



REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



PRESIDENZA
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE



**Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche
e la Tutela delle Acque in Sicilia**

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA

(di cui all'art. 121 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152)



Relazione Generale

COORDINAMENTO GENERALE A CURA DI	DOCUMENTO	REDATTO DA	DATA	APPROVATO
 SOCIETÀ GESTIONE IMPIANTI IDRICI Unità Operativa di Palermo	A.01	Sogesid S.p.A.	DICEMBRE 2007	

Il Patrimonio ambientale è uno dei beni principali della Sicilia e la risorsa acqua è fondamentale per la salute e per l'ambiente.

Il Piano di Tutela delle acque è uno strumento finalizzato al raggiungimento di ambiziosi obiettivi di qualità dei corpi idrici e più in generale alla protezione dell'intero sistema idrico superficiale e sotterraneo.

Un documento, che si prefigge di prevenire e ridurre l'inquinamento dei corpi idrici, attuando interventi di risanamento, individuando adeguate protezioni sulla qualità delle acque, mantenendo la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e perseguendo usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche.

La qualità essenziale del piano è la sua "flessibilità", cioè la sua sensibilità ad una attività di monitoraggio, tale da renderlo una sorta di "work in progress", con l'obiettivo di migliorare continuamente lo stato delle conoscenze per le azioni a tutela del territorio e della qualità della vita delle persone.

A tal fine va dato atto della grande disponibilità di tutti i soggetti coinvolti che hanno messo a disposizione il lavoro svolto nel corso degli anni, ai quali va un sentito ringraziamento ed la richiesta di confermare la collaborazione, in quanto siamo consapevoli che un documento non aggiornato perde gradualmente nel tempo ogni validità, mentre il costante aggiornamento del Piano da maggiore forza alle azioni di tutela, con l'obiettivo di fare della Sicilia un modello positivo per tutti i paesi del Mediterraneo nella difesa e nella valorizzazione di un bene comune.

Il Presidente della Regione Siciliana
On.le Salvatore Cuffaro

Per la redazione dei documenti del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia, la Struttura Commissariale si è proposta, come profilo di lavoro, l'intento di promuovere una cultura di condivisione degli obiettivi e dei percorsi per raggiungerli cercando di creare una organizzazione "che si mette in viaggio" per favorire comportamenti da parte della comunità e sinergie collettive ed individuali adeguati all'importanza del progetto.

Man mano che venivano completati i lavori per la caratterizzazione dei bacini idrografici superficiali e sotterranei ci si rendeva conto sempre più concretamente che:

- il governo e la regolazione dell'acqua, va letto, monitorato e conosciuto a scala di ecosistema di bacino e non per confini amministrativi;
- quando si parla di ciclo integrato delle acque non si può parlare più solo di ciclo integrato d'uso civile (captazione, potabilizzazione, distribuzione e trattamento finale), ma si deve parlare anche della gestione integrata con il sistema irriguo e industriale.
- la copertura dei costi non è solo riferita ai servizi, ma anche necessaria a raggiungere gli obiettivi di qualità delle acque;
- la salvaguardia dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali aiuta la loro capacità di autodepurazione;
- è sempre più importante utilizzare gli indicatori biologici nel monitoraggio dei corpi idrici.

Dopo il completamento della campagna di monitoraggio e caratterizzazione delle acque superficiali e sotterranee, l'attività del piano indica un percorso verso una strategia di gestione integrata delle acque:

- per l'uso plurimo della risorsa,
- per l'uso congiunto di acque superficiali sotterranee e reflue depurate,
- per interventi relativi all'acqua e al suolo nell'ambito del bacino idrografico,
- per la trattazione unitaria degli aspetti quali -quantitativi,
- per l'interazione e l'integrazione degli aspetti strutturali con quelli economici, ambientali e istituzionali.

e verso una gestione sostenibile per:

- l'ampliamento degli obiettivi di gestione,
- il risparmio, il riciclo, il riuso e la riqualificazione delle risorse idriche,
- l'applicazione di principi di etica delle acque alle istituzioni di governo, alle strutture gestionali, alla struttura tariffaria, promuovendo meccanismi di partecipazione dei cittadini secondo quanto indicato nella Direttiva Europea 2000/60.....

La complessità e l'articolazione del territorio siciliano hanno reso necessario attivare sia sinergie con le competenti strutture regionali, attraverso strumenti come il Tavolo Tecnico delle Acque, sia collaborazioni di alto livello tecnico-scientifico con centri di ricerca, dipartimenti universitari, sia preziosi e numerosi contributi di associazioni, di strutture scolastiche e di semplici cittadini.

Lo scopo della pubblicazione del Piano di Tutela delle Acque è duplice: da un parte adempiere alle indicazioni del D.lgs n.152/2006 e della Direttiva Europea n.60/2000, costruendo uno strumento di analisi e un percorso di programmazione degli interventi per il miglioramento degli acquiferi superficiali e sotterranei, dall'altra di coinvolgere tutti i soggetti, che hanno conoscenze e consapevolezza delle realtà territoriali, per segnalare aggiornamenti, per proporre contributi, per evidenziare criticità, per proporre soluzioni o percorsi di miglioramento qualitativo e quantitativo dei corpi idrici in Sicilia.

Il Piano di Tutela delle Acque dovrà consentire alla nostra Comunità di aumentare la conoscenza del sistema acque in Sicilia, affinché si interroghi, si confronti, sia sempre più protagonista nella gestione del proprio territorio.

Il Vice Commissario della Struttura Commissariale

Avv. Felice Crosta

Premessa

L'uomo negli ultimi secoli, soprattutto nelle civiltà occidentali, ha gestito il territorio considerando le acque interne, la terra, il mare come elementi fondamentali indipendenti fra loro, e trattando in particolare la terra e le risorse idriche superficiali e sotterranee come possesso, come elementi di produzione, non come pezzi fondamentali di un sistema biologico interconnesso; spesso montagne e fiumi sono stati utilizzati per segnare confini, imporre divisioni, generare conflitti.

Negli ultimi decenni tanti studiosi hanno denunciato le criticità di questo sistema, man mano che la ricerca scientifica e l'esperienza comune segnalavano guasti, pericoli, impatti antropici spesso irreversibili, spiegando che le ricadute di azioni sul territorio, anche se modeste, avevano rilevanza a migliaia di chilometri di distanza per le strette interconnessioni del sistema Terra.

La maggiore comprensione del sistema fisico-biologico, ha accelerato la consapevolezza della necessità di un diverso modo di gestione del territorio, non solo come diminuzione degli attuali impatti antropici, ma come progetto di un sistema dove si considerano gli elementi fondamentali interconnessi e in equilibrio tra loro.

Questo percorso non si attua con ricette già pronte, ma innanzi tutto con un diverso modo di pensare e un diverso stile di vita. Si tratta spesso di guardarsi attorno, conoscere, studiare e cercare di sviluppare i pezzi di futuro già esistenti e farli diventare sistema; mettere assieme, integrandole, le idee virtuose esistenti, le esperienze, le proposte, i progetti di nuova gestione del territorio pensate come aspetti di un unico ecosistema, può costituire un nuovo modello, che non scende dall'alto, ma che nasce dalle esperienze concrete del territorio.

Per capire "chi siamo" e quale percorso è necessario intraprendere, è opportuno capire da dove veniamo e ricordare, in grande sintesi, *un po' di storia.....*

'Ibn Hawqal, il mercante di Bagdad che nel X secolo visitò la Sicilia, fissandone una viva immagine nel suo *Libro delle vie e dei reami*, costituisce la prima fonte storica sulle risorse idriche del territorio negli ultimi mille anni, descrivendo non solo corsi d'acqua e sorgenti, ma testimoniando anche la presenza di falde freatiche poco profonde, alle quali attingevano con poca fatica gli abitanti delle città, attraverso pozzi esistenti perfino all'interno delle loro case, pozzi osservati da Ugo Falcando "*dove al movimento di volubile ruota, con secchie che scendevano e per lo simile ascendevano, i pozzi si disseccavano per riempire le vicine vasche, e di poi l'acque per tanti ruscelletti si conduceva a ciascun luogo...*".

Un paesaggio agricolo e un sistema d'irrigazione, che sarebbero rimasti quasi immutati sino alla fine dello scorso secolo, quando l'introduzione delle prime macchine idrovore, azionate da motrici a vapore, consentì lo sfruttamento di acque sotterranee abbastanza

profonde, permettendo così la trasformazione delle colture del territorio impiantate su terreni resi irrigui.

Queste acque furono sempre oggetto non solo di regolazione- come appare, ad esempio, dagli “Statuti del Senato di Palermo del 12 giugno del 1419, pel passaggio delle acque ne’ giardini di Palermo coltivati a cannamele”, ma anche di inventario e descrizioni, sia da parte delle pubbliche autorità che di eruditi locali (Fazello, Baronio, Inveges, Maja, Massa , Amico ecc..) . Tra questi ultimi Vincenzo Auria (1625-1710) che oltre a trattare dei fiumi, delle fontane e delle sorgenti approfondì la conoscenza del territorio studiando le etimologie dei corpi idrici, dei monti e contrade circostanti.

Un’opera di grande pregio, quasi un piano di tutela “ante litteram” del territorio fu composta da Francesco Maria Emanuele e Gaetani, marchese di Villabianca (1720-1802) erudito palermitano che, attingendo alla documentazione storica ed effettuando ricognizioni ed indagini dirette, compose un’opera dal titolo “Fontanagrafia Oretea” (1789) nella quale vengono descritte l’origine, l’etimologie, la storia di tutti i corsi d’acqua, delle sorgenti e di molti pozzi che irrigavano l’agro palermitano e approvvigionavano anche la città; a quest’opera si riferirono successivamente Vincenzo Mortillaro nel “Ragguaglio della amministrazione delle acque del Comune di Palermo per gli anno 1851-53, Vincenzo Di Giovanni nel 1890 per il volume “la palude del Papireto e gli antichi corsi della città” ed infine Eduardo Carapelle, ufficiale e sanitario di Palermo, che nella relazione “Le acque potabili di Palermo” (1914) condusse un’analisi scientifica delle sorgenti che a quella data alimentavano la città, evidenziando criticità e proponendo adeguati interventi.

Per ciò che riguarda l’uso degli acquiferi sotterranei è utile ricordare la presenza di una estesa rete di opere cunicolari per la distribuzione di acque da falde sorgive detti “ qanat” ancora oggi poco conosciuti, non rilevati e individuati, la cui funzione e riutilizzazione non è solo interessante ai fini storici, archeologici e idrogeologici, ma perché, ancora oggi, essi possono dare un notevole contributo, date le ricorrenti situazioni di emergenza idrica, a secondo la qualità dell’acqua, sia nel settore potabile, irriguo o come acque di lavaggio.

Il qanat giunge nella Sicilia occidentale verosimilmente con gli Arabi, per affermarsi e diffondersi forse con Idrisi, che ne aveva appreso le tecniche costruttive in Nord Africa, mentre nella Sicilia sud – orientale è stato possibile rinvenire opere cunicolari, sostanzialmente similari nell’impianto e nelle tecniche costruttive, verosimilmente realizzate in età greco-ellenistica.

E’ nella seconda metà dell’800, grazie in particolare ad una nutrita schiera di agronomi, che nel tentativo di razionalizzare alcune colture agricole, si comincia a guardare a tali sistemi sotterranei scavati nell’antichità, sia nell’ottica di utilizzarne le acque emunte sia per studiarne le tecniche costruttive al fine di potere riproporle. Pertanto ancora ai primi del 1900 nella piana della Conca d’Oro si continuano ad utilizzare a fini idropotabili antichi qanat di epoca normanna, se ne scavano di nuovi e si progettano organici sistemi di captazione mediante cunicoli drenanti ispirati al qanat.

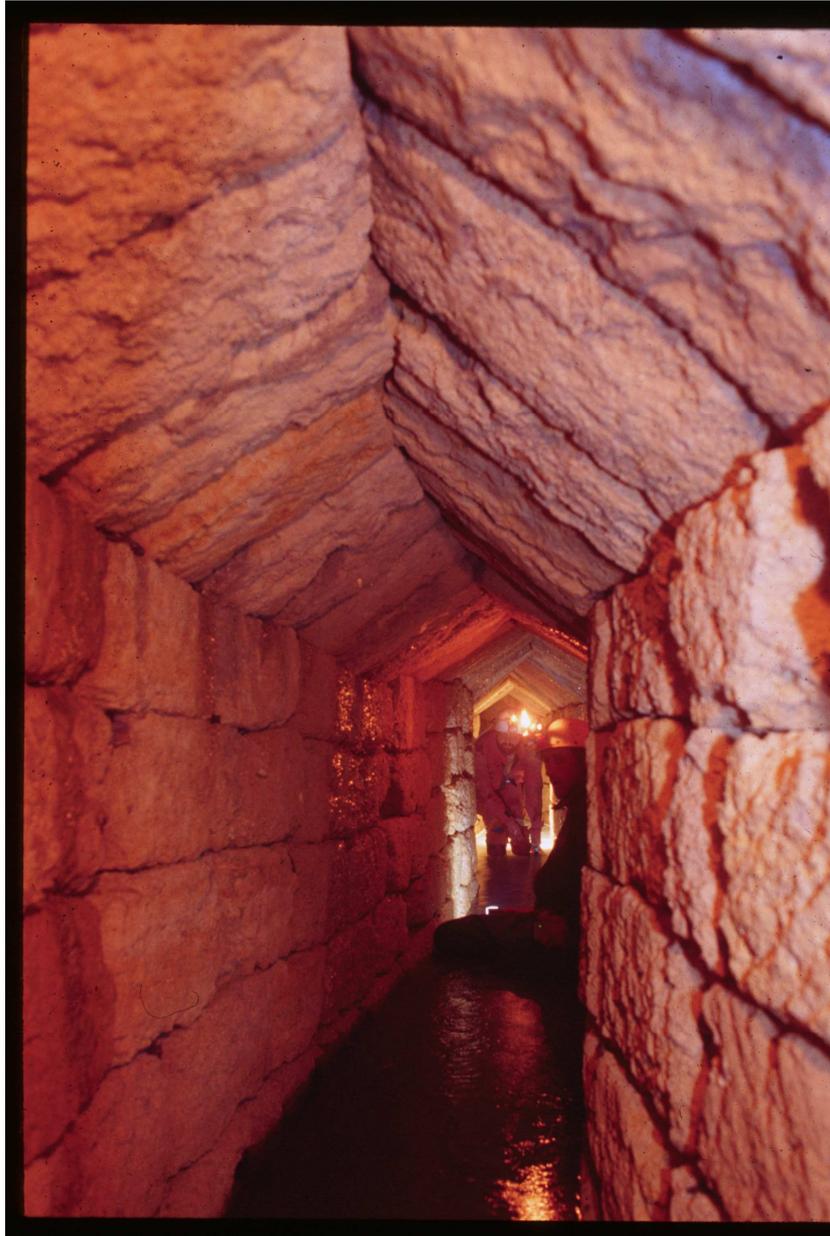


Figura 1 – Qanat Gesuitico Alto – Palermo – Foto Fiorenza

Dal punto di vista cartografico non abbiamo tavole specifiche del sistema idrico regionale, dato che la maggior parte della cartografia a noi pervenuta (dalla carta di Natale Bonifazio -1581- fino alla documentazione dello scorso secolo, carte del Ferstevens, Scinà ed altri) è stata spesso disegnata per usi generali e strategici - militari; tra le poche eccezioni i quattro grandi quadri ad olio dipinti da Giovan Battista Cascione raffiguranti le “piante geometriche dei corsi d’acqua del Gabriele, del Garraffello, del Papireto e dell’Uscibene, commissionate dal Senato palermitano nel 1722.

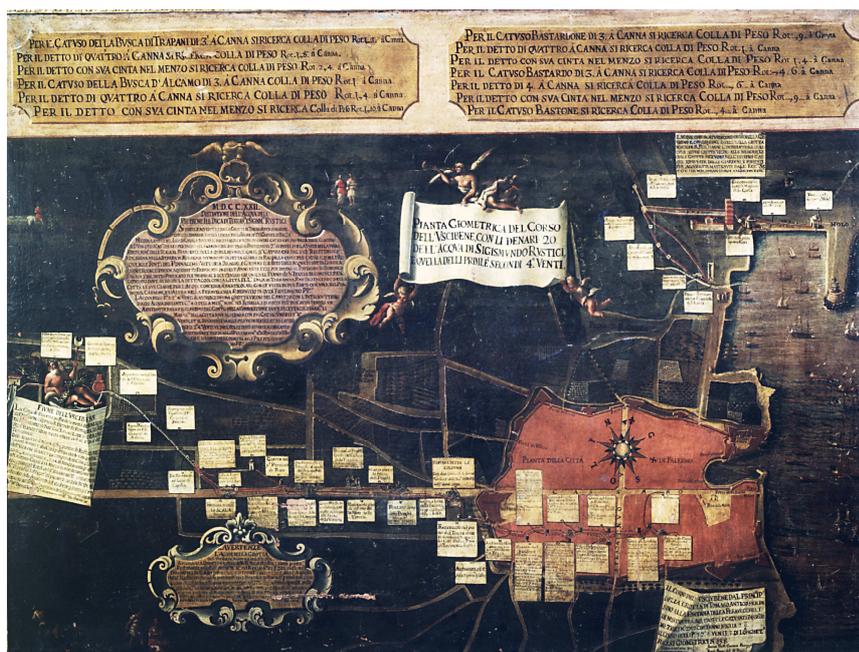


Figura 2 – Pianta Geometrica del Corso USCIBENE-1722- Archivio Storico Comunale di Palermo (Giovan Battista Cascione)

Per ciò che riguarda la stima delle acque solo dalla metà dell’ottocento era invalso l’uso di misurare le sorgenti più importanti basandosi sul nuovo “ Codice metrico decimale ”, sistema che nonostante tutto lasciava ancora adito a molte riserve. L’unità di misura delle acque sorgenti era costituito dalla zappa, la quale corrispondeva a 12,88 litri d’acqua al secondo (circa 1300 mc al giorno). Essa era costituita da quattro darbi, ciascuno dei quali corrispondeva a quattro aquile o tarì e ciascuno di queste a quattro denari. A sua volta il denaro corrispondeva a quattro penne, ciascuno delle quali forniva 0,0335 litri la secondo, pari a mc.2,900 nelle 24 ore di flusso continuo (sistema e terminologia che è ancora in uso in ambito agricolo).

Un’opera importantissima - Le sorgenti italiane – Sicilia (vol. II) – editata nel 1934 dal Servizio Idrografico Nazionale, è ancora consultata ed è stata di utile supporto sia per i dati delle sorgenti che per lo studio dei confini dei bacini idrografici nel territorio regionale.

Negli ultimi anni la Regionale Siciliana edita il “Piano Regionale di Risanamento delle acque in Sicilia” (approvato con D. P. del 2/07/86) che si compone di due importanti documenti normativi:

- la legge regionale n.27 del 15/05/86 che contiene la disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che scaricano fuori dalle pubbliche fognature;
- il decreto del Presidente della Regione n.93 del 2/07/86 che individua in dettaglio gli obiettivi del piano e gli strumenti operativi necessari per dare loro concreta attuazione.

Negli ultimi venti anni moltissimi studi e lavori sono stati editati: tra i tanti lo studio “Limnological studies on lakes and reservoirs of Sicily “ (Naturalista Siciliano vol. XVII- 1993) che ci è stato utile nel lavoro di redazione del P.T.A. per una conoscenza di base degli invasi naturali ed artificiali.

La Struttura Commissariale per l'emergenza bonifiche e la tutela delle acque, con l'intento di promuovere una cultura di condivisione degli obiettivi e dei percorsi per il miglioramento del "sistema acque in Sicilia", per favorire e promuovere comportamenti, stili di vita e meccanismi di partecipazione dei cittadini, secondo quanto indicato della D.E.2000/60, ha costruito in questi ultimi quattro anni, quotidianamente, una organizzazione "che si mette in viaggio", attraverso lo strumento del Tavolo Tecnico delle Acque, e con i soggetti che qui ci piace ricordare:

- il Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente:
 - Servizio 1 - Interventi Infrastrutturale e Tutela delle Acque,
 - Servizio 4 – Assetto del Territorio e Difesa del Suolo
 - Servizio 7 – Qualità dei Corpi Idrici;
- L' Agenzia Regionale per la Protezione dell' Ambiente (ARPA-Sicilia);
- L'Ufficio Idrografico Regionale e l'Ufficio del Commissario Delegato per l'Emergenza Idrica, entrambi oggi Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque;
- Il Dipartimento Regionale Interventi Strutturali in Agricoltura con il coinvolgimento del Servizio 4, del Servizio Pedologia e del Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano;
- Il Dipartimento Regionale LL.PP. –Servizio 5° Risorse Idriche e Regime delle Acque;
- L'Ispettorato Regionale Sanitario;
- I Dipartimenti per l' Ambiente delle Province Regionali;
- La Sogesid spa – Unità Operativa di Palermo;
- L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Sezione di Palermo;
- L'Università degli Studi di Palermo:
 - Dipartimento di Geologia e Geodesia;
 - Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Marini (C.I.S.A.C.-Palermo);
 - Dipartimento di Biologia Animale;
 - Dipartimento di Chimica e Tecnologie Farmaceutiche;
 - Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra e applicazioni (C.F.T.A.);
- Il CNR – Istituto per l' Ambiente Marino Costiero di Messina;
- Il Centro Studi di Economia Applicata (C.S.E.I. Catania);
- Lo studio Acquambiente Ingegneria di Catania;

insieme con innumerevoli contributi di pubbliche amministrazioni, associazioni, strutture scolastiche, enti di ricerca e semplici cittadini.

A conclusione ci piace riportare " un avviso a chi legge" del Marchese di Villabianca nella sua sopraccitata "Fontanagrafia Oretta", che interpreta bene lo spirito con cui è stato redatto il Piano di Tutela delle Acque:

“ Di questo opuscolo qualunque siasi, Lettore mio gentilissimo, l’affannosa faccenda, il solo amor della Patria, ch’entro qual fiamma mi arte in petto è stato valevole a farmelo intraprendere.....

...Un saggio egli è questo de’ fiumi e fonti in generale, che van ne’ campi di essa metropoli e che versandovi in ogni tempo oro perenne colle producenti ricche loro onde, fanno più aurea la Conca d’oro. Espongosi quindi sì fatti fiumi insieme colli fonti tutti in un tempo su di una tela di topografica carta, e fatta geometrica in qualche maniera, che a tutta l’opera si fa precedere.

D’ogni fiume di fatti che di ogni altra fonte si vedrà il nome qual egli siasi nella sua antica etimologia; e successivamente se ne addurrà la scaturigine, il corso, l’ingrossamento, l’uso che se n’è fatto e la meta al fine che vanno a prendere. Nel Proemio dell’opera finalmente espressandosi la disposizione, l’ordine e’l metodo con cui essa al pubblico vien presentata.

...L’opera quindi, ch’or ti presento, o benigno lettore, buona o cattiva come a te sembri, voglio sperare almen per mercede che sia ad incontrare il tuo gradimento. Compiacciati per la medesima di esercir meco gli atti cortesi della tua innata amorevolezza, con la quale hai accettato i passati parti sebben debolissimi della mia penna.

Accoglila di buon talento, e condono insieme dando agli errori, passo a te dire il più felice addio.”

Ing. Antonino Lo Bello

R.U.P. per la redazione del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia

INDICE

1 Inquadramento generale	Pag. 1
2 Aspetti amministrativi	Pag. 6
2.1 Competenze della Struttura Commissariale	Pag. 6
2.2 Le risorse finanziarie per la redazione del Piano di Tutela.....	Pag. 8
3 Riferimenti normativi, obiettivi e contenuti del Piano di Tutela.....	Pag. 10
3.1 Riferimenti normativi.....	Pag. 10
3.2 Obiettivi e contenuti del Piano di Tutela	Pag. 15
4 Articolazione del Piano di Tutela e struttura dei documenti di Piano.....	Pag. 17
4.1 Lo schema logico del Piano di Tutela.....	Pag. 17
4.2 Struttura del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia.....	Pag. 19
4.2.1 Contenuto dei documenti del Piano di Tutela.....	Pag. 20
4.2.2 Elenco dei documenti e degli elaborati del Piano di Tutela.....	Pag. 21
5 Il quadro conoscitivo - corpi idrici significativi e di interesse.....	Pag. 27
5.1 Acque superficiali	Pag. 27
5.1.1 Criteri per identificazione dei corpi idrici superficiali significativi.....	Pag. 27
5.1.2 Identificazione dei corpi idrici significativi.....	Pag. 28
5.1.3 Metodologia adottata per la caratterizzazione dei bacini idrografici significativi	Pag. 44
5.1.3.1 Identificazione del bacino.....	Pag. 44
5.1.3.2 Uso del territorio.....	Pag. 46
5.1.3.3 Caratteristiche naturalistiche.....	Pag. 47
5.1.3.4 Bilancio idrologico (valutazione delle risorse idriche naturali).....	Pag. 47
5.2 Acque sotterranee	Pag. 53
5.2.1 Acquisizione dati e informazioni	Pag. 53
5.2.2 Criteri per l'individuazione dei bacini idrogeologici e dei corpi idrici sotterranei significativi.....	Pag. 52
5.2.3 Identificazione dei corpi idrici sotterranei significativi.....	Pag. 54
5.2.4 Metodologia utilizzata per la stima del bilancio idrologico per i corpi idrici sotterranei.....	Pag. 60
5.2.4.1 Calcolo della quota media dei corpi idrici..	Pag. 62
5.2.4.2 Calcolo della precipitazione media mensile (P).....	Pag. 62
5.2.4.3 Calcolo della temperatura media mensile (T).....	Pag. 62
5.2.4.4 Calcolo dell'evapotraspirazione potenziale mensile (ETP).....	Pag. 63
5.2.4.5 Calcolo dell'evapotraspirazione reale mensile (ETR).....	Pag. 63
5.2.4.6 Calcolo del deflusso superficiale.....	Pag. 63
5.2.4.7 Calcolo dell'infiltrazione potenziale.....	Pag. 65
5.2.4.8 Osservazioni.....	Pag. 66
5.3 Acque marine costiere.....	Pag. 67

5.3.1 Criteri e identificazione delle acque marine costiere	Pag. 676
5.4 Aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento di cui al D. Lgs 152/06 ex titolo III capo I del D.Lgs.152/99	Pag. 73
5.4.1 Aree sensibili.....	Pag. 73
5.4.1.1 Le aree sensibili individuate dalla Regione Siciliana... ..	Pag. 74
5.4.2 Zone vulnerabili... ..	Pag. 76
5.4.2.1 Il sistema clima/suolo.....	Pag. 76
5.4.2.2 I corpi idrici sotterranei.....	Pag. 83
5.4.2.3 I corpi idrici superficiali.....	Pag. 85
5.4.3 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola	Pag. 86
5.4.3.1 Metodologia utilizzata per la realizzazione della Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.....	Pag. 87
5.4.3.2 La vulnerabilità delle acque sotterranee.....	Pag. 91
5.4.3.3 La vulnerabilità delle acque superficiali... ..	Pag. 96
5.4.3.4 La carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.....	Pag. 96
5.4.4 Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari	Pag. 97
5.4.4.1 Aspetti generali.. ..	Pag. 100
5.4.4.2 Individuazione delle sostanze prioritarie.. ..	Pag. 106
5.4.4.3 La valutazione del rischio da fitofarmaci.....	Pag. 113
6 Sistema della rete di monitoraggio quali – quantitativo dei corpi idrici e relativa classificazione.....	Pag. 116
6.1 Acque superficiali	Pag. 116
6.1.1 Attività di campionamento a analisi.....	Pag. 116
6.1.1.1 Corsi d'acqua.. ..	Pag. 116
6.1.1.2 Laghi naturali e invasi artificiali.....	Pag. 119
6.1.1.3 Acque di transizione.....	Pag. 120
6.1.2 Metodologia di classificazione.....	Pag. 122
6.1.2.1 Corsi d'acqua. Elaborazione e classificazione.....	Pag. 122
6.1.2.2 Laghi naturali e invasi artificiali. Elaborazione e classificazione.....	Pag. 123
6.1.2.3 Acque di transizione. Elaborazione e classificazione.....	Pag. 123
6.2 Acque sotterranee.....	Pag. 124
6.2.1 Scelta dei punti di una rete preliminare di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi	Pag. 124
6.2.2 Metodi di campionamento ed analisi	Pag. 128
6.2.2.1 Analisi degli elementi maggiori.....	Pag. 128
6.2.2.2 Analisi dei metalli in traccia... ..	Pag. 132
6.2.3 Idrologia isotopica.....	Pag. 133
6.2.3.1 Gli isotopi.....	Pag. 134
6.2.3.2 Frazionamenti isotopici.....	Pag. 135

6.2.3.3 I frazionamenti isotopici nel ciclo idrologico	Pag. 136
6.2.3.4 Comparazione tra composizione isotopica delle acque meteoriche e delle acque di falda... ..	Pag. 139
6.2.4 La rete isotopica regionale... ..	Pag. 142
6.2.5 Stato Ambientale delle acque sotterranee... ..	Pag. 144
6.3 Acque marine costiere.....	Pag. 146
6.3.1 Attività di campionamento a analisi.....	Pag. 146
6.3.2 Metodologia di classificazione.....	Pag. 154
6.3.3 Campagne per osservazioni, misure e prelievo di sedimenti e Posidonia oceanica... ..	Pag. 154
7 Valutazione delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sullo stato delle acque superficiali e sotterranee.....	Pag. 156
7.1 Criteri e metodi per la valutazione della pressione antropica sui corpi idrici.....	Pag. 158
7.1.1 Valutazione dei carichi potenziali.....	Pag. 161
7.1.1.1 Carichi potenziali in forma concentrata.. ..	Pag. 161
7.1.1.2 Carichi potenziali in forma diffusa.. ..	Pag. 165
7.1.2 Valutazione dei carichi effettivi rilasciati nei corpi idrici.....	Pag. 169
7.1.2.1 Carichi domestici	Pag. 169
7.1.2.2 Carichi produttivi.. ..	Pag. 170
7.1.2.3 Carichi da scaricatori di piena urbani.....	Pag. 170
7.1.2.4 Carichi prodotti dalla fertilizzazione e dal dilavamento dei suoli.....	Pag. 170
7.1.2.5 Carichi di origine zootecnica.. ..	Pag. 171
7.1.3 Valutazione dei carichi terminali al ricettore... ..	Pag. 171
7.1.3.1 Corsi d'acqua.. ..	Pag. 171
7.1.3.2 Laghi e serbatoi.....	Pag. 172
7.1.3.3 Acque di transizione, tratti costieri e isole minori.. ..	Pag. 173
7.1.3.4 Acque profonde.....	Pag. 173
7.2 Valutazione della pressione antropica sui corpi idrici	Pag. 173
7.2.1 Bacini idrografici significativi e corpi idrici significativi.....	Pag. 174
7.2.2 Laghi naturali e artificiali significativi.....	Pag. 174
7.2.3 Acque marine costiere.....	Pag. 175
7.2.4 Elaborazione e verifica dei dati a scala di corpo idrico.. ..	Pag. 175
7.3 Censimento dei dati necessari... ..	Pag. 175
7.4 Metodologia adottata per la stesura del bilancio idrico a scala di bacino.....	Pag. 188
7.4.1 Valutazione delle risorse idriche.....	Pag. 188
7.4.1.1 Valutazione delle risorse idriche naturali.....	Pag. 188
7.4.1.2 Valutazione delle risorse idriche potenziali.. ..	Pag. 189
7.4.1.3 Valutazione delle risorse idriche utilizzabili.....	Pag. 189
7.4.2 Stima dei fabbisogni idrici	Pag. 190
7.4.2.1 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni civili	

e stima dei fabbisogni.....	Pag. 190
7.4.2.2 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni irrigue e stima dei fabbisogni.....	Pag. 191
7.4.2.3 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni industriali e stima dei fabbisogni.....	Pag. 194
7.4.3 Impostazione del bilancio idrico	Pag. 195
7.4.4 Stima delle “pressioni” sullo stato quantitativo delle risorse presenti nel bacino.....	Pag. 195
8 Individuazione delle criticita’ dei corpi idrici significativi: gli “indicatori” dello stato di qualità.....	Pag. 196
8.1 Corsi d’acqua.. ..	Pag. 197
8.2 Laghi e serbatoi.. ..	Pag. 198
8.3 Acque marine costiere.....	Pag. 199
8.4 Acque profonde.....	Pag. 199
9 Obiettivi di qualità ambientale	Pag. 200
9.1 Aspetti di carattere generale.....	Pag. 200
9.2 Acque superficiali	Pag. 202
9.3 Acque sotterranee.....	Pag. 202
9.4 Acque marine costiere.....	Pag. 203
9.5 Corpi idrici per specifica destinazione	Pag. 203
10 Il quadro delle misure di tutela.....	Pag. 206
10.1 Misure di governance.....	Pag. 206
10.1.1 Gli assi strategici di governance per il PTA... ..	Pag. 206
10.1.2 I Partenariati... ..	Pag. 206
10.1.3 L’utilizzo della ricerca esistente... ..	Pag. 207
10.1.4 La partecipazione... ..	Pag. 210
10.1.5 La formazione.. ..	Pag. 210
10.1.6 Gli accordi di programma, le convenzioni e i decreti.....	Pag. 211
10.1.7 I decreti.. ..	Pag. 212
10.1.8 Le ordinanze.....	Pag. 212
10.1.9 L’Agenzia Regionale per i Rifiuti e per le Acque.. ..	Pag. 213
10.2 Il metodo di programmazione.....	Pag. 217
10.2.1 La programmazione a livello di “Sistema”... ..	Pag. 219
11 Quadro economico degli interventi previsti.....	Pag. 220
12 Uno strumento di piano: il siptas.....	Pag. 221
12.1 Introduzione... ..	Pag. 221
12.2 Il Sistema Informativo Territoriale... ..	Pag. 221
12.3 Finalità del SIPTAS... ..	Pag. 223
12.4 Ricognizione SIT esistenti nella Regione Siciliana... ..	Pag. 224
12.5 Definizione degli standard... ..	Pag. 225

12.6 Flusso delle informazioni.....	Pag. 225
12.7 Architettura del sistema... ..	Pag. 227
12.8 Strumenti hardware e software	Pag. 230
12.9 Contenuti	Pag. 230
12.10 Realizzazione della banca dati... ..	Pag. 235
12.11 Livelli di utenza... ..	Pag. 236
12.12 La rete informatica	Pag. 237
13 Bibliografia e catalogazione dei documenti... ..	Pag. 239

DOCUMENTI ALLEGATI AL PIANO DI TUTELA

- All.01** Il Progetto del monitoraggio
- All.02** Monitoraggio qualitativo e classificazione delle acque superficiali
- All.03** Ordinanza di istituzione dell'area sensibile "Castellammare del Golfo"
- All.04** Ordinanza di istituzione dell'area sensibile "Biviere di Gela"
- All.05** Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili
- All.06** Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
- All.07** Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari e degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari"
- All.08** Progetto sul riuso delle acque reflue depurate in Sicilia – Monitoraggio e studio finalizzato al riuso delle acque reflue depurate
- All.09** Accordo di programma per la tutela dei corpi idrici pregiati. Progetto "Wetlands"
- All.10** Accordo di programma per il rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici al fine di pervenire alla predisposizione del piano di tutela delle acque in Sicilia.
- All.11** Schede D.M. 19/08/2003 – Trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque.
- All.12** Schede D.M. 18/09/2002 – Modalità di informazione sullo stato delle acque, ai sensi ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152
- All.13** Catasto Scarichi
- All.14** Decreto 15/02/07-Acque di Balneazione ed allegati
- All.15** Censimento e classificazione acque superficiali potabili
- All.16** APQ 2005 testo integrato
- All.17** Piano Regolatore Generale degli acquedotti 2006
- All.18** Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana
- All.19** Cartografie progetto Grandi Acquedotti della R.S.
- All.20** Siti di interesse nazionale: Gela, Priolo e Milazzo
- All.21** Il SIPTAS

All.22 Direttive per la Salvaguardia ed il miglioramento degli idrosistemi regionali – gestione dei serbatoi artificiali nella Regione Siciliana

ELABORATI CARTOGRAFICI in scala 1:250.000

- TAV.A.1.1** Carta dei bacini idrografici e dei corpi idrici significativi superficiali e delle acque marine costiere
- TAV.A.1.2** Carta dei bacini idrogeologici e corpi idrici significativi sotterranei
- TAV.A.2** Carta geologica sintetica
- TAV.A.3.1** Carta climatologica- Precipitazioni medie annue
- TAV.A.3.2** Carta climatologica- Temperature medie annue
- TAV.A.3.3** Carta climatologica- Temperature minime annue
- TAV.A.3.4** Carta climatologica- Temperature massime annue
- TAV.A.4** Carta dei poligoni di Thiessen
- TAV.A.5** Carta dell'uso agroforestale del suolo
- TAV.A.6** Carta delle aree protette
- TAV.A.7** Carta delle aree sensibili
- TAV.A.8.1** Carta dell'impatto antropico – Fonti di inquinamento puntuali
- TAV.A.8.2** Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni idropotabili
- TAV.A.8.3** Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni irrigue
- TAV.A.9** Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
- TAV.A.10** Carta degli agglomerati
- TAV.B.1** Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici superficiali significativi e delle acque marine costiere
- TAV.B.2** Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi
- TAV.C.1.1** Carta della tipologia dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi
- TAV.C.1.2** Carta dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi
- TAV.D.1.1** Carta dell'indice di sostenibilità (risorse utilizzabili/utenze) – anno medio
- TAV.D.1.2** Carta dell'indice di sostenibilità (risorse utilizzabili/utenze) – anno mediamente siccitoso

ELABORATI CARTOGRAFICI in scala 1:100.000

- TAV.E.1_1/6** Carta dei bacini idrografici e corpi idrici significativi superficiali e delle acque marine costiere
- TAV.E. 2_1/6** Carta dei bacini idrogeologici e corpi idrici significativi sotterranei
- TAV.E. 3_1/6** Carta geologica sintetica
- TAV.E. 4_1/6** Carta climatologia - Precipitazioni medie annue
- TAV.E. 5_1/6** Carta climatologia - Temperature medie annue

- TAV.E. 6_1/6** Carta dell'uso agroforestale del suolo
- TAV.E. 7_1/6** Carta delle aree protette
- TAV.E. 8_1/6** Carta dell'impatto antropico – Fonti di inquinamento puntuale e diffuso
- TAV.E. 9_1/6** Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni idropotabili e irrigue
- TAV.F.1_1/6** Carta delle stazioni di monitoraggio e della classificazione corpi idrici superficiali significativi
- TAV.F.2_1/6** Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi
- TAV.G.1_1/5** Carta delle aree di ricarica dei corpi idrici

1 Inquadramento generale

“Il fatto che più di un miliardo di persone non abbiano diritto all'acqua potabile e che più di due miliardi non godano di servizi igienici adeguati, unitamente al degrado dell'ecosistema acquatico del nostro pianeta, ha determinato la comparsa di conflitti sociali e politici a livello mondiale. Una gestione delle risorse idriche improntata ai principi della sostenibilità, dell'equità e della democrazia rappresenta una delle maggiori sfide della comunità internazionale nel XXI° secolo e noi crediamo che la comunità scientifica debba essere pienamente coinvolta in questo dibattito con un approccio interdisciplinare. Accogliere questa sfida implica attuare dei cambiamenti profondi nella nostra scala di valori, nel nostro modo di concepire la natura, nei nostri principi etici e nel nostro modello di vita; in altre parole, è necessario un vero e proprio cambiamento culturale che noi abbiamo definito la nascita di una Nuova Cultura dell'Acqua. Una Nuova Cultura che deve assumere un approccio olistico e deve riconoscere la dimensione etica, ambientale, economica, politica ed i livelli emozionali profondi che ci legano agli ecosistemi acquatici. Sulla base del principio universale del rispetto della vita, i fiumi, i laghi, le sorgenti, le zone umide e le falde devono essere considerati Patrimonio della Biosfera e devono essere gestiti dalle comunità locali e dalle istituzioni pubbliche, in modo da garantirne una gestione equa e sostenibile.”

