)		0.5	
Cloro attivo (mg/L)		0.2	
Fluoruri (mg/L)		1.5	1.5

(*) Le concentrazioni che superano lo standard determinano la classificazione scadente per gli stati ecologici elevato, buono e sufficiente e pessima per gli stati scadente e pessimo.

Fonte: INEA, 2006

Tabella 16 ter (segue) - Specie organiche

Parametro	Dlgs 152/06 e DM 367/2004 Standard di Qualità Ambientale (*)	Riuso acque reflue in agricoltura (uscita impianto recupero)	Dlgs 31/2001 Acque destinate al consumo umano
Grassi e oli animali/vegetali (mg/L)		10	
Oli minerali (mg/L)		0.05	
Fenoli totali (mg/L)		0.1	
Pentaclorofenolo (mg/L)		0.003	
Tetracloroetilene, tricloroetilene (somma mg/L)	0.01	0.01	0.01
Solventi clorurati totali (mg/L)		0.04	
Triometani (somma mg/L)		0.03	0.03
Solventi organici aromatici (mg/L)		0.01	
Benzene (mg/L)	0.0002	0.001	0.0001
Benzo(a)pirene (mg/L)	0.000000001	0.00001	0.00001
Solventi organici azotati totali (mg/L)		0.001	
Tensioattivi totali (mg/L)		0.5	
Pesticidi clorurati (ciascuno mg/L)	Nel range 0.0001-0.00000001	0.0001	
Pesticidi fosforati (ciascuno mg/L)		0.0001	
Altri pesticidi totali (mg/L)		0.05	

(*) Le concentrazioni che superano lo standard determinano la classificazione scadente per gli stati ecologici elevato, buono e sufficiente e pessima per gli stati scadente e pessimo.

Fonte: INEA, 2006

Tabella 16 quater - Parametri microbiologici

Parametro	D.lgs 152/06		D.lgs 185/2003 - Riuso acque reflue in agricoltura (uscita impianto recupero)	D.lgs 31/2001 - Acque destinate al consumo umano
	Stato Sufficiente Fiumi	Stato Buono Fiumi		
Escherichia coli (UFC/100mL)	< 5000	< 1000	10 (80% campioni) 100 valore puntuale max	0
Salmonella (UFC/100 mL)			Assente	

Fonte: INEA, 2006

È importante ribadire che confrontare le citate norme con il decreto sui reflui non significa assumere che questo rappresenta la norma di riferimento per l'utilizzo delle acque in agricoltura, tuttavia, notiamo che i limiti riportati in tabella 16 evidenziano come gli obiettivi ambientali corrispondenti allo stato sufficiente e buono, sono rappresentati da livelli di concentrazione dei parametri chimico fisici di base più restrittivi di quelli previsti per le acque reflue trattate per un riuso agricolo, ad eccezione del parametro *Escherichia Coli* (Tabella 16-bis). I valori dei parametri di qualità riportati (D.Lgs 152/2006), sono di carattere generale (non per destinazione d'uso), e in questo senso, si ricava come dal punto di vista normativo non vi siano vincoli all'utilizzo delle acque in agricoltura in funzione dello stato di qualità ambientale.

Considerando quindi la pluralità di fonti di approvvigionamento idrico per l'agricoltura, registriamo una disciplina specifica solo in relazione al riutilizzo dei reflui. Nei restanti casi, acque superficiali, sotterranee, corpi idrici artificiali, ecc. la qualità delle acque irrigue varia in funzione dello stato di qualità del corpo idrico da cui l'acqua è prelevata senza specifici controlli o trattamenti.

Da un ulteriore confronto tra i limiti di alcuni parametri (ad esempio Arsenico, Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo, Selenio, Zinco) "consigliati" dalla FAO (Tabella 17) e gli stessi "imposti" dalla normativa come Standard di Qualità Ambientale (Tabella 16 e seguenti) è interessante vedere come questi ultimi siano anche in questo caso più restrittivi. Ciò è dovuto al fatto che la concentrazione di un determinato elemento infatti, può non aver conseguenze negative per l'uomo ma può averle per altri organismi più sensibili (alghe, pesci, ecc.) che potrebbero subire danni legati ad esempio allo sviluppo o alla riduzione della popolazione.

Ricordiamo a tal proposito che i limiti di qualità delle acque irrigue suggeriti in relazione all'efficienza agronomica dell'utilizzo e in funzione della salubrità delle

produzioni, sono stati definiti dalla FAO sulla base di considerazioni di tipo produttivo o igienico-sanitario tenendo conto solo marginalmente degli aspetti prettamente ambientali (INEA 2006) e che questi, rappresentano delle indicazioni non vincolanti, da considerare come detto, in relazione al sistema “suolo-coltura-tecnica irrigua”.

Tabella 17 - Limiti di concentrazione “consigliati” per un uso agronomico delle acque (FAO)

Parametro Chimico		Valore limite
Salinità (influenza la disponibilità di acqua per la coltura attraverso un effetto osmotico)	STD (mg/L)	< 450
Infiltrazione (influenza la velocità d’infiltrazione)	EC _w	0,7 (SAR 0-3) > 1.2 (SAR 3-6) 1.9 (SAR 6-12) 2.9 (SAR 12-20) 5.0 (SAR 20-40))
Ione Sodio	SAR	< 3
Ione Cloro	meq/L	< 3
Boro (B3-)	meq/L	< 0.7
Alluminio	meq/L	5.0
Arsenico	meq/L	0,10
Berillio	meq/L	0,10
Boro	meq/L	0,5
Cadmio	meq/L	0,01
Cobalto	meq/L	0,05
Cromo	meq/L	0,10
Fluoro	meq/L	1,0
Ferro	meq/L	5,0
Litio	meq/L	2,5
Manganese	meq/L	0,20
Mercurio	meq/L	0,002
Molibdeno	meq/L	0,01
Nichel	meq/L	0,20
Piombo	meq/L	5,0
Rame	meq/L	0,20
Selenio	meq/L	0,02
Stagno, Titanio, Tungsteno	meq/L	
Vanadio	meq/L	0,10

Zinco	meq/L	2,0
Solidi Sospesi	mg/L	< 30
pH	unità pH	5,5- 8,5
Azoto totale	mg/L	< 40
Nitrati	mg/L	< 50
Nitriti	mg/L	< 2
Fosfati	mg/L	< 0,4
Fitosanitari (singolo) (acque consumo umano)	□g/L	0,1
Fitosanitari (totali) (acque consumo umano)	□g/L	0,5
Parametro Microbiologico		
Coliformi totali	UFC/100 mL	< 5.000
Coliformi Fecali	UFC/100 mL	< 1.000
Streptococchi Fecali	UFC/100 mL	< 1.000

