

SEMINARIO “Agricoltura, irrigazione e ambiente”

- La qualità delle acque in agricoltura -

Roma, 26 febbraio 2010

Dr. Stefano Fabiani

INEA - Ricerche su ambiente ed uso delle risorse naturali in agricoltura

stefano.fabiani@inea.it

INEA – AGESUD “Assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell’uso irriguo delle risorse idriche”

- *Precedenti studi:*
 - “Studio sull’uso irriguo della risorsa idrica, sulle produzioni agricole irrigate e sulla loro redditività”, POM, QCS 1994-1999;
 - “Ampliamento e adeguamento della disponibilità e dei sistemi di adduzione e distribuzione delle risorse idriche nelle regioni dell’Obiettivo 1” – sottoprogramma III, misura 3;
 - “Assistenza tecnica nel settore delle risorse idriche” PO 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;
- **Obiettivo:** *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.*

SEMINARIO

La qualità delle acque in agricoltura

Roma, 26 febbraio 2010

“Assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell’uso irriguo delle risorse idriche”

...è rivolto principalmente al sostegno dell’attività degli Enti operanti nel settore irriguo – Consorzi di Bonifica ed altri soggetti pubblici

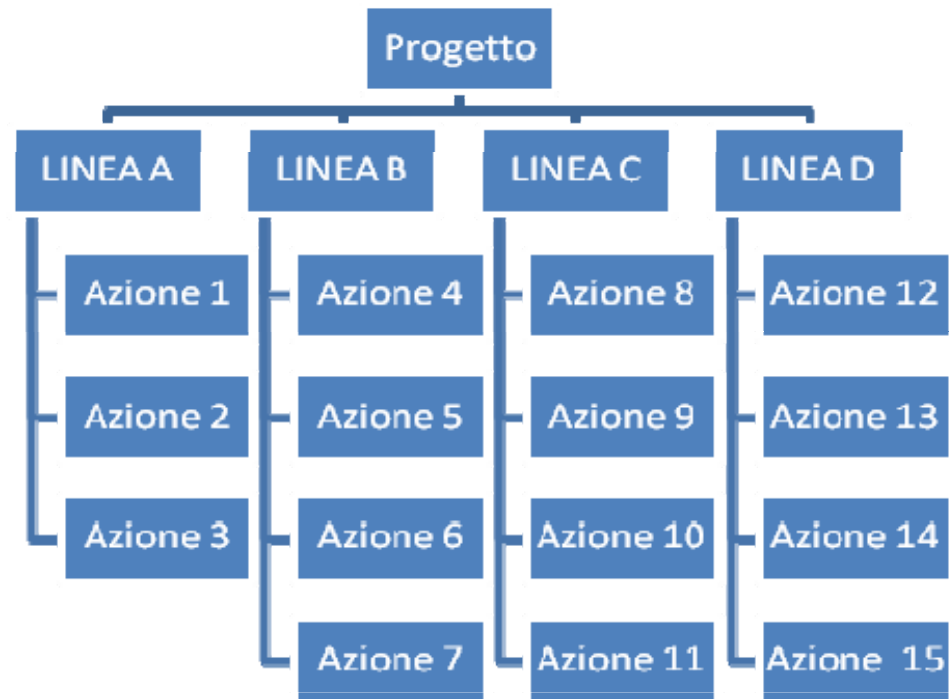
...è articolato nelle seguenti quattro linee direttrici:

*-**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.*



Il concetto di qualità delle acque

- **Prima:** definizione di limiti quantitativi - o di concentrazione - da rispettare
- **Ora:** nozione più articolata di “*corpo idrico*” (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)
- Lo stato di qualità ecologico e ambientale del corpo idrico dipende da molteplici interazioni chimiche, fisiche, biologiche e idromorfologiche tra le diverse componenti naturali dello stesso (**funzionalità** del corpo idrico)
- Questi concetti sono assunti come principi da tutte le legislazioni nazionali della UE (**WFD 2000/60/UE - D.Lgs 152/2006**)
- **L’obiettivo:** garantire e conservare un *Buono Stato Ecologico e Ambientale*, qualitativo e quantitativo, per tutti i corpi idrici di qualunque tipologia
- Gli elementi di qualità ambientale riguardano **tre componenti**:
 - aspetti chimici, (fisici, microbiologici ed idromorfologici di base, il ciclo dell’ossigeno, nutrienti, ecc);
 - aspetti biologici;
 - presenza dei microinquinanti di sintesi e non.
- Gli obiettivi stabiliti dalla normativa saranno raggiunti mediante l’attuazione di **Piani di Gestione di Distretto**
 - 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.

L'utilizzo delle acque in agricoltura

- Le **caratteristiche chimico-fisiche** che devono avere per essere utilizzabili in specifici contesti sono soggetti alle disposizioni del D.Lgs. 152/2006 (allegati tecnici - qualità delle acque per determinati usi)
- **No disposizioni specifiche riguardanti l'uso irriguo...**
- **Raccomandazioni (NON norme...) FAO (1985....):** 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 tecniche irrigue
- 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.).

Salinità

- **effetti diretti** in relazione alla concentrazione di sali presenti nelle zone radicali in misura tale da comportare una riduzione nelle rese delle colture;
- filtrando nel terreno (contaminazione delle falde sotterranee);
- **limite** "salinità dell'acqua" (residuo fisso o durezza totale o contenuto in sali totali disciolti (STD)) 2000 mg L⁻¹

Infiltrazione (sodicità)

- 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);
- **SAR** o *Sodium Adsorption Ratio* che mette in relazione Na, Ca e Mg.