(dalla dichiarazione europea per una nuova cultura dell'acqua - Madrid il 18 Febbraio 2005)

E' in corso in Europa e in Italia un significativo processo di riforma normativa che sta avendo ripercussioni su tutto il settore dei servizi idrici e sulla gestione del ciclo delle acque.

La legislazione italiana, soprattutto con la L. 183/89 sulla difesa del suolo e con la L.36/94, ha avviato un processo di riforma, centrato sull'individuazione di nuovi livelli di coordinamento (autorità di bacino, autorità territoriali ottimali per il servizio idrico integrato) che superano i confini amministrativi tradizionali e dovrebbero costituire il nuovo sistema di pianificazione e di governo delle risorse idriche.

Un approccio sostenibile al problema della qualità deve fare riferimento alla qualità dei corpi recettori, sia in senso generale, sia in funzione della specificità degli usi. Ciò comporta un sostanziale cambiamento amministrativo e gestionale che necessita di nuovi strumenti di studio e di previsione.

Tale approccio è contenuto nel Decreto Legislativo 152/06 che, recependo le direttive 91/271 CEE e 91/676 CEE, ed in pratica anticipando per contenuti e finalità la nuova Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60 della Commissione Europea, definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, sotterranee e marine.

Gli obiettivi della legge possono essere raggiunti, tra l'altro, attraverso l'individuazione di indici di qualità per tutti i corpi idrici, il rispetto dei valori limite agli scarichi, l'individuazione di misure tese alla conservazione e al riutilizzo-riciclo delle risorse idriche, l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici, la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun bacino e soprattutto un adeguato sistema di controlli e di sanzioni.

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60 si propone inoltre per fronteggiare la crisi idrica di :

1. Adottare un approccio ecosistemico, il cui obiettivo principale è quello di ripristinare il buono stato ecologico dei fiumi, dei laghi, delle lagune e delle zone umide, così come un buono stato quantitativo e qualitativo delle falde acquifere; la Direttiva ridefinisce il concetto di bacino, includendo al suo interno i delta, gli estuari e gli ecosistemi costieri;
2. Introdurre nuovi criteri di razionalità economica nella gestione delle acque, governati dal principio di recupero dei costi, compresi i costi ambientali e i costi opportunità;
3. Aprire le attività di gestione delle risorse idriche alla partecipazione e al controllo della cittadinanza;
4. Promuovere la gestione equa e sostenibile dei bacini transfrontalieri.

Questi criteri ed obiettivi segnano il passaggio dalla tradizionale strategia basata sull'offerta ad una strategia basata sulla domanda e sulla tutela della risorsa, che ha come priorità il risparmio idrico, l'incremento dell'efficienza, l'introduzione di nuove tecnologie, la tutela delle falde sotterranee attraverso un approccio integrato e sostenibile. Negli ultimi decenni si è assistito infatti ad una crisi del modello di strategia di gestione dell'acqua basata sull'*offerta* che ha fatto sorgere numerosi problemi:

- *La crisi ecologica degli ecosistemi dell'acqua:* durante tutto il 20° secolo lo sviluppo dell'acqua ha creato valide opportunità di crescita economica, migliorando così le condizioni della vita umana in tutto il mondo. Tuttavia, nel corso del tempo, i modelli di gestione attuali hanno incoraggiato una richiesta a spirale che ha esaurito la capacità degli ecosistemi, creando seri problemi di insostenibilità specialmente in paesi aridi e semi-aridi.
- *Lo sfruttamento insostenibile di molte falde acquifere* per la mancanza di responsabilità pubblica e collettiva nella gestione dell'acqua sotterranea, ha spesso causato l'estrazione abusiva dell'acqua e ha portato a seri problemi di degradazione in molti casi: progressiva salinizzazione (spesso da intrusione di acqua di mare), costipazione ed irreversibile riduzione della capacità delle falde acquifere, crollo e abbassamento con serio danno alle infrastrutture ed alle abitazioni, grave sfruttamento delle riserve di acqua dolce di alta qualità e/o degradazione attraverso la contaminazione che è generalmente estesa, inaridimento o degradazione di sorgenti, flussi fluviali fondamentali, e laghi e terre umide alimentate da queste falde acquifere.
- *Problemi crescenti riguardo la qualità delle risorse d'acqua:* l'uso tradizionale dei fiumi come evacuatori di scarichi urbani ed industriali ha portato a situazioni allarmanti che hanno motivato lo sviluppo di tecnologie per il trattamento defluente. Oggi, tuttavia, l'impatto della diffusa contaminazione è sempre più serio. La contaminazione da nitrati, fosfati e pesticidi principalmente dall'agricoltura, ha portato alla situazione paradossale di fiumi e falde acquifere sempre più contaminati, nonostante sforzi molto maggiori per purificare e controllare il rovesciamento di scarichi industriali.
- *Problemi di inefficienza ed irrazionalità economica:* lo sviluppo economico durante la seconda metà del 20° secolo ha portato profondi cambiamenti, che hanno condotto a bilanci costo-beneficio negativi per la maggioranza dei grandi progetti idraulici, come riconosciuto dal rapporto finale della *World Commission on Dams (WCD)* - Commissione Mondiale sulle Dighe - .

- *Problemi di “governance”*: mancanza di trasparenza e di coinvolgimento a livello cittadino.

Nella Regione Sicilia, soprattutto in presenza di stagioni di emergenza idrica, è diventato obiettivo fondamentale attuare iniziative per ridurre i prelievi di acqua e incentivarne il riutilizzo, limitare il prelievo di acque superficiali e sotterranee, progettare interventi per la riduzione dell’impatto degli scarichi sui corpi recettori e per il risparmio attraverso l’utilizzo multiplo delle acque reflue.

L’attività della Struttura Commissariale, creata per risolvere situazioni di emergenza in Sicilia nel settore acque e rifiuti, ha nella sostanza operato come *elemento regolatore intermedio delle risorse idriche nel rapporto tra Stato e strutture locali*. Ciò è avvenuto perché l’attenzione è stata svolta nel campo delle risorse idriche, non solo verso *l’offerta d’acqua* ma soprattutto in direzione della *domanda d’acqua*:

- Le attività principali sono state infatti svolte considerando la riduzione degli sprechi e della domanda d’acqua come vere risorse idriche alternative alle classiche risorse costituite dalla derivazione di nuova acqua dall’ambiente (risorse sul lato della domanda contro risorse sul lato offerta).
- Politiche di gestione della domanda possono avere grossi effetti nel controllo e nella riduzione della domanda d’acqua, indirizzando la gestione delle risorse idriche verso la sostenibilità ambientale (perfino possono portare a consistenti risparmi energetici).

Le attività della Struttura Commissariale si sono concretizzate in alcune linee di indirizzo:

- Diminuzione dell’impatto antropico e miglioramento generale della qualità dei corpi idrici con interventi strutturali nel settore fognario e depurativo;
- Conoscenza e caratterizzazione del territorio, a scala di bacino idrografico, attraverso la redazione del Piano di tutela delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/06, e monitoraggio del sistema acqua per la regolazione dei sistemi distributivi e per la programmazione degli interventi per migliorarne la qualità.
- Piano di interventi di riuso delle acque reflue per iniziare a mettere in circolo consistenti volumi a favore del sistema irriguo e industriale;
- Riefficientamento dei sistemi idrici e diminuzione delle perdite idriche;
- Crescita della consapevolezza dell’importanza della gestione integrata del territorio sulla base degli elementi naturali quali i bacini idrografici .
- Valorizzazione del ruolo di Agenzie (ARPA), di Enti Regionali e Strutture di ricerca per una comune attività di conoscenza integrata e di creazione di strumenti di programmazione e controllo delle risorse idriche - ambientali del nostro territorio.

Come indicato nelle linee guida per la formazione dei piani di tutela delle acque elaborate dalla Regione Piemonte - Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche (ed. 2004) in un modello di pianificazione integrata per la costruzione del Piano di Tutela delle Acque è necessario:

- programmare azioni per costruire il consenso intorno al Piano,
- puntare ad un coinvolgimento stretto nella formazione e attuazione del P.T.A,

- affiancare azioni per una presa di coscienza allargata sui problemi che riguardano le acque e la gestione del territorio

Per tali motivi le azioni di “governance” della Struttura Commissariale per la redazione del Piano di Tutela delle Acque si è esplicata attraverso i seguenti assi strategici:

- I partenariati,
- l'utilizzo della ricerca esistente,
- la partecipazione,
- la formazione,
- gli accordi di programma,
- i decreti,
- l'istituzione dell'agenzia regionale per i rifiuti e per le acque,
- il sistema informativo delle risorse idriche.

Queste attività sono descritte nel capitolo 10 - “Il quadro delle misure di tutela”.

Inoltre per riportare ad unità modalità di regolazione attualmente non convergenti, per ridisegnare una gestione complessiva delle acque e del controllo dell'impatto antropico nel nostro territorio si è avvertita la necessità:

- di rendere inseparabili, in ambito di bacino idrografico, gli interventi sulle acque da quelli proposti per limitare le criticità più pericolose di dissesto idrogeologico e per migliorare il sistema idraulico -forestale;
- di eseguire ordinariamente il monitoraggio e il controllo della qualità delle acque in sistemi idrici civili ed irrigui caratterizzati da grandi reti e da interconnessioni per il trasferimento d'acqua da un bacino ad un altro;
- di attuare le direttive della C.E. (2000/60) per le quali le risorse dell'A.P.Q. devono essere utilizzate per il miglioramento dell'attuazione dei piani d'ambito e per la transizione verso un sistema incentrato sul distretto idrografico;
- di fare interagire la programmazione di settore, (Piano dell'Assetto Idrogeologico, Piano degli interventi idraulico-forestale e Piano Generale degli Acquedotti) realizzata negli ultimi due anni (2006-2007), con il Piano di Tutela per le Acque, anche al fine di rendere più integrata la successiva elaborazione dei piani di gestione dei singoli bacini idrografici secondo quanto è indicato nel D.Lgs. 152/06.

Si è pertanto iniziato un percorso per una pianificazione integrata delle acque e del suolo che:

a) (principi)

- veda nel bacino idrografico l'unità territoriale indivisibile di base;
- consideri l'interconnessione inscindibile di tutti i processi del ciclo idrologico;
- abbia una adeguata base conoscitiva del territorio, delle opere e delle attività e di tutti gli elementi del ciclo idrologico, nella loro variabilità statistica;
- tenga conto della possibilità di verificarsi di eventi quali alluvioni e siccità.

b) (Un modello di pianificazione)

- pensi ad una pianificazione "leggera" e "dinamica", che si limiti a fissare obiettivi ambientali ed economico-sociali e ad indicare criteri, direttive e priorità e che sia sottoposta a periodiche revisioni, in un ambito territoriale di bacino idrologico o meglio ancora di distretto idrografico (DE 2000/60), preferendola ad un modello di pianificazione statica, oggi messo in crisi dalla rapidità con cui variano i fabbisogni e si evolvono le tecnologie.

c) (Una modalità di funzionamento) :

- adotti un sistema di monitoraggio continuo ed efficiente, che permetta la verifica e l'aggiornamento continuo della base conoscitiva, e descriva ed interpreti in tempo reale le grandezze idrologiche e uno o più modelli utilizzabili per l'uso previsionale, al fine di individuare le strategie di intervento di risanamento più opportune, anche per valutarne gli effetti,
- abbia un soggetto efficiente ed autorevole, specificamente preposto alla regolazione dei sistemi idrici regionali che curi la programmazione e il controllo dell'attuazione, che sia in grado di indirizzare gli operatori, correggere gli eventuali sbandamenti e mantenere aggiornato e interpretare il grado di conseguimento degli obiettivi;
- crei un sistema continuo ed efficiente d'informazione e partecipazione pubblica che aiuti lo sviluppo di una cultura dell'acqua che valorizzi la strategia di gestione delle domande idriche, di risparmio, riciclo e riuso dell'acqua rispetto a quella di utilizzo di nuove risorse (strategia dell'offerta) a cominciare dal cambiamento degli stili di vita, in modo da realizzare un uso sostenibile che coniughi efficienza economica, qualità ambientale ed equità sociale,
- crei strumenti incentivanti o deterrenti, od anche sanzioni, per la sua attuazione o disapplicazione.

2 Aspetti amministrativi

2.1 Competenze della Struttura Commissariale

La ripartizione delle competenze tra le amministrazioni pubbliche, avviata con la legge n.59/97 (cosiddetta Legge Bassanini) ed attuata dal successivo D.Lgs. n. 112/98, si configura come un testo unico che introduce importanti modifiche e riordina il sistema delle norme in materia di qualità delle acque e di scarichi nei corpi idrici e nel suolo.

Il Titolo III del D.Lgs. 112/98 sul decentramento amministrativo contempla il conferimento alle Regioni ed agli Enti Locali delle funzioni e dei compiti in materia di ambiente, territorio ed infrastrutture.

- Lo Stato mantiene le funzioni inerenti la redazione dei piani di livello nazionale, la definizione di criteri e metodologie generali per l'attuazione dei piani di livello inferiori, la definizione di specifici limiti, obiettivi e divieti inerenti la qualità delle acque e gli scarichi, l'elaborazione dei dati e delle informazioni in riferimento al territorio nazionale, la vigilanza e l'intervento per le acque marine.
- Per quanto riguarda la gestione delle risorse idriche, lo Stato emana le Direttive per il censimento ed il monitoraggio, per la protezione dall'inquinamento, per la programmazione del loro uso razionale, per la gestione del servizio idrico integrato, per il risparmio idrico. Lo Stato inoltre, esercita i poteri sostitutivi in caso di inadempienza agli obblighi comunitari delle Regioni e degli Enti Locali, nonché i poteri di ordinanza in casi di urgente necessità (D.Lgs. 11.5.1999 n. 152 e 18 Agosto 2000 n. 258);
- La Regione esercita in via generale tutte le funzioni amministrative non specificamente riservate allo Stato e, in particolare, individua gli Ambiti Territoriali Ottimali, e i criteri generali rivolti alle Province ed ai Comuni. Per quanto attiene alla tutela delle acque, le principali competenze comprendono: la definizione delle classi e delle destinazioni d'uso delle acque e delle correlate misure necessarie a mantenere o raggiungere gli obiettivi di qualità; l'individuazione e delimitazione delle zone vulnerabili o da salvaguardare e l'elaborazione dei relativi programmi di intervento o attivazione di strumenti di controllo; la formulazione di misure e Direttive volte a favorire il risparmio idrico e ridurre i consumi.

Le competenze sono altresì definite, in base D.Lgs. 258/2000, da successivi provvedimenti dello Stato e da quelli che devono essere adottati dalle Regioni; fino alla emanazione dei citati provvedimenti le Amministrazioni Pubbliche, compresa, l'APAT, le ARPA e le Autorità di Bacino, esercitano le competenze già spettanti.

Il POR 2000-2006 si pone come obiettivo la tutela e la salvaguardia dei corpi idrici superficiali e sotterranei attraverso:

- la realizzazione e/o potenziamento impianti di depurazione reflui civili;
- gli adeguamenti degli scarichi degli impianti di depurazione ai parametri del D.Lgs. 152/06 e successive modifiche ed integrazioni;
- la realizzazioni di collettori di adduzione all'impianto di depurazione esistente;

- la realizzazione di reti fognarie in zone sprovviste con nuovo apporto di refluo trattato all'esistente I.D. di accertata capacità ricettiva.

La situazione determinatasi nella Regione Sicilia in materia di tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione, ha indotto il Governo Nazionale a dichiarare lo stato di emergenza.

In particolare con l'ordinanza n. 3052 del 31 marzo 2000 (Interventi per il superamento dell'emergenza idrica nella Regione Sicilia), il Ministero dell'Interno ha nominato il Presidente della Regione Sicilia, Commissario Delegato per realizzare le azioni e gli interventi necessari al superamento dell'emergenza idrica nel territorio della Regione.

L'Ordinanza Ministeriale n. 3052/2000 ha previsto che il Commissario Delegato ai sensi dell'art. 2 deve provvedere al completamento dei programmi degli interventi già finanziati ed in corso o da approntare e realizzare per fronteggiare la situazione di emergenza nei settori dell'approvvigionamento, adduzione, potabilizzazione e distribuzione delle acque, delle fognature e della depurazione delle acque reflue, del riutilizzo e recapito delle acque depurate, provvedendo, altresì, ad individuare i soggetti attuatori degli interventi.

L'art. 9 dell'Ordinanza n. 3052/2000, modificato dall'art. 11 dell'Ordinanza n. 3072/2000, dispone che il Commissario provveda all'utilizzazione delle risorse comunitarie, nazionali, regionali e locali destinati alla realizzazione di opere di fognatura, collettamento, depurazione e riutilizzo.

Con Ordinanza n.3136 del 25 maggio 2001 e successive al Commissario delegato sono state attribuite anche alcune competenze previste dal D.Lgs.n.152/2006. In particolare il Commissario Delegato:

- predispone ed approva il Piano di Tutela di cui all'art. 121 del D.Lgs. n. 152/06;
- attua il monitoraggio richiesto dalle direttive comunitarie in materia di acque destinate al consumo umano, di acque di balneazione, di acque idonee alla vita di pesci e molluschi;
- predispone ed attua il programma per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee dell'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 120 del D.Lgs. n. 152/06;
- individua ogni possibilità di riutilizzo delle acque reflue depurate nonché di risorse idriche non potabili ed attua un programma straordinario di interventi per la loro utilizzazione;
- individua, progetta e realizza gli interventi di tutela della qualità delle acque, di risanamento ambientale e igienico-sanitario previsto dal D.Lgs n.152/06 e successive modifiche ed integrazioni, in forma integrata con gli interventi per il riutilizzo agricolo delle acque depurate.

Il Commissario (circolare commissariale n. 11/77 del 4 febbraio 2002) assicura altresì l'utilizzo delle acque provenienti dagli impianti di trattamento.

Il Programma degli interventi urgenti di cui all'art. 141, comma 4, della Legge 23 dicembre 2000 n. 388, riguarda la realizzazione di interventi nel settore fognario e depurativo che abbia una valenza territoriale regionale, in anticipazione agli interventi che saranno contenuti nei Piani che saranno redatti e approvati dagli Ambiti Territoriali Ottimali.

Ai sensi dell'art. 2, comma 1 dell'O.M. del Ministero dell'interno n. 3136 del 25/05/01, il Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e la tutela delle acque predispone ed approva il Piano di Tutela delle Acque di cui all'art. 121 del D. Lgs. n. 152 del 03.04.2006 per l'intero territorio della Regione Sicilia e provvede ad elaborare ed attuare il programma di rilevamento di cui all'art. 118 dello stesso D. Lgs. n. 152/2006, utile a descrivere le caratteristiche del bacino idrografico ed a valutare l'impatto antropico esercitato sul medesimo (allegato 3 del D. Lgs n. 152/2006).

Con Ordinanza n. 3569 del 5/03/07 art. 6 la Presidenza del Consiglio dei Ministri, " vista l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3528 del 30 giugno 2006, recante «Disposizioni urgenti di protezione civile in materia di bonifica e di risanamento ambientale dei suoli, delle falde e dei sedimenti inquinati, nonché in materia di tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione nella Regione Sicilia», nelle more del completamento delle iniziative di carattere straordinario finalizzate al superamento dell'emergenza ambientale in atto nel territorio della Regione Sicilia, e di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 8 febbraio 2007 citato in premessa, ha ulteriormente prorogato il termine di cui all'art. 1, comma 1, dell'ordinanza di protezione civile n. 3528 del 30 giugno 2006, fino al 31 gennaio 2008.

Al fine della redazione del Piano di Tutela delle Acque, l'Ufficio del Commissario Straordinario per i rifiuti e la Tutela delle Acque ha eseguito le seguenti convenzioni:

Con Sogesid spa :

- Ordinanza n. 325 del 25 marzo 2004, per l'attività di prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, la progettazione del sistema di monitoraggio dei corpi idrici, la pianificazione dei lavori, la realizzazione del SIT del Piano.

Con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:

- Ordinanza Comm. n. 322 del 25 marzo 2004, convenzione con l'I.N.G.V., per la I fase di caratterizzazione ed il monitoraggio delle acque sotterranee.
- Ordinanza Comm. n. 164 del 21/02/05, convenzione con I.N.G.V. per la II fase di caratterizzazione ed il monitoraggio delle acque.

Con ARPA Sicilia

- Ordinanza n. 186 TCI del 10/12/04 per la realizzazione della campagna di misure ed analisi previsto dal "progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Sicilia".

2.2 Le risorse finanziarie per la redazione del Piano di Tutela

A seguito dell' Accordo di Programma Quadro - Tutela delle acque e gestione integrata delle risorse idriche - l'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e tutela delle acque ha utilizzato le risorse finanziarie previste dall' articolo 19 – Interventi di monitoraggio e pianificazione- , per eseguire gli interventi finalizzati al rilevamento delle caratteristiche idrologiche, fisiche, chimiche e biologiche dei corpi idrici della R.S., adeguati per il monitoraggio qualitativo e quantitativo della risorsa, come indicato nell'allegato 1 al D.Lgs. n. 152/2006. Gli interventi sono finanziati con le seguenti risorse:

(Articolo 19 - Interventi di monitoraggio e pianificazione)

1. *Gli interventi finalizzati al rilevamento delle caratteristiche idrologiche, fisiche, chimiche e biologiche dei corpi idrici della Regione Sicilia, adeguati per il monitoraggio qualitativo e quantitativo della risorsa, come indicato nell'Allegato 1 al D.Lgs n. 152/2006, vengono realizzati con le risorse di cui alla Tabella 2.2.1.*

Tabella 2.2.1 – Interventi di monitoraggio e pianificazione

Tipologia	Fonte	Importo [€]
Risorse immediatamente disponibili	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio- Legge 388/2000 e Legge 448/2001: Risorse già trasferite annualità 2000-2004 pari ad €. 5.051.360,00	5.051.306,00
	Ufficio del Commissario Delegato per l'emergenza Bonifiche e la Tutela delle acque - Ordinanza Commissariale n. 505 del 29/05/06	314.154,08
TOTALE		5.365.460,08

2. *Per ulteriori finalità connesse agli obiettivi di cui al punto 1 e ricadenti nell'ambito di attuazione del presente APQ, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e la Regione Siciliana possono stipulare uno o più accordi integrativi di settore. Il finanziamento di tali accordi potrà essere integrato con le risorse che verranno rese disponibili da parte degli altri soggetti sottoscrittori, conseguentemente, per l'attivazione degli interventi, dovrà essere implementato l'Applicativo Intese con l'inserimento delle schede intervento.*

Per la redazione del Piano di Tutela delle Acque, sono state altresì utilizzate le risorse disponibili nell'ambito delle convenzioni di cui al paragrafo precedente delle quali si riporta l'importo:

Convenzione con Sogesid S.p.A. :

- Ordinanza n. 325 del 25 marzo 2004 - utilizzando le risorse disponibili ai sensi dell'ordinanza n. 3136 del 25/5/2001.

Convenzione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:

- Ordinanza Comm. n. 322 del 25 marzo 2004 - per un importo (iva compresa) di € 1.857.571,44.
- Ordinanza Comm. n. 164 del 21/02/05 - per un importo (iva compresa) di € 1.191.998,64.

Con ARPA Sicilia

- Ordinanza n. 186 TCI del 10/12/04 – per un importo di € 2.315.890.

3 Riferimenti normativi, obiettivi e contenuti del Piano di Tutela

3.1 Riferimenti normativi

Il Decreto Legislativo 152/2006 impone prioritariamente l'aggiornamento del patrimonio conoscitivo relativo allo stato delle risorse idriche, finalizzato, attraverso il monitoraggio della qualità delle risorse e della loro quantità, alla caratterizzazione delle risorse stesse, nonché alla individuazione di quei corpi idrici che necessitano di particolari interventi volti alla loro tutela ovvero al loro recupero qualitativo, ove possibile.

Il decreto definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee ed assegna alle Regioni numerosi compiti, i principali dei quali hanno per oggetto:

- a) l'individuazione delle "aree sensibili" (art. 91) sulla base dei criteri riportati nell'All.to 6 della parte terza dello stesso decreto, delle zone vulnerabili di cui all'art. 5 del D. Lgs. n.194/95 e delle aree a rischio di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione di cui alla delibera CIPE del 22/12/98 (artt. 92 e 93), la definizione dei corpi idrici a specifica destinazione (art. 79) e l'identificazione della classe di qualità dei "corpi idrici significativi" (art. 77);
- b) l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano (art. 94);
- c) il monitoraggio dei bacini idrografici (art. 118) e dei corpi idrici superficiali e sotterranei finalizzato alla loro classificazione (ai sensi dell'All.to 1 della parte terza dello stesso decreto) e destinazione d'uso (art. 120);
- d) l'individuazione e adozione delle misure atte al raggiungimento degli obiettivi minimi di qualità ambientale dei corpi idrici (art. 77) fissati dal decreto stesso o degli obiettivi fissati dalla Regione;
- e) la redazione e approvazione del "Piano di tutela delle acque" ai sensi dell'All.to 4 alla parte III (art. 121) con la disposizione di programmi per mantenere e adeguare la qualità dei corpi idrici agli obiettivi per specifica destinazione d'uso (art. 79), per favorire la riduzione dei consumi idrici nel settore potabile e in quello irriguo e per favorire il riuso (artt. 98 e 99), per disciplinare gli scarichi (artt.101 e 106) e la restituzione e il riuso delle acque utilizzate per la produzione idroelettrica (art. 114).
- f) la divulgazione delle informazioni sullo stato di qualità delle acque e la trasmissione periodica all'APAT dei dati acquisiti (art. 75).
- g) l'approvazione dei progetti di gestione delle dighe (art. 114), la disciplina degli interventi di trasformazione delle aree di pertinenza dei corpi idrici (art. 115), la definizione del regime autorizzatorio degli scarichi (art. 124) e delle modalità d'approvazione degli impianti di depurazione (art. 126) e, infine, la definizione dei tempi d'adeguamento alle prescrizioni (art. 170).

Il D.Lgs. n.152/2006 indica le seguenti principali attività da svolgere:

- individuazione delle aree "sensibili" (art. 91);
- individuazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (art.92);

- individuazione delle zone vulnerabili da prodotti fitosanitari (art.93);
- elaborazione programmi di rilevamento e monitoraggio dello stato di qualità dei corpi idrici (art. 120);
- sono resi operativi i programmi (da aggiornare ogni 6 anni) per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee (art. 121 c. 5);
- le Autorità di Bacino definiscono gli obiettivi cui devono attenersi i Piani di Tutela e le priorità degli interventi (art. 121);
- identificazione della classe di qualità dei “corpi idrici significativi” (art. 77);
- le regioni adottano il Piano di Tutela e lo trasmettono al Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio nonché alle competenti Autorità di Bacino (art. 121);
- le regioni approvano il Piano di Tutela delle Acque entro sei mesi dalla trasmissione alle Autorità di Bacino e comunque non oltre il 31 dicembre 2008 (art. 121);
- ogni corpo idrico superficiale classificato deve conseguire almeno i requisiti dello stato “sufficiente” (art. 77);
- ogni corpo idrico classificato deve conseguire i requisiti dello stato “buono” (art. 77).

Per le due ultime attività le regioni possono motivatamente stabilire termini ed obiettivi diversi qualora ricorrano le condizioni di cui all’art. 77 del D.lgs. 152/2006.

Inoltre sono stati emanati i seguenti decreti ed ordinanze:

- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 18/09/2002 “ Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell’art. 3, comma 7 del D.Lgs dell’11 maggio 1999 n. 152 (G.U. n. 245 del 18/10/2002);
- D. A. del 17 febbraio 2003- Ass. Territorio e Ambiente e Ass. Agricoltura e Foreste -Approvazione di atti relativi all’incidenza di nitrati di origine agricola nell’inquinamento delle acque.
- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 19/08/2003 “ Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque(G.U. n. 218 del 19/09/2003);
- Decreto 6 novembre 2003, n. 367 (GU n. 5 dell’8 gennaio 2004) “Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell’ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell’articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”;
- D.D.G. interdipartimentale n. 121 del 24 febbraio 2005 (adozione della Carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola - corredata dalle relative Note esplicative e dall’elenco dei fogli di mappa entro cui ricadono le zone vulnerabili - e del Programma d’azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola);

- D.D.G. interdipartimentale n. 53 del 12 gennaio 2007 (adozione del nuovo Programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola);
- D.D.G. interdipartimentale n. 61 del 17 gennaio 2007 (adozione della "Disciplinare regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari" e adozione della "Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari");
- D.D.G. interdipartimentale n. 357 del 3 maggio 2007 (adozione del "Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili");
- Ordinanza del Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e la tutela delle acque n. 65 TCI del 16/09/03 – Individuazione del Golfo di Castellammare quale area sensibile ai sensi del Titolo III all'6 del D.lgs. n. 152/99;
- Ordinanza del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e Tutela delle Acque n° 959 TCI del 23.10.06 – Individuazione, quale area sensibile, del bacino drenante del Biviere di Gela ai sensi dell'allegato 6 alla parte III del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152”.

Le attività previste nel piano di tutela delle acque sono state svolte nel rispetto e secondo gli indirizzi delle norme comunitarie, nazionali e regionali vigenti.

A titolo non esaustivo si riportano i principali riferimenti normativi comunitari, nazionali e regionali in aggiunta ai decreti ed ordinanze su riport:

- Il T.U. 11/12/1933 n. 1775 “ Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”, e successive modifiche;
- La Legge n. 129 del 4/2/1963, Piano Generale degli Acquedotti;
- La Legge Regionale n. 39/1977 come modificata dalla L.R. n. 78/1980 e dalla L.R. n.-181/1981 recente Norme per la tutela dell'ambiente e per la lotta all'inquinamento;
- D.P.R. n. 470/1982 di attuazione della Dir. 76/160/CEE relative alla qualità delle acque di balneazione;
- La Legge Regionale n.24 del 15/05/86, “Interventi nel settore delle acque”;
- Il D.P.R.S. n. 93 del 2/7/86 “ Approvazione del Piano regionale di risanamento delle acque”;
- La Legge Regionale n. 27/1986 recante la Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla Legge Regionale n.- 39/1977 e s.m. e i.;
- La Legge n. 183 del 18 maggio 1989 per la difesa del suolo e la pianificazione di bacino;
- La Legge Regionale n. 13 del 26/03/1990 “Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili”.

- La Legge n. 142 dell'8 giugno 1990 artt. 23 e 23 ;
- La Legge Regionale n. 9/90 sulle Province Regionali;
- La Direttiva Europea n. 91/271/CEE concernente il "Trattamento delle acque reflue urbane";
- Il D.lgs. n. 275 del 12/07/1993 "Riordino in materia di concessione di acque pubbliche"; (abrogato art. 12 dal D.Lgs.152/06)
- La Legge n. 36 del 5 gennaio 1994 (Legge Galli) per la gestione del servizio idrico integrato; (abrogata dal D.Lgs. 152/06 ad esclusione dell'articolo 22, comma 6)
- La Legge Regionale n. 10/1995 art. 10 recante disposizioni in materia di lavori pubblici, nonché in tema di tutela dell'ambiente. Disposizioni concernenti il recepimento della Dir. 91/271/CEE riguardante il trattamento delle acque reflue urbane e della relativa normativa;
- Il D.G.R. del 26/aprile 1995 n. 74-45166 "Criteri tecnici per il rilascio e il rinnovo delle concessioni di derivazione da corsi d'acqua";
- Il D.C.P.C.M. 4 marzo 1996, contenente disposizioni in materia di risorse idriche in applicazione della legge n.39/94;
- Il D.M. 11 febbraio 1996. riguardante il metodo normalizzato per la fissazione della tariffa d'ambito del servizio idrico integrato;
- La Legge n. 59 del 15 marzo 1997 (Bassanini), il Decreto legislativo di attuazione 31 marzo 1998 n. 112 art. n. 73, 74, 86,89 e il Decreto legislativo n. 96/99 art. 33 e 34;
- Il D.M. del 8/01/1997 n. 99 "Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature";
- Il D.Lgs. n. 22 del 5/02/1997 art. 17 "Bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati";
- Il D.P.R. 24 maggio 1998, n. 236 di attuazione della Direttiva CEE n. 80/778, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;
- Il D.M. dell'Ambiente del 19 novembre 1997- Designazione e classificazione delle acque dolci della Regione Sicilia e della Regione Campania che necessitano di protezione o di miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci.
- D.A. n.405/16 del 12 agosto 1998 della Regione Siciliana - Ass.Territorio e Ambiente – Protezione dei banchi naturali dei molluschi.
- La Legge Regionale n. 10/99 art. 23 per la riorganizzazione dell'EAS e l'art. 69 della stessa legge regionale n. 10/99 che recepisce la legge n. 36/94;
- Il D.P.R. n. 238 del 18/02/1999 "Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della legge n. 36/94 in materia di risorse idriche;
- Il D.C.P.M. del 29 aprile 1999, schema generale di riferimento per la predisposizione della carta del servizio idrico integrato;
- Il D.M. n. 471 del 25/10/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai

- sensi dell'art.17 del D.Lgs. n. 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni;
- Il D.C.P.M. del 29/04/1999 recante lo schema generale di riferimento per la predisposizione della carta del Servizio Idrico Integrato;
 - Il D.L.vo n. 258/2000 recante “ Disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. n. 152/99 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'art. 1, comma 4 della legge 24 aprile 1998, n. 128;
 - La Legge n. 388/2000 art. 141 recante norme di predisposizione del Piano degli interventi;
 - Delibere CIPE n. 299/1999-Programma nazionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione;
 - Direttiva 2000/60/CEE istitutiva di un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
 - D.l.vo n. 31/2001 di attuazione della Direttiva 98/83/CEE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano;
 - Il POR Sicilia 2000-2006 adottato con deliberazione n. 299 del 27/09/2002 dalla Giunta Regionale.
 - D. lgs. n. 31 del 2/02/2001 “Attuazione della direttiva n. 98/83/CEE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano;
 - D. Lgs. n. 27 del 2/02/2002 recante “Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. del 2/02/2001 n. 31;
 - Decreto Legge n. 185/2003 sul “Riutilizzo delle acque reflue urbane” ;
 - D.M. 28 luglio 2004 – “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”. G.U. 15 novembre 2004, n. 268. Roma
 - Decreto del Ministero della Salute n. 174 del 6/04/ 2004, “Regolamento concernente materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate a consumo umano”.
 - Accordo di programma del 2/12/04 tra il Ministero dell'Ambiente e la Tutela del Territorio e la Regione Siciliana per la salvaguardia delle zone umide comprese nel sistema idrografico della Riserva Naturale Orientata “Bosco di Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago”.
 - D.D.G. n. 121 del 24/02/05 - Ass. Agricoltura e Foreste e Ass.Territorio e Ambiente (G.U. n. 17 del 22/04/2005) - Approvazione della carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e approvazione del Programma di azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola.
 - Il Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, “Norme in materia ambientale”.

3.2 Obiettivi e contenuti del Piano di Tutela

Le attività di studio del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sicilia sono state articolate sostanzialmente in quattro flussi di lavoro: fase conoscitiva, di analisi, monitoraggio di prima caratterizzazione e di pianificazione.

Lo svolgimento delle fasi di studio è stato connesso, in modo serrato, alle articolazioni stabilite dal D.Lgs 152/2006, onde rendere fruibile la lettura delle prescrizioni, gli adempimenti delle misure di salvaguardia e delle azioni di intervento di miglioramento dello stato ambientale dei corpi idrici.

Gli obiettivi, i contenuti e gli strumenti previsti per il Piano di Tutela vengono specificati all'interno dello stesso D.Lgs. 152/2006, che ha, comunque, introdotto profonde innovazioni nel panorama normativo italiano in relazione alla tutela delle risorse idriche. In questo il D.Lgs. 152/99 ha di fatto anticipato parzialmente le disposizioni introdotte nella normativa comunitaria dalla successiva direttiva 2000/60/CE, recepita nel D.Lgs 152/2006.

Gli obiettivi perseguiti dal decreto sono la prevenzione dall'inquinamento e il risanamento dei corpi idrici inquinati, l'uso sostenibile e durevole delle risorse idriche, il mantenimento della naturale capacità che hanno i corpi idrici di autodepurarsi e di sostenere ampie e diversificate comunità animali e vegetali.

Gli obiettivi di qualità ambientale sono definiti in relazione allo scostamento dallo stato di qualità proprio della condizione indisturbata, nella quale non sono presenti, o sono molto limitate, le alterazioni dei valori dei parametri idromorfologici, chimico-fisici e biologici dovute a pressioni antropiche.

In tal modo, esse affermano un concetto di qualità ambientale ben più ampio degli obiettivi di "controllo puntuale allo scarico di parametri per lo più chimico-fisici", che caratterizzava la legge 319/76. Solo dal confronto tra lo stato attuale e quello obiettivo e da un'attenta analisi delle relazioni tra pressioni/impatti e possibili risposte sarà, quindi, possibile definire le misure di tutela atte a conseguire gli obiettivi nel periodo prefissato dalle norme.

Nella costruzione di un Piano di Tutela risulta, pertanto, indispensabile e prioritaria la definizione e caratterizzazione dei corpi idrici. E', infatti, sulla base di queste azioni che è stato possibile analizzare le pressioni significative e i loro impatti e definire lo stato di qualità attuale del corpo idrico, nonché le condizioni di riferimento per gli obiettivi di qualità.

Utile per comprendere le innovazioni introdotte con il Piano di Tutela come voluto dal D.lgs. 152/2006 è anche l'integrazione del concetto di tutela qualitativa con quello di tutela quantitativa delle risorse idriche.

Nello stesso decreto, infatti, è introdotto il concetto di "tutela integrata" delle risorse idriche, come tutela sinergica degli aspetti qualitativi e quantitativi, meglio specificato all'art. 95 laddove si afferma che *"la tutela quantitativa della risorsa concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità attraverso una pianificazione delle utilizzazioni delle acque volta ad evitare ripercussioni sulla qualità delle stesse ed a consentire un consumo idrico sostenibile"*.