STD Residuo Salino Fisso o Sali Totali Disciolti (STD) espresso in ‰

Ecw Conducibilità elettrica dell'acqua in dS/m

SAR Sodium Adsorption Ratio $SAR = Na+ / (Ca++ + Mg++/2)^{1/2}$

Fonte: INEA, 2006

I differenti approcci riscontrati tra le raccomandazioni FAO per un efficiente utilizzo agronomico e le disposizioni normative in tema di qualità, dipendono inoltre dal diverso periodo in cui esse sono state concepite: mentre il documento FAO è datato 1985, le normative prese a riferimento risalgono al 2000 (in avanti) e, basandosi su nuove impostazioni concettuali ecologiche ed ambientali, si pongono obiettivi di tutela dell'ecosistema in generale, decisamente più ambiziosi e complessi della sola garanzia sanitaria delle produzioni agricole.

CAPITOLO 3

IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

Dopo aver analizzato le principali raccomandazioni sull'utilizzo irriguo delle acque e la normativa per la gestione e tutela delle risorse idriche (con specifici riferimenti alla qualità), sono state approfondite, in questo capitolo, le modalità con cui effettuare un corretto monitoraggio della qualità delle acque, con particolare riferimento agli invasi. Nel corso dello studio è stato definito un campione di 27 enti gestori per un totale 67 invasi a destinazione irrigua delle regioni meridionali, selezionati in riferimento alla “*Indagine sulle dighe di sbarramento alimentanti comprensori di irrigazione*” condotta dall'Associazione Nazionale Bonifiche e Irrigazioni – ANBI, nel luglio 2005.

Da una ricognizione preliminare, l'ENAS (ex Ente Autonomo Flumendosa), risulta essere uno dei pochi Enti, a svolgere attività specifiche di monitoraggio ambientale e controllo della qualità delle acque negli invasi nel rispetto della normativa, e pertanto è stato preso come riferimento specifico il protocollo da essi adottato.

L'ENAS si avvale del Servizio Salvaguardia del Territorio e Tutela delle Acque. Uno degli obiettivi principali del Servizio è quello di effettuare attraverso il proprio laboratorio chimico-biologico, il controllo della qualità delle acque dell'intero sistema idraulico gestito dall'Ente, effettuando in particolare il controllo limnologico degli invasi e degli affluenti, il bilancio di massa di nutrienti ed inquinanti, i controlli interni di qualità sul prodotto “acqua” secondo le prescrizioni della legislazione in materia, e i controlli sull'efficienza degli impianti di trattamento.

Con tale laboratorio l'Ente svolge analisi chimico-fisico-biologiche sia sulle acque di propria pertinenza, sia su acque di diversa provenienza nell'ambito di studi o attività sperimentali affidate all'Ente. Come previsto e prescritto dalla normativa in materia, nel Sistema Idrico di competenza sono oggetto di controllo le acque dei fiumi, degli invasi, degli impianti di potabilizzazione, dei serbatoi urbani e degli impianti di trattamento reflui, oltre ai sedimenti che si depositano nel fondo degli alvei fluviali e degli invasi. Il programma di campionamenti ed analisi posto in essere è stato nel tempo aggiornato ed integrato seguendo l'evoluzione della normativa in materia ed è ormai pienamente rispondente al dettato del D.Lgs. 152/99, in particolare all'allegato I - Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale (e quindi del D.Lgs. 152/2006).

Il Sistema Idrico Flumendosa-Campidano-Cixerri, realizzato a partire dagli anni '50 dall'Ente Autonomo del Flumendosa, capta esclusivamente acque

superficiali e consta principalmente di una serie di invasi collegati fra loro in modo da accumulare risorsa idrica nei periodi di intense precipitazioni e rilasciarla successivamente quando necessario, trasferendo la risorsa stessa verso le zone che hanno maggiore necessità, realizzando così una migliore distribuzione nel tempo e nel territorio. La capacità teorica totale del sistema ammonta a circa 650 Mm³, distribuiti principalmente nei due invasi maggiori, il Flumendosa ed il Mulargia. Il sistema è costituito dagli invasi Flumineddu, Flumendosa, Mulargia, Sa Forada, Casa Fiume, Monastir, Simbirizzi, Cixerri ed Is Barrocos. Sulle acque del “Sistema Idrico” vengono effettuati numerosissimi controlli, sia direttamente sulle acque grezze, sulle acque potabilizzate, sulle acque depurate, prima e dopo miscelazione, sia indirettamente attraverso le analisi dei sedimenti degli alvei fluviali e degli invasi.

In particolare sugli invasi vengono effettuati i seguenti controlli:

Prelievi di campioni d’acqua lungo il profilo verticale ed alle opere di presa per l’effettuazione di:

- analisi limnologiche;
- analisi chimiche;
- analisi microbiologiche;
- analisi ecotossicologiche.

Prelievi di sedimenti per l’effettuazione di:

- analisi chimiche.

I controlli sono estesi anche agli immissari ed emissari di ciascun invaso, al fine di fornire un quadro il più possibile completo per una gestione ottimale degli invasi, finalizzando l’attività analitica non solo alla determinazione dei parametri indicatori della qualità dell’acqua, ma anche alla determinazione del bilancio annuale dei carichi esterni di nutrienti, attraverso l’elaborazione congiunta di portate e concentrazioni.

3.1 I controlli sulle acque degli invasi

Le analisi sulle acque degli invasi sono finalizzate alla valutazione dello stato di qualità ambientale (D.L.vo 152/99 all. I tab. 4), nonché alla valutazione delle caratteristiche qualitative delle acque destinate alla produzione di acqua potabile (D.L.vo 152/99 all. II), con particolare riguardo allo stato trofico al fine di seguirne l’evoluzione e fornire indicazioni utili per il processo di potabilizzazione. Inoltre nell’invaso di Simbirizzi, nel quale vengono immesse ed immagazzinate le acque reflue trattate nell’impianto di Is Arenas, acque che poi vengono distribuite per

l'irrigazione, per valutare in modo completo le caratteristiche della acque del sistema nonché il carico dei nutrienti, vengono effettuati controlli anche sulle acque in ingresso ed in uscita, sia mediante prelievi istantanei sia per mezzo di campionatori automatici refrigerati per la formazione di campioni medi compositi.