Presenza di elementi tossici

Cloro, Zolfo e Boro (**Fitotossicità**)

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)	EC _w (dS m ⁻¹) STD (mg L⁻¹)	< 0,7 < 450	0,7 – 3 450 – 2000	> 3,0 > 2000
Infiltrazione (influenza la velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno tenendo conto, contemporaneamente della EC _w e del SAR – Sodium Adsorption Ratio)	SAR = 0 - 3 con EC _w	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	SAR = 3 - 6 con EC _w	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	SAR = 6 - 12 con EC _w	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	SAR = 12 - 20 con EC _w	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	SAR = 20 - 40 con EC _w	> 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

SEMINARIO

La qualità delle acque in agricoltura

Roma, 26 febbraio 2010

metalli pesanti (oltre una certa concentrazione) – SQA* fissati dalla normativa comunitaria e nazionale (D. Lgs. 152/2006 e Direttiva 76/464/CEE sulle sostanze pericolose)

*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.

Nitrati (NO_3^-) per i quali valgono le norme fissate dalla Direttiva Nitrati (91/676/CE)

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

Ulteriori Indicatori di Qualità 1

- **temperatura**, che se notevolmente inferiore a quella del terreno o della coltura può generare danni evidenti sulle colture particolarmente sensibili
 - colture in serra
- la presenza di **materiali solidi in sospensione** (es. sabbia, limo, argilla) può provocare una più rapida usura delle pompe ed irrigatori
 - fenomeni di occlusione di gocciolatori
- **sostanze di natura organica** contenute in certe acque, alle quali va posta maggiore attenzione (reazione tra Carbonio presente in tali sostanze e l'ossigeno dell'acqua, che ne risulta impoverita)
 - **BOD Biochemical Oxygen Demand** (quantità di O₂ necessaria per ossidare le sostanze organiche in seguito all'azione batterica) - **BOD5** (consumo di ossigeno del campione dopo 5 giorni di permanenza all'oscurità, in agitazione e ad una temperatura costante di 20 °C)
 - **COD Chemical Oxygen Demand** (la quantità di O₂ richiesta per ossidare la totalità delle sostanze organiche presenti nell'acqua)
- il **pH** dell'acqua irrigua che deve rispettare determinati valori e precisamente essere compreso tra 5,5 e 8,5
 - pH inferiori a 4,5 - effetti acidificanti e potenzialmente tossici per le colture e aumenta la disponibilità di assorbimento dei metalli pesanti.

Ulteriori Indicatori di Qualità 2

Presenza di *Azoto e Fosforo* (i principali **nutrienti** dei vegetali) può generare problemi relativi a fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali

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**.

Carico di inquinamento da microrganismi (scarichi di effluenti di insediamenti urbani non depurati o di allevamenti zootecnici)

Coliformi Totali, Coliformi Fecali, e Streptococchi Fecali, generano problemi di carattere igienico-sanitario del prodotto ottenuto

Parametri microbiologici	Unità di misura	Classe I	Classe II	Classe III
Col Totali	UFC/100mL	< 5000	5000 – 12000	> 12000
Col Fecali	UFC/100mL	< 1000	1000 – 12000	> 12000
Strept 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 **30 giorni prima della raccolta**.

Le tecniche irrigue

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/l ^{1/2}	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

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

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

SEMINARIO

La qualità delle acque in agricoltura

Roma, 26 febbraio 2010

Le raccomandazioni sull'efficiente impiego agronomico delle acque (riconducibili in generale alle disposizioni FAO), seppur datate, vengono ancora oggi assunte a livello generale (anche 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

Normativa di riferimento

- **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 (BUONO STATO ecologico ed ambientale) da raggiungere per le acque a specifica destinazione (ad uso potabile, di balneazione, idonee alla vita dei pesci e dei molluschi)
 - Le definizioni di “buono” e “sufficiente” 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.
- Il D.Lgs. 152/99 viene attuato tramite una serie di decreti derivati:
 - 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 – usi industriali)
 - il Decreto 6 novembre 2003, n. 367 (Standard di qualità nell’ambiente acquatico per le sostanze pericolose).
- La normativa nazionale è stata ridisegnata a livello Comunitario in seguito all’emanazione della **Direttiva 2000/60/CE** che ridefinisce in maniera organica e complessiva l’intera legislazione comunitaria in tema di risorse idriche
- 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

D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 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).

Decreto 2 maggio 2006 in attuazione dell'art. 99, comma 1 del D.Lgs 152/2006

- 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”*
- 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).

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	D.lgs 152/06 (Stato Ecologico)		D.lgs 185/2003 - Riuso acque reflue in agricoltura	D.lgs 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 (S/cm 20°C)			3000	2500
Durezza (mg/L CaCO ₃)				
Azoto nitrico (N mg/L)	≤ 5,0	≤ 1,5		
Nitrati (come NO ₃) (mg/L)				50
Nitriti (come NO ₂) (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 (SO ₄ ⁼ 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” (g/L) v. max		≤ 6		
Specie Inorganiche	(tabella 16 bis)			
Specie organiche	(tabella 16 ter)			

Specie inorganiche in acque dolci

*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.

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

Specie organiche

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
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- 0.000000001	0.0001	
Pesticidi fosforati (ciascuno mg/L)		0.0001	
Altri pesticidi totali (mg/L)		0.05	

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	

Quindi....

“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* “

(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)

FAO: 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**

(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.)

....segue

Il decreto sui reflui è l'unica norma che definisce limiti imperativi all'impiego delle acque in ambito irriguo **(NO norma di riferimento per l'utilizzo delle acque in agricoltura)**

....i valori dei parametri di qualità riportati (D.Lgs 152/2006), sono di carattere generale (o per destinazione d'uso, **ma non irriguo**), 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 la pluralità di fonti di approvvigionamento idrico per l'agricoltura (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**