Utile strumento di tale forma di tutela quantitativa è individuato, all'interno dello stesso decreto, nell'uso del bilancio idrografico, assunto quale criterio di pianificazione degli

usi della risorsa, in base al quale valutare le domande di autorizzazione di concessioni di derivazioni e le compatibilità tra derivazioni in atto, obiettivi di qualità e mantenimento del minimo deflusso vitale (articolo 95).

Tale strumento non è nuovo nel panorama legislativo italiano dal momento che già l'articolo 3 della legge Galli (L. 36/94), in coerenza con la logica di pianificazione a livello di bacino idrografico definita dalla Legge 183/89, perseguiva l'obiettivo dell'equilibrio del bilancio idrico attraverso misure di ottimizzazione degli usi.

A tal fine essa disponeva che l'Autorità di Bacino definisse e aggiornasse periodicamente il bilancio idrico quale strumento per assicurare l'equilibrio tra la disponibilità di risorse idriche reperibili o attivabili nell'area di riferimento ed i fabbisogni per i diversi usi.

Se il Piano di Tutela delle Acque rappresenta lo strumento per il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, nonché della tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico, i suoi contenuti sono efficacemente riassunti dallo stesso D.Lgs. 152/2006, laddove si dice che il Piano di Tutela deve contenere (art. 121):

- i risultati dell'attività conoscitiva;
- l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;
- l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;
- gli interventi di bonifica dei corpi idrici;
- l'analisi economica e le misure previste al fine di dare attuazione alle disposizioni concernenti il recupero dei costi dei servizi idrici;
- le risorse finanziarie previste a legislazione vigente.

Nella realtà della Regione Siciliana la programmazione degli interventi per il miglioramento degli acquiferi superficiali e sotterranei, a livello dei bacini idrografici, coincide con la programmazione degli interventi per il miglioramento del distretto idrografico ed è propedeutico alla redazione del piano di gestione del distretto idrografico così come recita l'art 117 e l'allegato 4 Parte A (Contenuti dei piani di gestione) del D.Lgs 152/06.

4 Articolazione del Piano di Tutela e struttura dei documenti di Piano

Secondo quanto già riportato al paragrafo 2.1 del presente documento, al fine della redazione del Piano di Tutela delle Acque, l'Ufficio del Commissario Straordinario per i rifiuti e la Tutela delle Acque si è avvalso della collaborazione di:

- Sogesid S.p.A.: per l'attività di prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, la progettazione del sistema di monitoraggio dei corpi idrici, la pianificazione dei lavori, la realizzazione del SIT del Piano;
- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: per la fase di caratterizzazione ed il monitoraggio delle acque sotterranee;
- ARPA Sicilia: per la realizzazione della campagna di misure ed analisi previsto dal "progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Sicilia".

4.1 Lo schema logico del Piano di Tutela

Il quadro generale delle attività previste per la redazione del Piano di Tutela ha previsto un'articolazione in quattro fasi, così come segue:

- Fase I - Conoscitiva
- Fase II - Analisi (suddivisa in due sottofasi, denominate sottofase A e sottofase B)
- Fase III - Monitoraggio dei corpi idrici
- Fase IV - Pianificazione.

Il contenuto delle attività delle fasi sopra elencate può essere sintetizzato come segue:

- Fase I: acquisizione, elaborazione ed analisi della documentazione esistente;
- Fase II: sottofase A): analisi e rappresentazione delle disponibilità idriche naturali e valutazione dell'incidenza dei prelievi idrici;
sottofase B): analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica - valutazione dei carichi inquinanti;
- Fase III: progetto del monitoraggio prodotto da Sogesid e approvato dal Tavolo Tecnico delle Acque per l'affidamento ad A.R.P.A. Sicilia del campionamento, analisi, organizzazione dei risultati e direzione dei lavori del monitoraggio per gli acquiferi superficiali, ad I.N.G.V. del campionamento, analisi, organizzazione dei risultati e direzione dei lavori del monitoraggio per gli acquiferi sotterranei.
- Fase IV: definizione dello scenario attuale e degli scenari e obiettivi sostenibili per il miglioramento quali - quantitativo dei corpi idrici - programma delle misure da adottare per il conseguimento degli obiettivi e relativa analisi economica delle azioni previste.

Nella realizzazione delle attività di prima caratterizzazione oltre alla Sogesid S.p.A. sono stati coinvolti l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per gli aspetti relativi ai corpi idrici sotterranei, l'A.R.P.A. Sicilia, l'Ufficio Idrografico Regionale e il CISAC per

l'esecuzione delle attività di campionamento ed analisi, l'acquisizione e valutazione dei dati nella fase conoscitiva e a regime del monitoraggio degli acquiferi superficiali.

Nell'ambito di questo quadro delle attività, quelle che sono state svolte dalla Sogesid, sono state:

- per la prima e la seconda fase, le attività riferite alla caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, restando escluse le attività connesse ai corpi idrici sotterranei che sono state svolte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia;
- per la terza fase, la redazione del progetto del monitoraggio, restando escluse le attività relative alla esecuzione dello stesso, eseguite da A.R.P.A., dall'Ufficio Idrografico Regionale e dal CISAC;
- per la quarta fase, la definizione dello scenario attuale dello stato dei corpi idrici e la predisposizione delle linee guida per la definizione degli scenari e obiettivi sostenibili per il miglioramento quali - quantitativo dei corpi idrici;
- e' stata inoltre prevista, come attività complementare, la progettazione e realizzazione di una banca dati informatizzata asservita ad un Sistema Informativo Territoriale.

4.2 Struttura del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia

I documenti prodotti nel corso dello svolgimento delle attività previste per la realizzazione del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia hanno strutture indipendenti e coerenti con i Programmi Operativi che hanno regolato lo svolgimento dei lavori di ciascun Ente coinvolto (Sogesid S.p.A., I.N.G.V., A.R.P.A. Sicilia, Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste, Assessorato Regionale Territorio e Ambiente).

Tali documenti, in fase di redazione finale del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia, sono stati assemblati secondo una struttura unica e organica, in accordo alla normativa vigente, che può essere rappresentata con lo schema a blocchi di seguito riportato:

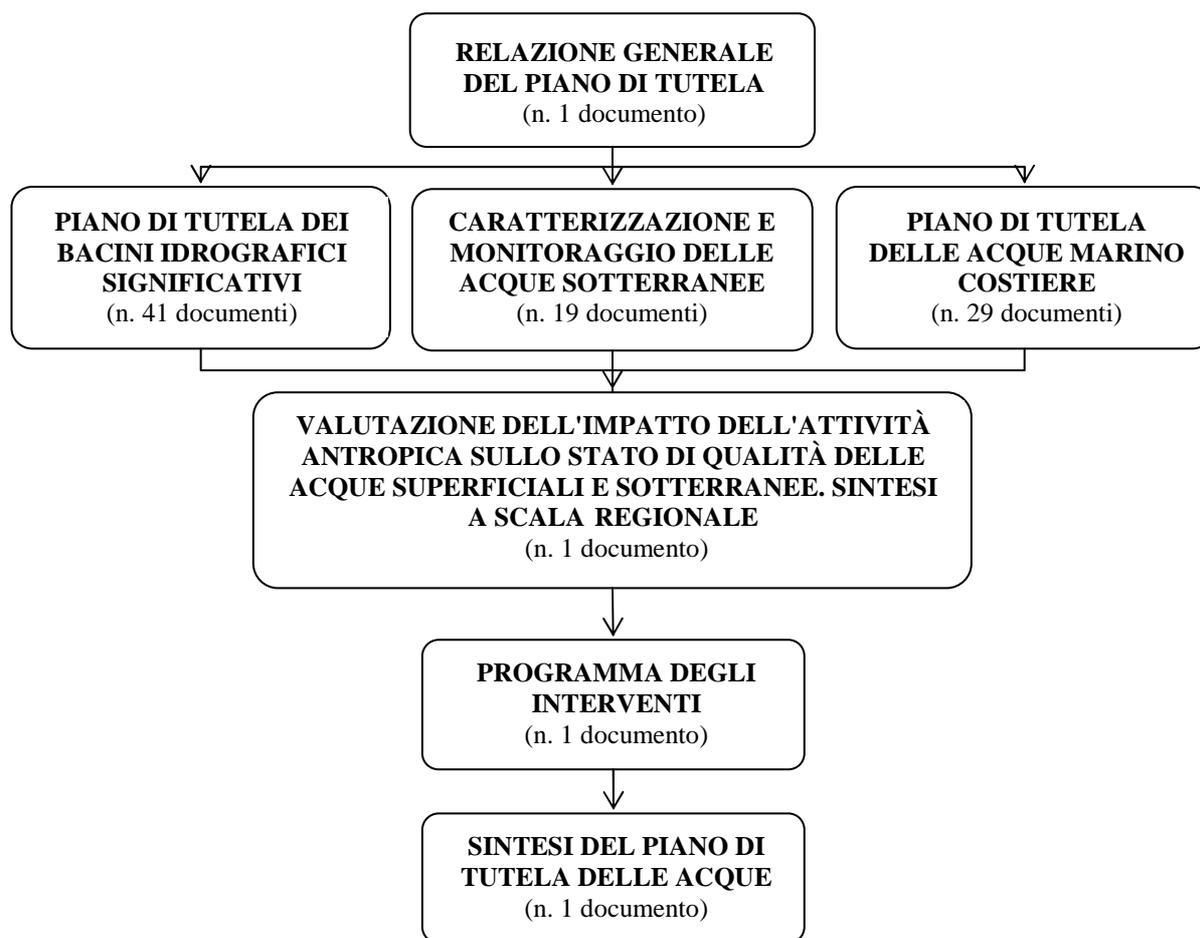


Figura 4.2.1 – Schema a blocchi identificativo della struttura dei documenti di Piano

La redazione del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia è stata accompagnata anche da studi specifici di settore, oltre che dall'emanazione, durante l'iter dei lavori, di alcuni Decreti ed Ordinanze emessi dalla Regione Siciliana in accordo alle previsioni dettate dalla normativa vigente in materia di tutela dei corpi idrici e delle aree sensibili. Tali documenti sono riportati in allegato al Piano di Tutela. Al Piano di Tutela sono allegati anche alcuni elaborati grafici che sintetizzano gli esiti dello studio.

4.2.1 Contenuto dei documenti del Piano di Tutela

La definizione della struttura dei documenti di Piano, descritta nello schema a blocchi prima riportato, prevede la redazione di **un documento** di tipo metodologico (la presente Relazione Generale di Piano) in cui viene descritto lo strumento “Piano di Tutela” in tutti i suoi contenuti e in cui, per ciascuna delle attività svolte viene descritta la metodologia adottata per il conseguimento dei risultati previsti.

I documenti specifici, relativi ai corpi idrici significativi superficiali, sotterranei e alle acque marine costiere, hanno la stessa struttura della Relazione Generale e contengono gli esiti delle attività descritte nella stessa.

La struttura dei Piani di Tutela dei singoli bacini idrografici (**41 documenti**) e dei tratti di costa (**29 documenti**) significativi è riportata nella tabella seguente:

Tabella 4.2.1 – Struttura dei documenti del Piano di Tutela relativi ai bacini idrografici significativi e ai tratti di costa

Capitoli	Titolo
1	Inquadramento generale
2	Il quadro conoscitivo - corpi idrici significativi e di interesse
3	Sistema della rete di monitoraggio quali – quantitativo dei corpi idrici e relativa classificazione
4	Valutazione delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall’attività antropica sullo stato delle acque superficiali e sotterranee
5	Obiettivi di qualità ambientale
6	Il programma degli interventi

Lo studio sulla caratterizzazione ed il monitoraggio delle acque sotterranee, redatto da I.N.G.V., è stato organizzato in **19 documenti** di cui 5 relazioni metodologiche e 14 relazioni descrittive dei bacini idrogeologici significativi e dei corpi idrici sotterranei in essi identificati. Allo studio sul sottterraneo sono allegati il documento relativo alla valutazione dell’impatto antropico sui corpi idrici sotterranei, le schede del “D.M. 19/08/2003 - Trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque” e una relazione sui corpi idrici sotterranei non significativi.

Il Piano di Tutela si compone, infine, di **un documento** di sintesi in cui, a scala territoriale regionale, vengono esposti gli esiti delle attività svolte nel corso della redazione del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia. La struttura del documento di sintesi è analoga a quella della presente Relazione.

Il Piano di Tutela è dotato anche di una banca dati geografica che raccoglie tutte le informazioni relative alle analisi ed al progetto del Piano (SIPTAS). Il progetto del Sistema Informativo Territoriale, in cui i dati spaziali sono correlati a dati analitici e descrittivi, è costituito da un geodatabase con una struttura efficiente, flessibile, affidabile e compatibile con il S.I.N.A. (Sistema Informativo Nazionale dell’Ambiente) del Ministero dell’Ambiente (a cui i dati devono essere comunicati periodicamente secondo le modalità indicate nel D.M. del 18/10/02 emanato dal Ministero dell’Ambiente e la Tutela del Territorio ai sensi dell’art. 75 del D.Lgs. 152/06), sia con altri sistemi di monitoraggio e raccolta dati.

4.2.2 Elenco dei documenti e degli elaborati del Piano di Tutela

L'elenco completo degli elaborati di cui si compone il Piano di Tutela delle Acque della Sicilia è riportato nelle tabelle successive. La tabella 4.2.2 riporta l'elenco degli elaborati di Piano, la tabella 4.2.3 quello dei documenti allegati mentre la tabella 4.2.4 quello degli elaborati grafici.

Tabella 4.2.2 – Elenco degli elaborati del Piano di Tutela

DOCUMENTO	TITOLO
A.01	Relazione Generale
B.01	Bacini minori fra MUTO e MELA (R19 006)
B.02	Bacini minori fra MAZZARRA' e TIMETO (R19 011)
B.03	Bacino Idrografico POLLINA (R19 026)
B.04	Bacino Idrografico IMERA SETTENTRIONALE (R 19 030)
B.05	Bacino Idrografico TORTO e bacini minori fra IMERA SETTENTRIONALE e TORTO (R19 031)
B.06	Bacino Idrografico S. LEONARDO (R19 033)
B.07	Bacino Idrografico ELEUTERIO (R19 037)
B.08	Bacino Idrografico ORETO (R19 039)
B.09	Bacino Idrografico NOCELLA e bacini minori fra NOCELLA e JATO (R19 042)
B.10	Bacino Idrografico JATO (R19 043)
B.11	Bacino Idrografico S. BARTOLOMEO (R19 045)
B.12	Bacino Idrografico LENZI BAJATA (R19 049)
B.13	Bacino Idrografico BIRGI (R19 051)
B.14	Bacini minori fra BIRGI e MAZZARO (R19 052)
B.15	Bacino Idrografico ARENA (R19 054)
B.16	Bacini minori fra ARENA e MODIONE (R19 055)
B.17	Bacino Idrografico BELICE (R19 057)
B.18	Bacino Idrografico CARBOJ (R19 059)
B.19	Bacino Idrografico VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO (R19 061)
B.20	Bacino Idrografico MAGAZZOLO e bacini minori fra MAGAZZOLO e PLATANI (R19 062)
B.21	Bacino Idrografico PLATANI (R19 063)
B.22	Bacino Idrografico S. LEONE e bacini minori fra S. LEONE e NARO (R19 067)
B.23	Bacino Idrografico NARO (R19 068)
B.24	Bacino Idrografico IMERA MERIDIONALE (R19 072)
B.25	Bacino Idrografico COMUNELLI (R19 075)
B.26	Bacino Idrografico GELA (R19 077)
B.27	Bacino Idrografico ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE (R19 078)

DOCUMENTO	TITOLO
B.28	Bacino Idrografico IPPARI (R19 080)
B.29	Bacino Idrografico IRMINIO (R19 082)
B.30	Bacini minori fra SCICLI e Capo Passero (R19 084)
B.31	Bacini minori fra Capo Passero e TELLARO (R19 085)
B.32	Bacino Idrografico TELLARO (R19 086)
B.33	Bacino Idrografico CASSIBILE (R19 089)
B.34	Bacino Idrografico ANAPO (R19 091)
B.35	Bacini minori fra ANAPO e LENTINI (R19 092)
B.36	Bacino Idrografico LENTINI (S.LEONARDO) e bacini minori fra LENTINI e SIMETO (R19 093)
B.37	Bacino Idrografico SIMETO e LAGO di PERGUSA (R19 094)
B.38	Bacino Idrografico ALCANTARA (R19 096)
B.39	Bacino Idrografico FIUMEDINISI (R19 101)
B.40	Bacini minori fra FIUMEDINISI e Capo Peloro (R19 102)
B.41	Isola di PANTELLERIA (R19 103)
C.01	Tratto di costa da Capo Milazzo a Capo Rasocolmo (R19AC001)
C.02	Tratto di costa da Capo Calavà a Capo Milazzo (R19AC002)
C.03	Tratto di costa da Capo d'Orlando a Capo Calavà (R19AC003)
C.04	Tratto di costa da Cefalù a Capo d'Orlando (R19AC004)
C.05	Tratto di costa da Capo Zafferano a Cefalù (R19AC005)
C.06	Tratto di costa da Capo Gallo a Capo Zafferano (R19AC006)
C.07	Tratto di costa da P.ta Raisi a Capo Gallo (R19AC007)
C.08	Tratto di costa da Capo Rama a P.ta Raisi (R19AC008)
C.09	Tratto di costa da Capo S. Vito a Capo Rama (R19AC009)
C.10	Tratto di costa da Punta Ligny a Capo S. Vito (R19AC010)
C.11	Tratto di costa da Capo Lilibeo a Punta Ligny (R19AC011)
C.12	Tratto di costa da Capo Granitola a Capo Lilibeo (R19AC012)
C.13	Tratto di costa da Capo S. Marco a Capo Granitola (R19AC013)
C.14	Tratto di costa da Licata a Capo S. Marco (R19AC014)
C.15	Tratto di costa da Capo Scalambri a Licata (R19AC015)
C.16	Tratto di costa da Punta Religione a Capo Scalambri (R19AC016)
C.17	Tratto di costa da Capo Passero a P.ta Religione (R19AC017)
C.18	Tratto di costa da Torre Vendicari a Capo Passero (R19AC018)
C.19	Tratto di costa da Capo Murro di Porco a Torre Vendicari (R19AC019)
C.20	Tratto di costa da Capo S. Panagia a Capo Murro di Porco (R19AC020)
C.21	Tratto di costa da Capo S. Croce a Capo S. Panagia (R19AC021)
C.22	Tratto di costa da Torre Archirafi a Capo S. Croce (R19AC022)

DOCUMENTO	TITOLO
C.23	Tratto di costa da Capo Scaletta a Torre Archirafi (R19AC023)
C.24	Tratto di costa da Capo Rasocolmo a Capo Scaletta (R19AC024)
C.25	Isole Eolie (R19AC025÷R19AC031)
C.26	Isola di Ustica (R19AC032)
C.27	Isole Egadi (R19AC033÷R19AC035)
C.28	Isola di Pantelleria (R19AC036)
C.29	Isole Pelagie (R19AC037÷R19AC038)
D.01	Caratterizzazione e Monitoraggio delle Acque Sotterranee (1 campionamento)
D.02	Caratterizzazione e Monitoraggio delle Acque Sotterranee (2 campionamento)
D.03	considerazioni Isotopiche
D.04	relazione idrogeochimica
D.05	bibliografia
D.02.1	Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara (R19CC)
D.02.2	Piana di Catania (R19CT)
D.02.3	Monte Etna (R19ET)
D.02.4	Monti Iblei (R19IB)
D.02.5	Monti Madonie (R19MD)
D.02.6	Piana di Marsala-Mazara del Vallo (R19MM)
D.02.7	Monti di Palermo (R19MP)
D.02.8	Monti Sicani (R19MS)
D.02.9	Monti di Trabia-Termini Imerese (R19MT)
D.02.10	Monti Nebrodi (R19NE)
D.02.11	Monti Peloritani (R19PE)
D.02.12	Piazza Armerina (R19PZ)
D.02.13	Rocca Busambra (R19RB)
D.02.14	Monti di Trapani (R19TP)
ALL. D.I	Valutazione dell'impatto antropico sui corpi idrici sotterranei
ALL. D.II	Schede D.M. 2003 sui corpi idrici sotterranei
ALL. D.III	Relazione sui corpi idrici sotterranei non significativi
E.01	Programma degli interventi
All. E.I	Programma degli interventi nei bacini idrografici
All.E.II	Programma degli interventi per il miglioramento delle aree non balneabili
All.E.III	Monitoraggio dei corpi idrici idonei alla vita dei molluschi
F.01	Valutazione dell'impatto dell'attività Antropica sullo Stato di Qualità delle Acque Superficiali e Sotterranee. Sintesi a scala regionale
G.01	Documento di Sintesi del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia

Tabella 4.2.3 – Elenco dei documenti allegati al Piano di Tutela

DOCUMENTI ALLEGATI AL PIANO DI TUTELA	
All.01	Il Progetto del monitoraggio
All.02	Monitoraggio qualitativo e classificazione delle acque superficiali
All.03	Ordinanza di istituzione dell'area sensibile "Castellammare del Golfo"
All.04	Ordinanza di istituzione dell'area sensibile "Biviere di Gela"
All.05	Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili
All.06	Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
All.07	Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari e degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari"
All.08	Progetto sul riuso delle acque reflue depurate in Sicilia – Monitoraggio e studio finalizzato al riuso delle acque reflue depurate
All.09	Accordo di programma per la tutela dei corpi idrici pregiati. Progetto "Wetlands"
All.10	Accordo di programma per il rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici al fine di pervenire alla predisposizione del piano di tutela delle acque in Sicilia.
All.11	Schede D.M. 19/08/2003 – Trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque.
All.12	Schede D.M. 18/09/2002 – Modalità di informazione sullo stato delle acque, ai sensi ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152
All.13	Catasto Scarichi
All.14	Decreto 15/02/07-Acque di Balneazione ed allegati
All.15	Censimento e classificazione acque superficiali potabili
All.16	APQ 2005 testo integrato
All.17	Piano Regolatore Generale degli acquedotti 2006
All.18	Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana
All.19	Cartografie progetto Grandi Acquedotti della R.S.
All.20	Siti di interesse nazionale: Gela, Priolo e Milazzo
All.21	Il SIPTAS
All.22	Direttive per la Salvaguardia ed il miglioramento degli idrosistemi regionali – gestione dei serbatoi artificiali nella Regione Siciliana

Tabella 4.2.4 – Elenco degli elaborati grafici allegati al Piano di Tutela – scala 1:250.000

ELABORATO GRAFICO (1:250.000)	TITOLO
TAV.A.1.1	Carta dei bacini idrografici e dei corpi idrici significativi superficiali e delle acque marine costiere
TAV.A.1.2	Carta dei bacini idrogeologici e corpi idrici significativi sotterranei
TAV.A.2	Carta geologica sintetica
TAV.A.3.1	Carta climatologica- Precipitazioni medie annue
TAV.A.3.2	Carta climatologica- Temperature medie annue
TAV.A.3.3	Carta climatologica- Temperature minime annue
TAV.A.3.4	Carta climatologica- Temperature massime annue
TAV.A.4	Carta dei poligoni di Thiessen
TAV.A.5	Carta dell'uso agroforestale del suolo
TAV.A.6	Carta delle aree protette
TAV.A.7	Carta delle aree sensibili
TAV.A.8.1	Carta dell'impatto antropico – Fonti di inquinamento puntuali
TAV.A.8.2	Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni idropotabili
TAV.A.8.3	Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni irrigue
TAV.A.9	Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
TAV.A.10	Carta degli agglomerati
TAV.B.1	Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici superficiali significativi e delle acque marine costiere
TAV.B.2	Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi
TAV.C.1.1	Carta della tipologia dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi
TAV.C.1.2	Carta dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi
TAV.D.1.1	Carta dell'indice di sostenibilità (risorse utilizzabili/utenze) – anno medio
TAV.D.1.2	Carta dell'indice di sostenibilità (risorse utilizzabili/utenze) – anno mediamente siccitoso

Tabella 4.2.5 – Elenco degli elaborati grafici allegati al Piano di Tutela – scala 1:100.000

ELABORATO GRAFICO (1:100.000)	TITOLO
TAV.E.1_1/6	Carta dei bacini idrografici e corpi idrici significativi superficiali e delle acque marine costiere
TAV.E. 2_1/6	Carta dei bacini idrogeologici e corpi idrici significativi sotterranei
TAV.E. 3_1/6	Carta geologica sintetica
TAV.E. 4_1/6	Carta climatologia - Precipitazioni medie annue
TAV.E. 5_1/6	Carta climatologia - Temperature medie annue
TAV.E. 6_1/6	Carta dell'uso agroforestale del suolo
TAV.E. 7_1/6	Carta delle aree protette
TAV.E. 8_1/6	Carta dell'impatto antropico – Fonti di inquinamento puntuale e diffuso
TAV.E. 9_1/6	Carta dell'impatto antropico – Sistema delle utilizzazioni idropotabili e irrigue
TAV.F.1_1/6	Carta delle stazioni di monitoraggio e della classificazione corpi idrici superficiali significativi
TAV.F.2_1/6	Carta delle stazioni di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi
TAV.G.1_1/5	Carta delle aree di ricarica dei corpi idrici

5 Il quadro conoscitivo – corpi idrici significativi e di interesse

5.1 Le acque superficiali

5.1.1 Criteri per l'identificazione dei corpi idrici superficiali significativi

Il D. Lgs 152/06, nell'allegato 1 "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale" definisce, per le diverse categorie di corpi idrici, i criteri che devono essere soddisfatti per l'inclusione degli stessi nella categoria dei corpi idrici significativi.

Secondo il suddetto allegato sono significativi almeno i seguenti corpi idrici:

- tutti i corsi d'acqua naturali di primo ordine (cioè quelli recapitanti direttamente in mare) il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 200 Km² ;
- tutti i corsi d'acqua naturali di secondo ordine (cioè quelli recapitanti direttamente in un corso d'acqua del primo ordine) il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 400 Km² ;
- i laghi naturali aventi superficie dello specchio liquido, riferita al periodo di massimo invaso, pari a 0,5 Km² o superiore;
- i corpi idrici artificiali (invasi) aventi superficie dello specchio liquido pari a 1 km² o superiore oppure aventi volume di invaso almeno pari a 5 Mm³;
- le acque di transizione, comprendenti le lagune, i laghi salmastri e gli stagni costieri;
- le acque marine costiere comprese entro la distanza di 3000 metri dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 metri;
- *non* sono significativi i corsi d'acqua che per motivi naturali hanno avuto portata uguale a zero per più di 120 giorni l'anno, in un anno idrologico medio.

Sempre secondo l'allegato 1 sono anche da monitorare e classificare:

- tutti quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale;
- tutti quei corpi idrici che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere una influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi;

definiti nel Piano come "corpi idrici di interesse".

Inoltre, ai sensi dell'art. 6 del D.Lgs. sono considerate acque a specifica destinazione funzionale:

- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- acque destinate alla balneazione;
- acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- acque destinate alla vita dei molluschi.

I criteri sopraelencati si possono raggruppare in tre grandi categorie:

- Criteri dimensionali;
- Criteri di rilevanza ambientale per valori naturalistici, paesaggistici, e/o per le utilizzazioni delle acque in corso;
- Criteri derivanti dall'influenza sullo stato di qualità di altri corpi idrici significativi per l'alto carico inquinante veicolato.

5.1.2 Identificazione dei corpi idrici significativi

La verifica della identificazione dei corpi idrici superficiali è proceduta per gradi: il primo passo è stato quello di verificare la congruenza tra l'elenco dei bacini dei corpi idrici significativi e la carta dei bacini consegnata dallo UIR.

Lo UIR ha suddiviso l'intero territorio dell'isola principale in 102 bacini e ne ha cartografato i contorni e il reticolo idrografico. La tabella 5.1.1 riporta l'elenco completo dei bacini della Sicilia ai quali si aggiungono le 14 isole minori.

Come si evince dalla tabella 5.1.1 e dalla cartografia allegata al presente documento, i bacini sono stati individuati dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque- Settore Osservatorio delle Acque (ex UIR) in modo convenzionale, accorpendo cioè i bacini idrografici dei corsi d'acqua minori, il cui corso è nel suo insieme prossimo alla costa, ai bacini idrografici dei fiumi maggiori oppure accorpendoli fra di loro, laddove non era possibile fare altrimenti, per ottenere comunque porzioni di territorio con superfici non troppo ridotte.

Tenendo conto di quanto detto, sono state individuate e tracciate le aste principali dei corsi d'acqua e si è verificato, per ciascuno di essi, che il proprio bacino idrografico rispondesse ai criteri dimensionali richiesti dal decreto. Questa prima verifica ha portato alla individuazione di 32 corsi d'acqua significativi.

A questi sono stati aggiunti i corsi d'acqua ritenuti significativi per l'applicazione degli altri criteri riportati nel precedente paragrafo.

Per la verifica dei corpi idrici considerati significativi per particolare rilevanza ambientale, si è proceduto intersecando la carta dei bacini idrografici con:

- le cartografie in scala 1:10.000 delle aree d'interesse naturalistico SIC e ZPS, individuate con il D.A. n° 46 del 21/02/2005, e i siti Natura 2000 ricadenti nel territorio della Regione Sicilia, così come approvati dal D.A. n. 120 del 05/05/2006;
- la carta dei Parchi del Piano Paesistico Regionale e la carta delle Riserve 2003 dell'Assessorato regionale dei Beni Culturali e Ambientali (tavola 2).

Sono stati considerati significativi solo i corpi idrici ricadenti in aree di particolare interesse ambientale; sono stati eliminati quelli per cui erano interessati da siti di interesse naturalistico solo porzioni dei rispettivi bacini e non il corpo idrico superficiale. In questo modo sono stati individuati 28 corsi d'acqua, di cui 23 significativi anche per motivi dimensionali.

Per effetto dell'elevato carico antropico e quindi del potenziale carico inquinante veicolato sono stati classificati significativi 2 corsi d'acqua entrambi significativi anche per motivi ambientali.

Infine si è effettuata la verifica dei corpi idrici così individuati rispetto al criterio della durata della portata nulla per più di 120 giorni nell'anno idrologico medio. A tal fine si sono utilizzate le curve di durata media desunte dagli annali idrologici parte II dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Settore Osservatorio delle Acque (ex UIR) con riferimento alla curva media delle durate di più recente pubblicazione. Il criterio non ha portato all'esclusione di alcuno dei corsi d'acqua già selezionati con gli altri criteri.

In conclusione la tabella 5.1.3 riporta l'elenco dei 37 corsi d'acqua significativi individuati con la procedura sopra descritta.

Il procedimento sinteticamente descritto è stato applicato anche alla verifica degli elenchi preliminari delle altre tipologie di corpi idrici.

Sono stati individuati 3 laghi naturali significativi (tabella 5.1.4), di cui due per applicazione del criterio dimensionale (entrambi significativi sotto il profilo ambientale) ed uno esclusivamente per motivi ambientali.

Con riferimento ai corpi idrici artificiali essi sono costituiti dai laghi artificiali originati dalle dighe e/o dalle traverse.

I laghi artificiali significativi, riportati in tabella 5.1.5, sono 31. Di questi 29 rientrano nell'elenco per motivi dimensionali. Ad essi sono stati aggiunti gli invasi di Gammata e Piano del Leone per motivi ambientali oltre che per le destinazioni d'uso delle acque prelevate (fra le altre, l'approvvigionamento idrico civile). I laghi artificiali rilevanti sotto il profilo ambientale o della destinazione d'uso sono risultati in totale 15.

L'allegato I al D.Lgs 152/06 al punto 1.1.4 definisce come "acque di transizione" le acque della zona di delta ed estuario e le acque di lagune, di laghi salmastri e di stagni costieri; tra queste identifica come significative le acque delle lagune, dei laghi salmastri e degli stagni costieri mentre comprende gli estuari ed i rami deltizi tra i corsi d'acqua superficiali.

L'esame delle caratteristiche della fascia costiera, derivate dalla documentazione raccolta nella fase conoscitiva, ha consentito di individuare le aree con acque di transizione.

Nel territorio siciliano sono stati individuati 12 corpi idrici di transizione. Le zone umide costiere presenti in Sicilia, intese come acque di transizione, sono riportate nella tabella 5.1.6.

Infine è stata verificata l'assenza di canali artificiali significativi.

I corpi idrici significativi di cui sopra sono distribuiti all'interno di 41 bacini idrografici significativi così come riportato nella tabella 5.1.2.

Un caso particolare sono stati considerati i bacini minori tra Muto e Mela che, nonostante non vi siano corpi idrici significativi, saranno tenuti in considerazione per le attività relative alla redazione del Piano di Tutela delle Acque per il forte impatto antropico sulla costa e sulle subalvee.

Nelle tabelle seguenti sono riportati:

- l'elenco dei bacini idrografici siciliani con le indicazioni del codice del bacino e della superficie;
- l'elenco dei 41 bacini idrografici significativi con le indicazioni del codice del bacino e l'indicazione del paragrafo che contiene la relazione relativa;
- gli elenchi dei corpi idrici superficiali significativi e i criteri che sono stati adottati per la loro inclusione.

Tabella 5.1.1 - Bacini della Sicilia

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	SUPERFICIE [Km ²]
1	R 19 001	Bacini minori fra Capo Peloro e SAPONARA	85,183
2	R 19 002	SAPONARA	31,904
3	R 19 003	Bacini minori fra SAPONARA e NICETO	35,145
4	R 19 004	NICETO	81,482
5	R 19 005	MUTO	40,228
6	R 19 006	Bacini minori fra MUTO e MELA	64,551
7	R 19 007	MELA	65,402
8	R 19 008	Bacini minori fra MELA e RODI'	62,870
9	R 19 009	RODI' e bacini minori fra RODI' e MAZZARRA'	113,321
10	R 19 010	MAZZARRA'	119,843
11	R 19 011	Bacini minori fra MAZZARRA' e TIMETO	119,825
12	R 19 012	TIMETO	95,325
13	R 19 013	Bacini minori fra TIMETO e NASO	115,576
14	R 19 014	NASO	89,164
15	R 19 015	Bacini minori fra NASO e ZAPPULLA	26,169
16	R 19 016	ZAPPULLA e bacini minori fra ZAPPULLA e ROSMARINO	184,489
17	R 19 017	ROSMARINO	101,271
18	R 19 018	Bacini minori fra ROSMARINO e FURIANO	90,249
19	R 19 019	FURIANO	145,560
20	R 19 020	Bacini minori fra FURIANO e CARONIA	49,851
21	R 19 021	CARONIA	82,191
22	R 19 022	Bacini minori fra CARONIA e S. STEFANO	34,770
23	R 19 023	S.STEFANO e bacini minori fra S. STEFANO e TUSA	98,845

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	SUPERFICIE [Km ²]
24	R 19 024	TUSA	162,453
25	R 19 025	Bacini minori fra TUSA e POLLINA	25,582
26	R 19 026	POLLINA	389,408
27	R 19 027	Bacini minori fra POLLINA e LASCARI	76,944
28	R 19 028	LASCARI e bacini minori fra LASCARI e ROCCELLA	60,336
29	R 19 029	ROCCELLA e bacini minori fra ROCCELLA e IMERA SETTENTRIONALE	57,999
30	R 19 030	IMERA SETTENTRIONALE	342,032
31	R 19 031	TORTO e bacini minori fra IMERA SETTENTRIONALE e TORTO	435,161
32	R 19 032	Bacini minori fra TORTO e S.LEONARDO	34,836
33	R 19 033	S. LEONARDO	503,595
34	R 19 034	Bacini minori fra S. LEONARDO e MILICIA	72,171
35	R 19 035	MILICIA	127,035
36	R 19 036	Bacini minori fra MILICIA e ELEUTERIO	43,470
37	R 19 037	ELEUTERIO	201,453
38	R 19 038	Bacini minori fra ELEUTERIO e ORETO	34,066
39	R 19 039	ORETO	129,688
40	R 19 040	Bacini minori fra ORETO e Punta Raisi	197,461
41	R 19 041	Bacini minori fra Punta Raisi e NOCELLA	40,620
42	R 19 042	NOCELLA e bacini minori fra NOCELLA e JATO	152,433
43	R 19 043	JATO	193,263
44	R 19 044	Bacini minori fra JATO e S.BARTOLOMEO	93,598
45	R 19 045	S. BARTOLOMEO	425,015

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	SUPERFICIE [Km ²]
46	R 19 046	Bacini minori fra S. BARTOLOMEO e Punta di Solanto	109,144
47	R 19 047	Bacini minori fra Punta di Solanto e FORGIA	79,962
48	R 19 048	FORGIA e bacini minori fra FORGIA e LENZI	111,251
49	R 19 049	LENZI BAJATA	114,709
50	R 19 050	Bacini minori fra LENZI e BIRGI	90,608
51	R 19 051	BIRGI	330,512
52	R 19 052	Bacini minori fra BIRGI e MAZZARO	247,326
53	R 19 053	MAZZARO e bacini minori fra MAZZARO e ARENA	130,025
54	R 19 054	ARENA	308,996
55	R 19 055	Bacini minori fra ARENA e MODIONE	115,267
56	R 19 056	MODIONE e bacini minori fra MODIONE e BELICE	131,817
57	R 19 057	BELICE	955,298
58	R 19 058	Bacini minori fra BELICE e CARBOJ	98,653
59	R 19 059	CARBOJ	208,311
60	R 19 060	Bacini minori fra CARBOJ e VERDURA	157,944
61	R 19 061	VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO	448,216
62	R 19 062	MAGAZZOLO e bacini minori fra MAGAZZOLO e PLATANI	233,770
63	R 19 063	PLATANI	1.779,712
64	R 19 064	Bacini minori fra PLATANI e CANNE	31,704
65	R 19 065	CANNE	103,587
66	R 19 066	Bacini minori fra CANNE e S. LEONE	63,903
67	R 19 067	S. LEONE e bacini minori fra S. LEONE e NARO	219,565
68	R 19 068	NARO	254,943
69	R 19 069	Bacini minori fra NARO e PALMA	31,056

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	SUPERFICIE [Km ²]
70	R 19 070	PALMA	122,992
71	R 19 071	Bacini minori fra PALMA e IMERA MERIDIONALE	67,692
72	R 19 072	IMERA MERIDIONALE	2.014,546
73	R 19 073	Bacini minori fra IMERA MERIDIONALE e RIZZUTO	50,930
74	R 19 074	RIZZUTO	110,572
75	R 19 075	COMUNELLI	114,452
76	R 19 076	Bacini minori fra COMUNELLI e GELA	71,985
77	R 19 077	GELA	567,955
78	R 19 078	ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE	775,627
79	R 19 079	Bacini minori fra ACATE e IPPARI	117,296
80	R 19 080	IPPARI	259,062
81	R 19 081	Bacini minori fra IPPARI e IRMINIO	211,818
82	R 19 082	IRMINIO	254,555
83	R 19 083	SCICLI e bacini minori fra IRMINIO e SCICLI	148,590
84	R 19 084	Bacini minori fra SCICLI e Capo Passero	363,279
85	R 19 085	Bacini minori fra Capo Passero e TELLARO	100,102
86	R 19 086	TELLARO	388,936
87	R 19 087	NOTO e bacini minori fra TELLARO e NOTO	115,723
88	R 19 088	Bacini minori fra NOTO e CASSIBILE	56,191
89	R 19 089	CASSIBILE	92,960
90	R 19 090	Bacini minori fra CASSIBILE e ANAPO	102,309
91	R 19 091	ANAPO	454,239
92	R 19 092	Bacini minori fra ANAPO e LENTINI	352,784
93	R 19 093	LENTINI (S.LEONARDO) e bacini minori fra LENTINI e SIMETO	558,933
94	R 19 094	SIMETO e LAGO di PERGUSA	4.192,683