3.1.1 Siti di campionamento

In ciascun vaso sono individuati punti diversi di campionamento a seconda della finalità delle analisi da effettuare. Più precisamente per la valutazione dello stato di qualità ambientale il prelievo viene effettuato in un punto in prossimità della diga segnalato da una boa galleggiante, e nello stesso punto vengono prelevati campioni alle profondità di m 0, m 1, m 2.5, m 5, m 7.5, m 10 e multipli di m 10 per gli invasi profondi; mentre i campioni per le analisi microbiologiche vengono prelevati in superficie e sul fondo. Come già detto, l'invaso di Simbirizzi è oggetto di particolare attenzione, per cui allo stesso modo di cui sopra vengono controllati anche altri due punti, uno in prossimità dell'opera di presa della centrale di sollevamento ed un altro nei pressi dell'immissione dell'acqua defosfatata, ed inoltre vengono effettuati anche altri controlli come specificato e dettagliato di seguito nell'apposito paragrafo.

3.1.2 Tipi di analisi

Sui campioni d'acqua prelevati come sopra vengono effettuate analisi per:

A) Valutazione dello stato di qualità ambientale

Per la valutazione dello stato di qualità ambientale vengono determinati i seguenti parametri (i parametri microbiologici vengono determinati sui campioni prelevati in superficie e sul fondo):

- a) *Fisici*: Temperatura °C e Trasparenza
- b) *Chimico-Fisici*: pH Conducibilità a 25 °C, \square S/cm
- c) *Chimici*: Alcalinità (meq/L), Ossigeno disciolto (mg/L O₂), Tasso di saturazione dell'Ossigeno (% O₂), Fosforo reattivo (mg/L P-PO₄---), Nitrati (mg/L N-NO₃-), Ossigeno ipolimnico (mg/L O₂), Tasso di saturazione dell'Ossigeno ipolimnico (% O₂), Fosforo totale (mg/L P), Nitriti (mg/L N-NO₂-), Azoto ammoniacale (mg/L N-NH₄+), Azoto totale (mg/L N), Silice reattiva (mg/L Si-SiO₄----), Ferro disciolto (μ g/L Fe), Manganese (μ g/L Mn), TOC (mg/L C), TC (mg/L C), IC, mg/L C, Cloruri (mg/L Cl-), Sodio (mg/L Na+), Solfati (mg/L SO₄--).
- d) *Biologici*: Clorofilla "a" (mg/L) e Conta algale (cel./L).

- e) *Microbiologici*: Coliformi fecali (UFC/100 mL), Coliformi totali (UFC/100 mL), Streptococchi fecali ed enterococchi (UFC/100 mL), Conteggio delle colonie a 22 °C (UFC/100 mL), Conteggio delle colonie a 37 °C (UFC/100 mL), *Escherichia Coli* (UFC/100 mL), *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/250 mL), Spore di Clostridi solfito riduttori (UFC/100 mL).
- f) *Ecotossicologici*: Test con *Daphnia magna*, % di organismi morti e Test con batteri bioluminescenti, % di inibizione della bioluminescenza
- B) Valutazione delle caratteristiche qualitative

Per la valutazione delle caratteristiche qualitative vengono determinati invece i seguenti parametri prescritti per le acque destinate alla produzione di acqua potabile:

- a) *Fisici*: Temperatura (°C), Materiali in sospensione totali (mg/L) e Odore
- b) *Chimico-Fisici*: pH, Conducibilità a 25 °C (\square S/cm), Colore (mg/L Pt/Co)
- c) *Chimici*: Nitrati (mg/L N-NO₃-), Fluoruri (mg/L F-), Cloro organico estraibile (mg/L Cl-), Ferro disciolto (μ g/L Fe), Manganese (μ g/L Mn), Rame (μ g/L Cu), Zinco (μ g/L Zn), Boro (μ g/L B), Berillio (μ g/L Be), Cobalto (μ g/L Co), Nichelio (μ g/L Ni), Vanadio (μ g/L V), Arsenico (μ g/L As), Cadmio (μ g/L Cd), Cromo totale (μ g/L Cr), Piombo (μ g/L Pb), Selenio (μ g/L Se), Mercurio (μ g/L Hg), Bario (μ g/L Ba), Cianuri (μ g/L CN-), Solfati (mg/L SO₄--), Cloruri (mg/L Cl-), Tensioattivi (mg/L), Solfato di laurile, Fosfati (mg/L P₂O₅), Fenoli (μ g/L C₆H₅OH), Idrocarburi disciolti (mg/L), Idrocarburi Policiclici Aromatici (μ g/L), Antiparassitari totali (μ g/L), COD (mg/L O₂), Ossigeno disciolto (mg/L O₂), BOD₅ (mg/L O₂), Azoto Kjeldhal (mg/L N), Ammoniaca (mg/L NH₄+), Sostanze estraibili con cloroformio (mg/L), TOC (mg/L C).
- d) *Microbiologici*: Coliformi totali (UFC/100 mL), Coliformi fecali (UFC/100 mL), Streptococchi fecali ed enterococchi (UFC/100 mL), *Escherichia Coli* (UFC/100 mL), *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/250 mL), Spore di Clostridi solfito riduttori (UFC/100 mL), Salmonella spp (presenza-assenza).

Oltre ai parametri sopra riportati previsti dal D.L.vo 152/99, per una caratterizzazione più completa di tali acque vengono determinati anche i seguenti parametri: Torbidità (NTU), Sodio (mg/L Na+), Potassio (mg/L K+), Calcio (mg/L Ca++), Magnesio (mg/L Mg++), Solfuri (mg/L S--), Aldeidi (mg/L), Nitriti (mg/L N-NO₂-), Fosforo reattivo (mg/L P-PO₄---), Silice reattiva (mg/L Si-SiO₄----), Alcalinità (meq/L), TC (mg/L C), IC (mg/L C).

3.1.3 Frequenza

In tutti i siti di campionamento sopra indicati, i controlli vengono effettuati con la frequenza sotto indicata:

A) Valutazione dello *stato* di qualità ambientale

- 1) Flumendosa frequenza mensile
- 2) Mulargia frequenza mensile
- 3) Simbirizzi frequenza quindicinale
- 4) Cixerri frequenza quindicinale
- 5) Is Barrocos frequenza mensile.

Le analisi ecotossicologiche vengono effettuate per tutti i laghi a cadenza stagionale.