N°	CODICE	DENOMINAZIONE	SUPERFICIE [Km ²]
95	R 19 095	Bacini minori fra SIMETO e ALCANTARA	636,087
96	R 19 096	ALCANTARA	557,232
97	R 19 097	Bacini minori fra ALCANTARA e AGRO'	70,039
98	R 19 098	AGRO' e bacini minori fra AGRO' e SAVOCA	86,021
99	R 19 099	SAVOCA	44,222
100	R 19 100	PAGLIARA e bacini minori fra PAGLIARA e FIUMEDINISI	41,910
101	R 19 101	FIUMEDINISI	49,729
102	R 19 102	Bacini minori fra FIUMEDINISI e Capo Peloro	172,901
103	R 19 103	Isola di PANTELLERIA	84,555
104	R 19 104	Isola di LIPARI	37,322
105	R 19 105	Isola di SALINA	26,101
106	R 19 106	Isola di PANAREA	3,444
107	R 19 107	Isola di STROMBOLI	12,556
108	R 19 108	Isola di ALICUDI	5,155
109	R 19 109	Isola di FILICUDI	9,228
110	R 19 110	Isola di USTICA	8,122
111	R 19 111	Isola di LEVANZO	5,832
112	R 19 112	Isola di FAVIGNANA	19,907
113	R 19 113	Isola di MARETTIMO	12,148
114	R 19 114	Isola di VULCANO	20,943
115	R 19 115	Isola di LINOSA	5,441
116	R 19 116	Isola di LAMPEDUSA	20,492
		Totale	25.683,707

Tabella 5.1.2 - Bacini idrografici significativi

CODICE	DENOMINAZIONE
R 19 006	Bacini minori fra MUTO e MELA
R 19 011	Bacini minori fra MAZZARRA' e TIMETO
R 19 026	POLLINA
R 19 030	IMERA SETTENTRIONALE
R 19 031	TORTO e bacini minori fra IMERA SETTENTRIONALE e TORTO
R 19 033	S. LEONARDO
R 19 037	ELEUTERIO
R 19 039	ORETO
R 19 042	NOCELLA e bacini minori fra NOCELLA e JATO
R 19 043	JATO
R 19 045	S. BARTOLOMEO
R 19 049	LENZI BAJATA
R 19 051	BIRGI
R 19 052	Bacini minori fra BIRGI e MAZZARO
R 19 054	ARENA
R 19 055	Bacini minori fra ARENA e MODIONE
R 19 057	BELICE
R 19 059	CARBOJ
R 19 061	VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO
R 19 062	MAGAZZOLO e bacini minori fra MAGAZZOLO e PLATANI
R 19 063	PLATANI
R 19 067	S. LEONE e bacini minori fra S. LEONE e NARO
R 19 068	NARO
R 19 072	IMERA MERIDIONALE
R 19 075	COMUNELLI
R 19 077	GELA
R 19 078	ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE
R 19 080	IPPARI
R 19 082	IRMINIO

CODICE	DENOMINAZIONE
R 19 084	Bacini minori fra SCICLI e Capo Passero
R 19 085	Bacini minori fra Capo Passero e TELLARO
R 19 086	TELLARO
R 19 089	CASSIBILE
R 19 091	ANAPO
R 19 092	Bacini minori fra ANAPO e LENTINI
R 19 093	LENTINI (S.LEONARDO) e bacini minori fra LENTINI e SIMETO
R 19 094	SIMETO e LAGO di PERGUSA
R 19 096	ALCANTARA
R 19 101	FIUMEDINISI
R 19 102	Bacini minori fra FIUMEDINISI e Capo Peloro
R 19 103	Isola di PANTELLERIA

Tabella 5.1.3 - Corsi d'acqua significativi

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE		
				Dimensionale	Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
1	Pollina	POLLINA		X	X	
2	Imera settentrionale	IMERA SETTENTRIONALE		X	X	
3	Torto	TORTO e bacini minori fra IMERA SETTENTRIONALE e TORTO		X		
4	S. Leonardo	S. LEONARDO		X	X	
5	Eleuterio	ELEUTERIO		X	X	
6	Oreto	ORETO			X	X
7	Nocella	NOCELLA e bacini minori fra NOCELLA e JATO			X	X
8	S. Bartolomeo	S. BARTOLOMEO		X		
9	Birgi	BIRGI		X		
10	Arena	ARENA		X		
11	Belice	BELICE	Belice	X	X	
12	Belice sinistro		Belice sinistro	X	X	
13	Carboj	CARBOJ		X		
14	Verdura	VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO		X	X	
15	Magazzolo	MAGAZZOLO e bacini minori fra MAGAZZOLO e PLATANI		X	X	
16	Platani	PLATANI	Platani	X	X	
17	Salito		Salito	X		
18	Gallo D'Oro		Gallo D'Oro	X	X	
19	S. Leone	S. LEONE e bacini minori fra S. LEONE e NARO		X		
20	Naro	NARO		X		

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE		
				Dimensionale	Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
21	Imera Meridionale	IMERA MERIDIONALE		X	X	
22	Gela	GELA		X	X	
23	Acate	ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE		X	X	
24	Ippari	IPPARI		X	X	
25	Irminio	IRMINIO		X	X	
26	Tellaro	TELLARO		X	X	
27	Cassibile	CASSIBILE			X	
28	Anapo	ANAPO	Anapo	X	X	
29	Ciane		Ciane		X	
30	S. Leonardo	LENTINI (S.LEONARDO) e bacini minori fra LENTINI e SIMETO		X		
31	Simeto	SIMETO e LAGO di PERGUSA	Simeto	X	X	
32	Salso		Salso	X	X	
33	Dittaino		Dittaino	X	X	
34	Gornalunga		Gornalunga	X	X	
35	Monaci		Monaci	X	X	
36	Alcantara	ALCANTARA		X	X	
37	Fiumedinisi	FIUMEDINISI			X	

Tabella 5.1.4 - Laghi naturali significativi

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE		
				Dimensionale	Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
1	Biviere di Gela	ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE		X	X	
2	Lago di Pergusa	SIMETO e LAGO di PERGUSA		X	X	
3	Biviere di Cesarò				X	

Tabella 5.1.5 - Laghi artificiali significativi

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE		
				Dimensionale	Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
1	Rosamarina (PA)	S. LEONARDO		X		
2	Scanzano (PA)	ELEUTERIO		X		
3	Poma (PA)	JATO		X		
4	Paceco (TP)	LENZI BAJATA		X		
5	Rubino (TP)	BIRGI		X		
6	Trinità (TP)	ARENA		X		
7	Garcia (PA)	BELICE	Belice sinistro	X	X	
8	Piana degli Albanesi (PA)			X	X	
9	Arancio (AG)	CARBOJ		X		
10	Gammauta	VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO			X	
11	Piano del Leone				X	
12	Prizzi (PA)		X	X		
13	Castello (PA)	MAGAZZOLO e bacini minori fra MAGAZZOLO e PLATANI		X	X	
14	Fanaco (PA)	PLATANI	Platani	X	X	
15	S. Giovanni (AG)	NARO		X		
16	Olivo (EN)	IMERA MERIDIONALE		X	X	
17	Villarosa (EN)		X			
18	Comunelli (CL)	COMUNELLI		X		
19	Cimia (CL)	GELA		X		
20	Disueri (CL)		X			
21	Dirillo (CT)	ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE		X		
22	S. Rosalia (RG)	IRMINIO		X	X	
23	Ponte Diddino (SR)	ANAPO		X		

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE		
				Dimensionale	Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
24	Monte Cavallaro (SR)	Bacini minori fra ANAPO e LENTINI		X	X	
25	Biviere di Lentini (SR)	LENTINI (S.LEONARDO) e bacini minori fra LENTINI e SIMETO		X	X	
26	Ancipa (EN)	SIMETO e LAGO di PERGUSA	Simeto	X	X	
27	Ponte Barca (CT)			X	X	
28	Pozzillo (EN)		Salso	X	X	
29	Nicoletti (EN)		Dittaino	X		
30	Sciaguana (EN)			X		
31	Don Sturzo (Ogliastro) (EN)		Gornalunga	X	X	

Tabella 5.1.6 - Acque di transizione significative

N°	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	BACINO DI APPARTENENZA	SOTTOBACINO DI APPARTENENZA	CRITERI DI INCLUSIONE	
				Ambientale o dest. d'uso	Elevato carico antropico
1	Lagheti di Tindari	Bacini minori fra MAZZARRA' e TIMETO		X	
2	Stagnone di Marsala	Bacini minori fra BIRGI e MAZZARO		X	
3	Lago di Preola	Bacini minori fra ARENA e MODIONE		X	
4	Gorghi Tondi			X	
5	Pantano Longarini	Bacini minori fra SCICLI e Capo Passero		X	
6	Pantano Cuba			X	
7	Pantano Roveto			X	
8	Pantano Grande	Bacini minori fra Capo Passero e TELLARO		X	
9	Pantano Piccolo			X	
10	Lago di Ganzirri (Pantano Grande)	Bacini minori fra FIUMEDINISI e Capo Peloro		X	
11	Lago di Faro (Pantano Piccolo)			X	
12	Bagno dell'Acqua	Isola di PANTELLERIA		X	

5.1.3 Metodologia adottata per la caratterizzazione dei bacini idrografici significativi

Nei singoli Piani di Tutela dei bacini idrografici significativi, identificati al paragrafo 5.1.2, al capitolo 2 di ciascun documento viene fornito il quadro conoscitivo dei singoli bacini. Per ognuno dei bacini significativi è stata redatta una relazione di sintesi la cui struttura può essere così sintetizzata:

- Identificazione del bacino
 - Scheda di identificazione del bacino
 - Tabella dei principali corpi idrici
 - Caratterizzazione fisiografica e geologica
 - Caratterizzazione idrologica
 - Caratterizzazione climatica
- Uso del territorio
 - Insediamenti urbani
 - Attività industriali
 - Attività agricole e zootecniche
- Caratteristiche naturalistiche
- Bilancio idrologico
 - Deflussi naturali calcolati nelle sezioni significative e nella sezione di chiusura
 - Stima dell'evapotraspirazione media
 - Ricarica delle falde e deflusso di base

Di seguito viene descritta la metodologia utilizzata per la redazione delle relazioni di sintesi del quadro conoscitivo dei bacini, suddivisa per argomenti.

5.1.3.1 Identificazione del bacino

La scheda di identificazione del bacino riporta la denominazione del bacino (riferito al "Censimento Corpi Idrici" del "Piano Regionale di Risanamento delle Acque"), il codice e la superficie del bacino calcolata da carte geografiche digitalizzate.

La tabella "*Principali corpi idrici superficiali ricadenti nel bacino*", riportata nei paragrafi 2.1 dei Piani di Tutela dei singoli bacini, contiene le principali caratteristiche dei corpi idrici significativi ricadenti nel bacino (corsi d'acqua, laghi naturali ed artificiali e acque di transizione). Ove presenti, sono stati indicati i corsi d'acqua aventi bacino imbrifero superiore ai 100 km². Il format della tabella viene illustrato di seguito:

Tabella 5.1.7: Principali corpi idrici superficiali ricadenti nel bacino

	Codice	Denominazione	Dimensioni	Natura	Superficie bacino del singolo corso d'acqua o lago	Identificazione
<i>Corsi d'acqua superficiali</i>						
<i>Laghi naturali</i>						
<i>Laghi artificiali</i>						
<i>Acque di transizione</i>						

La descrizione dei fiumi, dei laghi naturali e delle acque di transizione è stata effettuata utilizzando il “Censimento Corpi Idrici” del “Piano Regionale di Risanamento delle Acque”; la lunghezza dei fiumi è stata calcolata da carte geografiche digitalizzate.

La descrizione dei laghi artificiali è stata ottenuta dai dati contenuti nelle schede della Sogin sugli invasi della Sicilia e da altre informazioni elaborate da Sogesid S.p.A..

I dati sugli agglomerati della tabella “Agglomerati ricadenti all'interno del bacino idrografico” sono stati ricavati dall’elenco dei 444 agglomerati già predisposto dalla Sogesid e trasmesso al Commissario Delegato per l’emergenza rifiuti e la tutela delle acque. Il format della tabella è quello riportato di seguito:

Tabella 5.1.8: Agglomerati ricadenti all'interno del bacino idrografico

Numero progressivo	Denominazione	Codice

La descrizione delle caratteristiche geologiche, idrologiche e climatiche dei bacini oggetto di studio è stata ricavata nel modo seguente:

- *caratteristiche fisiografiche e geologiche*: sono state ottenute sovrapponendo, mediante l’utilizzo di sistemi informativi territoriali, la carta geologica dell’Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana a quella dei bacini idrografici. In tal modo, è stato possibile identificare la tipologia dei substrati (calcareo, siliceo, organico) prevalente nel bacino considerato; detti risultati sono stati poi verificati in base a studi bibliografici esistenti;
- *caratteristiche idrologiche*: sono state desunte dal “Piano Regionale di Risanamento delle Acque (Censimento corpi idrici) dell’Assessorato del Territorio e dell’Ambiente, Regione Siciliana”; i dati storici sulle stazioni idrometriche provengono dagli annali idrologici dell’Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Settore Osservatorio delle Acque (ex UIR);

- *classificazione climatica*: è stata effettuata facendo ricorso alla cartografia relativa agli indici climatici fornita dal SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) della Regione Siciliana, elaborata in base agli indici di classificazione proposti da Lang (Pluviofattore o Regenfaktor), da De Martonne (Indice di aridità), da Emberger (Quoziente pluviometrico) e da Thornthwaite (Indice globale di umidità), caratterizzate da un crescente livello di complessità.

Le principali informazioni climatiche in termini di precipitazioni e temperature sono state ricavate sovrapponendo, mediante l'utilizzo del S.I.T, la carta dei bacini idrografici rispettivamente con la carta dei valori annui delle precipitazioni avvenute in Sicilia elaborata in base al 50° percentile (mm), con la carta della T° massima, della T° minima e della T° media elaborate dal SIAS - Atlante Climatologico della Sicilia. Tali elaborazioni hanno permesso di realizzare le carte tematiche alla scala 1:250.000.

I dati di base utilizzati per la realizzazioni della suddetta cartografia sono relativi al trentennio 1965-1994 provenienti da 127 stazioni pluviometriche e 55 termopluviometriche del UIR.

Sono state elencate anche le principali stazioni termo-pluviometriche presenti nel bacino ed è stata infine effettuata la stima della precipitazione media annua in determinate sezioni di chiusura sottese dai serbatoi esistenti nel bacino.

5.1.3.2 Uso del territorio

Lo studio della caratterizzazione socio-economica è stata condotta al fine di fornire una sintesi sulla pressione antropica derivante dalle attività economiche e dalle presenze insediative nel bacino. Si è proceduto quindi all'analisi della popolazione residente e fluttuante ed allo studio degli impatti significativi esercitati dall'attività industriale, agricola e zootecnica sullo stato delle acque superficiali.

La popolazione residente nei singoli bacini è stata calcolata utilizzando i dati del censimento ISTAT del 2001 e tenendo in considerazione l'ubicazione dei centri abitati, verificando effettivamente quanta parte del territorio urbano di ogni comune ricade totalmente o in parte nel bacino in oggetto.

Al fine di fornire una sintesi sulla pressione antropica esercitata dall'attività industriale nei bacini è stato calcolato, mediante l'utilizzo dei dati ISTAT (8° Censimento dell'industria e dei servizi, 2001), il numero degli addetti industriali.

Partendo dalla classificazione operata dall'ISTAT, sono state raggruppate tra loro le diverse tipologie industriali e sono state individuate quelle facenti parte delle attività industriali, delle attività terziarie, degli insediamenti produttivi idroesigenti e degli insediamenti che presentano scarichi di sostanze pericolose.

Altre fonti di inquinamento sono rappresentate dalle attività agricole e zootecniche. Per quanto riguarda la produzione di vegetali la responsabilità dell'inquinamento idrico è da imputarsi alla penetrazione nel suolo di fertilizzanti, pesticidi e fitofarmaci; per quanto concerne la zootecnia il riferimento è ai residui metabolici proveniente dall'allevamento di animali terrestri quali equini, bovini, suini, ovini, caprini ed avicoli.

Per il calcolo del carico teorico prodotto dalla zootecnia sono stati usati i dati estratti dalla Tavola 4.14 (Aziende con allevamenti e aziende con bovini, bufalini, suini e relativo numero di capi per comune e zona altimetrica) e dalla Tavola 4.15 (Aziende con ovini, caprini, equini, allevamenti avicoli e relativo numero di capi per comune e zona altimetrica) fornite dall'ISTAT nel 5° Censimento Generale dell'Agricoltura (2000). Si è proceduto al calcolo del numero totale di capi zootecnici sommando i dati riguardanti i comuni ricadenti nel bacino.

Nel caso in cui il comune non ricade per intero all'interno del bacino è stata effettuata una stima in percentuale dell'effettiva presenza di capi zootecnici tenendo in considerazione la presenza di pascolo all'interno del territorio comunale.

5.1.3.3 Caratteristiche naturalistiche

Per ogni bacino con riferimento alle informazioni di cui alla Banca dati Natura 2000 – Sito internet: www.minambiente.it, sono state riportate in tabelle:

- le specie animali protette;
- le specie animali minacciate;
- le specie vegetali minacciate;
- le aree naturali protette.

5.1.3.4 Bilancio idrologico (valutazione delle risorse idriche naturali)

L'elaborazione del bilancio idrologico superficiale in un bacino idrografico è condizionato dalla conoscenza di numerosi fattori come la quantità di precipitazioni atmosferiche che alimenta direttamente il ciclo idrologico del bacino (P), l'entità dei deflussi superficiali (D), l'evapotraspirazione reale (E), cioè la quantità di acqua necessaria per sopperire ai fabbisogni fisiologici della copertura vegetale sommata alla evaporazione diretta del terreno, i consumi idrici (Q) intesi come i prelievi dal corso d'acqua (irrigui, potabili e industriali), le interferenze idrologiche con altre unità idrografiche rappresentate per lo più da apporti o perdite da o verso altri bacini di acque superficiali, restituzioni di acque per fini potabili, irrigui, industriali (q) e gli apporti idrici forniti dall'irrigazione (IRR).

L'espressione generale di un bilancio che tenga conto dei suddetti fattori è la seguente:

$$P = D + E \pm q + Q - IRR - F \quad (1)$$

Una volta noti tutti i termini dell'equazione è possibile stimare l'entità della quota parte di acqua che si infiltra nel terreno e che consente, quindi, di ricaricare la falda.

$$P + IRR - E - Q - D \pm q = F \quad (2)$$

Per la maggior parte dei bacini analizzati, non sono stati considerati alcuni termini dell'espressione (1), come le interferenze idrologiche (q), i consumi idrici (Q) e gli apporti idrici forniti dall'irrigazione (IRR), o perché non presenti o perché trascurabili, per cui l'espressione (2) semplificata è la seguente:

$$P - E - D = F \quad (3)$$

La stima del bilancio idrologico così descritto è stata effettuata, con riferimento ai singoli bacini, in alcune sezioni ritenute significative, o perché prossime a stazioni di misura idrometriche, o perché sedi di importanti derivazioni.

Nel caso in cui all'interno del bacino considerato non sono presenti sezioni significative è stata scelta un'unica sezione, quella di chiusura del bacino.

Elaborazione dei dati pluviometrici e Valutazione degli afflussi ragguagliati

Per la stima degli afflussi sono state considerate le stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino in oggetto nonché quelle appartenenti a bacini limitrofi.

Sulla base dei dati pluviometrici mensili del periodo 1980-2000 delle stazioni pluviometriche sono stati calcolati i valori medi di afflusso idrologico su tutto il bacino. Per fare questo è stata necessaria una fase preliminare di ricostruzione dei dati mancanti, utilizzando il metodo IDW (inverse distance weighting – inverso della distanza pesato).

Questo metodo consiste nell'utilizzare l'informazione disponibile da tutte le stazioni che hanno funzionato nel mese considerato in modo inversamente proporzionale alla distanza dalla stazione il cui dato è oggetto di ricostruzione, elevata a un intero non inferiore a 2. Più precisamente, la ricostruzione dell'altezza di pioggia $\hat{h}_{jk}(x_0)$ della stazione di coordinate x_0 al mese j -esimo dell'anno k -esimo avviene attraverso la seguente relazione:

$$\hat{h}_{jk}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i h_{jk}(x_i)$$

in cui $h(x_i)$ è l'altezza di pioggia della stazione avente coordinate x_i , ovviamente allo stesso passo temporale jk di quella da ricostruire e λ_i è il peso che si assegna alla stazione di coordinate x_i che è dato appunto da:

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-n}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-n}}$$

In cui d_{i0} è la distanza della stazione di coordinate x_0 il cui dato deve essere ricostruito e la stazione x_i e n è un intero ≥ 2 . Prove svolte con diversi esponenti (da 2 fino a 5) hanno dimostrato la scarsa influenza dell'esponente sulla bontà della riproduzione del dato (espressa dall'indice di determinazione R^2 tra dati osservati e ricostruiti – il valore di R^2 è risultato sempre elevato per diversi esponenti in tre stazioni di prova). Si è scelto quindi l'esponente $n = 2$.

A questo punto, disponendo di serie continue per il periodo suddetto, si è proceduto al calcolo dei valori medi di afflusso idrico su tutto il bacino con il metodo dei topoi, che consiste nel determinare, attorno alle stazioni di misura, delle zone d'influenza per le quali si possono supporre valide le precipitazioni registrate nelle stazioni stesse.

Una volta determinata, per ogni stazione pluviometrica, la zona di influenza secondo il metodo dei topoi, gli afflussi ragguagliati medi mensili al bacino sotteso dalla sezione di chiusura è stato valutato come somma del prodotto della precipitazione ai singoli pluviometri per le aree delle superfici di influenza diviso la superficie totale del bacino.

In particolare è stata utilizzata la seguente espressione:

$$A_{ij} = \frac{A_{ij}^1 \cdot S^1 + A_{ij}^2 \cdot S^2 + \dots + A_{ij}^n \cdot S^n}{S_{tot}}$$

dove:

i, j , = indice d'ordine dell'anno e del mese;

$A_{i,j}$, = afflusso ragguagliato nell'anno i e mese j ;

1, 2 ...n = numero delle stazioni pluviometriche considerate;

$A_{i,j}^n$ = afflusso nell'anno i , mese j , della stazione n ;

$S^1, S^2 \dots S^n$ = superfici di ciascun topoietao;

S_{tot} = superficie totale del bacino sotteso.

In alternativa a questa metodologia, è possibile stimare il campo della precipitazioni attraverso un'analisi regionale in cui la precipitazione a una certa scala temporale (annua, mensile, etc.) viene correlata ad alcuni parametri fisici e morfologici che entrano in gioco nel determinare la sua variabilità. Tra le variabili che entrano in gioco nel caso della precipitazione, la quota, il versante, la distanza dal mare sono tra le più significative. E tra queste, l'effetto della elevazione sul livello del mare è spesso il più importante.

Il metodo di ricostruzione del campo delle precipitazioni presuppone la disponibilità di un modello digitale del suolo (DEM) e consiste nello stimare la relazione quota – precipitazione utilizzando i dati delle stazioni pluviometriche disponibili sull'area considerata. I residui della regressione sono quindi interpolati sulla intera area considerata attraverso il kriging.

Questa metodologia può essere utile per la stima del solido di pioggia in bacini caratterizzati dalla presenza di corpi montuosi di considerevole altezza e nei quali si concentra una buona parte della precipitazione che si abbatte sul bacino. L'assenza, in molti casi, di stazioni pluviometriche a quelle quote non permette di tenere nella giusta considerazione il ruolo fondamentale di queste porzioni di bacino nei diversi processi idrologici (infiltrazione, deflusso etc.).

Individuazione della legge di correlazione tra afflussi e deflussi

Il passaggio successivo è stato quello di individuare la legge di correlazione tra afflussi e deflussi mediante lo studio delle serie di dati disponibili presso le stazioni idrometriche. Tale analisi varia a seconda della disponibilità dei dati idrometrici ed è descritta per ogni bacino idrografico al paragrafo 2.4.

Stima dell'evapotraspirazione media

L'evapotraspirazione reale (E) è, ovvero della quantità di acqua evaporata dal suolo e dalle piante quando il suolo si trova al suo tasso di umidità naturale; per la sua stima sono stati utilizzati a seconda del bacino analizzato due differenti metodi di seguito brevemente descritti.

1) Un metodo consiste nella stima dell'evapotraspirazione reale (E) tramite la formula di Turc (1954) modificata da Santoro (1970).

La formula di Turc, ricavata dall'esame di oltre 250 bacini in diverse zone del globo, fornisce direttamente l'evapotraspirazione reale (ET) media annua in mm:

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Dove:

- ET = evapotraspirazione reale media annua in mm
- P = altezza di precipitazione media annua in mm
- T_a = temperatura media annua in Celsius
- L = potere evaporante dell'atmosfera, cioè:

$$L = 300 + 25T_a + 0.05T_a^3$$

Sulla base di una analisi di 192 bacini in Sicilia, Santoro (1970) ha proposto la seguente modifica per calcolare L (validità $10^\circ\text{C} < T_a < 18^\circ\text{C}$):

$$L = 586 - 10T_a + 0.05T_a^3$$

Per l'applicazione di tale formula sono stati utilizzati i dati di temperatura media annua, ottenuti dalle carte delle isoterme medie annue per gli anni dal 1980 al 2000 per integrazione delle isoterme sulla superficie del bacino.

Per ricavare le carte delle isoterme medie per ciascun anno dal 1980 al 2000, sono state prima tarate le relazioni quota – temperatura attraverso i dati delle stazioni termometriche disponibili sull'intero territorio siciliano. Tali relazioni, caratterizzate in genere da un elevato indice di determinazione, ad indicare un forte legame tra l'altitudine e la temperatura media annua, sono state applicate ad ogni cella del DEM del territorio siciliano, aggiungendo al valore ottenuto la componente dell'errore modellata tramite un IDW.

Per alcuni bacini, per i quali si disponeva di serie storiche mensili di registrazioni termometriche provenienti da stazioni situate sia all'interno del bacino che in bacini limitrofi, la temperatura media annua del bacino è stata ricavata effettuando la media delle temperature medie mensili rilevate nelle stazioni termometriche.

In alcuni casi la stima dell'evapotraspirazione con il metodo suddetto porta a risultati non attendibili; infatti il calcolo di un valore di evapotraspirazione medio annuo non riesce a tenere in conto della variabilità delle temperature all'interno del singolo anno, portando quindi a risultati poco attendibili. Per questo si è ritenuto opportuno, per alcuni bacini, effettuare il bilancio a scala mensile ed utilizzare per il calcolo dell'evapotraspirazione la seguente metodologia, differente da quella precedentemente descritta.

2) Alternativamente è possibile stimare l'evapotraspirazione reale (E) attraverso la relazione:

$$ET_m = k_c ET_0$$

In cui ET_0 rappresenta la evapotraspirazione di riferimento, cioè l'evapotraspirazione, in mm, di un prato in condizioni standard di temperatura e radiazione solare. Dipendendo solamente da fattori collegati ad elementi climatici quali umidità dell'aria, temperatura e velocità del vento, la ET_0 è anche indicata come “domanda evapotraspirativa dell'atmosfera”. Il passaggio da questo valore, funzione solamente delle caratteristiche climatiche di un sito, all'evapotraspirazione delle piante in condizioni standard, cioè quando non sono poste limitazioni all'accrescimento a causa di stress idrici o salini etc., avviene attraverso il coefficiente colturale K_c , variabile da pianta in pianta e, per una stessa pianta, dalla suo stadio di sviluppo, raggiungendo in genere il valore massimo durante il periodo di massimo sviluppo e decrescendo durante la fase di maturazione.

L'uso di questo tipo di metodo per il calcolo della evapotraspirazione si presta ad impostare il bilancio idrologico su scala mensile e quindi a catturare, meglio di quanto permetta di fare la formula di Turc utilizzata per altri bacini in questo studio con risultati peraltro soddisfacenti, il diverso comportamento dei bacini nel periodo autunnale e invernale, in cui si verifica l'infiltrazione, e in quello estivo, in cui a causa del deficit idrico non si può verificare infiltrazione.

Stima dell'evapotraspirazione di riferimento

Per il calcolo dell'evapotraspirazione di riferimento si utilizza la formula di Heargraves:

$$ET_0 = 0,0023 R_a (T + 17,8)\Delta T^{0,5}$$

In cui ET_0 (mm giorno^{-1}) è l'evapotraspirazione di riferimento, R_a (mm giorno^{-1}) è la radiazione extraterrestre, T ($^{\circ}\text{C}$) è la temperatura media dell'aria del periodo considerato (per esempio il mese), ΔT ($^{\circ}\text{C}$) è la differenza delle temperature massime e di quelle minime. I valori di R_a tabellati in funzione della latitudine dell'area considerata e del periodo dell'anno; i valori medi, minimi e massimi delle temperature mensili sono stati ottenuti integrando, sulla superficie del bacino, la carta delle isoterme, medie, minime e massime relativa al periodo 1981 – 2000.

Tali carte sono state ricavate tarando col metodo dei minimi quadrati, la relazione temperatura (media, minima, massima) – quota attraverso i dati delle stazioni termometriche disponibili sul territorio siciliano e modellando il residuo della regressione con un metodo IDW.

Stima dell'evapotraspirazione massima

Il passaggio dall'evapotraspirazione di riferimento a quella massima avviene attraverso i coefficienti colturali, variabili col tipo di coltura e con lo stadio di sviluppo. Sulla base della utilizzazione del suolo ricavata per lo svolgimento delle elaborazioni riportate in altre sezioni dello studio e dei coefficienti colturali riportati in letteratura si sono ottenuti i coefficienti colturali “medi”, riportati per ogni bacino nelle relative relazioni.

Valutazione dei consumi idrici, delle interferenze idrologiche e degli apporti idrici forniti dall'irrigazione

Per quanto riguarda le interferenze idrologiche (q), i consumi idrici (Q) e gli apporti idrici forniti dall'irrigazione (IRR), che compaiono nella (1), il metodo per la loro stima è descritto, nel caso in cui tali termini siano presenti nell'espressione del bilancio, nelle singole relazioni di bacino.

Stima dell'infiltrazione

La stima del deflusso alla foce e nelle sezioni di interesse è determinata una volta individuata la legge di correlazione tra afflussi e deflussi; in particolare il valore del deflusso calcolato alla foce è da intendersi come valore complessivo di risorsa naturale superficiale per l'intero bacino.

Sia nel caso in cui il bilancio idrologico è stato effettuato in termini di valore medio annuo, che nel caso in cui è stato effettuato in termini di valori medi mensili su tutti gli anni di riferimento, dall'applicazione dell'equazione del bilancio, così come descritta precedentemente, si può stimare l'entità delle acque che si sono infiltrate nel terreno e che hanno generato ricarica delle falde e deflusso di base. In ogni caso, a causa delle differenze esistenti per ogni bacino, per ogni relazione, è descritta la metodologia adottata per la stesura del bilancio.

5.2 Acque sotterranee

5.2.1 Acquisizione dati e informazioni

Questa fase ha comportato la raccolta e l'analisi di una serie di studi effettuati da vari enti pubblici, insieme a dati inediti compresi in tesi di laurea, tesi di dottorato e/o studi specifici effettuati, in prevalenza, nell'ambito delle attività istituzionali degli enti di ricerca e dalle università operanti in Sicilia.

Sono stati raccolti tutti i dati disponibili che nel passato hanno dato indicazioni sull'assetto idrogeologico ed idrogeochimico della Sicilia.

In particolare sono state effettuate le seguenti attività:

- 1) Acquisizione di studi e ricerche sulle risorse idriche della Sicilia (Piano Acque Sicilia, Piano Regolatore Generale Acquedotti, Piano Regionale di Risanamento delle Acque, Studi idrogeologici, Prospezioni geofisiche ecc..)
- 2) Raccolta di dati e informazioni presso le strutture che operano istituzionalmente nella gestione delle acque (EAS, Genio Civile, ESA, Enti Bonifiche, Municipalizzate, comuni, province, A.T.O., A.R.P.A. Sicilia, A.R.T.A. Sicilia, Ass. LL.PP. Servizio Idrografico Regione Siciliana, Ass. Agricoltura e Foreste, S.I.A.R).
- 3) Raccolta dei dati inediti acquisiti durante studi di idrogeochimica e idrogeologia effettuati dall'Istituto di Geochimica dei Fluidi del Consiglio Nazionale delle Ricerche (dal 10/1/2001 Sezione di Palermo dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), dal Dipartimento CFTA, dal Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università di Palermo e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Catania.

5.2.2 Criteri per l'individuazione dei bacini idrogeologici e dei corpi idrici sotterranei significativi

Col termine "corpo idrico sotterraneo" si intende una struttura idrogeologica, costituita da uno o più acquiferi, talora con comportamento autonomo, o in comunicazione idraulica con altre idrostrutture contigue, con cui possono realizzare scambi idrici.

L'analisi congiunta dei dati di geologia strutturale e idrogeologici permette di riconoscere i contatti tettonici che assolvono un ruolo idrogeologico mettendo a contatto reciproco i complessi permeabili e/o impermeabili.

Le caratteristiche strutturali dei mezzi rocciosi, attraverso i reticoli di fratture, controllano il flusso idrico sotterraneo, sia in termini di aumento della permeabilità per fessurazione, che di diminuzione o sbarramento, quando entro le fratture si sviluppano processi di argillificazione, oppure quando le dislocazioni per faglia sono rappresentate da bande cataclastiche con fratturazione comminuta.

La presenza di sistemi di faglie di ampia estensione areale ed a notevole rigetto complessivo può rappresentare un criterio per l'individuazione dei limiti dei corpi idrici, soprattutto quando vengono messi a contatto idraulico formazioni geologiche a diverso grado di permeabilità.

Così, i limiti dei corpi idrici carbonatici e cristallini, molto spesso coincidono con bande di dislocazione lungo le quali si realizza una significativa variazione delle caratteristiche idrauliche. Queste bande possono variare la loro inclinazione, da sub-verticali a sub-orizzontali, condizionando così il flusso idrico sotterraneo generale, soprattutto quando al tetto o al letto dei blocchi fagliati è presente un complesso a permeabilità molto più ridotta rispetto a quello adiacente o sottostante/sovrastante; questo meccanismo determina tamponamenti laterali, soglie, confinamenti, ecc.

Notevole importanza hanno le superfici di sovrascorrimento attraverso le quali si è realizzata la sovrapposizione di successioni carbonatiche meso-cenozoiche (corpi idrici ad elevata potenzialità) al di sopra di coperture terrigene prevalentemente impermeabili o semi-permeabili.

Le caratteristiche geometriche dei reticoli di fratture, associate alle varie tipologie di contatti tettonici concorrono, in modo determinante, alla circolazione idrica sotterranea entro ciascun corpo idrico, pregiudicando o incrementando il flusso nel sottosuolo. Le caratteristiche intrinseche della maglia di fratturazione (densità, spaziatura, continuità laterale, presenza o assenza di occlusioni etc.) condizionano le traiettorie sotterranee seguite dalle acque di infiltrazione.

Nei corpi idrici presenti nella catena siciliana svolgono quindi un ruolo precipuo, sia le superfici di sovrascorrimento (che in modo preponderante condizionano la geometria dei corpi idrici ed hanno prodotto la formazione di un cuneo di scaglie tettoniche, ad elevata potenzialità idrica, con embrici di coperture terrigene prevalentemente impermeabili), sia i sistemi di faglie ad alto angolo, dirette e/o trascorrenti, che condizionano spesso il flusso idrico sotterraneo.

La scelta dei corpi idrici significativi è stata effettuata sia in base ai criteri sopra descritti, sia considerando i volumi d'acqua ricavati dal corpo idrico per scopo idropotabile e/o irriguo e tenendo anche in debito conto anche la qualità del corpo idrico.

In ultima analisi, per corpo idrico significativo si intende un'idrostruttura che permette l'accumulo di quantità relativamente cospicue di risorsa idrica di buona qualità.

5.2.3 Identificazione dei corpi idrici sotterranei significativi

Nella figura 5.2.1 viene presentato uno schema idrogeologico della Sicilia che è stato utilizzato come base per elaborare lo schema dei bacini idrogeologici significativi siciliani riportati nella figura 5.2.2.

I bacini idrogeologici significativi individuati sono elencati in tabella 5.2.1

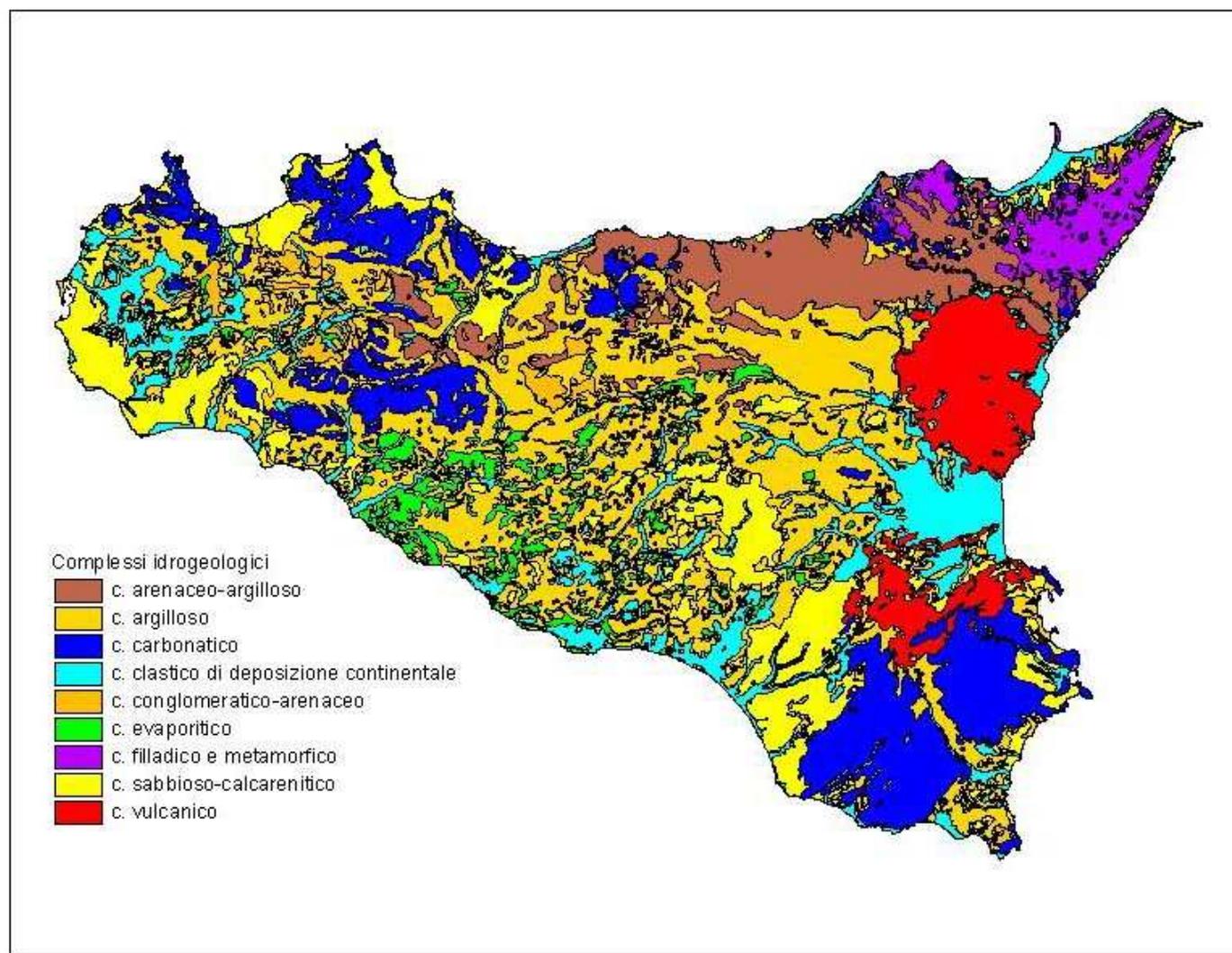


Fig. 5.2.1 - Schema idrogeologico della Sicilia

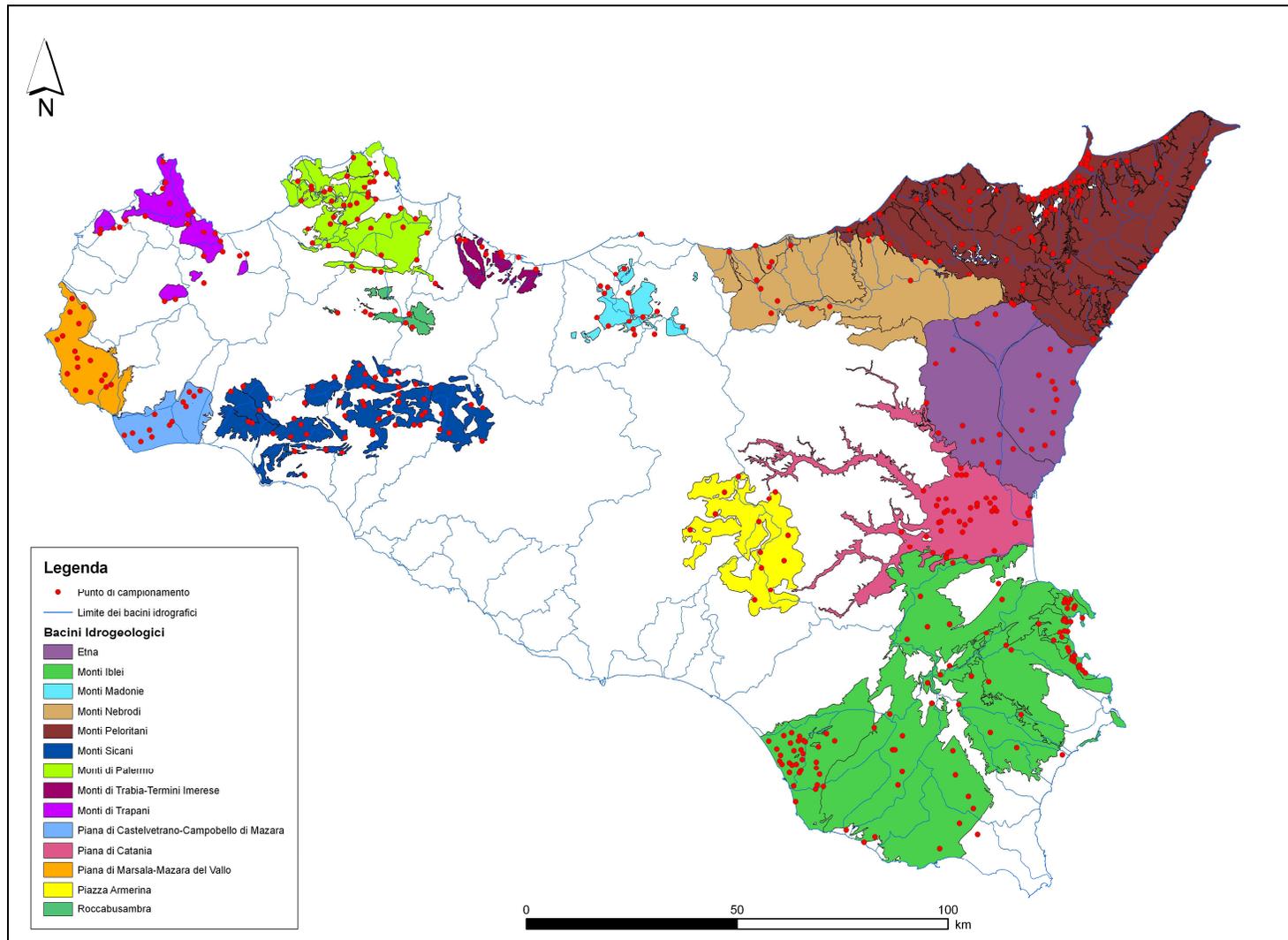


Figura 5.2.2 - Carta dei bacini idrogeologici significativi

Tabella 5.2.1 - Bacini idrogeologici e corpi idrici sotterranei significativi della Sicilia

Denominazione del bacino idrogeologico	Codice del bacino idrogeologico	Denominazione del corpo idrico sotterraneo	Codice del corpo idrico sotterraneo	Significativo
Monti delle Madonie	R19MD	Monte dei Cervi	R19MDCS01	Si
		Monte Quacella	R19MDCS02	Si
		Pizzo Carbonara-Pizzo Dipilo	R19MDCS03	Si
		Pizzo Catarineci	R19MDCS04	Si
Rocca Busambra	R19RB	Cozzo dell'Aquila-Cozzo della Croce	R19RBCS03	NO
		Mezzojuso	R19RBCS02	NO
		Roccabusambra	R19RBCS01	Si
Monti Iblei	R19IB	Siracusano nord-orientale	R19IBCS01	Si
		Lentinese	R19IBCS02	Si
		Ragusano	R19IBCS03	Si
		Siracusano meridionale	R19IBCS04	Si
		Piana di Augusta-Priolo	R19IBCS05	Si
		Piana di Vittoria	R19IBCS06	Si
Monte Etna	R19ET	Etna Nord	R19ETCS01	Si
		Etna Ovest	R19ETCS02	Si
		Etna Est	R19ETCS03	Si
Monti di Trapani	R19TP	Monte Erice	R19TPCS01	Si
		Monte Bonifato	R19TPCS02	Si
		Monte Sparagio-Monte Monaco	R19TPCS03	Si
		Monte Ramalloro-Monte Inici	R19TPCS04	Si
Monti di Palermo	R19MP	Belmonte-Pizzo Mirabella	R19MPCS01	Si
		Monte Castellaccio	R19MPCS02	Si

Monti di Palermo	R19MP	Monte Pecoraro	R19MPCS03	Si
		Monte Saraceno	R19MPCS04	Si
		Monte Cuccio-Monte Gibilmesì	R19MPCS05	Si
		Pizzo Vuturo-Monte Pellegrino	R19MPCS06	Si
		Monte Kumeta	R19MPCS07	Si
		Monte Mirto	R19MPCS08	Si
		Monte Gradara	R19MPCS09	Si
		Monte Palmeto	R19MPCS10	Si
Monti di Trabia-Termini Imerese	R19MT	Pizzo di Cane-Monte San Calogero	R19MTCS01	Si
		Monte Rosamarina-Monte Pileri	R19MTCS02	Si
		Monte San Onofrio-Monte Rotondo	R19MTCS03	Si
		Capo Grosso-Torre Colonna	R19MTCS04	Si
		Pizzo Chiarastella	R19MTCS05	Si
Monti Nebrodi	R19NE	Tusa	R19NECS01	Si
		Reitano-Monte Castellaci	R19NECS02	Si
		Pizzo Michele-Monte Castelli	R19NECS03	Si
		Santo Stefano	R19NECS04	Si
		Monte Soro	R19NECS05	Si
		Caronia	R19NECS06	Si
		Capizzi-P.lla Cerasa	R19NECS07	Si
Monti Peloritani	R19PE	Alcantara	R19PECS01	Si
		Piana di Barcellona-Milazzo	R19PECS02	Si
		Brolo	R19PECS03	Si
		Floresta	R19PECS04	Si
		Gioiosa Marea	R19PECS06	Si

Monti Peloritani	R19PE	Messina-Capo Peloro	R19PECS07	Si
		Peloritani centrali	R19PECS09	Si
		Peloritani meridionali	R19PECS10	Si
		Peloritani nord-occidentali	R19PECS11	Si
		Peloritani nord-orientali	R19PECS12	Si
		Peloritani occidentali	R19PECS13	Si
		Peloritani orientali	R19PECS14	Si
		Peloritani sud-orientali	R19PECS15	Si
		Roccalumera	R19PECS16	Si
		S. Agata-Capo d'Orlando	R19PECS17	Si
		Timeto	R19PECS18	Si
		Naso	R19PECS19	Si
Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara	R19CC	Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara	R19CCCS01	Si
Piana di Marsala - Mazara del Vallo	R19MM	Piana di Marsala - Mazara del Vallo	R19MMCS01	Si
Monti Sicani	R19MS	Menfi-Capo S. Marco	R19MSCS01	Si
		Montevago	R19MSCS02	Si
		Saccense meridionale	R19MSCS03	Si
		Monte Genuardo	R19MSCS04	Si
		Sicani centrali	R19MSCS05	Si
		Sicani meridionali	R19MSCS06	Si
		Sicani orientali	R19MSCS07	Si
		Sicani settentrionali	R19MSCS08	Si
		Monte Magaggiaro	R19MSCS09	Si
Piazza Armerina	R19PZ	Piazza Armerina	R19PZCS01	Si
Piana di Catania	R19CT	Piana di Catania	R19CTCS01	Si

Il quadro idrogeologico rappresentato non è, in ogni caso, definitivo, tenuto conto che le varie aree sono caratterizzate da differenti livelli di conoscenza. Per alcune di esse sarà necessario effettuare ulteriori approfondimenti e/o l'effettuazione di studi specifici su particolari aspetti.

5.2.4 Metodologia utilizzata per la stima del bilancio idrologico per i corpi idrici sotterranei significativi

La stima del bilancio idrologico è stata effettuata in ciascun corpo idrico sotterraneo individuato nel territorio della Regione Sicilia, tenendo conto delle disposizioni indicate:

- nella convenzione stipulata tra l'ufficio del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e Tutela delle Acque e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Sezione di Palermo;
- nel D.Lgs. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni;
- nel D.M. 9 agosto 2003 - “Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque;
- nel D.M. 28 luglio 2004 - “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152” (GU n. 268 del 15-11-2004).

Per bilancio idrologico di un bacino si intende la comparazione, nel periodo di tempo considerato, tra gli afflussi e i deflussi naturali. Esso viene espresso dall'equazione di continuità di seguito riportata:

$$P = E + R + I \quad (1)$$

in cui

P = Precipitazione (in mm/a)

E = Evapotraspirazione (in mm/a)

R = Ruscellamento superficiale o deflusso superficiale (in mm/a)

I = Infiltrazione (in mm/a)

La somma di questi ultimi due termini rappresenta il deflusso idrico globale (D), cioè la potenzialità idrica globale (acque superficiali + acque sotterranee) del territorio.

L'acqua è soggetta ad un ciclo idrologico chiuso (fig. 5.2.3) ed è sottoposta ad una serie continua di cambiamenti di stato fra l'idrosfera, l'atmosfera e la geosfera. Infatti, l'acqua, sotto l'azione della radiazione solare, evapora dal mare, dal suolo e dagli specchi d'acqua, per poi essere trasportata, sotto forma di masse di vapor d'acqua, nell'atmosfera. Il vapore acqueo, in particolari condizioni di temperatura e pressione, tende a ricondensarsi precipitando sotto forma di pioggia, neve o grandine ed in misura minore sotto forma di rugiada e brina. Un'aliquota di acqua piovana evapora direttamente, un'altra parte viene trattenuta temporaneamente dai suoli, dove in parte viene assorbita dalle radici delle piante ed in parte rilasciata in atmosfera sotto forma di traspirazione. La restante parte

scorre lungo le superfici (deflusso superficiale) alimentando i fiumi e/o si infiltra alimentando le falde idriche sotterranee.



Figura 5.2.3 - Schema del ciclo dell'acqua

I bilanci idrologici sono stati eseguiti su base mensile per ogni corpo idrico. Per il calcolo del bilancio sono stati utilizzati i dati di precipitazione, deflusso idrico superficiale e temperatura mensile per il periodo 1996-2003 raccolti dal Servizio Tecnico Idrografico della Regione Siciliana (S.T.I.R.).

Inoltre per la stima dei bilanci idrologici è stato necessario:

- 1) individuare i corpi idrici sotterranei;
- 2) calcolare l'area di affioramento di ciascun corpo idrico;
- 3) calcolare l'altezza media di ciascun corpo idrico;

Sulla base degli elementi conoscitivi sopra elencati si è proceduto al calcolo dei termini del bilancio per singolo corpo idrico:

- a) afflusso meteorico;
- b) temperatura dell'aria;
- c) deflusso idrico superficiale;
- d) evapotraspirazione potenziale ragguagliata sull'intero corpo idrico (ETP) calcolata con il metodo di Thornthwaite;
- e) evapotraspirazione reale (ETR);
- f) infiltrazione annua (calcolata per differenza dai dati di precipitazione, evapotraspirazione e deflusso superficiale).

I risultati del Bilancio Idrico sono stati riportati, per ciascun corpo idrico sotterraneo, nella sezione “caratteristiche quantitative dell’acquifero monitorato” della scheda 10 del D.M. 9 agosto 2003 (All. 11 del Piano di Tutela) nei campi relativi all’afflusso e al deflusso totale in m³/s.

Per afflusso totale si intende la totalità delle precipitazioni e per deflusso idrico totale (D) la precipitazione al netto dell’evapotraspirazione reale secondo l’espressione $D = P - E$.

Inoltre, nella sezione “caratteristiche quantitative dell’acquifero monitorato” della scheda 10 è stato inserito un nuovo campo che riporta il valore dell’infiltrazione potenziale in m³/s.

Di seguito vengono descritte le metodologie utilizzate per la determinazione dei parametri del bilancio idrico.

5.2.4.1 Calcolo della quota media dei corpi idrici

Per il calcolo della quota media di ogni corpo idrico è stato necessario ricorrere all’utilizzo del DEM (Digital Elevation Model) con passo di griglia di 20 m, prodotto dall’Assessorato Regionale Beni Culturali in proiezione UTM e di un programma GIS (Arcview 3.2) per l’elaborazione della griglia del modello altimetrico del terreno. L’extrapolazione dell’informazione media areale del modello puntuale altimetrico è stata ottenuta mediante l’utilizzo di particolari scripts (stringhe di comando), non propri del programma, ma che ne implementano l’elaborazione statistica areale.

Mediante l’interazione tra i livelli informativi dei corpi idrici e la griglia del modello altimetrico, e la successiva elaborazione statistica areale delle griglie altimetriche ottenute è stato possibile calcolare l’altezza media di ciascun corpo idrico.

5.2.4.2 Calcolo della precipitazione media mensile (P)

Il calcolo della quantità di pioggia caduta sulle aree di ricarica dei diversi corpi idrici è stato ottenuto dal rapporto tra i dati di quantità di pioggia e la quota topografica delle diverse stazioni pluviometriche. Per ogni mese è stata calcolata una retta di regressione pioggia mensile-quota topografica che ha permesso di attribuire un valore di precipitazione in funzione della quota topografica media dell’area di ricarica. Nei casi in cui non si ha una relazione lineare tra la quota e la quantità di pioggia, è stata utilizzata la media aritmetica dei dati pluviometrici.

5.2.4.3 Calcolo della temperatura media mensile (T)

E’ stato adoperato lo stesso metodo che per il calcolo della pioggia, ottenendosi in tutti i casi buone tendenze lineari tra la quota e la temperatura misurata nelle diverse stazioni termopluviometriche.

5.2.4.4 Calcolo dell'evapotraspirazione potenziale mensile (ETP)

Per calcolare l'ETP mensile in ogni corpo idrico ci si è valse del metodo di Thornthwaite, i cui parametri di base sono la temperatura media mensile ed il numero massimo di ore di insolazione al giorno.

5.2.4.5 Calcolo dell'evapotraspirazione reale mensile (ETR)

Il bilancio idrologico è stato eseguito con cadenza mensile confrontando la pioggia (P) e la riserva idrica nel suolo (Ri) con la ETP.

Se $ETP < P \Rightarrow ETR = ETP$, e con il massimo della riserva idrica (suolo saturo) si ha deflusso superficiale (Ds) e infiltrazione (I):

$$I = P - ETR - Ds.$$

Nel caso in cui $ETP > P \Rightarrow ETR = P + Ri$ non si produce né deflusso superficiale né infiltrazione in falda.

Per ogni mese è stata calcolata la ETR, la Ri, la I ed il Ds.

In generale è stato assunto come valore di riserva idrica nel suolo a disposizione delle piante 50 mm, valore tipico dei suoli nell'area mediterranea. Si sottolinea, infine, che nelle zone in cui il suolo ha spessori esigui o è assente le acque meteoriche hanno la possibilità di infiltrarsi direttamente nel sottosuolo con conseguente diminuzione della aliquota di deflusso superficiale, e aumento del contributo in falda. Questo si verifica con particolare evidenza in aree carsiche che presentano morfologie epigee: inghiottitoi, doline, polje, karren, ecc..

5.2.4.6 Calcolo del deflusso superficiale

Per la determinazione del deflusso superficiale (Ds) sono stati presi in considerazione i dati di 62 stazioni idrometriche della Sicilia gestite dallo STIR (Servizio Tecnico Idrografico della Regione Siciliana). Tali dati si riferiscono al periodo compreso tra il 1923 e il 1997 anche se coprono solo parzialmente l'ultimo trentennio.

Sono stati presi in considerazione i corsi d'acqua che presentano il minore flusso idrico di base, cioè, corsi d'acqua che non sono influenzati dagli apporti sotterranei provenienti dagli acquiferi.

Il metodo di lavoro adoperato prevede il raffronto tra la pioggia media annua ed il deflusso medio annuo misurato in alveo in aree che presentano caratteristiche litologiche omogenee.

Nelle aree carbonatiche il rapporto tra il deflusso annuo in alveo (Ds) e la pioggia annua nel bacino segue, come evidenziato in figura 5.2.4, una legge:

- di tipo logaritmico ($Ds = 139,1 \ln P - 800$) per P annua < 600 mm;
- di tipo lineare ($Ds = 0,191 P - 27,25$) per P annua > 600 mm.

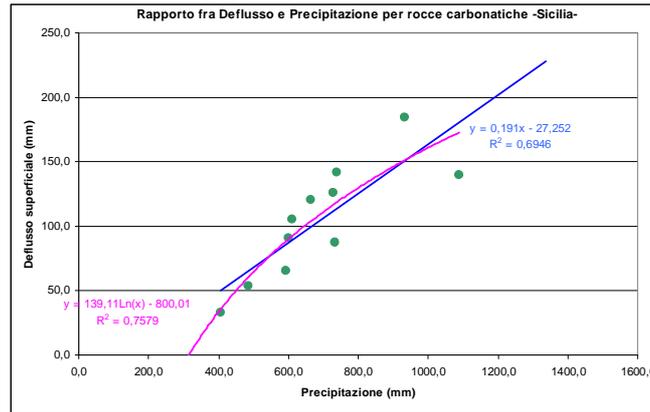


Figura 5.2.4 – Rapporto tra deflusso e precipitazione per rocce carbonatiche

Per le rocce terrigene ed i terreni flyschoidi il rapporto tra deflusso medio annuo in alveo (equiparato a D_s) e pioggia media annua nel bacino segue una legge di tipo lineare ($D_s = 0,442 P - 170,86$), come evidenziato in figura 5.2.5.

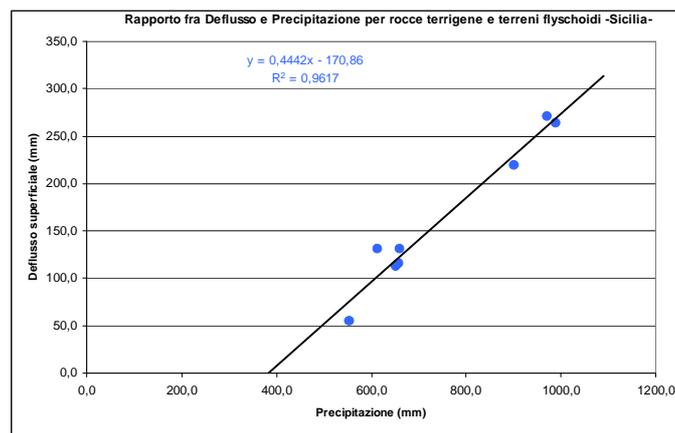


Figura 5.2.5 – Rapporto tra deflusso e precipitazione per rocce terrigene e terreni flyschoidi

Nell'area peloritana dove sono presenti terreni metamorfici il rapporto tra deflusso annuo in alveo (D_s) e pioggia annua nel bacino segue, come evidenziato in figura 5.2.6, una legge:

- di tipo lineare ($D_s = 0,3875 P - 68,642$) per P annua < 1000 mm,
- di tipo esponenziale ($D_s = 97,775 e 0,0012 P$) per P annua > 1000 mm.

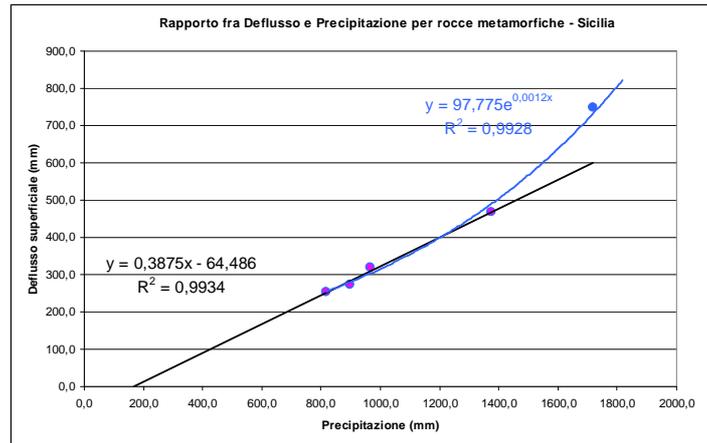


Figura 5.2.6 – Rapporto tra deflusso e precipitazione per rocce metamorfiche

Per le pianure costiere il rapporto tra deflusso annuo in alveo (D_s) e pioggia annua nel bacino segue una legge di tipo lineare ($D_s = 0,407 P - 128,73$), come evidenziato in figura 5.2.7.

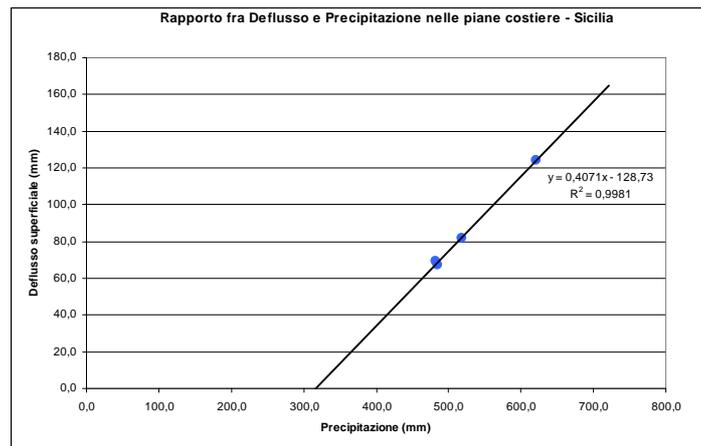


Figura 5.2.7 – Rapporto tra deflusso e precipitazione nelle pianure costiere

Per l'edificio vulcanico dell'Etna si è ritenuto nullo il deflusso superficiale diretto, ciò in accordo a considerazioni di ordine litologico e geomorfologico dedotte dalla letteratura scientifica. Ciò deriva anche dalla considerazione che le aree di ricarica dei corpi idrici etnei individuati, non presentano reticolo idrografico sviluppato.

5.2.4.7 Calcolo dell'infiltrazione potenziale

Il valore dell'infiltrazione è stato ricavato utilizzando la seguente espressione:

$$I = P - (ETR + D_s).$$

Tale valore potrebbe essere stato stimato per difetto in particolare nei corpi idrici di natura carbonatica con carsismo ben sviluppato, in cui l'aliquota dell'evapotraspirazione

reale (ETR) e di deflusso superficiale diminuiscono, mentre aumenta l'aliquota che alimenta gli acquiferi carsici.

La stima dell'infiltrazione nelle zone metamorfiche dei Peloritani ed in quelle terrigene dei Nebrodi potrebbe risultare sopravvalutata in quanto in queste aree le stazioni idrometriche sono poche e mal distribuite e non consentono una stima accurata del deflusso superficiale.

5.2.4.8 Osservazioni

Per quanto attiene al dato di prelievo di ogni singolo corpo idrico i dati disponibili sono molto frammentari e di scarsa significatività in quanto non interessano uniformemente l'intero territorio siciliano. Manca, infatti, il dato di prelievo effettuato tramite pozzi, gallerie drenanti ed altri impianti idraulici, poiché non è ancora stato definito il catasto dei punti d'acqua che riporti le informazioni in maniera omogenea. Il dato di efflusso relativo alle sorgenti è limitato alle osservazioni operate dai tecnici dello S.T.I.R. (Servizio Tecnico Idrografico della Regione Siciliana) che controllano sistematicamente con cadenza mensile circa un centinaio di sorgenti distribuite nelle nove province siciliane.

Numerosi sono gli enti gestori (E.A.S, Province, comuni, enti civili, A.T.O.) della risorsa idrica in Sicilia in possesso di dati su pozzi e sorgenti ma di difficile reperimento e utilizzo nelle operazioni di bilancio per mancanza di serie complete, di contemporaneità temporale, di attendibilità e di omogeneità di informazioni.

Per i motivi sopra detti non è stato possibile prendere in considerazione i seguenti elementi che sarebbe indispensabile conoscere in approfondimenti futuri:

- livelli piezometrici di pozzi per poter ricostruire la rete piezometrica e ricavare in maniera indiretta alcuni dati idrogeologici come il gradiente idraulico, la trasmissività;
- portate di sorgenti e di pozzi ecc. per poter determinare dati idrogeologici importanti per la definizione delle aree di ricarica e delle aree di salvaguardia delle opere di captazione;
- valori di permeabilità tramite prove di emungimento di pozzi;
- apporti o deflussi idrici profondi provenienti da altri corpi idrici o bacini idrogeologici adiacenti o defluenti verso di essi;
- scambi idrici tra corso d'acqua e falda;
- differenza tra i volumi idrici invasati all'interno del sottosuolo all'inizio ed alla fine del periodo di riferimento;
- differenza tra i volumi idrici invasati negli eventuali serbatoi superficiali naturali o artificiali all'inizio ed alla fine del periodo di riferimento;
- i volumi idrici prelevati e restituiti all'interno del bacino o sottobacino;
- i volumi idrici provenienti da altri bacini o sottobacini o trasferiti verso di essi;
- i volumi scambiati tra i corpi idrici superficiali e sotterranei (nel caso di bilancio riferito al solo bacino o sottobacino superficiale o al solo bacino idrogeologico).

5.3 Le acque marine costiere

5.3.1 Criteri e identificazione delle acque marine costiere

Nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle Acque, per la prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Sicilia, sono stati considerati significativi tutti i tratti costieri della Sicilia e delle isole minori.

Lungo uno sviluppo costiero pari a circa 1570 Km relativo sia alla Sicilia sia alle isole minori, sono stati individuati tratti omogenei caratterizzati in base all'identità morfologica della fascia costiera.

La costa della Sicilia è stata suddivisa in tratti in base ai criteri riportati nella Relazione Tecnica del "Progetto del Sistema di Monitoraggio per la prima Caratterizzazione dei Corpi Idrici Superficiali della Regione Sicilia".

Sono stati, dunque, individuati tratti omogenei, caratterizzati in base all'identità morfologica della fascia costiera.

In particolare i tratti costieri dell'Isola maggiore sono stati scelti sulla base di criteri quali la presenza di golfi e/o di zone costiere sottoposte o meno a fonti di immissione (quali porti, canali, fiumi, insediamenti antropici).

In questo modo l'intero sviluppo costiero è stato suddiviso in 24 tratti costieri, di differente lunghezza e appartenenti a più bacini idrografici. A questi sono state aggiunte le coste delle 14 piccole isole, considerate singolarmente, raggiungendo un totale di 38 aree costiere omogenee, che vengono riportate nella tabella seguente.

Tabella 5.3.1 - Identificazione delle acque marine costiere significative (tratti di costa)

N°	ACQUE MARINE COSTIERE: TRATTI DI COSTA	BACINI AFFERENTI
1	da Capo Milazzo a Capo Rosocolmo	Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara
		Saponara
		Bacini minori tra Saponara e Niceto
		Niceto
		Muto
2	da Capo Calavà a Capo Milazzo	Bacini minori tra Muto e Mela
		Mela
		Bacini minori tra Mela e Rodì
		Rodì e Bacini minori tra Rodì e Mazzarà
		Mazzarà
		Bacini minori tra Mazzarà e Timeto
		Timeto
		Bacini minori tra Timeto e Naso

N°	ACQUE MARINE COSTIERE: TRATTI DI COSTA	BACINI AFFERENTI
3	da Capo d'Orlando a Capo Calavà	Bacini minori tra Timeto e Naso Naso Bacini minori tra Naso e Zappulla
4	da Cefalù a Capo d'Orlando	Bacini minori tra Naso e Zappulla Zappulla e Bacini minori tra Zappulla e Rosmarino Rosmarino Bacini minori tra Rosmarino e Furiano Furiano Bacini minori tra Furiano e Caronia Caronia Bacini minori tra Caronia e Santo Stefano Santo Stefano e Bacini minori tra Santo Stefano e Tusa Tusa Bacini minori tra Tusa e Pollina Pollina Bacini minori tra Pollina e Lascari
5	da Capo Zafferano a Cefalù	Bacini minori tra Pollina e Lascari Lascari e Bacini minori tra Lascari e Roccella Roccella e Bacini minori tra Roccella e Imera Settentrionale Imera Settentrionale Torto e Bacini minori tra Imera settentrionale e Torto Bacini minori tra Torto e San Leonardo San Leonardo Bacini minori tra San Leonardo e Milicia Milicia Bacini minori tra Milicia ed Eleuterio
6	da Capo Gallo a Capo Zafferano	Bacini minori tra Milicia ed Eleuterio Eleuterio Bacini minori tra Eleuterio e Oreto Oreto Bacini minori tra Oreto e Punta Raisi
7	da P.ta Raisi a Capo Gallo	Bacini minori tra Oreto e Punta Raisi

N°	ACQUE MARINE COSTIERE: TRATTI DI COSTA	BACINI AFFERENTI
8	da Capo Rama a P.ta Raisi	Bacini minori tra Punta Raisi e Nocella
9	da Capo S. Vito a Capo Rama	Bacini minori tra Punta Raisi e Nocella Nocella e bacini minori tra Nocella e Jato Jato Bacini minori tra Jato e San Bartolomeo San Bartolomeo Bacini minori tra san Bartolomeo e Punta di Solanto Bacini minori tra Punta di Solanto e Forgia
10	da Punta Ligny a Capo S. Vito	Bacini minori tra Punta di Solanto e Forgia Forgia e Bacini minori tra Forgia e Lenzi
11	da Capo Lilibeo a Punta Ligny	Forgia e bacini minori tra Forgia e Lenzi Lenzi Bacini minori tra Lenzi e Birgi Birgi Bacini minori tra Birgi e Mazarò
12	da Capo Granitola a Capo Lilibeo	Bacini minori tra Birgi e Mazarò Mazarò e bacini minori tra Mazarò e Arena Arena Bacini minori tra Arena e Modione
13	da Capo S. Marco a Capo Granitola	Bacini minori tra Arena e Modione Modione e Bacini minori tra Modione e Belice Belice Bacini minori tra Belice e Carboi Carboni Bacini minori tra Carboi e Verdura
14	da Licata a Capo S. Marco	Bacini minori tra Carboi e Verdura Verdura e Bacini minori tra Verdura e Magazzolo Magazzolo e Bacini minori tra Magazzolo e Platani Platani Bacini minori tra Platani e Canne Canne Bacini minori tra Canne e San Leone San Leone e Bacini minori tra San Leone e Naro

N°	ACQUE MARINE COSTIERE: TRATTI DI COSTA	BACINI AFFERENTI
14	da Licata a Capo S. Marco	Naro Bacini minori tra Naro e Palma Palma Bacini minori tra Palma e Imera Meridionale
15	Da Capo Scalambri a Licata	Bacini minori fra Ippari e Irminio Ippari Bacini minori fra Acate e Ippari Acate e bacini minori fra Gela e Acate Gela Bacini minori fra Comunelli e Gela Comunelli Rizzuto Bacini minori fra Imera Meridionale e Rizzuto Imera Meridionale Bacini minori fra Palma e Imera Meridionale
16	da Punta Religione a Capo Scalambri	Bacini minori tra Scicli e Capo Passero Scicli e bacini minori fra Irminio e Scicl Irminio Bacini minori fra Ippari e Irminio
17	da Capo Passero a P.ta Religione	Bacini minori tra Scicli e Capo Passero
18	da Torre Vendicari a Capo Passero	Bacini minori tra Capo Passero e Tellaro
19	da Capo Murro di Porco a Torre Vendicari	Bacini minori tra Capo Passero e Tellaro Tellaro Noto e bacini minori fra Tellaro e Noto Bacini minori fra Noto e Cassibile Cassibile Bacini minori fra Cassibile e Anapo
20	da Capo S. Panagia a Capo Murro di Porco	Bacini minori fra Cassibile e Anapo Anapo Bacini minori tra Anapo e Lentini
21	da Capo S. Croce a Capo S. Panagia	Bacini minori tra Anapo e Lentini
22	da Torre Archirafi a Capo S. Croce	Bacini minori fra Simeto e Alcantara Simeto e Lago di Pergusa

N°	ACQUE MARINE COSTIERE: TRATTI DI COSTA	BACINI AFFERENTI
22	da Torre Archirafi a Capo S. Croce	Lentini e bacini minori fra Lentini e Simeto Bacini minori fra Anapo e Lentini
23	da Capo Scaletta a Torre Archirafi	Bacini minori tra Simeto e Alcantara Alcantara Bacini minori tra Alcantara e Agrò Agrò e bacini minori tra Agrò e Savoca Savoca Pagliara e bacini minori tra Pagliata e Fiumedinisi Fiumedinisi Bacini minori tra Fiumedinisi e Capo Peloro
24	da Capo Rasocolmo a Capo Scaletta	Bacini minori tra Fiumedinisi e Capo Peloro Bacini minori tra Capo Peloro e Saponara

Tabella 5.3.2 - Identificazione delle acque marine costiere significative (isole)

N°	ACQUE MARINE-COSTIERE: ISOLE
25	Vulcano
26	Libari
27	Salina
28	Panarea
29	Stromboli
30	Alicudi
31	Filicudi
32	Ustica
33	Favignana
34	Levanzo
35	Marettimo
36	Pantelleria
37	Linosa
38	Lampedusa

Per ciascun tratto marine costiero, in accordo con quanto previsto dal D. Lgs. 152/06, sono state considerate significative le acque marine costiere dell'intero perimetro regionale e delle isole minori, comprese entro i 3.000 m dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 m.

In accordo a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99, in vigore all'epoca della identificazione delle acque marine costiere significative, sono state identificate tre diverse tipologie di fondale, così caratterizzate:

- Fondale alto, presenta una batimetrica superiore a 50 m ad una distanza di 3000 m dalla costa;
- Fondale medio, presenta una batimetrica superiore a 5 ad una distanza di 200 m dalla costa ha ed una batimetrica inferiore a 50 m alla distanza di 3000 m dalla costa;
- Fondale basso, presenta una batimetrica inferiore ai 5 m ad una distanza di 200 m dalla costa.

Per le acque marine-costiere significative è stato sviluppato il progetto del sistema di monitoraggio, posizionando, all'interno dei 38 tratti costieri omogenei prima riportati, 95 transetti.

Lungo lo sviluppo costiero della Sicilia sono stati rilevati fondali di tipo alto per una lunghezza di circa 588 km, fondali di tipo medio per una lunghezza di circa 74 km, fondali di tipo basso per una lunghezza di circa 538 km, per uno sviluppo complessivo della costa pari a circa 1.200 km; analogamente per le isole minori è stato rilevato uno sviluppo complessivo della costa pari a circa 370 km.

5.4 Aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento di cui alla parte III titolo III capo I del D.Lgs 152/06

5.4.1 Aree sensibili

L'Allegato 6 della parte III del D.Lgs 152/06 stabilisce i criteri per l'individuazione delle aree sensibili che vengono considerate come aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento.

Ai sensi di tale allegato si considera area sensibile un sistema idrico classificabile in uno dei seguenti gruppi:

- a) laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici.

Per individuare il nutriente da ridurre mediante ulteriore trattamento, vanno tenuti in considerazione i seguenti elementi:

- nei laghi e nei corsi d'acqua che si immettono in laghi/bacini/baie chiuse con scarso ricambio idrico e ove possono verificarsi fenomeni di accumulazione la sostanza da eliminare è il fosforo, a meno che non si dimostri che tale intervento non avrebbe alcuno effetto sul livello dell'eutrofizzazione. Nel caso di scarichi provenienti da ampi agglomerati si può prevedere di eliminare anche l'azoto;
 - negli estuari, nelle baie e nelle altre acque del litorale con scarso ricambio idrico, ovvero in cui si immettono grandi quantità di nutrienti, se, da un lato, gli scarichi provenienti da piccoli agglomerati urbani sono generalmente di importanza irrilevante, dall'altro, quelli provenienti da agglomerati più estesi rendono invece necessari interventi di eliminazione del fosforo e/o dell'azoto, a meno che non si dimostri che ciò non avrebbe comunque alcun effetto sul livello dell'eutrofizzazione;
- b) acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che potrebbero contenere, in assenza di interventi, una concentrazione di nitrato superiore a 50 mg/l (stabilita conformemente alle disposizioni pertinenti della direttiva 75/440 concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione d'acqua potabile);
- c) aree che necessitano, per gli scarichi afferenti, di un trattamento supplementare al trattamento secondario al fine di conformarsi alle prescrizioni previste dalla presente norma.