B) Valutazione delle caratteristiche qualitative

- 1) Flumendosa frequenza stagionale
- 2) Mulargia frequenza stagionale
- 3) Cixerri frequenza stagionale
- 4) Is Barrocos frequenza stagionale

Durante i periodi di funzionamento del defosfatatore, per la valutazione di cui al punto A) l'invaso di Simbirizzi viene campionato con frequenza settimanale, come prescritto nella autorizzazione allo scarico rilasciata dalla Amministrazione della Provincia di Cagliari.

3.1.4 Numero di determinazioni

Complessivamente vengono effettuati 23.584 determinazioni l'anno, così riepilogate per tipo di parametro: 1.632 per i parametri fisici, 1.632 per i chimico-fisici, 16.400 per i chimici, 1.584 per i biologici, 2.224 per i microbiologici e 112 per i test ecotossicologici.

3.2 I controlli sull'invaso di Simbirizzi

L'invaso di Simbirizzi è oggetto di particolare attenzione dato che in esso vengono immesse ed immagazzinate le acque reflue depurate e defosfatate

provenienti dall'impianto di Is Arenas, acque che poi vengono distribuite per l'irrigazione, per cui, oltre ai controlli di cui sopra ed ai controlli sulle acque depurate all'uscita dal defosfatatore e quindi prima della loro immissione nell'invaso, vengono effettuati anche i seguenti controlli:

- A) controllo in continuo sulle acque reflue depurate provenienti dall'impianto di defosfatazione mediante un analizzatore in linea, al fine di tenere sotto controllo alcuni parametri critici per lo stato trofico delle acque dell'invaso e poter prontamente intervenire, attraverso segnali di allarme vocali, in caso di valori fuori norma;
- B) valutazione del carico dei nutrienti (azoto e fosforo) mediante prelievi su tutte le acque in ingresso ed in uscita utilizzando campionatori automatici refrigerati che effettuano prelievi di campioni medi composti ponderati sulle portate;
- C) caratterizzazione mediante campioni istantanei prelevati sulle acque in ingresso ed in uscita dall'invaso, compresi, come già detto, le acque in uscita dal defosfatatore, e mediante un ulteriore campione prelevato al centro dell'invaso, effettuata attraverso la determinazione di una serie di parametri costituita sia dai parametri suggeriti dalla letteratura per l'utilizzo delle acque depurate in agricoltura, sia dai parametri prescritti nell'autorizzazione allo scarico rilasciata dalla Provincia di Cagliari sulle acque reflue sversate nell'invaso e previsti nel D.L.vo 152/99 all.IV tab.3, sia da altri parametri aggiuntivi utili per una caratterizzazione più completa non solo in considerazione del fatto che tali acque sono miscelate con acque reflue depurate, ma anche al fine di poter valutare l'origine di eventuali microinquinanti, non spiegabile senza un confronto degli stessi parametri esteso a tutto l'invaso.

3.2.1 Frequenza

La frequenza di campionamento risulta di due prelievi alla settimana nei giorni di lunedì e giovedì, ed ogni prelievo è costituito da un campione medio composto di aliquote prelevate sulla base dei volumi transitati calcolati mediante un misuratore di portata e riferiti a quattro giorni il campione del lunedì, ed a tre giorni quello del giovedì. Invece la frequenza dei prelievi istantanei è mensile, mentre il test ecotossicologico con *Daphnia magna* ha frequenza stagionale.

3.2.2 Numero di determinazioni

Complessivamente vengono effettuate 5.940 determinazioni all'anno, così suddivise per parametro: 180 per i parametri fisici, 768 per i chimico-fisici, 4.656 per

i chimici, 288 per i microbiologici e 48 per i parametri ecotossicologici.

3.3 I controlli sui sedimenti degli alvei fluviali e degli invasi

Le analisi sui sedimenti sono finalizzate a fornire utili elementi per definire le proprietà chimiche e biologiche dei sedimenti secondo quanto prescritto dal D.L.vo 152/99, valutare preventivamente i rischi derivanti da eventuali processi di rilascio di inquinanti dalla matrice solida all'acqua e studiare la dinamica chimico-biologica del corpo idrico. Infatti la superficie di contatto sedimento-acqua è sede di processi in equilibrio, che talvolta può diventare instabile in occasione di particolari eventi (variazioni di correnti, di temperatura, di pH, etc), con la conseguenza che possono portare alla solubilizzazione di alcune specie chimiche presenti nella fase solida. Tali fenomeni possono produrre alterazioni dell'equilibrio chimico e biologico dell'invaso, e quindi influenzare lo stato trofico delle acque dell'invaso a scapito della qualità dell'acqua in esso contenuta. Da qui l'importanza di conoscere la distribuzione e la composizione chimica dei sedimenti per meglio comprenderne la dinamica chimica e biologica delle acque, soprattutto quando queste sono destinate alla potabilizzazione. Tale impiego impone una analisi degli effetti tossici a breve e a lungo termine, attraverso un attento e rigoroso controllo dei parametri chimici, biologici, microbiologici e tossicologici, anche con batteri luminescenti (D.L.vo 152/99). Peraltro il sedimento rappresenta l'“archivio storico” di tutte le sostanze in transito nei fiumi e nei laghi, da qui la necessità di analizzare, oltre che lo strato superficiale di sedimento a diretto contatto con l'acqua, anche agli strati più profondi. I controlli che vengono effettuati sui sedimenti degli invasi sono strettamente legati ai controlli limnologici del loro stato trofico, in particolare per quanto riguarda l'invaso di Simbirizzi, sul quale viene effettuato uno studio più approfondito dato che in esso confluiscono le acque provenienti dall'impianto di defosfatazione di Is Arenas e dal quale le stesse acque, miscelate con quelle presenti nell'invaso, vengono distribuite per l'irrigazione.

3.3.1 Siti di campionamento

I controlli riguardano i seguenti invasi:

- 1) Flumineddu
- 2) Flumendosa
- 3) Mulargia
- 4) Simbirizzi

- 5) Cixerri
- 6) Is Barrocos

I campionamenti vengono effettuati con sistemi di prelievo manuali:

- trivella
- benna di Van Veen
- carotatore di profondità a gravità.

Negli invasi i campionamenti vengono effettuati con l'ausilio di un battello. Vengono effettuati due tipi di campionamento:

- prelievi di profondità (carotaggi), con i quali ricostruire la cronologia della deposizione attraverso il rilevamento delle variazioni delle caratteristiche chimico-biologiche lungo una colonna di sedimento;
- prelievi di sedimento superficiale, per valutare la variabilità dei diversi parametri lungo il corso dei fiumi e la distribuzione nel fondo degli invasi.

In ciascun invaso vengono effettuati:

- n.3 carotaggi, ciascuno di altezza media cm 60, da ciascuno dei quali si ottengono n.12 campioni sezionando la carota ogni cm 5, valutando una velocità di sedimentazione media compresa fra 0.8 e 1.5 cm/anno;
- n.50 punti di prelievo di sedimento superficiale, calcolato sulla base dell'equazione empirica di Hakanson-Janson, la quale permette di calcolare il numero minimo di campioni sulla base di due parametri morfologici: lo sviluppo di costa (indice di sinuosità) e l'area dell'invaso.

Secondo un principio generale il numero di campioni aumenta con l'aumentare dell'irregolarità del fondo dell'invaso e, ovviamente, con l'aumentare della sua estensione.

3.3.2 Tipi di analisi

Sui campioni di sedimento prelevati come sopra vengono determinati i parametri previsti dal D.L.vo 152/99 all.I tab. 5 come appresso riportato.

- a) *chimici inorganici*: Arsenico (mg/kg As), Cadmio (mg/kg Cd), Zinco (mg/kg Zn), Cromo totale (mg/kg Cr), Mercurio (mg/kg Hg), Nichel (mg/kg Ni), Piombo (mg/kg Pb), Rame (mg/kg Cu)
- b) *chimici organici*: Policlorobifenili (PCB) - µg/kg, Diossine (TCDD) - µg/kg, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) - µg/kg, Pesticidi clorurati - µg/kg

Oltre ai parametri prescritti e come sopra riportati, sui campioni di sedimento vengono determinati anche i seguenti parametri aggiuntivi, di particolare interesse limnologico:

- c) *Fisici*: Temperatura, °C e Umidità, %
- d) *Chimico-Fisici*: pH (H₂O), pH (KCl), Eh (potenziale redox) - mV e Conducibilità a 25 °C, µS/cm
- e) *Chimici inorganici*: Azoto Kjeldhal, g/kg N - rapporto C/N - Fosforo totale, mg/kg P - Fosforo assimilabile, mg/kg P - Ferro, mg/kg Fe - Manganese, mg/kg Mn
- f) *Chimici organici*: Carbonio organico, g/kg - Sostanza organica, g/kg - Carbonio organico idrosolubile, mg/kg - Trialometani (THM), µg/kg - Pesticidi fosforati, µg/kg (vedi tabella Antiparassitari).

3.3.3 Frequenza

Secondo quanto stabilito del D.L.vo 152/99 il prelievo e le analisi dei sedimenti devono essere effettuate con una frequenza minima annuale.

3.3.4 Numero di determinazioni

Complessivamente vengono effettuate 15.283 determinazioni all'anno, così suddivise per parametro: 1.054 per i parametri fisici, 2.108 per i chimico-fisici, 7.378 per i chimici inorganici, e 4.743 per i parametri chimici organici.

Il caso studio preso in esame ha dimostrato la grande mole di informazioni necessarie per ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente in tema di definizione dello stato qualitativo delle acque.

I programmi di controllo di ENAS vengono dichiarati conformi ai requisiti del D.lgs 152/99 (integrato con le disposizioni del D.lgs 31/2001 sulle acque destinate al consumo umano) e quindi al Decreto vigente, 152/2006) e, sebbene sono state riportate nel capitolo solo le procedure di monitoraggio per le acque degli invasi, sono monitorati anche fiumi, impianti di potabilizzazione, serbatoi urbani, impianti di trattamento acque reflue, sulla base delle seguenti tipologie di analisi:

- analisi limnologiche
- analisi chimiche
- analisi microbiologiche

- analisi ecotossicologiche
- sedimenti.

Le procedure analitiche sono estremamente ampie anche se non appaiono mirate specificatamente ad un controllo della qualità per uso agricolo ma piuttosto a garanzie igieniche connesse con l'uso potabile delle acque.

Bisogna sottolineare infine la particolare struttura e la validità del laboratorio di analisi di cui è dotato l'Ente; spesso infatti, dai risultati della nostra indagine emerge una situazione di generale difficoltà in cui versano diversi Enti gestori degli invasi delle regioni meridionali, pertanto, i risultati riscontrati nelle analisi dell'ENAS, risultano difficilmente riproducibili per gli altri invasi censiti.

CAPITOLO 4

QUESTIONARIO SUL MONITORAGGIO DELLO STATO DI QUALITÀ DELLE ACQUE RACCOLTE IN INVASI E DESTINATE AD USO IRRIGUO

A seguito della descrizione dei protocolli di monitoraggio dell'ENAS, ha preso il via la fase ricognitiva dell'indagine tramite la realizzazione di un questionario molto dettagliato, predisposto sul caso studio di riferimento.

La prima versione del questionario tuttavia, è risultata troppo specifica, riportando nel dettaglio tutti i parametri chimici, fisici e microbiologici contemplati dalla normativa e da sottoporre a monitoraggio; pertanto è stato prodotto un questionario semplificato, per renderne più facile la compilazione (vedi Appendice).

4.1 Analisi dei risultati

Il questionario è stato sottoposto a 27 Enti gestori per un totale 67 invasi a destinazione irrigua, ma solo alcuni di questi hanno collaborato rispedendo il questionario debitamente compilato. Il risultato, pur se parziale, è comunque indicativo: solo le acque di 24 invasi vengono sottoposte a controlli specifici.

Di seguito si riassumono i risultati dell'indagine:

4.1.1 Abruzzo

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
ABRUZZO	Consorzio di bonifica Centro - Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro	Penne

In Abruzzo è stato rilevato solamente l'invaso Penne, che risulta essere sottoposto dall'ente gestore ad analisi saltuarie per una valutazione dell'idoneità delle acque all'irrigazione. In caso di necessità si interviene con un cloratore, anche se da più di dieci anni non è necessario attivarlo perché la situazione dei depuratori a monte dell'invaso è buona. Non vengono effettuate analisi sui sedimenti. Il Consorzio specifica che il territorio del lago, ospitante una riserva del WWF, vede la presenza della lontra europea. Questo animale gode di un valido progetto di tutela nel quale sono messe in atto anche analisi accurate sulla qualità delle acque.