In particolare ai sensi dell'art. 91, comma 1 del D.Lgs 152/06 sono comunque da considerare aree sensibili:

- i laghi posti ad una altitudine sotto i 1.000 metri sul livello del mare e aventi una superficie dello specchio liquido almeno di 0,3 km²;
- le aree lagunari di Orbetello, Ravenna e Piailassa-Baiona, le Valli di Comacchio, i laghi salmastri e il delta del Po;
- le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

- le aree costiere dell'Adriatico-Nord Occidentale dalla foce dell'Adige al confine meridionale del comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa;
- il lago di Garda e il lago d'Idro;
- i fiumi Sarca-Mincio, Oglio, Adda, Lambro-Olona meridionale e Ticino;
- il fiume Arno a valle di Firenze e i relativi affluenti;
- il golfo di Castellammare in Sicilia;
- le acque costiere dell'Adriatico settentrionale;
- i corsi d'acqua afferenti ai laghi di cui all'allegato 6 per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa.

Le regioni sulla base di criteri elencati in precedenza, sentita l'autorità di Bacino, entro un anno dalla data di entrata in vigore della parte terza del D.Lgs 152/06, e successivamente ogni due anni, possono designare ulteriori aree sensibili ovvero individuare all'interno delle aree indicate nel comma 2 dell'art. 91 i corpi idrici che non costituiscono aree sensibili.

Le regioni sulla base di criteri elencati in precedenza, sentita l'autorità di Bacino, delimitano i bacini drenanti nelle aree sensibili che contribuiscono all'inquinamento di tali aree.

Le nuove aree sensibili identificate ai sensi dei commi 2, 4 e 6 del D.Lgs 152/06 devono soddisfare i requisiti dell'art. 106 dello stesso decreto entro sette anni dall'identificazione.

Ai sensi del su citato articolo e in accordo a quanto disposto dall'art. 101 del Decreto (criteri generali della disciplina degli scarichi) le acque reflue urbane provenienti da agglomerati con oltre 10.000 abitanti equivalenti, che scaricano in acque recipienti individuate quali aree sensibili, devono essere sottoposte ad un trattamento più spinto di quello previsto dall'articolo 105 comma 3 del decreto, secondo i requisiti specifici indicati nell'Allegato 5 della parte terza.

Tali disposizioni non si applicano nelle aree sensibili in cui può essere dimostrato che la percentuale minima di riduzione del carico complessivo in ingresso a tutti gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane è pari almeno al 75% per il fosforo totale ovvero pari almeno al 75% per l'azoto totale.

Il Decreto prevede inoltre che le regioni individuino, tra gli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane situati all'interno dei bacini drenanti afferenti alle aree sensibili, quelli che, contribuendo all'inquinamento di tali aree, sono da assoggettare al trattamento di cui in precedenza in funzione del raggiungimento dell'obiettivo di qualità dei corpi idrici ricettori.

5.4.1.1. Le aree sensibili individuate dalla Regione Siciliana

La Regione Siciliana, ai sensi della Direttiva 91/271/CEE, ha provveduto ad effettuare gli studi atti all'individuazione delle aree sensibili nel proprio territorio. Nello specifico, l'ARPA Sicilia ha effettuato uno studio delle analisi delle pressioni e sullo stato delle acque nel Golfo di Castellammare che ha condotto, con ordinanza del Vice Commissario

n.65/TCI del 16/09/03 all'individuazione del Golfo di Castellammare quale area sensibile del territorio regionale, ex art. 5 direttiva 91/271/CEE e art. 18 D.Lgs 152/99.

In ottemperanza a quanto stabilito dall'art. 91 e dall'Allegato 6 Parte III del D.Lgs 152/06 la Regione Siciliana ha inoltre individuato quale area sensibile il Biviere di Gela denominato area sensibile con ordinanza n. 959 del 23/10/2006, inserito in un elenco di aree a speciale protezione per la conservazione degli uccelli acquatici, predisposta dal Consiglio d'Europa con la convenzione di Ramsar. Ciò ha portato, con D.M. n. 587/97 all'istituzione della Riserva Naturale Orientata (RNO), all'identificazione del sito "Biviere e Macconi di Gela" come Sito di Interesse Comunitario (SIC) con codice Natura 2000 ITA 050001 e sito di Bonifica di Interesse Nazionale (SIN) secondo l'art. 1 comma 4 della I. 426/98.

Per le due aree sensibili di cui sopra sono state individuate le azioni atte al rilevamento delle caratteristiche dei bacini drenanti e all'analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica con le modalità di cui all'art. 118 e all'allegato 3 parte III del D.Lgs 152/06 in aderenza agli orientamenti espressi dalla Commissione Europea con nota n. 027935 del 3/07/03 con riferimento alla direttiva n. 91/271 CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

Inoltre sono state programmate le attività di monitoraggio per pervenire, all'aggiornamento dello stato di qualità dei corpi idrici con le modalità di cui all'allegato 1 D.Lgs 152/06. (si rimanda ai documenti All.3 e All.4 allegati al Piano di Tutela, in cui sono riportate le ordinanze di istituzione delle due aree sensibili e il programma preliminare delle azioni)

5.4.2 Zone vulnerabili

In questo paragrafo vengono descritte alcune delle fasi di analisi propedeutiche all'indagine preliminare di riconoscimento delle zone vulnerabili da nitrati e da fitosanitari del territorio regionale, così come disposto dall'Allegato 7 del D. Lgs. 152/06.

In particolare viene descritta la caratterizzazione del sistema clima/suolo e vengono fornite le considerazioni relative alla vulnerabilità dei corpi idrici superficiali e sotterranei significativi.

5.4.2.1 Il sistema clima/suolo

Clima

La caratterizzazione climatica in relazione al rischio di rilascio di nitrati e di prodotti fitosanitari nell'ambiente è basata sull'indice di aridità (Ia). Le elaborazioni climatiche sono state realizzate a partire da dati di base di temperatura e precipitazioni relativi a stazioni del Servizio Idrografico Regionale per il periodo 1965-1994.

L'indice di aridità è dato in tal caso dal rapporto P/ETP, dove con P si indicano le precipitazioni mediane annue e con ETP si indica l'evapotraspirazione potenziale media annua. Per la stima dell'ETP si è utilizzato il metodo di Penman-Monteith. Va però precisato che, per la Regione Siciliana, non sono disponibili serie storiche sufficientemente lunghe su una estesa rete di stazioni e per tutte le variabili meteorologiche che tale algoritmo di calcolo richiede (radiazione solare, velocità del vento, temperatura e umidità relativa dell'aria). L'unica variabile di cui si dispone è in tal senso la temperatura dell'aria. Si è così ricorso ad una doppia stima su tre stazioni della Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN) dell'UCEA (Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali), utilizzando contemporaneamente i metodi di Penman-Monteith e di Thornthwaite. Quest'ultimo metodo consente infatti una buona stima dell'ETP, almeno come medie su periodi abbastanza lunghi (mese, anno), a partire dai soli dati di temperatura dell'aria.

Attraverso i parametri della retta di regressione lineare fra i due metodi, si è quindi proceduto alla stima, su tutto il territorio regionale, dell'ETP secondo il metodo Penman-Monteith, utilizzando come carta di base quella ottenuta con il metodo di Thornthwaite, già pubblicata nell'”Atlante climatologico della Sicilia”.

L'elaborato finale è rappresentato appunto dalla *Carta regionale dell'indice di aridità* in scala 1:250.000 (Allegati n. 05 e 06), con una suddivisione in tre classi:

- Ia < 0,5, clima semiarido-arido;
- Ia 0,5-0,65, clima asciutto-subumido;
- Ia > 0,65, clima umido.

L'elaborazione appena descritta esprime bene, anche se sommariamente, le caratteristiche idrologiche medie dell'ambiente regionale, in termini di potenziale disponibilità idrica annua del territorio. Tale indice può essere utilmente considerato per gli aspetti che riguardano il potenziale rischio di rilascio di nitrati negli acquiferi profondi, mentre poco può dire circa i fenomeni di scorrimento e trasporto superficiale.

A quest'ultimo proposito, invece, possono essere utilizzati due indici sintetici (valore cumulato delle precipitazioni nei periodi autunnale e invernale, distribuzione regionale delle precipitazioni di massima intensità) che, congiuntamente alle caratteristiche dei suoli rispetto a tale problematica, possono consentire una caratterizzazione sommaria del territorio regionale dal punto vista del potenziale rischio di rilascio di nitrati attraverso lo scorrimento idrico superficiale e, quindi, i successivi movimenti nell'ambito del reticolo idrografico.

Suolo

Il suolo è un sistema naturale caratterizzato da un continuo scambio di energie e materia con l'ambiente circostante, che svolge molteplici funzioni tra cui anche quella di filtro nei confronti di potenziali inquinanti. Questa capacità filtrante è strettamente correlata ai caratteri e alle qualità dei diversi tipi pedologici, di conseguenza l'analisi dell'attitudine dei suoli ad influenzare il passaggio dei nitrati di origine agricola nelle acque profonde deve essere condotta utilizzando tutte quelle informazioni normalmente contenute negli studi e nelle carte pedologiche. Allo scopo sono stati utilizzati i dati sui suoli disponibili a livello regionale inseriti nel Sistema Informativo Territoriale dell'Assessorato Agricoltura e Foreste, costruito con le informazioni derivate dalla Carta dei suoli della Sicilia in scala 1:250.000 di G. Fierotti e coll. e dai rilevamenti pedologici realizzati dall'U.O.49 dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste. L'elaborazione dei dati cartografici ed alfanumerici ha permesso la definizione di una prima carta tematica intermedia: la *Carta della capacità di attenuazione dei suoli* (Allegati n. 05 e 06), dove le unità cartografiche pedologiche sono classificate in relazione alla loro maggiore o minore attitudine protettiva, cioè la capacità dei suoli ad evitare o limitare il rischio di rilascio dei nitrati e dei prodotti fitosanitari. I criteri ed il percorso metodologico adottati sono di seguito descritti. E' da sottolineare che l'uso di cartografia a così piccola scala crea qualche problema in termini di precisione e di dettaglio nella cartografia derivata ottenuta, ma al contempo fornisce una soddisfacente visione d'insieme di tutto il territorio regionale.

L'attitudine protettiva dei singoli tipi pedologici è stata valutata attraverso un modello che considera la *capacità di ritenzione idrica* e la *permeabilità*. Il significato ed il ruolo che a ciascun parametro pedologico si è voluto assegnare nel modello di valutazione adottato viene di seguito esposto, sottolineando che un suolo avrà un'attitudine protettiva tanto maggiore, quanto più alta sarà la sua capacità di ritenzione idrica e quanto più bassa sarà la sua permeabilità.

La *capacità di ritenzione idrica* (o acqua disponibile, AWC, available water capacity) si riferisce alla quantità di acqua, utilizzabile dalla maggior parte delle colture, che un suolo è in grado di trattenere; essa è data dalla differenza tra la quantità di acqua presente nel suolo alla capacità di campo e quella presente al punto di appassimento e comunemente è espressa come mm di acqua per cm di profondità di suolo.

Maggiore sarà la quantità d'acqua che il suolo è in grado di trattenere a disposizione delle radici dei vegetali, minore sarà il rischio che l'acqua e i nitrati in essa disciolti percolino oltre il franco di coltivazione verso la falda. E' una caratteristica strettamente legata alla granulometria ed allo spessore del tipo pedologico considerato; si è quindi proceduto a calcolare la capacità di ritenzione idrica dei suoli, moltiplicando la loro profondità in centimetri per l'AWC in mm/cm riferita alla loro tessitura, riportata in tabella 5.4.1:

Tabella 5.4.1 - Schema di attribuzione delle classi di capacità di ritenzione idrica riferita alla tessitura

Tessitura	AWC mm/cm
grossolana	1
media	2
fine e molto fine	1,5

I dati di tessitura e profondità sono stati desunti dalla cartografia pedologica e dal database già citati, che ci ha permesso una classificazione delle tessiture in tre classi (grossolana, media e fine) e dello spessore in cinque classi (0-25 cm – molto sottile, 25-50 cm – sottile, 50-100 cm – medio, 100-150 cm – elevato, >150 cm – molto elevato). Ai valori di AWC così ottenuti è stata attribuita una determinata classe di capacità di attenuazione; lo schema di attribuzione delle classi di AWC è riportato nella sottostante tabella 5.4.2 :

Tabella 5.4.2 - Schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione

AWC suolo (mm)	Classe di attenuazione
0 - 50	BASSA
50 - 100	MEDIA
> 100	ALTA

La classificazione dei parametri pedologici secondo i criteri suesposti ha comunque comportato qualche problema dovuto essenzialmente al dettaglio della cartografia tematica utilizzata ed al tipo di unità cartografiche (insieme di aree rappresentate sulla carta con un analogo contenuto pedologico composto da associazioni di suoli) utilizzate nella carta dei suoli regionale. L'associazione di suoli infatti comprende, all'interno di una stessa unità cartografica, due o più tipi pedologici che, pur mantenendo una comune origine pedogenetica, possono avere caratteristiche e qualità e, conseguentemente, una gestione molto differenti. In questi casi, quindi, si è ritenuto opportuno fare riferimento al tipo di suolo "dominante" per estensione superficiale nell'associazione; quando ci si è ritrovati in compresenza di suoli con caratteristiche gestionali molto diverse ed estensione simile, si è scelta una via prudenziale e si è fatto riferimento al suolo con le caratteristiche più limitanti.

La *permeabilità* è intesa come permeabilità primaria verticale per porosità, ovvero la conducibilità idraulica satura, ed è riferita all'orizzonte meno permeabile del profilo. E' stata effettuata una stima della permeabilità secondo la metodologia proposta dal Soil Survey Manual (USDA – Soil Conservation Service, 1993), che prende in considerazione alcune caratteristiche dei suoli quali la tessitura, il tipo di struttura e la porosità. La succitata metodologia prevede una stima della permeabilità in tre livelli: Elevata – Media – Bassa; anche in questo caso alle diverse unità cartografiche che compongono la Carta dei suoli regionale è stata attribuita una classe di permeabilità, seguendo, per le

associazioni di suolo, gli stessi principi indicatori esposti per la classificazione dell'AWC.

L'analisi e l'elaborazione dei parametri pedologici di cui sopra ha permesso la realizzazione di una tabella di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione dei suoli, (tabella 5.4.3) con cui è stata realizzata la *Carta della capacità di attenuazione dei suoli* (Allegati n. 05 e 06).

Tabella 5.4.3 - Classi di capacità di attenuazione dei suoli

UC	Suoli principali (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli principali	Permeabilità suoli principali	Suoli secondari (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli secondari	Permeabilità suoli secondari	Classe di capacità di attenuazione
0	Aree Urbane	100		0					NON DEFINITA
1	litosuoli	20	<50	media					BASSA
2	litosuoli	20	<50	media	luvisuoli cromici	20	<50	media	BASSA
3	luvisuoli cromici (25%), cambisuoli eutrici e/o calcici (20%)	45	50-100	media					MEDIA
4	litosuoli (45%), regosuoli eutrici (20% haploxerolls)	65	<50	media					BASSA
5	litosuoli	55	<50	media	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	50-100	elevata	BASSA
6	litosuoli	45	<50	media	cambisuoli eutrici	20	50-100	media	BASSA
7	litosuoli	50	<50	media	luvisuoli cromici	20	50-100	media	BASSA
8	litosuoli	50	<50	media	cambisuoli districi	25	50-100	media	BASSA
9	litosuoli	45	<50	media	luvisuoli ortici (20 % typic e/o mollic haploxeralfs), cambisuoli eutrici (20%)	40	>100	media	BASSA
10	regosuoli eutrici (40%), litosuoli (35%)	75	<50	elevata	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	15	>100	elevata	BASSA
11	regosuoli calcarei (50%), litosuoli (20%)	70	<50	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	20	>100	media	BASSA
12	cambisuoli eutrici e/o vertici (30%), fluvisuoli eutrici e/o vertisuoli cromici e/o pellici (20%)	50	>100	media	regosuoli eutrici	40	50-100	media	MEDIA
13	regosuoli eutrici	55	50-100	media	cambisuoli eutrici e/o vertici	35	>100	media	MEDIA
14	regosuoli eutrici	50	50-100	media	fluvisuoli eutrici e/o vertisuoli cromici e/o pellici	40	>100	bassa	MEDIA
15	regosuoli eutrici	50	<50	elevata	cambisuoli eutrici (25% andic xerochrepts), luvisuoli ortici (15%)	40	50-100	elevata	BASSA

UC	Suoli principali (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli principali	Permeabilità suoli principali	Suoli secondari (FAO 1974)	Incidenza %	AWC suoli secondari	Permeabilità suoli secondari	Classe di capacità di attenuazione
16	cambisuoli eutrici (30%), luvisuoli ortici (20%)	50	50-100	media	regosuoli eutrici	40	50-100	media	MEDIA
17	fluvisuoli eutrici e cambisuoli eutrici e/o vertici	90	>100	media					ALTA
18	fluvisuoli eutrici (65%), vertisuoli cromici e/o pellici (20%)	85	>100	media					ALTA
19	vertisuoli cromici e/o pellici	95	>100	bassa					ALTA
20	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
21	litosuoli (25%), regosuoli eutrici (20%)	45	50-100	media	cambisuoli calcici	40	>100	media	MEDIA
22	cambisuoli eutrici	50	>100	media	vertisuoli cromici e/o pellici (20%) cambisuoli vertici (20%)	40	>100	bassa	ALTA
23	cambisuoli eutrici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	>100	media	rendzine	15	50-100	media	ALTA
24	cambisuoli eutrici	50	>100	media	fluvisuoli eutrici	35	>100	media	ALTA
25	cambisuoli eutrici (55%), luvisuoli ortici (20%)	75	>100	media	regosuoli eutrici e litosuoli	15	<50	media	ALTA
26	cambisuoli districi	50	>100	media	litosuoli	20	<50	media	ALTA
27	cambisuoli eutrici (75%), luvisuoli ortici (15%)	90	>100	media					ALTA
28	cambisuoli eutrici (andic xerochrepts)	50	>100	media	litosuoli	35	50-100	media	MEDIA
29	luvisuoli ortici	60	50-100	media	luvisuoli cromici	30	50-100	media	MEDIA
30	luvisuoli cromici	70	50-100	media	litosuoli	15	<50	media	MEDIA
31	luvisuoli cromici (50%), cambisuoli calcici (20%)	70	50-100	media	litosuoli	20	<50	media	MEDIA
32	Arenosuoli gleici	100	<50	elevata					BASSA
33	Dune e regosuoli (sabbiosi)	100	<50	elevata					BASSA

I dati desunti dalla *Carta della capacità di attenuazione dei suoli* sono stati rielaborati con quelli della *Carta dell'indice di aridità* (vedi paragrafo sul clima) ed è stata definita una tabella in cui viene illustrato lo schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione del sistema suolo-clima (tabella 5.4.4). Dalla matrice risultano nove diversi incroci che sono stati classificati in tre classi di capacità di attenuazione: alta - media - bassa. L'incrocio tra i due tematismi ha prodotto la *Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima* (Allegati n. 05 e 06). In questa carta viene evidenziato il ruolo che il sistema suolo-clima svolge in termini di capacità protettiva: alla classe "alta" corrisponde una bassa percolazione di acqua alla base del profilo e di conseguenza una alta capacità protettiva del sistema suolo-clima nei confronti di inquinanti idrosolubili come i nitrati e i prodotti fitosanitari. Per la realizzazione di questo tematismo non sono stati presi in considerazione gli apporti di acqua per scorrimento da posizioni topograficamente più elevate, poiché i dati attualmente a disposizione non permettono un'analisi precisa di tale problematica; questa verrà affrontata negli aggiornamenti successivi di maggiore dettaglio, previsti dal D.Lgs. 152/06, che verranno realizzati quando saranno disponibili i dati di due progetti regionali sul monitoraggio della Direttiva Nitrati e sulla dinamica dell'azoto nel suolo.

Tabella 5.4.4 - Schema di attribuzione delle classi di capacità di attenuazione del sistema suolo-clima

Capacità di attenuazione del sistema suolo - clima			
Capacità di attenuazione suoli	Indice di Aridità		
	<i>Umido</i>	<i>Asciutto/Sub umido</i>	<i>Arido / Semiarido</i>
<i>Bassa</i>	Bassa	Bassa	Bassa
<i>Media</i>	Bassa	Media	Media
<i>Alta</i>	Media	Alta	Alta

5.4.2.2 I corpi idrici sotterranei

Considerazioni relative alla vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

La valutazione di massima della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi siciliani è stata fatta utilizzando sia i dati messi a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia che altri dati bibliografici, ed in base a tali elementi sono stati elaborati modelli idrogeologici preliminari ed estremamente semplificati, sulla base di considerazioni di carattere generale relative alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geochimiche delle strutture interessate.

Per l'elaborazione ci si è avvalsi, come si è già detto, di tecniche GIS che hanno permesso la georeferenziazione, la vettorializzazione e la mappatura dei bacini idrogeologici. Sulla base dei dati disponibili, e tenendo conto della scala di riferimento adottata, l'approccio alla valutazione della vulnerabilità intrinseca è stato di tipo qualitativo, così come previsto dall'Allegato 7 (Parte III) allo stesso decreto legislativo 152/06.

I dati utilizzati (in particolare litologia, geochimica, permeabilità ed assetto strutturale del corpo idrico) hanno permesso di effettuare una prima stima della vulnerabilità intrinseca - per la quale sono state individuate tre classi: alta, media e bassa - con la conseguente definizione di una prima elaborazione della *Carta della vulnerabilità intrinseca di massima* (Allegati n. 05 e 06), che si sviluppa a scala regionale con tutti i limiti connaturati alla metodologia seguita.

In proposito sembra infine necessario ricordare che un insieme di molteplici fattori - fra i quali occorre citare un quadro conoscitivo delle matrici ambientali ancora non sufficientemente definito, la scala di restituzione cartografica prevista dalla norma (1:250.000), e l'approccio metodologico generale del decreto legislativo 152/06 - imponevano una procedura semplificata nell'ambito della quale sono stati considerati accettabili, in questa fase, taluni rilevanti margini di incertezza esistenti e gli inevitabili errori legati alle approssimazioni introdotte.

E' evidente tuttavia che, quando saranno a regime tutte le attività previste per il monitoraggio dei corpi idrici (che in diversi settori sono ormai partite) e con l'acquisizione di ulteriori elementi conoscitivi sulla geometria degli acquiferi e sulla qualità delle acque, si perverrà alla ricostruzione di "modelli idrogeologici" sempre più affidabili e rappresentativi delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geochimiche del sistema (geometria e meccanismi di ricarica degli acquiferi, rapporti tra le falde, rapporti tra acque superficiali e acque sotterranee, caratteristiche qualitative delle acque sotterranee), che al momento attuale non è possibile definire in modo rigoroso.

Nei successivi aggiornamenti della carta, pertanto, si procederà alla revisione dei criteri di valutazione della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei, in funzione dei dati e dei nuovi elementi che si renderanno disponibili.

Dall'incrocio per intersezione della *Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima* con la *Carta della vulnerabilità intrinseca di massima* si è ottenuta la *Carta della vulnerabilità potenziale* (Allegati n. 05 e 06), che evidenzia il comportamento del sistema clima-suolo-geologia nei confronti della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei. Nella tabella 5.4.5 è riportato lo schema di attribuzione delle classi di

vulnerabilità risultante dalla sovrapposizione dei due tematismi suddetti; i nove incroci ottenuti sono stati classificati in tre classi di vulnerabilità.: alta, media e bassa. Si sottolinea che la classe alta è indicativa di un alto contributo, in termini di passaggio di acqua, alla ricarica dei corpi idrici profondi, quindi individua una maggiore probabilità di inquinamento da sostanze idrosolubili.

Tabella 5.4.5 – Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità potenziale

Vulnerabilità intrinseca di massima	Capacità di attenuazione sistema suolo - clima		
	Alta	Media	Bassa
Alta	Media	Alta	Alta
Media	Bassa	Media	Media
Bassa	Bassa	Bassa	Bassa

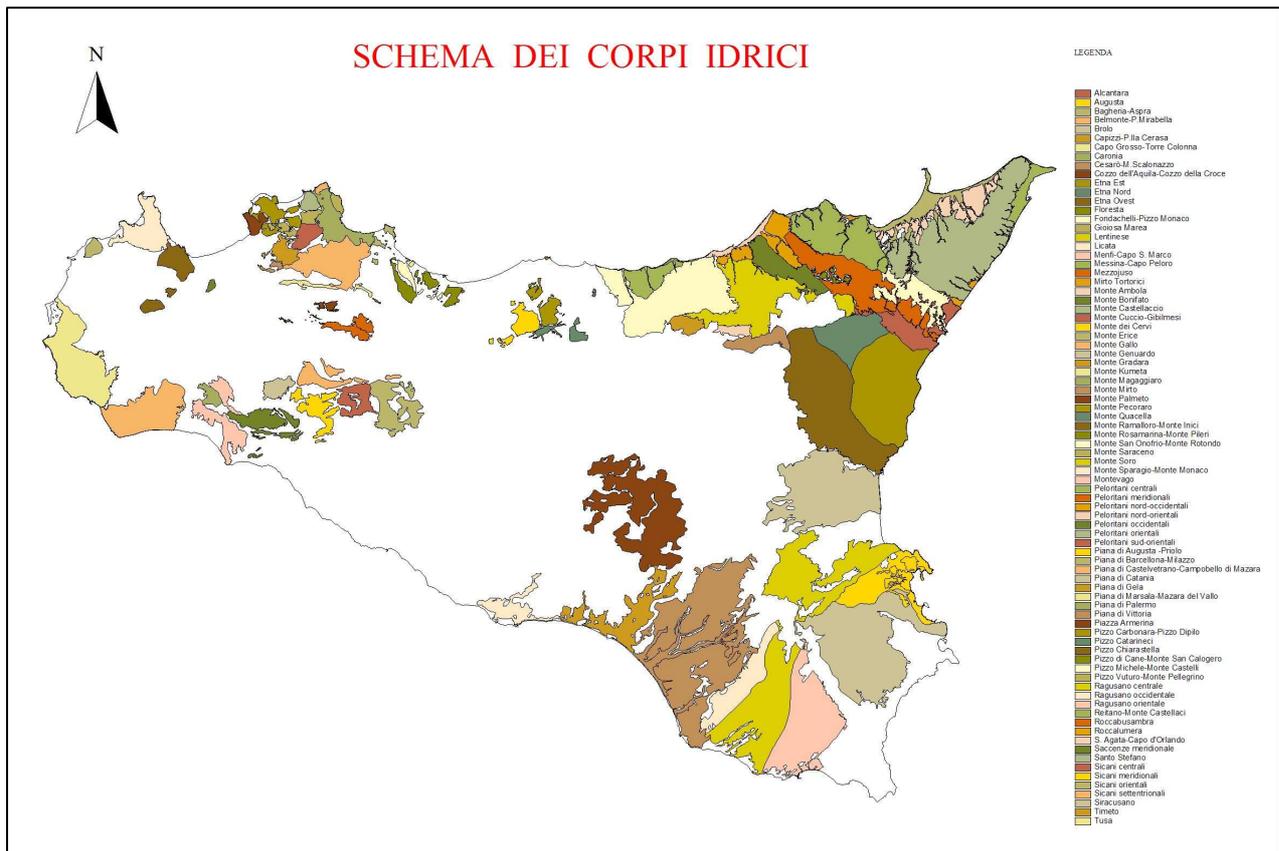


Figura 5.4.1 – Corpi idrici significativi sotterranei

5.4.2.3 I corpi idrici superficiali

Considerazioni relative alla vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Il Decreto legislativo 152/06 prevede che le regioni attuino un programma di monitoraggio e controllo dell'inquinamento da nitrati e da prodotti fitosanitari nei corpi idrici superficiali ed a tal fine dà indicazioni sulle attività di controllo e sull'individuazione delle zone vulnerabili relativamente a questa problematica. Sulla base delle informazioni ambientali disponibili e dei primi dati sul monitoraggio delle acque superficiali è stata realizzata una prima analisi e caratterizzazione delle aree vulnerabili, relativamente alle acque superficiali.

Le attività di controllo sui nitrati e sui prodotti fitosanitari sono state effettuate sui corpi idrici superficiali identificati come significativi ai sensi del D.Lgs 152/06 e oggetto del Piano di Tutela, (37 corsi d'acqua e 34 invasi naturali ed artificiali).

Come primo passaggio sono stati utilizzati i dati sui suoli disponibili a livello regionale inseriti nel Sistema Informativo Territoriale dell'Assessorato Agricoltura e Foreste, costruito con le informazioni derivate dalla Carta dei suoli della Sicilia in scala 1:250.000 e dai rilevamenti pedologici realizzati dall'U.O.49 dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste. L'elaborazione dei dati cartografici ed alfanumerici ha permesso la definizione di una prima carta tematica intermedia: la *Carta del drenaggio esterno*, dove per drenaggio esterno si intende la perdita di acqua da un'area per scorrimento sopra la superficie del suolo (Soil Survey Manual, 1993). Le unità cartografiche territoriali di riferimento corrispondono alle unità cartografiche della Carta dei suoli, che rappresentano aree costituite da associazioni di suoli. L'associazione di suoli comprende, all'interno di una stessa unità cartografica, due o più tipi pedologici che, pur mantenendo una comune origine pedogenetica, possono avere caratteristiche e qualità e, conseguentemente, una gestione molto differenti. A livello metodologico si è ritenuto pertanto opportuno fare riferimento al tipo di suolo "dominante" per estensione superficiale nell'associazione; quando ci si è ritrovati in compresenza di suoli con caratteristiche molto diverse ed estensione simile, si è scelta una via prudentiale e si è fatto riferimento al suolo con le caratteristiche più limitanti ai fini della definizione del drenaggio esterno. Le classi di drenaggio esterno, sotto elencate e tratte dal Soil Survey Manual, vanno intese come indici del drenaggio esterno, cioè come stima del drenaggio esterno per determinate condizioni relative alla stazione del suolo di riferimento dell'unità cartografica (tabella 5.4.6); devono quindi essere considerate come classi di riferimento relative.

Tabella 5.4.6 – Classi di drenaggio esterno

Drenaggio esterno						
	Classe					
	1	2	3	4	5	6
Descrizione	Trascurabile	Molto basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Sigla	T	MB	B	M	A	MA

Per la determinazione della classe di drenaggio esterno si devono definire la pendenza media dell'unità cartografica del suolo di riferimento e la stima della permeabilità del suolo stesso, ovvero la conducibilità idraulica satura riferita all'orizzonte meno permeabile del profilo, così come riportato nel Soil Survey Manual (tabella 5.4.7):

Tabella 5.4.7– Schema di attribuzione delle classi di drenaggio esterno

Pendenza %	Permeabilità (conducibilità idraulica satura)					
	Molto alta	Alta	Moderatamente alta	Moderatamente bassa	Bassa	Molto bassa
concavità	T	T	T	T	T	T
< 1	T	T	T	B	M	A
1 - 5	T	MB	B	M	A	MA
5 - 10	MB	B	M	A	MA	MA
10 - 20	MB	B	M	A	MA	MA
> 20	B	M	A	MA	MA	MA

La *Carta del drenaggio esterno* è stata sovrapposta a due carte climatiche relative al *Valore cumulato delle precipitazioni nei periodi autunnale e invernale* ed alla *Distribuzione regionale delle precipitazioni di massima intensità* ed è stata generata la *Carta dello scorrimento superficiale (runoff)*. Questo documento rappresenta una prima caratterizzazione del territorio regionale dal punto di vista del potenziale rischio di rilascio di nitrati attraverso lo scorrimento idrico superficiale e, quindi, i successivi movimenti nell'ambito del reticolo idrografico. Successivamente questo tematismo è stato incrociato con il carico inquinante teorico di azoto proveniente dalle attività agricole e zootecniche, ritenuto potenzialmente mobilizzabile dalle acque di deflusso superficiale; si è ottenuta una prima carta di lavoro Allegati n. 05 e 06).

5.4.3 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

La Comunità Europea già negli anni 80 aveva constatato che in alcune Regioni degli Stati membri il contenuto di nitrati nelle acque era in aumento e già elevato rispetto alle norme fissate nella Direttiva 75/440/CEE. Inoltre, era emerso che la causa principale dell'inquinamento che colpiva le acque era rappresentata dai nitrati di origine agricola. Da ciò ne è conseguita la consapevolezza che, per tutelare la salute umana, le risorse viventi e gli ecosistemi acquatici, e per salvaguardare altri usi legittimi dell'acqua, fosse necessario ridurre l'inquinamento idrico causato o provocato da nitrati provenienti da fonti agricole nonché impedire un ulteriore inquinamento di questo tipo. Considerando che l'inquinamento idrico dovuto ai nitrati in uno Stato membro si ripercuote sulle acque di altri Stati membri, è emersa la necessità di un'azione a livello comunitario.

Con la Direttiva 91/676/CEE la Comunità si è proposta di dare indicazioni sul controllo e sulla riduzione dell'inquinamento idrico risultante dall'uso di quantità eccessive di fertilizzanti e dallo spandimento di deiezioni di animali allevati.

Gli Stati membri a loro volta devono, considerando la situazione idrogeologica, pedologica ed agricola del proprio territorio, individuare le aree vulnerabili (quelle in cui le acque di falda contengono o possono contenere, ove non si intervenga, oltre 50 mg/l di nitrati) e progettare ed attuare i necessari programmi d'azione per ridurre l'inquinamento idrico provocato da composti azotati di origine agricola nelle zone vulnerabili. I suddetti programmi d'azione devono comportare misure che costituiranno interventi obbligatori per gli agricoltori e che mireranno a limitare l'impiego in agricoltura di tutti i fertilizzanti contenenti azoto e a stabilire restrizioni specifiche nell'impiego di concimi organici animali.

La Regione Siciliana, come previsto dalla Direttiva richiamata ed in relazione agli impegni assunti nel Piano di Sviluppo Rurale 2000 - 2006, ha realizzato la prima approssimazione della "Carta della vulnerabilità all'inquinamento da nitrati di origine agricola" ed ha predisposto il "Programma di azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola" (DDG n.193 del 17/02/2003).

Nel programma sono definite una serie di norme, di obbligatoria applicazione per quelle aziende agricole che ricadono nelle zone individuate come vulnerabili, relative alla gestione dei fertilizzanti e ad altre pratiche agronomiche nonché le misure vincolanti descritte nel Codice di Buona Pratica Agricola, approvato con decreto interministeriale del 19/4/1999 (GURI n°102 del 4/5/1999 Supplemento Ordinario). E' stata inoltre prevista una serie d'interventi, curati dal Servizio IX – Servizi allo Sviluppo dell'Assessorato regionale Agricoltura e Foreste, per favorire l'adempimento degli obblighi previsti attraverso azioni di divulgazione e formazione dei tecnici e degli operatori agricoli, azioni finalizzate ad approfondire la conoscenza dei reali impatti determinati dall'agricoltura in termini di inquinamento ed interventi volti ad integrare il monitoraggio della qualità delle acque.

Il Decreto legislativo 152/06 sottolinea che l'indagine preliminare di riconoscimento può essere suscettibile di sostanziali approfondimenti e aggiornamenti, sulla base di nuove indicazioni e conoscenze; proprio alla luce delle indicazioni dei tecnici che operano sul territorio, dei primi dati sul monitoraggio delle acque superficiali e profonde, delle nuove conoscenze sull'acquifero e sulla sua vulnerabilità nonché quelle sull'uso del suolo e relativi ordinamenti colturali e carichi zootecnici è stato realizzato l'aggiornamento metodologico per la definizione della nuova "Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola" in scala 1:250.000.

5.4.3.1 Metodologia utilizzata per la realizzazione della Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Per la realizzazione dell'indagine preliminare di riconoscimento ci si è avvalsi di una metodologia, messa a punto facendo riferimento ai criteri ed agli indirizzi previsti dall'allegato 7 al decreto legislativo 152/06, che ha permesso la realizzazione della Carta Regionale in cui la valutazione della vulnerabilità è fornita in termini qualitativi. Sono state individuate le "zone vulnerabili" e le "zone non vulnerabili" del territorio regionale, comprendendo nelle prime le aree che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali scarichi; chiaramente il rischio di inquinamento è dovuto all'utilizzazione in agricoltura dei fertilizzanti azotati e degli effluenti di allevamento.

Si ricorda in proposito che la normativa impone che per individuare i corpi idrici interessati vengano seguiti alcuni criteri di carattere generale, tenendo conto di:

- presenza di nitrati o la loro possibile presenza ad una concentrazione superiore a 50 mg/l (espressi come NO₃ nelle acque dolci superficiali, in particolare quelle destinate alla produzione di acqua potabile);
- presenza di nitrati o la loro possibile presenza ad una concentrazione superiore a 50 mg/l (espressi come NO₃) nelle acque dolci sotterranee;
- presenza di eutrofizzazione oppure la possibilità del verificarsi di tale fenomeno nell'immediato futuro nei laghi naturali di acque dolci o altre acque dolci, estuari, acque costiere e marine.

Ai fini dell'individuazione delle zone vulnerabili la norma prevede inoltre, per le Regioni, l'obbligo di valutare:

- le caratteristiche fisiche e ambientali delle acque e dei terreni che determinano il comportamento dei nitrati nel sistema acqua/terreno;
- il risultato conseguibile attraverso i *Programmi d'azione* adottati;
- le eventuali ripercussioni che si avrebbero nel caso di mancato intervento.

In particolare, per quanto riguarda le acque sotterranee, ai fini dell'individuazione delle zone vulnerabili il già citato Allegato 7 indica i seguenti fattori critici:

- presenza di un acquifero libero o parzialmente confinato in connessione idraulica con la superficie (tale elemento è condizionato anche dalla soggiacenza);
- presenza di una litologia di superficie e dell'insaturo prevalentemente permeabile (sabbia, ghiaia o litotipi fratturati);
- presenza di suoli a capacità di attenuazione tendenzialmente bassa (ad es. suoli prevalentemente sabbiosi, o molto ghiaiosi, con basso tenore di sostanza organica, poco profondi);
- presenza di situazioni accertate di compromissioni qualitative delle acque sotterranee dovuta a fattori antropici di origine prevalentemente agricola o zootecnica

Alla luce dei principi e dei criteri fissati dal contesto normativo di riferimento, l'individuazione delle zone vulnerabili da nitrati è stata pertanto effettuata considerando i fattori che interagiscono con gli agenti inquinanti:

- le caratteristiche litologiche e idrogeologiche del sottosuolo e dei corpi idrici, che determinano la "vulnerabilità intrinseca degli acquiferi";
- la tipologia dei suoli in qualità di potenziali filtri degli inquinanti di falda (capacità di attenuazione dei suoli);
- l'andamento climatico in quanto influente sulla dinamica del ciclo dell'azoto;
- il fattore antropico (coltivazioni ed allevamenti, tipologia e quantità di fertilizzanti, tipologia e quantità delle deiezioni del bestiame).