4.1.2 Basilicata

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
BASILICATA	Ente Irrigazione Puglia Lucania Irpinia	Basentello
		Pertusillo
		Fontanelle
		Monte Cotugno
		Conza
		Genzano
		Acerenza
		Saetta
	Consorzio di bonifica Alta Val d'Agri	Marsico Nuovo
	Consorzio di bonifica Bradano e Metaponto	S. Giuliano
Traversa Gannano		

Nella regione Basilicata ha collaborato all'indagine solamente il Consorzio di Bonifica Bradano e Metaponto, gestore degli invasi di S. Giuliano e Traversa Gannano. Il Consorzio non è dotato di un proprio laboratorio di analisi, pertanto il monitoraggio della qualità delle acque di entrambi gli invasi vengono effettuati o da laboratori privati o dall'ARPA Basilicata che, effettua periodicamente (mediamente ogni mese) analisi di tipo chimico e microbiologico.

4.1.3 Calabria

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
CALABRIA	Consorzi di bonifica Raggruppati delle Provincie di Catanzaro e Crotona	S. Anna
		Monte Marelo
	Consorzi di bonifica Raggruppati della Provincia di Reggio Calabria	Castagnara
		Timpa di Pantaleo
	ARSSA Azienda Regionale Sviluppo Agricolo - Cosenza	Votturino
		Redisole

In Calabria non è stato possibile definire con chiarezza la situazione relativa al

monitoraggio delle acque invasate, i Consorzi di Bonifica Piana di Rosarno e Caulonia, gestori rispettivamente degli invasi di Castagnata e Timpa di Pantaleo dichiarano di non effettuare alcun tipo di controllo sulla qualità delle acque destinate all'agricoltura, mentre gli altri Consorzi cui è stato sottoposto il questionario non hanno provveduto a comunicarne l'esito.

4.1.4 Campania

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
CAMPANIA	Consorzio Velia - Bonifica Bacino Alento - Velia	Fabbrica
		San Giovanni
		Piano della Rocca
	Consorzio di bonifica Ufita	Macchione
	Amministrazione provinciale di Benevento	Campolattaro

In Campania, dei 4 invasi rilevati, solamente quello di Piana della Rocca dispone di un laboratorio di analisi in grado di monitorare la qualità dell'acqua secondo le disposizioni del D. Lgs. 152/99, effettuando analisi di tipo microbiologico e chimico con cadenza mensile. Anche i sedimenti vengono monitorati mediante 3 prelievi di sedimento superficiale con frequenza annuale.

I restanti invasi, Campolattaro gestito dall'Amministrazione provinciale di Benevento, Fabbrica e S. Giovanni (gestiti dal Consorzio di Bonifica Velia), non sono sottoposti a nessun tipo di controllo.

4.1.5 Molise

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
MOLISE	ERIM	Ponte Liscione

In Molise è stato censito solo l'invaso di Ponte Liscione; l'invaso è a destinazione mista: irriguo, potabile, industriale ed idroelettrico. L'Ente Irrigazione

effettua analisi chimiche e microbiologiche con frequenza quindicinale finalizzate alla conduzione dell'impianto di potabilizzazione annesso all'invaso, facendo pertanto riferimento al D. Lgs. 31/2001. Per quanto riguarda le competenze per la destinazione irrigua delle acque, queste sono assegnate all'ARPA Molise, anche se non viene dichiarata la frequenza e la tipologia di analisi effettuate.

4.1.6 Puglia

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
PUGLIA	Consorzio di bonifica Capitanata - APPROVATO PROG. GESTIONE	Occhito
		Torrebianca/Capaccio
	Consorzio di bonifica Terre d'Apulia	Locone

Il Consorzio di Bonifica della Capitanata è l'unico Ente gestore tra quelli coinvolti nell'indagine che, al 2006, ha provveduto a redigere ed approvare il Progetto di gestione, ai sensi dell'art. 20, comma 2 del D.Lgs. 152/99, relativamente agli invasi di Occhito e Torrebianca/Capaccio. Pertanto le acque degli invasi citati sono sottoposte a tutte le analisi previste dalla normativa (limnologiche, microbiologiche, chimiche, ecotossicologiche e per la valutazione dello stato trofico e del carico dei nutrienti) con frequenza non specificata. Anche i sedimenti vengono monitorati con 4 prelievi superficiali con frequenza non periodica.

4.1.7 Sardegna

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
SARDEGNA	Consorzio di bonifica Sardegna Meridionale	Monte Argus
	Consorzio di bonifica Cixerri	Punta Gennarata
		Medau Zirimillis
	Ente Autonomo Flumendosa	Cixerri
		Rio Sa Forada
		Nuraghe Arrubiu
		Capanna Silicheri
		Su Rei
		Stagno di Simbirizzi
		Is Barrocus
	Consorzio di bonifica Basso Sulcis	Monte Pranu
	Consorzio di bonifica Nurra	Monte Leone
		Nuraghe Attentu
Consorzio di bonifica Oristanese	Cantoniera	
	Nuraghe Pranu Antoni	
Consorzio di bonifica Sardegna Centrale	Maccheronis	
	Pedrae Othoni	
Consorzio di bonifica Gallura	Calamaiu	
Consorzio di bonifica Nord Sardegna - Piana di Chilivani	Monte Lerno	

La regione Sardegna rappresenta - in tema di controlli sulla qualità delle acque degli invasi - un punto di riferimento per quanto riguarda le regioni meridionali. L'ENAS in questo senso presenta una struttura particolarmente efficiente, in grado di monitorare puntualmente tutti i parametri indicativi dello stato ecologico ed ambientale dei corpi idrici di competenza (invasi Cixerri, Rio Sa Forada, Nuraghe Arrubiu, Capanna Silicheri, Su Rei, Simbirizzi, Is Barrocus).

Per quanto riguarda le acque dei Consorzi di Bonifica Nord Sardegna e

Sardegna Centrale, gestori rispettivamente degli invasi Monte Lerno e Maccheronis e Pedrae ottoni, registriamo progetti di monitoraggio in corso, estremamente avanzati.

Per quanto riguarda il Consorzio di Bonifica della Nurra, per le acque degli invasi Monte Leone e Nuraghe Attentu, ed il Consorzio di Bonifica Gallura (invaso Calamaiu), l'Ente gestore dichiara di non effettuare direttamente nessun controllo di tipo qualitativo, tuttavia le analisi sulle acque vengono periodicamente eseguite a cura del C.M.P. ASL n.1 Sassari.