L'analisi e la valutazione degli studi, delle cartografie e dei database geografici disponibili ci hanno permesso di selezionare dei parametri ritenuti necessari e sufficienti per la valutazione della vulnerabilità. Ogni parametro selezionato è stato valutato in

termini qualitativi per intervalli opportunamente descritti o preordinati per situazioni tipo; l'approccio di tipo qualitativo presenta il vantaggio di essere facilmente applicabile in assenza di dati derivati da una metodologia quantitativa, ma al contempo potrebbe risultare fortemente penalizzante qualora la valutazione sia fatta esclusivamente secondo il criterio della massima limitazione. Ad ogni parametro "misurato qualitativamente" è stata attribuita una determinata classe; per l'attribuzione delle classi sono state realizzate delle *matching tables* in cui le qualità e caratteristiche, cioè i parametri ambientali, di ciascuna *unità cartografica territoriale* (*land map unit*: area omogenea nelle caratteristiche ambientali) sono state confrontate con i requisiti necessari per rientrare in una determinata classe di rischio o classe di capacità di attenuazione. I metodi di attribuzione delle classi mediante tabella di confronto sono diversi; i più utilizzati sono quello soggettivo (a stima di esperto) e quello della limitazione più severa, in cui si dà più peso al fattore maggiormente limitante. Nel primo caso si ha il vantaggio di giungere direttamente ad una valutazione secondo una stima basata sull'esperienza, ma trattandosi di un giudizio soggettivo è suscettibile di variazioni se cambia il valutatore. Il secondo caso presenta il vantaggio di essere molto cautelativo, ed è analogo alla cosiddetta "legge del minimo" in agricoltura, con la quale si stabilisce che la produzione di una coltura è condizionata dalla disponibilità dell'elemento nutritivo presente nel suolo al livello più basso; tuttavia a volte risulta essere eccessivamente penalizzante. Poiché entrambi gli approcci presentano vantaggi e svantaggi, si è ritenuto opportuno procedere secondo una metodologia mista che tiene conto dell'esperienza dei valutatori, evitando i rischi derivanti da un'attribuzione di classi rigidamente aritmetica o, all'opposto, da un'estrema soggettività. Le indicazioni fornite dalle *matching tables* hanno permesso la realizzazione di diverse Carte tematiche intermedie, riportate nel documento "Sintesi del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia", utilizzate per arrivare alla definizione finale della nuova *Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola* in scala 1:250.000. È stata adottata una metodologia di *Land evaluation* che si ispira ai metodi di *zonazione per aree omogenee*, seguendo un percorso metodologico in cui l'elemento centrale è costituito dalla sovrapposizione cartografica per *overlay* informatico delle Carte tematiche e dove, in particolare, sono state utilizzate le tecniche dell'*incrocio unione* e dell'*incrocio per intersezione*. L'elaborato finale costituisce un importante strumento di programmazione regionale, e rappresenta la base per l'impostazione dei Piani d'azione e delle attività di monitoraggio agroambientale; la Carta sarà inoltre utile per i successivi studi e aggiornamenti cartografici a maggiore dettaglio finalizzati alla protezione delle acque.

I dati e le informazioni a livello regionale utilizzati per l'ottenimento della cartografia intermedia e per la realizzazione delle *matching tables* sono stati derivati dal database climatico regionale e dal database pedologico regionale nonché dalle seguenti carte di base: *Carta litologica della Sicilia*, *Carta dei corpi idrici significativi*, *Carta dei suoli della Sicilia*, *Carta delle precipitazioni medie annue*, *Carta dell'evapotraspirazione potenziale media annua*, *Carta dell'uso del suolo della Sicilia*.

La scala di lavoro adottata per realizzare la cartografia intermedia e finale è quella di riconoscimento (1:250.000); di seguito viene sintetizzato il percorso di realizzazione della cartografia, che è illustrato anche nello schema riportato in figura 5.4.2:

- l'analisi congiunta dei dati di geologia strutturale ed idrogeologici e dei dati messi a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che ha avviato uno studio finalizzato alla caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei per la

definizione dello stato di qualità delle acque, ha permesso di effettuare una prima stima della vulnerabilità intrinseca e la definizione della *Carta della vulnerabilità intrinseca di massima*;

- l'elaborazione dei dati climatici e pedologici su scala regionale ha permesso la definizione rispettivamente della *Carta dell'indice di aridità* e della *Carta della capacità di attenuazione dei suoli*. Utilizzando la tecnica dell'incrocio per intersezione da queste due carte intermedie si è ottenuta la *Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima*;
- dal successivo incrocio per intersezione della *Carta della capacità di attenuazione del sistema suolo-clima* con la *Carta della vulnerabilità intrinseca di massima* si è ottenuta la *Carta della vulnerabilità potenziale*;
- l'elaborazione dei dati della *Carta dell'uso del suolo* e dei dati sulle aziende zootecniche ha permesso la definizione rispettivamente della *Carta degli apporti agricoli di azoto* e della *Carta degli apporti zootecnici di azoto* dal cui incrocio per unione è derivata la *Carta del carico inquinante teorico di azoto*;
- l'incrocio per intersezione della *Carta del carico inquinante teorico di azoto* con la *Carta della vulnerabilità potenziale* ha generato la *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola*;
- l'ulteriore elaborazione della *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola* e delle informazioni derivanti dall'analisi sullo scorrimento superficiale (*runoff potenziale*) e dai dati sul monitoraggio delle acque superficiali ha generato la *Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola* in scala 1:250.000.

Si fa presente che tutti gli incroci tra i diversi tematismi sono stati effettuati attraverso procedure di geoprocessing con l'ausilio dei softwares ARCGIS della ESRI.

Nei paragrafi seguenti si riporta la metodologia di realizzazione delle carte tematiche intermedie, riassunte in figura 5.4.2.

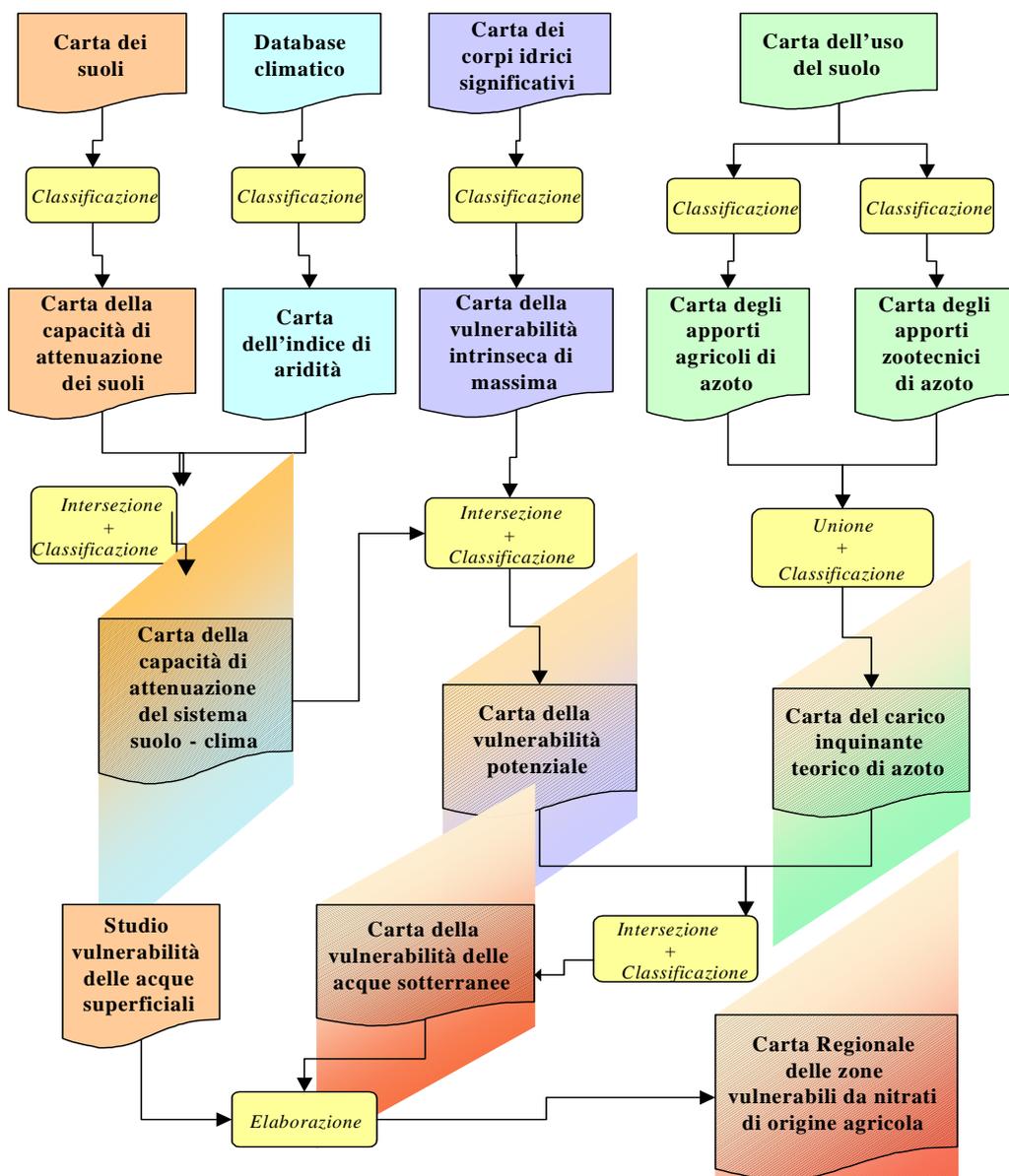


Figura 5.4.2 – Schema di realizzazione della cartografia

5.4.3.2 La vulnerabilità delle acque sotterranee

La caratterizzazione del sistema clima/soilo, necessaria alla definizione della vulnerabilità delle acque sotterranee, è stata già descritta nel paragrafo 5.4.2.1. Nei paragrafi successivi si riporta l'analisi sull'uso del suolo e la zootecnia.

L'uso del suolo e gli ordinamenti colturali

L'uso agricolo del territorio costituisce una delle condizioni che generano il rischio di inquinamento da nitrati; ciò è da mettere in relazione alle caratteristiche ed alla gestione

dei diversi agro-ecosistemi, che determinano effetti diretti ed effetti indiretti. Gli effetti diretti sono legati agli apporti azotati alle differenti colture con le concimazioni; quelli indiretti dipendono dalle tecniche colturali, in particolare l'irrigazione e le lavorazioni del terreno che, interferendo sul bilancio idrico del suolo, influenzano il flusso d'acqua che raggiunge la falda e che può veicolare gli inquinanti. L'analisi dell'uso agricolo del suolo e degli ordinamenti colturali, condotta a livello regionale (escluse le isole minori), ha permesso di definire il rischio di inquinamento derivante dall'utilizzazione agricola dei suoli e di realizzare la *Carta degli apporti agricoli di azoto* (Allegato n. 06); sovrapponendo quest'ultimo tematismo agli apporti azotati legati all'uso zootecnico (tematismo descritto nel paragrafo seguente) si è pervenuti ad una valutazione qualitativa del carico inquinante teorico di azoto. Lo strato informativo utilizzato per stimare gli apporti azotati delle colture agricole è stato derivato dalla Carta delle Aree di Studio per l'Irrigazione (CASI), progetto specifico dello "Studio sull'uso irriguo della risorsa idrica, sulle produzioni agricole irrigate e sulla loro redditività" realizzato dall'INEA nell'ambito del Programma Operativo Multiregionale "Ampliamento e adeguamento della disponibilità e dei sistemi di adduzione delle risorse idriche nelle Regioni Obiettivo 1". La CASI è stata realizzata con una metodologia che comprende più fasi a cui corrispondono livelli di approfondimento sempre maggiori ed è rappresentata da un database geografico sull'uso del suolo/copertura del suolo in formato vettoriale; in particolare come base di lavoro sono stati utilizzati i seguenti documenti:

- una carta (CASI 2) a livello regionale in scala 1:250.000 basata sui dati, disponibili al 1998, DTM, CORINE Land Cover e cartografia delle aree consortili attrezzate realizzata dal Consorzio ITA per conto del MiPAF;
- una carta (CASI 3) in scala 1:100.000 delle aree agricole con attitudine all'irrigazione, con ingrandimenti al 50.000 nelle aree irrigue, derivata dall'interpretazione di immagini satellitari Landsat TM riprese in tre anni diversi (scelte nell'arco temporale dal '93 al '98) ed in tre differenti stagioni (primavera, estate, autunno).

Il maggiore dettaglio riservato alle aree irrigue è risultato di grande utilità poiché è proprio in queste aree che si concentrano la frutticoltura (compresi gli agrumi) e l'orticoltura (compresa la floricoltura), entrambe espressione di un'agricoltura intensiva ritenuta la maggiore responsabile del potenziale rilascio di azoto in falda. In particolare, l'orticoltura intensiva, sia protetta che di pieno campo, è stata ritenuta l'uso agricolo regionale che presenta il maggiore rischio potenziale di rilascio di azoto in falda; ciò è dovuto all'utilizzo di più elevate quantità di fertilizzanti azotati, ad un numero maggiore di colture che si succedono sullo stesso appezzamento nel corso dell'anno e all'interramento di materiale organico rappresentato dai residui colturali della coltura precedente, tutte condizioni che concorrono ad un aumento della dotazione di azoto nel suolo.

L'analisi degli agro-ecosistemi regionali ha consentito la realizzazione di un documento intermedio relativo, la *Carta degli apporti agricoli di azoto*, redatto sulla base dei dati di uso agricolo del suolo ed in cui è stato preso in considerazione il contributo che i differenti tipi di utilizzazione del suolo danno al pericolo di trasporto di azoto nelle acque di percolazione; per la definizione di questo documento intermedio è stata elaborata una tabella (tabella 5.4.8), di seguito riportata, in cui sono stati valutati gli apporti azotati

delle differenti tipologie di uso agricolo organizzati in tre classi: alto, medio e basso (tabella 5.4.9).

Tabella 5.4.8 – Schema di attribuzione delle classi di apporto agricolo di azoto

Classe uso del suolo		Superficie (1)		Classe apporto azoto
Codice	Descrizione	ettari	%	
1	Superfici artificiali	96.584	3,80	Non classificabile
211	Seminativi non irrigui	800.527	31,48	Basso
2121	Seminativi irrigui - Colture erbacee in pieno campo a ciclo primaverile - estivo	4.976	0,20	Basso
2122	Seminativi irrigui - Colture orticole da pieno campo a ciclo estivo - autunnale o estivo - primaverile	39.459	1,55	Alto
2123	Seminativi irrigui - Colture orticole da pieno campo a ciclo primaverile - estivo	588	0,02	Alto
2125	Colture in serra e sotto plastica	9.641	0,38	Alto
2211	Vigneti irrigui	78.068	3,07	Medio
2212	Vigneti non irrigui	69.394	2,73	Basso
2221	Frutteti e frutti minori irrigui	138.232	5,44	Alto
2222	Frutteti e frutti minori non irrigui	6.018	0,24	Basso
2231	Oliveti irrigui	21.172	0,83	Medio
2232	Oliveti non irrigui	226.226	8,90	Basso
231	Prati stabili irrigui	218	0,01	Basso
232	Prati stabili non irrigui	176.196	6,93	Basso
241	Colture temporanee associate a colture permanenti	24.175	0,95	Basso
242	Sistemi colturali e particellari complessi	29.550	1,16	Medio
243	Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	9.270	0,36	Basso
3	Territori boscati e ambienti semi-naturali	803.912	31,61	Non classificabile
4	Zone umide	1.302	0,05	Non classificabile
5	Corpi idrici	7.545	0,30	Non classificabile
Superficie totale (1)		2.543.054		
(1) Isole minori escluse				

Tabella 5.4.9 – Classe di apporto azotato di origine agricola

Classe	Apporto di Azoto [kg/ha]
Basso	< 100
Medio	100 ÷ 200
Alto	> 200

La zootecnia

Per stimare i carichi di azoto originati dalle attività zootecniche sono state considerate le seguenti voci:

- numero di capi allevati, bovini e ovi-caprini, presenti in ogni comune (dati forniti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia);
- quantificazione del carico di azoto originato dalle attività zootecniche;
- determinazione della superficie agricola per comune utilizzata dagli animali al pascolo, che rappresenta il sistema di allevamento che caratterizza la zootecnia regionale.

Si fa presente che per la quantificazione del carico di azoto derivante da attività zootecniche non si è tenuto conto dei suini, poiché rappresentano un'esigua percentuale del patrimonio zootecnico regionale e non si dispone del dato ripartito per comune.

Il documento tematico intermedio che ha permesso di misurare il peso della zootecnia regionale nella definizione del carico inquinante teorico è rappresentato dalla *Carta degli apporti zootecnici di azoto* (Allegato n. 06), realizzata secondo una metodologia (illustrata nella Fig. 5.4.3) che ha alla base il fattore che caratterizza gli allevamenti regionali: l'alimentazione al pascolo. Inizialmente sono state delineate per ogni comune le aree normalmente pascolate dagli animali nei diversi periodi dell'anno, anche in relazione alle fasi fenologiche delle colture interessate dal pascolamento (corrispondenti alle seguenti classi di uso del suolo: Seminativi in aree non irrigue – Prati stabili – Seminativi o foraggere associati a colture permanenti – Territori boscati e ambienti seminaturali); in seguito tutte le specie animali sono state valutate in termini di unità di bestiame adulto (UBA) ed è stato stimato l'apporto annuale al suolo, con le deiezioni, di unità di azoto espresso in Kg di azoto per ettaro. Per stabilire il livello di apporti azotati di origine zootecnica sostenibili dagli agro-ecosistemi di riferimento, e che di conseguenza si ritiene non debbano creare rischi di inquinamento, si è fatto riferimento alle norme del Regolamento (CEE) 2092/91, relativo al metodo di produzione biologica dei prodotti agricoli, dove si determina che su un ettaro non possa gravare un carico azotato di origine animale superiore a 170 Kg di azoto per anno (equivalenti a due bovini maschi di due anni e oltre o a due vacche da latte). Le classi relative agli apporti azotati di origine zootecnica sono riportate in tabella 5.4.10.

Tabella 5.4.10 – Classe di apporto azotato di origine zootecnica

Classe	Apporto di Azoto [kg/ha]
Basso	< 170
Medio	170 ÷ 250
Alto	> 250

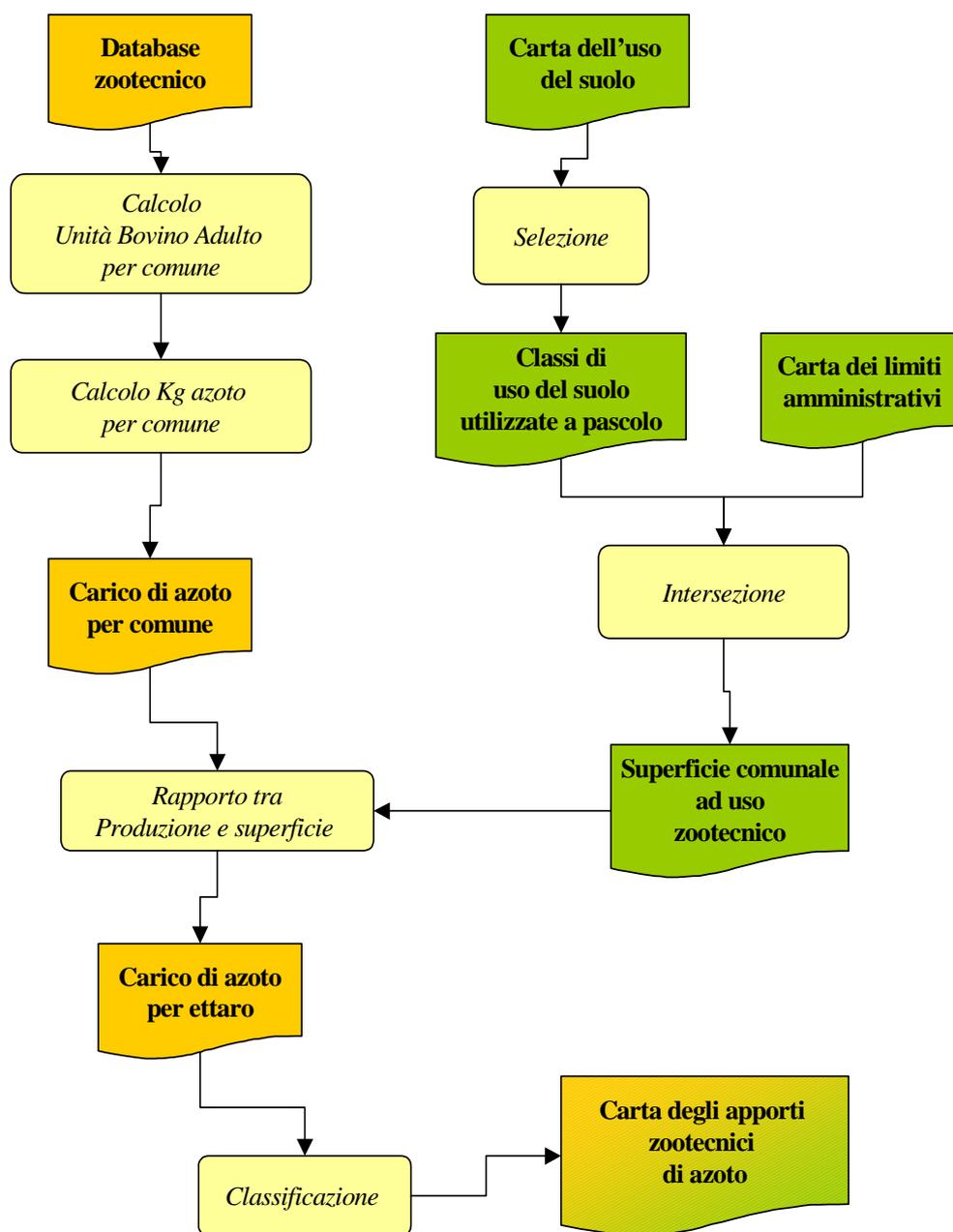


Figura 5.4.3 – Schema di realizzazione della carta degli apporti zootecnici di azoto

I due documenti tematici intermedi relativi agli apporti di azoto al suolo, la *Carta degli apporti agricoli di azoto* e la *Carta degli apporti zootecnici di azoto* sono stati sovrapposti con la tecnica dell'incrocio per unione ed è stata ottenuta la *Carta del carico inquinante teorico di azoto* (Allegato n. 06). Per l'attribuzione delle classi è stata definita una tabella riportata in seguito (tabella 5.4.11):

Tabella 5.4.11 – Schema di attribuzione delle classi di carico inquinate teorico di azoto

Apporto Zootecnico	Apporto Agricolo		
	Basso	Medio	Alto
Basso	Basso	Medio	Alto
Medio	Medio	Medio	Alto
Alto	Alto	Alto	Alto

La carta della vulnerabilità delle acque sotterranee

Per la valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee i due documenti intermedi fondamentali del percorso sono stati la *Carta della vulnerabilità potenziale* e la *Carta del carico inquinante teorico di azoto*. La realizzazione della *Carta della vulnerabilità potenziale* ha permesso di valutare il rischio d'inquinamento da nitrati delle acque sotterranee attraverso l'analisi dei parametri ambientali (caratteristiche geologiche, capacità attenuative del suolo e condizioni climatiche), coinvolti nei processi che influenzano il movimento dei nitrati, mentre la *Carta del carico inquinante teorico di azoto* fornisce indicazioni sui fattori antropici (agricoltura e zootecnia) che apportano azoto al suolo. La sovrapposizione di questi due strati informativi ha consentito di ottenere la *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola* (Allegato n. 06). Anche in questo caso è stata utilizzata la tecnica dell'incrocio per intersezione ed è stata elaborata una tabella (tabella 5.4.12), riportata in seguito, in cui sono state distinte tre classi di vulnerabilità: alta media e bassa.

Tabella 5.4.12 – Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola

Vulnerabilità potenziale	Carico inquinante teorico di azoto		
	Basso	Medio	Alto
Bassa	Bassa	Bassa	Media
Media	Bassa	Media	Alta
Alta	Bassa	Media	Alta

5.4.3.3 La vulnerabilità delle acque superficiali

Si rimanda al paragrafo 5.4.2.3 per le considerazioni sulla vulnerabilità e al documento "Sintesi del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia" per l'esito dello studio condotto.

5.4.3.4 La carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

L'approccio metodologico di valutazione della vulnerabilità da nitrati di origine agricola ha tenuto conto delle indicazioni fornite dall'allegato 7 del D.Lgs.152/06; ci si è basati infatti, innanzi tutto, sull'analisi dei fattori ambientali e antropici che concorrono a determinare uno stato di contaminazione. Nel documento finale, sempre sulla base di quanto specificato nell'allegato 7, non è stato ritenuto necessario separare più classi di

vulnerabilità, per cui le aree a diverso grado di vulnerabilità individuate con il percorso metodologico sin qui illustrato sono state accorpate ed inserite in un'unica classe che definisce le “Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola”.

La realizzazione della *Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola* è stata ottenuta dall'incrocio della *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee da nitrati di origine agricola* con lo studio sulla vulnerabilità delle acque superficiali, basato sulle informazioni derivanti dall'analisi dello scorrimento superficiale (runoff) e dai dati sul monitoraggio delle acque superficiali.

Le varie sovrapposizioni realizzate per produrre le cartografie intermedie hanno generato un elevato numero di poligoni, alcuni dei quali non risultano significativi; si è deciso quindi di eliminare tutti quei poligoni generati da incroci fra linee con lievi differenze geometriche, la cui superficie è risultata inferiore alla minima unità cartografabile presente negli strati informativi utilizzati per ottenere le Carte tematiche intermedie. La carta di maggior dettaglio è stata quella utilizzata per stimare gli apporti azotati delle colture agricole, la “Carta delle Aree di Studio per l'Irrigazione 3” (CASI 3), realizzata in scala 1:100.000 nelle aree agricole con attitudine all'irrigazione, con ingrandimenti al 50.000 nelle aree irrigue (vedi paragrafo sull'uso del suolo); poiché in questo documento l'unità minima cartografabile è di 6,25 ettari, si è ritenuto opportuno eliminare tutti i poligoni risultanti con superficie inferiore a tale valore.

Da queste ulteriori elaborazioni è derivata la *Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola* in scala 1:250.000 (riportata nel documento “Sintesi del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia”), strumento con cui sono state delimitate le aree del territorio regionale suscettibili di inquinamento da nitrati proveniente da fonte agricola.

5.4.4 Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari

L'uso dei prodotti fitosanitari in agricoltura esercita una notevole influenza sulla qualità delle acque. La presenza di residui nei corpi idrici, derivante dall'immissione dei prodotti fitosanitari nell'ambiente, costituisce infatti una importante contaminazione da fonti diffuse che può alterare in modo significativo lo stato della risorsa idrica. Si pone pertanto il problema della definizione di specifiche procedure finalizzate alla mitigazione del rischio da prodotti fitosanitari attraverso l'attivazione di specifiche attività di prevenzione e controllo.

L'Unione Europea ha affrontato il tema della regolamentazione dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari, ai fini della tutela della salute e dell'ambiente, con la Direttiva del Consiglio 91/414/CEE del 15 luglio 1991 (“relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari”), recepita in Italia con il Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 194 (“Attuazione della direttiva 91/414/CEE in materia di immissione in commercio di prodotti fitosanitari”).

In particolare, secondo quanto previsto dall'articolo 17, comma 4, dello stesso D. Lgs. n. 194/95, il “*Il Ministro della sanità, di concerto con il Ministro dell'ambiente, sentita la Conferenza permanente Stato-Regioni, adotta piani nazionali triennali per il controllo e la valutazione, mediante indagini coordinate dall'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente, di eventuali effetti dovuti all'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili, in particolare sulle acque superficiali e sotterranee, nonché sugli organismi non bersaglio*”. E' previsto inoltre, dal comma 5 dello stesso

articolo 17, che “*le Regioni e le Province autonome trasmettono i risultati dei piani di cui al comma 4, ... lettera b), all’Agenzia nazionale per la protezione dell’ambiente*”.

Inoltre, ai sensi dell’articolo 93 del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, le regioni devono identificare “*le aree vulnerabili da prodotti fitosanitari secondo i criteri di cui all’articolo 5, comma 21, del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 194, allo scopo di proteggere le risorse idriche o altri comparti ambientali dall’inquinamento derivante dall’uso di prodotti fitosanitari*”.

Ai fini dell’adozione dei “Piani triennali di sorveglianza sanitaria ed ambientale su eventuali effetti derivanti dall’utilizzazione dei prodotti fitosanitari” la Conferenza Stato-Regioni ha adottato, in data 8 maggio 2003, uno specifico Accordo di Programma secondo il quale si conviene di adottare i seguenti piani nazionali triennali:

- piano per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall’utilizzazione dei prodotti fitosanitari sulla salute degli operatori e della popolazione esposta a residui di sostanze attive dei prodotti fitosanitari degli alimenti, nelle bevande e nell’ambiente;
- piano per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall’utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili;
- piano per il controllo e la valutazione di eventuali effetti dovuti alla presenza simultanea di residui di più sostanze attive nello stesso alimento o bevanda con particolare riferimento agli alimenti per la prima infanzia.

L’articolo 3 dell’Accordo di Programma definisce poi le modalità per l’elaborazione del *Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall’utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili*, che di seguito vengono riepilogate differenziando i compiti fra Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) e Regione Siciliana, tenuto conto anche di quanto previsto in merito dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Compiti dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT)

All’APAT è stato affidato il compito di coordinare l’indagine per la valutazione degli effetti sull’ambiente derivanti dall’impiego di prodotti fitosanitari, con particolare riferimento al comparto delle acque superficiali e sotterranee. L’agenzia nazionale deve inoltre fornire indicazioni sui metodi per il campionamento, l’analisi, il controllo di qualità e uno schema di presentazione dei risultati.

L’APAT infine raccoglie, elabora e valuta i risultati dei piani, e provvede a trasmettere annualmente al Ministero della salute ed al Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, oltre che alle Regioni e Province autonome interessate, lo stato di attuazione delle indagini ed i risultati provvisori, e provvede a formulare un parere conclusivo sui risultati ed, eventualmente, proposte di eventuali misure cautelative per l’adozione dei provvedimenti necessari e conseguenti da parte delle amministrazioni interessate.

Inoltre, secondo quanto previsto dall’Allegato 7 (Parte III) al D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, l’APAT e le Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente forniscono supporto tecnico-scientifico alle Regioni e alle Province autonome al fine di:

- promuovere uniformità d'intervento nelle fasi di valutazione e cartografia delle aree di protezione dai prodotti fitosanitari;
- garantire la congruità delle elaborazioni cartografiche e verificare la qualità delle informazioni ambientali di base (idrogeologiche, pedologiche, ecc.).

L'APAT infine promuove attività di ricerca nell'ambito delle problematiche relative al destino ambientale dei prodotti fitosanitari autorizzati. Tali attività hanno il fine di acquisire informazioni intese a migliorare e aggiornare i criteri di individuazione delle aree vulnerabili per i comparti del suolo, delle acque superficiali e sotterranee, nonché degli organismi non bersaglio.

Compiti delle Regioni

La Regioni devono definire, nell'ambito del proprio territorio, il *Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili*, tenendo conto degli indirizzi indicati nell'allegato allo stesso Accordo di Programma e dei programmi di rilevazione previsti dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modifiche e integrazioni, (la necessità di tale raccordo è legata all'esigenza di evitare duplicazioni e sovrapposizioni delle attività di monitoraggio e controllo).

Inoltre, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (Parte III, Allegato 7), le Regioni e le Province autonome devono:

- individuare le aree in cui richiedere limitazioni o esclusioni d'impiego, anche temporanee, di prodotti fitosanitari autorizzati, allo scopo di proteggere le risorse idriche e altri comparti rilevanti per la tutela sanitaria o ambientale, ivi inclusi l'entomofauna utile e altri organismi utili, da possibili fenomeni di contaminazione;
- provvedere alla prima individuazione e cartografia delle aree vulnerabili ai prodotti fitosanitari ai fini della tutela delle risorse idriche sotterranee;
- successivamente alla prima individuazione provvedere ad effettuare la seconda individuazione e la stesura di una cartografia di maggiore dettaglio delle zone vulnerabili dai prodotti fitosanitari (in questa fase dovrà essere elaborato un programma di massima, con l'articolazione delle fasi di lavoro e i tempi di attuazione, che dovrà essere inviato al Ministero dell'Ambiente e all'APAT);
- predisporre programmi di controllo per garantire il rispetto delle limitazioni o esclusioni d'impiego dei prodotti fitosanitari disposte, su loro richiesta, dal Ministero della Sanità;
- fornire al Ministero dell'Ambiente e all'APAT i dati relativi all'individuazione e alla cartografia delle aree di protezione dai prodotti fitosanitari.

Modalità attuative nella Regione Siciliana

Nella Regione Siciliana la problematica in questione è stata affrontata all'interno del *Tavolo Tecnico Regionale sulle Acque* (istituito con il D.D.G. n. 1475 del 12/12/03, e successivamente aggiornato con il D.D.G. n. 296 del 17/03/06), ed in particolare

nell'ambito del Tavolo di Settore n. 3 “*Protezione zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari*”, costituito da:

- Dipartimento Regionale Interventi Strutturali in Agricoltura;
- Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente;
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale;
- Commissario delegato emergenza rifiuti e tutela delle acque;
- Commissario delegato emergenza idrica;
- Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque.

Il Tavolo di Settore ha individuato le sostanze prioritarie da ricercare, i corpi idrici, modalità di campionamento e criteri per l'ubicazione dei punti di monitoraggio, individuati alla luce di molteplici elementi: pratiche agronomiche, dati di vendita dei fitofarmaci, sostanze prioritarie, vulnerabilità degli acquiferi, rete di monitoraggio esistente, ecc.

Per quanto riguarda la selezione delle “sostanze prioritarie” da cercare nei corpi idrici è stato inoltre attivato un gruppo di lavoro ristretto cui hanno partecipato l'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste (Dipartimento Regionale Interventi Strutturali: Servizio IV/U.O. 17; Servizio IX/U.O. 49 – Osservatorio per le malattie delle piante: U.O. 21 di Acireale), Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (DAP di Palermo e Ragusa) e ARTA (Servizio 7/DTA), al fine di individuare e delimitare, in funzione anche delle correnti pratiche agronomiche, le aree dove potenzialmente risultano riscontrabili i prodotti fitosanitari individuati, sulla base della carta dell'uso del suolo e dei dati di utilizzo.

Il Tavolo di Settore si è avvalso anche della collaborazione del Dott. Pietro Paris, del Settore Sostanze Pericolose del Servizio Osservatorio sulle Tecnologie – Dipartimento Nucleare Rischio Tecnologico e Industriale di APAT, che si ringrazia per il contributo tecnico-scientifico. Il Tavolo ha fatto inoltre riferimento alla documentazione tecnica indicata in allegato.

Il *Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili* della Regione Siciliana è consultabile, con tutti gli allegati, sui siti internet dei Dipartimenti interessati.

5.4.4.1 Aspetti generali

Il *Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili* ha le seguenti finalità:

- rilevare eventuali effetti sull'ambiente non prevedibili in sede di valutazione e immissione in commercio dei prodotti fitosanitari;
- favorire la definizione di un quadro conoscitivo adeguato per l'assunzione delle decisioni in materia di prevenzione dei rischi derivanti dall'utilizzo dei prodotti fitosanitari;

- armonizzare i sistemi di monitoraggio a livello territoriale attraverso controlli mirati e coordinati.

Il Piano concentra l'attenzione sulle acque interne (superficiali e sotterranee), senza comunque escludere la possibilità di avviare iniziative "pilota" per il controllo degli effetti sui sedimenti, sul suolo e su taluni organismi "non bersaglio", al fine di valutare gli effetti dei prodotti fitosanitari in relazione alle aree di effettivo utilizzo, ai "carichi" territoriali prevedibili e alla pericolosità ambientale delle sostanze utilizzate.

In questo contesto, il piano si limita a considerare l'esposizione, vale a dire la possibile presenza e la concentrazione delle sostanze attive e dei prodotti di degradazione nei predetti comparti ambientali. Le concentrazioni rilevate saranno poste a confronto con le concentrazioni ritenute ammissibili dalle norme vigenti e con le "concentrazioni di non effetto" utilizzate in sede di valutazione del rischio.

Ai fini della predisposizione del piano – in linea con quanto previsto dall'Accordo di Programma del 08/05/03 – sono state attivate le necessarie procedure per definire:

- le sostanze prioritarie da ricercare;
- i corpi idrici significativi;
- i punti di monitoraggio;
- le modalità di campionamento.

L'attività di controllo sui corpi idrici prevista nel piano ha carattere permanente, ed è stata strutturata in modo da integrarsi con le attività di monitoraggio già previste dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, inserendosi organicamente nel sistema complessivo dei controlli.

Il Piano prevede inoltre la predisposizione e l'aggiornamento di:

- una carta dell'uso del suolo con l'individuazione e la distribuzione delle principali colture agricole;
- un sistema per la "georeferenziazione" dei consumi di prodotti fitosanitari.

In linea con quanto previsto in merito dal D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 (Parte III; Allegato 7), ai fini dell'individuazione delle "zone vulnerabili da prodotti fitosanitari" sono previste due fasi: una indagine preliminare di riconoscimento (prima individuazione) e una indagine di maggiore dettaglio (seconda individuazione).

Con l'elaborazione di questo documento si chiude la prima fase e iniziano le procedure relative alla seconda.

Indagine preliminare di riconoscimento

Nella prima individuazione delle zone vulnerabili si è fatto riferimento alle aree per le quali le attività di monitoraggio hanno evidenziato situazioni di compromissione dei corpi idrici sotterranei, sulla base degli standard delle acque destinate al consumo umano indicati dal D.P.R. n. 236 del 1988 per il parametro 55 (antiparassitari e prodotti assimilabili), integrando tali elementi con i dati provenienti dal monitoraggio dei corpi idrici, di cui all'Allegato I (Parte III) al D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152. Sono state inoltre escluse dalle aree vulnerabili le zone in cui la natura dei corpi rocciosi impedisce la formazione di un acquifero o dove esiste una protezione determinata da un orizzonte scarsamente permeabile, purché continuo, o da un suolo molto reattivo.

Obiettivo di questo tipo di indagine infatti, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/06, “non è la rappresentazione sistematica delle caratteristiche di vulnerabilità degli acquiferi, quanto piuttosto la individuazione delle porzioni di territorio dove le situazioni pericolose per le acque sotterranee sono particolarmente evidenti”.

L'individuazione preliminare delle zone vulnerabili è stata pertanto effettuata tenendo conto delle pressioni, che sono strettamente correlate all'utilizzo del territorio (aree agricole sottoposte a colture intensive, in particolare quelle a seminativo, a vigneti e a frutteto, rappresentano infatti le porzioni di territorio sottoposte ad un carico rilevante da prodotti fitosanitari) nonché dei fattori ambientali che possono concorrere a determinare uno stato di contaminazione.

Tali fattori dipendono da:

- vulnerabilità intrinseca dei sistemi idrogeologici (dipendente dalle caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi);
- capacità di attenuazione del suolo nei confronti dell'inquinante (legate a caratteristiche di tessitura, contenuto di sostanza organica ed altri fattori relativi alla sua composizione e reattività chimico-biologica);
- condizioni climatiche e idrologiche;
- tipo di ordinamento colturale e relative pratiche agronomiche.