Il Consorzio di Bonifica Oristanese invece, non effettua alcun controllo sull'invaso Nuraghe Pranu Antoni, mentre sottopone le acque dell'invaso Cantoniera tutte le analisi richieste dalla normativa (limnologiche, microbiologiche, chimiche, ecotossicologiche e per la valutazione dello stato trofico e del carico dei nutrienti) con frequenza semestrale per la valutazione dello stato di qualità ambientale e mensile per la valutazione delle caratteristiche qualitative.

4.1.8 Sicilia

REGIONE	ENTE GESTORE	INVASO
SICILIA	Consorzio di bonifica n. 1 Trapani	Rubino
		Paceco
		Zaffarana
	Consorzio di bonifica n. 5 Gela	Nuovo Disueri
		Cimia
		Comunelli
		Gibbesi
	Consorzio di bonifica n. 6 Enna	Sciaguana
	Consorzio di bonifica n. 7 Caltagirone	Villarosa
	Consorzio di bonifica n. 7 Caltagirone	Don Sturzo
	Ente Sviluppo Agricolo Servizio Bonifica ed Infrastruttura	Arancio
		Dittaino
		Gorgo
		Trinita
		Poma
S. Rosalia		
Grangifone		
Magazzolo		
Olivo		
Rosamarina		
S. Giovanni		

In Sicilia i Consorzi di Bonifica di Trapani per gli invasi Rubino, Pacco e Zaffarana, e Caltagirone per l'invaso Don Sturzo, eseguono controlli di tipo microbiologico e chimico sulle acque con frequenza annuale e non sui sedimenti, pur non essendo dotati di un proprio laboratorio di analisi.

4.2 Considerazioni finali

Questo lavoro, seppur con i limiti derivanti dall'impostazione data, e cioè di una ricognizione generale mediante indagine conoscitiva, rappresenta una sostanziale

carenza nell'attività di monitoraggio della qualità delle acque degli invasi a destinazione irrigua nelle regioni meridionali: su 67 invasi censiti, solo 24 sottopongono le proprie acque a controlli, sia pure con diversi gradi di approfondimento¹³.

Questo dato va tenuto in debita considerazione soprattutto per le conseguenze che ne possono discendere: si tratta di problemi sotto il profilo ambientale, in riferimento al mancato rispetto della normativa sul controllo della qualità delle acque, e sotto quello sanitario, per la salubrità delle produzioni agricole.

Per quanto riguarda le competenze in materia, la normativa sul progetto di gestione degli invasi prevede che i controlli sulle acque vengano effettuati dai gestori ad intervalli regolari; spesso ciò non avviene e questo dipende in larga misura dal fatto che essi, viste le difficoltà organizzative ed economiche in cui versano, non sono attrezzati per effettuare i monitoraggi diretti sulla qualità. Sebbene si verifica spesso una situazione in linea generale positiva in merito alla gestione e al funzionamento delle dighe, emerge, al 2006, anno nel quale è stata condotta l'indagine, la quasi totale mancanza dei progetti di gestione approvati (fatta eccezione per il Consorzio di Bonifica della Capitanata). Nella maggior parte dei casi riscontrati il monitoraggio viene effettuato (in modo discontinuo) dalle ARPA o dalle ASL locali.

La competenza sulla qualità delle acque è però anche regionale; le Regioni sono le autorità responsabili della classificazione dei corpi idrici in funzione dello stato di qualità ambientale ed hanno quindi il dovere, nell'ambito dei Piani di Tutela delle Acque, di determinare lo stato qualitativo di tutti i corpi idrici ricadenti nei bacini idrografici di competenza (invasi compresi). Allo stato attuale tuttavia, nessuna di esse ha prodotto Piani di Tutela adeguati anche ai requisiti della Direttiva 2000/60/CE e quindi pienamente rispondenti al D.Lgs. 152/2006, (che come detto, ne rappresenta il recepimento). A tal proposito, è un argomento quanto mai attuale il tema dell'integrazione dei Piani di Tutela (a scala regionale), ai più complessi Piani di gestione (a livello di bacino/distretto idrografico) previsti dalla norma comunitaria.

I principali problemi per la predisposizione dei piani di gestione di bacino/distretto riguardano proprio il fatto che:

- non è sempre possibile ricondurre disponibilità ed usi della risorsa a scala di bacino/distretto;
- non c'è integrazione tra gli aspetti qualitativi e quantitativi;
- il tema del riuso delle acque reflue presenta un consistente grado di incertezza,

¹³ Per quanto riguarda i sedimenti, che come noto, rappresentano la memoria storica dei corpi idrici, il monitoraggio è ancor più limitato.

dovuto principalmente alla carenza di informazioni in proposito;

- il censimento delle risorse non è rispondente a tutte le tipologie di corpi idrici;
- l'analisi degli impatti e delle pressioni risultano incomplete;
- i programmi di monitoraggio sono inadeguati e non mirati all'individuazione di sostanze pericolose.

Più in generale, anche a livello nazionale, vi è da registrare la mancanza di specifici programmi regionali di monitoraggio e di controllo della qualità delle acque irrigue se non in situazioni locali segnate da una qualche criticità che li renda necessari (aree protette, riserve naturalistiche, oasi WWF, etc.) e in particolare, in riferimento al contesto agricolo, si sottolinea come le informazioni sugli usi delle acque prelevate dai corpi idrici naturali o artificiali spesso non sono aggiornate, sono molto dissimili da fonte a fonte, e in genere carenti, mancando i previsti controlli di conformità ai termini delle concessioni¹⁴ (INEA 2006).

Queste problematiche sono testimoniate dalle ricognizioni ISPRA, Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ex APAT) - dove nella serie Rapporti n° 34/2003 - Prima ricognizione sulla presenza di sostanze pericolose nei corpi idrici in Italia, si rappresenta come *“aspetti rilevanti per la qualità delle acque usate in agricoltura riguardano problemi critici di controllo dell'inquinamento tra cui lo scarso monitoraggio a livello nazionale della presenza di microinquinanti nelle acque superficiali e sotterranee, l'inquinamento diffuso di nutrienti e pesticidi di origine agricola, il manifestarsi periodicamente negli invasi e nei corpi lacustri del fenomeno dei cianobatteri con componenti rappresentate anche da alghe tossiche”*.

In conclusione, è da sottolineare come questa indagine, mirata e circoscritta ad un contesto specifico (le acque in invasi destinate all'irrigazione), abbia portato all'attenzione la criticità che riguarda la questione qualità dell'acqua in agricoltura, sentita congiuntamente ai diversi livelli di gestione della risorsa: locale, regionale e nazionale. I problemi nel controllo della qualità infatti sono destinati ad emergere anche alla luce della prossima formulazione dei Piani di gestione di bacino/distretto (la Direttiva Quadro ne prevede la formulazione entro il 2009), dove la qualità delle acque usate in agricoltura può rappresentare un fattore di pressione sulla qualità complessiva delle risorse idriche del bacino/distretto.

Nel caso specifico degli invasi, per evitare l'impiego incontrollato delle acque

¹⁴ *Le concessioni irrigue essendo spesso molto datate, non prevedevano di fatto alcun vincolo qualitativo all'uso di acqua in agricoltura, ma solo indicazioni, ove possibile, della qualità dell'acqua restituita (Regio decreto 11 dicembre 1933, n.1775, art. 12 bis).*

in ambito irriguo, occorre trovare soluzioni che consentano di ovviare all'impossibilità degli Enti gestori (dovuta sostanzialmente alle carenze, ed in molti casi assenze, di finanziamenti pubblici) di eseguire direttamente i controlli. Gli oneri della gestione ordinaria, infatti, sono fino ad oggi rimasti a carico della contribuzione degli utenti e si manifesta, quindi, un'esigenza di iniziative specifiche mirate, che consentano la disponibilità di risorse finanziarie destinate oltre che alla manutenzione straordinaria e alla messa in sicurezza delle dighe, al monitoraggio dello stato qualitativo delle acque invasate.

APPENDICE

QUESTIONARIO SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE

ELEMENTI IDENTIFICATIVI

Regione

Denominazione Invaso

Ente Gestore

PARTE 1 - ANALISI SULLE ACQUE

1) L'Ente gestore è dotato di un laboratorio di analisi chimico-biologico?

Si

No

2) Vengono effettuate analisi specifiche sulle acque destinate ad uso irriguo al fine della valutazione dello stato di qualità ambientale (D.L.vo 152/99 all.1 tab.4) e della valutazione delle caratteristiche qualitative delle acque destinate alla produzione di acqua potabile (D.L.vo 152/99 all.2)?

Si

No

Se sì, che tipo di analisi vengono effettuate?

analisi limnologiche

analisi chimiche

analisi microbiologiche

analisi ecotossicologiche

valutazione stato trofico

valutazione carico dei nutrienti

Frequenza

3) Con che frequenza vengono effettuati i controlli?

Valutazione dello stato di qualità ambientale:

quindicinale	<input type="checkbox"/>	annuale	<input type="checkbox"/>
mensile	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
stagionale	<input type="checkbox"/>	mai	<input type="checkbox"/>

Valutazione delle caratteristiche qualitative:

quindicinale	<input type="checkbox"/>	annuale	<input type="checkbox"/>
mensile	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>
stagionale	<input type="checkbox"/>	mai	<input type="checkbox"/>

PARTE 2 - ANALISI SUI SEDIMENTI

4) Vengono effettuate analisi chimiche sui sedimenti depositati sul fondo degli invasi?

Si No

Campionamento

5) Che tipo di campionamento viene effettuato sui sedimenti?

prelievi di profondità (carotaggi) <input type="checkbox"/>	prelievi di sedimento superficiale <input type="checkbox"/>
numero carotaggi	numero prelievi superficiali
altro <input type="checkbox"/>	
specificare.....	

Frequenza

6) Con che frequenza viene effettuato il controllo sui sedimenti?

quindicinale	<input type="checkbox"/>	annuale	<input type="checkbox"/>
mensile	<input type="checkbox"/>	altro	<input type="checkbox"/>

BIBLIOGRAFIA

- “*Metodi Ufficiali per l' Analisi delle Acque per uso agricolo e zootecnico*”, editore Franco Angeli, MiPAF, 2000.
- “*Indagine sulle dighe di sbarramento alimentanti comprensori di irrigazione*”, ANBI - Associazione Nazionale Bonifiche e Irrigazioni, luglio 2005
- “*I principali criteri di classificazione di qualità dei corpi idrici superficiali e delle acque utilizzate in ambito agricolo*”, quaderni POM irrigazione, INEA (1999).
- Bonati G., Liberati C., “*Uso irriguo dell'acqua e principali implicazioni di natura ambientale*”, INEA (2007).
- S. Vacca, A. Viridis, P. Botti, P. Spanu, M. Ferralis, G. Marras P. Pin, P. Buscuriano, M.A. Dessena, R. Corrias, R. Puddu, E. Murru, Ente Flumendosa, Cagliari, in Drought, Monitoring and Mitigation Effects, APAT workshop INTERREG IIC, “*Assetto del territorio e lotta alla siccità*”, Cagliari Villasimius 21-23 settembre 2000.
- Ayers R.S, Wescott D.W., (1989), “*Water quality for agriculture*”, FAO Irrigation and Drainage paper 29, Roma.
- “*Esame della normativa sul riutilizzo delle acque depurate in altri paesi*” da Tavolo Tecnico Interagenziale, Linea 2 – Gestione sostenibile delle risorse idriche, ARPA Basilicata, 2006.
- Rossi Locci M. “*La normativa sulle acque*”, AGENZIA REGIONE RECUPERO RISORSE E ARPAT (Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana), Firenze 2001:
- Gazzetta Ufficiale 25 maggio 1989 n. 120, Legge 18 maggio 1989 n. 183 “*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*”
- Supplemento Ordinario n. 11 G.U.R.I. 19 gennaio 1994, n. 14 - Legge n. 36 del 5 gennaio 1994 “*Disposizione in materia di risorse idriche*”
- 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.
- Dm Ambiente 2 maggio 2006 Articolo 99, comma 1 del Dlgs. 3 aprile 2006, n. 152, “*Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue*”

Supplemento Ordinario n. 96 G.U.R.I. 14 aprile 2006, n. 88, Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, “*Norme in materia ambientale*”

Gazzetta Ufficiale delle comunità europee, L 327, 22 dicembre 2000 “*Direttiva Quadro 2000/60/CE*” del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l’azione comunitari in materia di acque

Gazzetta Ufficiale L 375 del 31.12.1991, Direttiva 91/676/CEE del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque contro l'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Gazzetta Ufficiale L 135 del 30.05.1991, Direttiva 91/271/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

Siti Internet Consultati

ANBI - Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti Fondiari: <http://www.anbi.it/>

RID - Registro Italiano Dighe: <http://www.registroitalianodighe.it/>

ISPRA - Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale: <http://www.apat.gov.it/site/it-IT/>

FAO – Food and Agriculture Organization: www.fao.org

MiPAAF – Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali: www.mipaaf.it