Nell'individuazione preliminare delle zone vulnerabili sono stati presi in considerazione, in prima approssimazione, i seguenti fattori critici:

- presenza di un acquifero libero o parzialmente confinato (ove la connessione idraulica con la superficie è possibile) e, nel caso di rocce litoidi fratturate, presenza di un acquifero a profondità inferiore a 50 m, da raddoppiarsi in zona a carsismo evoluto;
- presenza di una litologia di superficie e dell'insaturo prevalentemente permeabile (sabbia, ghiaia o litotipi fratturati);
- presenza di suoli a capacità di attenuazione tendenzialmente bassa (ad es. suoli prevalentemente sabbiosi, o molto ghiaiosi, con basso tenore di sostanza organica, poco profondi).

La concomitanza delle condizioni sopra esposte è stata considerata come indice di situazioni di maggiore vulnerabilità.

Aggiornamenti successivi

L'indagine svolta nella prima fase sarà oggetto di sostanziali approfondimenti e aggiornamenti sulla base di nuove indicazioni, tra cui, in primo luogo, i dati provenienti da attività di monitoraggio che consentiranno una caratterizzazione e una delimitazione più precisa delle aree vulnerabili.

Questa successiva fase di lavoro, che può procedere parallelamente alle indagini ed alla elaborazione di cartografia di maggiore dettaglio, può prevedere inoltre la designazione di più di una classe di vulnerabilità (al massimo 3) riferita ai gradi più elevati e la valutazione della vulnerabilità in relazione alla capacità di attenuazione del suolo, in modo tale che si possa tenere conto delle caratteristiche intrinseche dei prodotti

fitosanitari per poterne stabilire limitazioni o esclusioni di impiego sulla base di criteri quanto più possibile obiettivi.

La seconda individuazione avverrà con il supporto di cartografia ad una scala maggiormente dettagliata (1:50.000 - 1:100.000): successivamente o contestualmente alle fasi descritte in precedenza, compatibilmente con la situazione conoscitiva di partenza e con le possibilità operative dell'amministrazione, sarà avviata una indagine con scadenze a medio/lungo termine. In questa fase saranno convogliate la maggior parte delle risorse tecnico-scientifiche sullo studio delle aree più problematiche, già individuate nel corso delle fasi precedenti.

Obiettivo di questa indagine sarà l'individuazione della "vulnerabilità specifica" degli acquiferi, e in particolare delle classi di grado più elevato, prendendo in considerazione i fattori inerenti la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, la capacità di attenuazione del suolo e le caratteristiche chemiodinamiche dei prodotti fitosanitari.

Ai fini della individuazione dei prodotti per i quali le amministrazioni potranno chiedere l'applicazione di eventuali limitazioni o esclusioni d'impiego ci si potrà avvalere di parametri o indici che consentano di raggruppare i prodotti fitosanitari in base al loro potenziale di percolazione (ad esempio, l'indice di Gustafson).

In questa fase sarà redatto un programma di massima, con l'articolazione delle fasi di lavoro e i tempi di attuazione, che sarà inviato al Ministero dell'Ambiente e all'APAT.

Le maggiori informazioni derivanti dall'indagine di medio-dettaglio consentiranno di disporre di uno strumento di lavoro utile per la pianificazione dell'impiego dei prodotti fitosanitari a livello locale e permetteranno di precisare, rispetto all'indagine preliminare di riconoscimento, le aree suscettibili di restrizioni o esclusioni d'impiego.

Non si esclude, ovviamente, la possibilità di intraprendere studi di maggior dettaglio a carattere operativo-progettuale, quali strumenti di previsione e, nell'ambito della pianificazione, di prevenzione dei fenomeni di inquinamento. Questi studi sono finalizzati al rilevamento della vulnerabilità e dei rischi presenti in siti specifici (campi pozzi, singole aziende, comprensori, ecc.), all'interno delle più vaste aree definite come vulnerabili, e possono permettere di indicare più nel dettaglio le eventuali restrizioni nel tempo e nello spazio nonché gli indirizzi tecnici cui attenersi nella scelta dei prodotti fitosanitari, dei tempi e delle modalità di esecuzione dei trattamenti.

La cartografia delle aree ove le acque sotterranee sono potenzialmente vulnerabili

Per le valutazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi sotterranei all'inquinamento sono stati utilizzati, come per molte delle elaborazioni cartografiche del piano, Sistemi Informativi Geografici quali strumenti per l'archiviazione, l'integrazione, l'elaborazione e la presentazione dei dati geograficamente identificati (georeferenziati). In questa prima fase sono state fatte valutazioni di massima, che saranno verificate ed eventualmente integrate alla luce di dati diretti sulla qualità delle acque che dovessero rendersi disponibili.

Il quadro di riferimento tecnico-scientifico e procedurale prevede di considerare la vulnerabilità su due livelli: vulnerabilità intrinseca degli acquiferi e vulnerabilità specifica.

Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

Nella valutazione della “vulnerabilità intrinseca” degli acquiferi si prendono in considerazione essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi presenti, facendo riferimento a inquinanti generici e senza considerare le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze.

In relazione allo stato e all'evoluzione delle conoscenze potrà essere ulteriormente approfondito, ed opportunamente considerato, anche il diverso peso che assume il suolo superficiale nella valutazione della vulnerabilità intrinseca: tale caratteristica viene definita come “capacità di attenuazione del suolo” e presuppone la disponibilità di idonee cartografie geo-pedologiche.

Vulnerabilità specifica degli acquiferi

Con “vulnerabilità specifica” s'intende la combinazione della valutazione e cartografia della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi con quella della capacità di attenuazione del suolo per una determinata sostanza o gruppo di sostanze. Questa si ottiene dal confronto di alcune caratteristiche chemio-dinamiche della sostanza (capacità di assorbimento ai colloidi del suolo resistenza ai processi di degradazione, solubilità in acqua, polarità, etc.) con le caratteristiche fisiche, chimiche ed idrauliche del suolo.

L'elaborazione di cartografie di vulnerabilità specifica è il risultato di studi approfonditi ed interdisciplinari e richiede l'uso di opportuni modelli di simulazione. Potrà essere avviata soltanto nella seconda fase.

Criteri per l'individuazione delle sostanze prioritarie

Per quanto riguarda l'attività di controllo sui corpi idrici sono considerate prioritarie le sostanze attive e i prodotti di degradazione che per quantità impiegate nelle pratiche agronomiche, caratteristiche intrinseche di pericolosità e modalità di distribuzione possono costituire un rischio significativo per l'uomo e per l'ambiente.

L'individuazione delle sostanze prioritarie è stata effettuata, in linea con quanto previsto dall'Accordo di Programma 8 maggio 2003, sulla base dei seguenti criteri:

- quantità di prodotti fitosanitari applicate, sulla base di dati diretti di utilizzo o di vendita, o di stime che tengano conto delle dosi di trattamento, del numero di trattamenti e delle superfici complessivamente trattate (in fase di prima applicazione, in assenza di un sistema di rilevazione dei consumi effettivi sul territorio, sono stati utilizzati i dati di vendita previsti dal decreto del Ministero della sanità 25 gennaio 1991, n. 217, elaborati per tenere conto della concentrazione dei principi attivi nei prodotti fitosanitari);
- potenziale di contaminazione definito sulla base delle proprietà chemiodinamiche dei prodotti fitosanitari;
- frequenza di rilevamento nei corpi idrici, sulla base dei dati di monitoraggio disponibili, della letteratura scientifica o di altri documenti tecnici;
- proprietà ecotossicologiche;

- proprietà tossicologiche;
- disponibilità e praticabilità dei metodi analitici per la determinazione del prodotto nella matrice acquosa.

Criteri per il monitoraggio dei corpi idrici

La selezione dei corpi idrici, il posizionamento dei punti di prelievo e la periodicità dei campionamenti devono consentire di identificare, quantificare e seguire le evoluzioni spaziali e temporali di eventuali fenomeni di inquinamento derivante dall'uso dei prodotti fitosanitari. In questa prima fase la selezione dei corpi idrici e dei punti di campionamento è stata effettuata all'interno della rete regionale di campionamento definita per l'applicazione del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, tenendo conto, a livello territoriale, dell'uso dei prodotti fitosanitari e delle caratteristiche idrogeologiche.

Per quanto riguarda la frequenza di campionamento si è fatto riferimento ai criteri adottati a livello nazionale ed esplicitati nell'Accordo di Programma del 08/05/03.

Acque superficiali

A regime la frequenza di campionamento sarà programmata in modo da rilevare gli eventuali picchi di concentrazione, tenendo conto dei periodi in cui vengono maggiormente praticati i trattamenti fitosanitari. Nella fase iniziale (il primo anno) è stato previsto un numero di quattro prelievi distribuiti nell'anno.

Acque sotterranee

A regime la frequenza dei campionamenti sarà calibrata sulla base delle caratteristiche idrogeologiche dei vari acquiferi. Nella fase iniziale (il primo anno) è stato previsto un numero di due prelievi distribuiti nell'anno.

Caratteristiche dei metodi di prova

Secondo quanto previsto nell'Accordo di Programma in precedenza citato sono preferibili metodi che possono essere applicati ad un elevato numero di sostanze attive (metodi multiresiduo) e che limitano l'uso di prodotti tossici e solventi, in un'ottica di riduzione degli effetti dannosi nei confronti dell'operatore e dell'ambiente. Esistono tuttavia diversi principi attivi che non possono essere rilevati con tali metodi e richiedono la messa a punto di metodi di analisi specifiche.

I laboratori interessati adotteranno un adeguato programma di controllo di qualità interno con lo scopo di tenere sotto controllo le proprie prestazioni nel tempo e garantire i livelli di qualità prestabiliti.

I dati del monitoraggio saranno trasmessi ad APAT per via informatica, nei formati e secondo le modalità operative definite dall'Agenzia.

5.4.4.2 Individuazione delle sostanze prioritarie

Considerazioni generali

Sono da considerare prioritarie le sostanze attive e i loro prodotti di degradazione che per quantità impiegate, modalità di distribuzione e pericolosità possono rappresentare un rischio significativo per l'uomo e per l'ambiente. Le difficoltà legate alla loro individuazione derivano dal grande numero di principi attivi utilizzati in agricoltura, dal diverso destino che tali sostanze subiscono nell'ambiente e dal differente grado di pericolosità per gli organismi che non sono il bersaglio diretto della loro azione e per l'uomo.

Nella scelta della metodologia, come già detto, si è fatto riferimento a quanto previsto dall'Accordo di Programma 8 maggio 2003.

La stima dei fattori previsti nel citato Accordo presenta elementi di criticità legati soprattutto a:

- elevato numero delle variabili di cui bisogna tenere conto;
- difficoltà di valutazione delle possibili correlazioni tra i diversi elementi che concorrono al comportamento dei fitofarmaci nell'ambiente,
- reperimento di informazioni relative al comportamento chemiodinamico dei diversi prodotti fitosanitari.

Appare chiaro che solo un approccio metodologico semplificato, che punti all'individuazione di fattori cardine da utilizzare nella ricostruzione dei modelli di diffusione ambientale, può fornire soluzioni alla complessa problematica.

La formulazione e l'impiego di "indici di priorità" soddisfa a tali criteri di semplificazione. Infatti, tramite l'applicazione di semplici algoritmi, gli indici di priorità consentono di sintetizzare ed integrare i vari elementi che concorrono a determinare il rischio per le acque, e permettono di arrivare all'individuazione delle "sostanze attive" correlate al territorio.

Gli indici di uso più comune sono :

- l'I_EXP EURAM exposure score, che è parte della procedura COMMPS (Combined Monitoring-based and Modelling -based Priority Setting);
- l'Indice di Priorità (IP) proposto dal gruppo di lavoro APAT- ARPA-APPA fitofarmaci.

Entrambi gli indici si basano su fattori sostanzialmente comuni, ma differiscono nelle modalità di calcolo.

I fattori considerati sono:

- livelli di emissione dedotti da dati di vendita produzione o utilizzo;
- distribuzione nell'ambiente acquatico calcolata con un modello teorico di fugacità (Machkay I livello);
- degradazione della sostanza attiva;
- tipo di utilizzo (preso in considerazione solo per l'IP).

I recenti sviluppi negli studi sull' applicabilità dell'IP svolti dal gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA Fitofarmaci (AAAF), e presentati in occasione del Convegno Fitofarmaci ed Ambiente tenutosi a Palermo in data 20-21 ottobre 2005, hanno dimostrato che le priorità ottenute applicando i due diversi indici rispetto ai dati di vendita di prodotti fitosanitari in ambito nazionale sono sostanzialmente in buon accordo. Tuttavia la difficoltà di reperire, nel caso dell'Indice I_EXP EURAM, informazioni relative alla biodegradazione acquatica per numerose sostanze attive e precise indicazioni sulle quantità di produzione o di importazione di prodotti, fanno sì che l'IP risulti di più ampia ed immediata applicabilità.

Inoltre l'indice di priorità del gruppo AAAF è ormai da anni diffusamente impiegato in numerose regioni italiane, e si è dimostrato un utile strumento predittivo della contaminazione delle acque dovuta ai prodotti fitosanitari. Per le motivazioni appena esposte l'Indice di Priorità (IP) è stato individuato come criterio fondante, rispetto al quale sviluppare la metodologia di selezione delle sostanze prioritarie per il monitoraggio dei corpi idrici nella Regione Sicilia

La procedura seguita, in linea con i criteri previsti dall'allegato A dell'accordo 8 maggio 2003, si è articolata nelle seguenti fasi:

- applicazione preliminare dell'Indice di Priorità a livello regionale;
- riclassificazione sulla base dei risultati dei controlli effettuati dai laboratori della regione e dai laboratori delle Agenzie Ambientali a livello nazionale per la ricerca dei residui di fitofarmaci nelle acque;
- integrazione con l'elenco delle sostanze previste dal D. Lgs. 152/06;
- integrazione con sostanze di particolare interesse agronomico;
- distinzione delle sostanze sulla base della verifica dell'applicabilità del metodo multiresiduo.

L'Indice di Priorità

Nel calcolo dell'Indice di Priorità sono stati individuati, come fattori discriminanti, i seguenti fattori, che risultano congruenti con i primi tre criteri individuati nell'accordo 8 maggio 2003:

- dati di vendita;
- tipo di utilizzo
- distribuzione ambientale calcolata con un modello teorico;
- degradazione della sostanza attiva.

La combinazione dei fattori costituisce l'Indice di Priorità, che è determinato in base alla seguente formula:

$$IP = [P_v + (P_u \times P_a)] \times P_d$$

dove:

IP = Indice di Priorità

Pv = Punteggio vendite

Pu = Punteggio utilizzo

Pa = Punteggio distribuzione ambientale

Pd = Punteggio degradazione

Di seguito si analizzano puntualmente i singoli termini della formula.

Punteggio vendite (Pv)

Le sostanze attive vengono ordinate, in maniera decrescente, in base ai dati di vendita. E' possibile predisporre elenchi nazionali, regionali ed in alcuni casi provinciali. Ad ogni sostanza attiva viene attribuito un punteggio (variabile da 1 a 5) in base alla sua posizione nell'elenco predisposto con dati decrescenti (tabella 5.4.13).

Tabella 5.4.13 – Schema di attribuzione dei punteggi vendite delle sostanze prioritarie

Posizione nell'elenco	Pv
1°-10° percentile	5
11°-20° percentile	4
21°-30° percentile	3
31°-50° percentile	2
51°-100° percentile	1

In Italia sono disponibili i dati relativi alle vendite dei prodotti fitosanitari elaborati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali tramite il SIAN (Sistema Informativo Agricolo Nazionale), che fornisce elenchi semestrali per ogni regione e provincia, relativi ai prodotti commerciali venduti sulla base delle dichiarazioni dei rivenditori.

I dati dei prodotti commerciali devono essere elaborati per consentire di valutare le quantità effettive delle sostanze attive vendute. Tale elaborazione è resa possibile mediante un programma predisposto dal gruppo di lavoro APAT-ARPA-APPA Fitofarmaci che trasforma le quantità di prodotto commerciale in quantitativi di sostanze attive. Il programma utilizza una banca dati che contiene le informazioni relative al nome, numero di registrazione e composizione di più di 7000 prodotti commerciali. I dati di vendita elaborati per sostanza attiva sono disponibili attualmente per gli anni dal 1996 al 2001. In Allegato 1 sono riportati i dati relativi al 2001, utilizzati per l'elaborazione dell'indice.

In Sicilia, con il Decreto dell'Assessorato alla Sanità 29 luglio 2003 (Norme procedurali e direttive in materia di prodotti fitosanitari di attuazione del DPR 290/2001), a partire dal 2003 l'informazione relativa ai dati di vendita sarà raccolta ed elaborata dai Servizi di Igiene degli Alimenti e della Nutrizione delle ASL, e quindi trasmessa al Dipartimento IRS (Ispettorato Regionale Sanitario). Allo stato attuale non risultano ancora disponibili però dati completi per tutte le province.

Punteggio utilizzo (Pu)

In merito al tipo di utilizzo del prodotto fitosanitario in campo, non sono considerati gli aspetti relativi alle dosi di impiego e ai possibili tipi di formulazione, in quanto possono determinare una ulteriore complicazione e difficoltà. Si procede quindi alla semplificazione del problema considerando solamente i possibili utilizzi autorizzati, in particolare se gli impieghi sono consentiti sulla coltura o sul terreno.

Tali valutazioni partono dal presupposto che il terreno rappresenti il punto di partenza della distribuzione ambientale della sostanza attiva: a) per trattamento diretto, b) per la ricaduta durante i trattamenti fitosanitari della parte area, c) per dilavamento delle colture dopo il trattamento (tabella 5.4.14).

Tabella 5.4.14 – Schema di attribuzione dei punteggi utilizzo delle sostanze prioritarie

<i>Tipo utilizzo</i>	<i>Pu</i>
sul terreno	1
Terreno + coltura	0,9
Coltura	0,8

L'impiego dei fitofarmaci in Italia è regolamentato dalla Legge 30 aprile 1962, n. 283, che prevede l'autorizzazione preventiva per qualsiasi tipo di impiego. Il Ministro della Salute stabilisce sia le colture autorizzate sia le modalità di utilizzo. Per ogni sostanza attiva possono essere stabiliti i tipi di impiego autorizzati (sulla coltura, sul terreno od entrambi), mediante la consultazione dei decreti del Ministro della Salute.

Punteggio distribuzione ambientale (Pa)

La valutazione della distribuzione ambientale delle sostanze attive è ottenuta utilizzando il modello teorico Mackay Livello I, come presentato da S. Peterson e D. Mackay (1), che calcola la ripartizione della sostanza all'equilibrio nel modello di mondo. Il modello teorico considera sei compartimenti (aria, terreno, acqua, sedimenti, sedimenti in sospensione, pesci) alla temperatura di 298 °K (25 °C).

Il Livello I del modello Mackay rappresenta il grado di minor complessità modellistica, ma permette il calcolo della distribuzione della sostanza nei diversi comparti mediante la conoscenza di quattro caratteristiche della sostanza attiva:

- peso molecolare
- pressione di vapore
- solubilità in acqua
- coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (Kow).

Sulla base della percentuale in acqua, calcolata con il Modello Mackay Livello I, si assegnano dei punteggi variabili da 1 a 5 (tabella 5.4.15).

Tabella 5.4.15 – Schema di attribuzione dei punteggi di distribuzione ambientale delle sostanze prioritarie

<i>% in acqua</i>	<i>Pa</i>
> 99	5
>80-99	4
>60-80	3
>30-60	2
0-30	1

Le caratteristiche chimico–fisico–ambientali necessarie per calcolare la distribuzione in base al modello sono fornite da numerose fonti bibliografiche. L'utilizzo di fonti diverse per reperire i dati richiede che vengano operate delle scelte tra valori riportati da autori diversi, e non sempre tali decisioni sono facilmente determinabili. Per questo motivo le caratteristiche chimico–fisico–ambientali (peso molecolare, vapore, solubilità in acqua, coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (Kow)), utilizzate per il calcolo della distribuzione ambientale secondo il modello Mackay Livello I, sono quelle riportate dal Pesticide Manual 12° edizione ed. C.D.S. Tomlin o dalle edizioni precedenti se non presenti nella 12° edizione.

Per 302 sostanze attive sono disponibili le caratteristiche chimico–fisico–ambientali; operando in alcuni casi delle semplificazioni è calcolata la percentuale in acqua ed assegnato il relativo punteggio.

Non vengono valutati per il calcolo dell'Indice di Priorità:

- tensioattivi, bagnanti, oli minerali;
- i prodotti fitosanitari inorganici quali sali di rame, zolfo, polisolfuri in quanto non è possibile applicare il modello Mackay per la distribuzione ambientale;
- insetticidi batterici;
- i fungicidi ditiocarbammati e thiuramdisolfuri (*mancozeb, maneb, metiram, propineb, zineb, ziram, metam-sodium, thiram*) in quanto sono determinati complessivamente come solfuro di carbonio.

Lo zolfo, i polisolfuri, i composti rameici e fungicidi ditiocarbammati-thiuramdisolfuri non sono inseriti nel calcolo dell'Indice di Priorità perché è ritenuto più utile valutare separatamente la necessità di ricercarne i residui.

Punteggio degradazione (Pd)

Per esprimere la degradazione delle sostanze attive, è stato scelto il valore di “tempo di dimezzamento” DT_{50} nel suolo espresso in giorni.

Le sostanze attive sono state raggruppate in classi e ad ogni classe è stato assegnato un punteggio, più elevato alla classe di fitofarmaci con elevati valori di DT_{50} (tabella 5.4.16).

Tabella 5.4.16 – Schema di attribuzione dei punteggi di degradazione delle sostanze prioritarie

<i>DT_{50} suolo (giorni)</i>	<i>Pd</i>
$DT_{50} \leq 10$	0,5
$DT_{50} > 10 \leq 30$	0,8
$DT_{50} > 30 < 90$	1
$DT_{50} \geq 90$	1,2
se DT_{50} non disponibile	1

E' stabilita come regola generale l'opportunità di riferirsi ad un'unica fonte scientificamente valida e riconosciuta. Tale scelta è motivata dal fatto che i valori di DT_{50} che si trovano in letteratura per le sostanze attive, come anche per i parametri chimico-fisici e partitivi, sono spesso molteplici e talvolta anche sensibilmente diversi fra loro. Inoltre la scelta di uno o l'altro può provocare stime di comportamento molto diverse e talvolta di senso completamente opposto.

Si fa quindi riferimento al lavoro di A. Finizio (2), nel quale è effettuato il confronto e la scelta tra i diversi valori riportati in letteratura. Per i fitofarmaci non considerati nel lavoro di A. Finizio (2) vengono utilizzati i dati riportati dal Metabolic Pathways of Agrochemical (3). Quando disponibili più valori, è scelto il valore più elevato di DT_{50} .

L'Indice di Priorità integrato

Il criterio di calcolo dell'Indice di Priorità è stato applicato ai dati di vendita relativi all'anno 2001 (Allegato 1), così come elaborati in termini di quantitativi netti di sostanza attiva dal gruppo di lavoro AAAF. Questi dati rappresentano l'informazione disponibile più recente relativa ai consumi in ambito regionale. E' stato così ottenuto un elenco di 176 sostanze. L'informazione ottenuta dall'applicazione del modello teorico dell'Indice di Priorità sui dati di vendita regionali, è stata quindi integrata con le informazioni ricavate dai monitoraggi regionali e dai dati dei monitoraggi nazionali.

A tale scopo sull'elenco ottenuto sono stati applicati ulteriori coefficienti correttivi, corrispondenti a criteri di classificazione che fanno riferimento all'esito dei monitoraggi regionali effettuati nel 2002 e nel 2003 ed ai dati del monitoraggio nazionale relativo all'anno 2002 nell'elaborazione del gruppo di lavoro AAAF.

Con tale ulteriore elaborazione si è tenuto conto di altri elementi: le sostanze attive presenti come contaminanti nella matrice acqua, le sostanze attive ricercate ma non riscontrate nei controlli, la frequenza dei riscontri ed i livelli di contaminazione. Sulla scorta di queste informazioni è stato applicato un metodo di selezione integrato, attraverso i seguenti passaggi:

- ordinamento, secondo valori decrescenti dell'IP, dell'elenco di sostanze attive ottenute sulla base dei dati di vendita in Sicilia relativi al 2001;
- integrazione dell'elenco (tramite opportuni coefficienti correttivi) con altre sostanze selezionate dal Tavolo Tecnico in funzione dell'esito dei controlli effettuati sui corpi idrici a scala regionale e nazionale, degli standard di qualità ambientale per le acque fissati dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, e della presenza di sostanze di particolare interesse agronomico che, sebbene non prioritarie in base all'applicazione del modello teorico, risultano diffusamente impiegate in attività colturali praticate nella regione (la scelta è stata condotta sulla base dell'esperienza e della conoscenza sugli usi del territorio dell'Assessorato Agricoltura e Foreste - Osservatorio Malattie delle Piante).

Verifica dell'applicabilità del metodo multiresiduo

Occorre tenere conto che i fitofarmaci possiedono caratteristiche chimico- fisiche molto differenti ed è impossibile individuare una metodica in grado di determinare contemporaneamente tutte le sostanze attive.

In generale si possono distinguere i fitofarmaci in base a:

- caratteristiche acide e basiche oppure ioniche;
- possibilità di essere volatilizzati ed analizzati per via gascromatografica;
- solubilità in acqua o in tamponi salini ed alla conseguente possibilità di essere analizzati in cromatografia liquida.

In atto è disponibile un metodo multiresiduo (APAT IRSA-CNR 5060) che permette la ricerca e determinazione di circa un centinaio fitofarmaci. Sono poi disponibili metodi specifici per determinate classi di composti o singole sostanze. Le sostanze prioritarie individuate attraverso l'applicazione della metodologia sopra illustrata sono state pertanto distinte in due categorie:

- sostanze determinabili con il metodo multiresiduo (Allegato 3 al Piano regionale per il controllo e la valutazione degli effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili);
- sostanze che richiedono la messa a punto di metodi di analisi specifiche (Allegato 4 al Piano di cui al punto precedente).

5.4.4.3 La valutazione del rischio da fitofarmaci

Per la caratterizzazione del sistema clima/ suolo e per le considerazioni sulla vulnerabilità dei corpi idrici superficiali e sotterranei si rimanda ai paragrafi 5.4.2.1 e 5.4.2.3.

Sulla base delle indicazioni fornite dal Tavolo di Settore n. 3 è stata redatta una carta di lavoro in scala 1:250.000 (riportata nel documento “Sintesi del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia”), in cui sono evidenziate le aree dove sono presenti colture sulle quali è ragionevole presumere l’utilizzo dei prodotti fitosanitari (sostanze prioritarie) selezionati dal Tavolo Tecnico di Settore.

Successivamente sono state redatte due carte di lavoro (1:250.000) in cui sono evidenziate le aree (riportate nel documento “Sintesi del Piano di Tutela delle Acque in Sicilia”) caratterizzate da un uso agricolo del territorio che potrebbe determinare condizioni di rischio di inquinamento da fitofarmaci, dove effettuare il monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali finalizzato all’individuazione della presenza di prodotti fitosanitari.

Le carte sono state realizzate seguendo una metodologia che si basa sulla sovrapposizione (*overlay*) di diversi strati cartografici in ambiente GIS. Gli strati cartografici di base utilizzati sono i seguenti.

- *Carta delle Aree di Studio per l'Irrigazione (CASI)*, progetto specifico dello “Studio sull’uso irriguo della risorsa idrica, sulle produzioni agricole irrigate e sulla loro redditività” realizzato dall’INEA nell’ambito del Programma Operativo Multiregionale “Ampliamento e adeguamento della disponibilità e dei sistemi di adduzione delle risorse idriche nelle Regioni Obiettivo 1”. La CASI è stata realizzata con una metodologia che comprende più fasi a cui corrispondono livelli di approfondimento sempre maggiori ed è rappresentata da un database geografico sull’uso del suolo/copertura del suolo in formato vettoriale; in particolare è stata realizzata una carta (CASI 3) in scala 1:100.000 delle aree agricole con attitudine all’irrigazione, con ingrandimenti al 50.000 nelle aree irrigue, derivata dall’interpretazione di immagini satellitari Landsat TM riprese in tre anni diversi (scelte nell’arco temporale dal ’93 al ’98) ed in tre differenti stagioni (primavera, estate, autunno).
- *Carta dei bacini idrogeologici*, realizzata dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Sezione di Palermo. La Carta è stata realizzata nell’ambito di uno studio finalizzato alla caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei per la definizione dello stato di qualità delle acque, secondo quanto previsto in merito dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Attraverso tali attività conoscitive sono state definite le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geochemiche delle strutture più importanti a livello regionale, avvalendosi di una rete di monitoraggio che ha permesso di ricavare dati quali-quantitativi sulla geometria dei principali corpi idrici e sulla qualità delle acque sotterranee.
- *Carta dei bacini idrografici*, realizzata dalla Sogesid S.p.A. nell’ambito delle attività di supporto al Piano di Tutela delle Acque in Sicilia. La Carta illustra i corpi idrici superficiali significativi, individuati secondo i criteri indicati dall’Allegato 1, Parte III, del D. Lgs. 152/06.

La sovrapposizione mediante la tecnica dell'*overlay* delle carte tematiche di base si è articolata nelle seguenti fasi:

- individuazione delle aree ad utilizzazione agricola che ricadono nei bacini idrogeologici e nei bacini idrografici significativi e successiva realizzazione di due carte della aree agricole in scala 1: 250.000, relative ai bacini idrogeologici ed ai bacini idrografici significativi;
- le aree agricole individuate sono state a loro volta suddivise per specifiche classi di utilizzazione agricola (frutteti, seminativi irrigui, ortive, ecc.) ed è stato definito un primo documento cartografico intermedio: la Carta degli usi agricoli;
- la Carta degli usi agricoli è stata associata ad una “tabella degli indici di rischio per classe colturale” (tabella 5.4.17), realizzata dall’Osservatorio per le malattie delle piante di Acireale, e la successiva elaborazione ha generato la Carta di lavoro in scala 1:250.000 in cui sono indicate la diffusione percentuale degli usi colturali nei singoli bacini ed il relativo “indice di rischio”;
- alla Carta di lavoro in scala 1:250.000 è stata sovrapposta la rete di monitoraggio dei bacini idrogeologici e dei bacini idrografici al fine di poter selezionare i punti di monitoraggio che ricadono nelle aree precedentemente individuate.

Si fa presente che le elaborazioni cartografiche e gli incroci tra i diversi tematismi sono stati effettuati attraverso procedure di geoprocessing con l’ausilio dei software ArcGis della ESRI.

Tabella 5.4.17 – Indice di rischio per classe colturale

<i>Codice uso</i>	<i>Coltura</i>	<i>Indice rischio</i>
211	Seminativi in aree non irrigue	1
2121	Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	3
2122	Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	4
2123	Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	4
2125	Colture in serra e sotto plastica	5
2211	Vigneti irrigui	4
2212	Vigneti non irrigui	2
2221	Frutteti e frutti minori irrigui	4
2222	Frutteti e frutti minori non irrigui	2
2231	Oliveti irrigui	2
2232	Oliveti non irrigui	1

Tabella 5.4.18 - Sostanze prioritarie disaggregate per classe di coltura

Codice	Classe coltura	Determinabili con il metodo multiresiduo	Non determinabili con il metodo multiresiduo
2.01.01	Seminativi non irrigui	Alaclor, Terbutilazina, Metolaclor, Propizamide, Endosulfan, Linuron, Azinfos metile, Malation, Trifluralin - <i>Diclobenil</i>	D - 2,4, Bentazone, Diquat, Metribuzin, Glifosate, MCPA, Picloram, Clodinafop-Propargyl, Glufosinate ammonio, Triasulfuron, Ossicarbossina, Imazametabenz, Metosulam, Ciproconazolo - <i>Tribenuron Metile</i>
2.01.02	Seminativi in aree irrigue	Simazina, Metalaxil, Oxadixil, Clorpirifos, Etoprofos, Prometrina, Penconazolo, Terbutilazina, Metolaclor, Propizamide, Endosulfan, Iprodione, Procimidone, Oxadiazon, Paration metile, Linuron, Lindano, Clorotalonil, Azinfos metile, Miclobutanil, Malation, Forate, Paration, Trifluralin - <i>Fenarimol, Pirimicarb, Tetradifon, Oxifluorfen, Bromopropilato, Metalaxil - M</i>	Dicloran, Pirimetanil, Bentazone, Carbendazim, Ciromazina, Paraquat, Imidacloprid, Benomil, Diquat, Carbaril, Metribuzin, Propoxur, Glifosate, Metomil, Exitiazox, Propamocarb, Cimoxanil, Clormequat, Metiocarb, Glufosinate ammonio, Diuron, Folpet, Dodina, Imazametabenz, Triclorfon, Ciproconazolo, Dazomet, Aldicarb - <i>Acefate, Setossidim, Dimetoato, Ditianon, Fenbutatin Ossido, Fosetil alluminio, Dicofof, Oxamil, Ciprodinil</i>
2.1.2.5	Culture in serra	Metalaxil, Oxadixil, Clorpirifos, Etoprofos, Penconazolo, Endosulfan, Iprodione, Procimidone, Oxadiazon, Paration metile, Clorotalonil, Azinfos metile, Furalaxil, Miclobutanil, Malation, Forate, Paration, Trifluralin - <i>Fenarimol, Pirimicarb, Tetradifon, Bromopropilato, Metalaxil - M</i>	Dicloran, Pirimetanil, Carbendazim, Ciromazina, Paraquat, Imidacloprid, Benomil, Diquat, Carbaril, Propoxur, Glifosate, Metomil, Exitiazox, NAA, Propamocarb, Cimoxanil, Clormequat, Metiocarb, Glufosinate ammonio, Diuron, Folpet, Dodina, Ossicarbossina, Ciproconazolo, Dazomet, Aldicarb - <i>Acefate, Dimetoato, Ditano, Fenbutatin Ossido, Fosetil alluminio, Oxamil, 1,3-Dicloropropene, Ciprodinil</i>
2.2.1.1	Vigneti irrigui	Simazina, Metalaxil, Oxadixil, Clorpirifos, Etoprofos, Penconazolo, Propizamide, Endosulfan, Iprodione, Procimidone, Oxadiazon, Paration metile, Clorotalonil, Azinfos metile, Miclobutanil, Malation, Paration, Trifluralin - <i>Fenarimol, Tetradifon, Oxifluorfen, Bromopropilato, Diclobenil, Metalaxil - M</i>	Pirimetanil, Carbendazim, Benomil, Diquat, Glifosate, Metomil, MCPA, Exitiazox, Cimoxanil, Metiocarb, Glufosinate ammonio, Diuron, Folpet, Triclorfon, Ciproconazolo - <i>Acefate, Fenbutatin Ossido, Fosetil alluminio, Dicofof, Ciprodinil</i>
2.2.1.2	Vigneti non irrigui	Simazina, Metalaxil, Oxadixil, Clorpirifos, Etoprofos, Penconazolo, Propizamide, Endosulfan, Iprodione, Procimidone, Oxadiazon, Paration metile, Clorotalonil, Azinfos metile, Miclobutanil, Malation, Paration, Trifluralin - <i>Fenarimol, Tetradifon, Oxifluorfen, Bromopropilato, Diclobenil, Metalaxil - M</i>	Pirimetanil, Carbendazim, Benomil, Diquat, Glifosate, Metomil, MCPA, Exitiazox, Cimoxanil, Metiocarb, Glufosinate ammonio, Diuron, Folpet, Triclorfon, Ciproconazolo - <i>Acefate, Fenbutatin Ossido, Fosetil alluminio, Dicofof, Ciprodinil</i>
2.02.02	Frutteti e frutti minori	Simazina, Metalaxil, Clorpirifos, Etoprofos, Penconazolo, Propizamide, Endosulfan, Iprodione, Procimidone, Oxadiazon, Paration metile, Metidation, Lindano, Clorotalonil, Azinfos metile, Miclobutanil, Malation, Paration, Trifluralin - <i>Fenarimol, Pirimicarb, Fention, Tetradifon, Oxifluorfen, Bromopropilato, Diclobenil, Metalaxil - M</i>	Carbendazim, Imidacloprid, Benomil, Diquat, Carbaril, Glifosate, Metomil, MCPA, Exitiazox, NAA, Propamocarb, Metiocarb, Glufosinate ammonio, Diuron, Folpet, Dodina, Triclorfon, Ciproconazolo, Aldicarb - <i>Acefate, Dimetoato, Ditianon, Fenbutatin Ossido, Fosetil alluminio, Dicofof, Ciprodinil</i>
2.02.03	Oliveti	Simazina, Clorpirifos, Oxadiazon, Paration metile, Metidation, Clorotalonil, Azinfos metile, Malation, Paration, Trifluralin - <i>Oxifluorfen, Diclobenil</i>	Diquat, Carbaril, Glifosate, Glufosinate ammonio, Diuron, Dodina, Triclorfon - <i>Dimetoato</i>
Legenda			
Sostanze presenti nei dati di vendita (Sicilia anno 2001)			
<i>Sostanze selezionate dal Tavolo Tecnico</i>			

6 Sistema della rete di monitoraggio quali – quantitativo dei corpi idrici e relativa classificazione

6.1 Acque superficiali

6.1.1 Attività di campionamento ed analisi

Come descritto nella Relazione Generale “Monitoraggio qualitativo e classificazione delle acque superficiali” (riportata nell’All.02 del Piano di Tutela) sono stati individuati i corpi idrici da monitorare e definiti il numero e l’ubicazione dei punti di prelievo.

Complessivamente la rete di monitoraggio è costituita da 379 punti di prelievo e misura, relativi ai corpi idrici superficiali, così ripartiti:

- 63 punti di campionamento ubicati su 37 fiumi
- 34 punti di campionamento ubicati sui laghi di cui 3 laghi naturali e 31 invasi artificiali
- 20 punti di campionamento ubicati su 12 corpi idrici di transizione
- 262 punti di campionamento ubicati su 95 transetti costa-largo posti in 38 aree omogenee.

Tutte le attività di campionamento e analisi di laboratorio sono state svolte seguendo le Procedure Operative appositamente elaborate allo scopo di uniformare le attività su tutto il territorio regionale e garantire lo svolgimento delle operazioni in linea con criteri stabiliti atti a rendere affidabile il campionamento e le analisi.

L’elaborazione delle Procedure Operative è stata effettuata prendendo a riferimento:

- il manuale “Metodi Analitici per le Acque” pubblicato nella serie editoriale “Manuali e Linee Guida” dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT);
- le “Metodologie analitiche di riferimento” pubblicate da ICRAM nell’ambito del Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero;
- metodologie standardizzate provenienti da norme tecniche nazionali e/o internazionali;

Le prove sono effettuate utilizzando dei metodi ufficiali emanati da organismi di Normazione, enti pubblici o soggetti di accertata esperienza e valore scientifico.

6.1.1.1 Corsi d’acqua

La campagna di monitoraggio dei corsi d’acqua (luglio 2005 – giugno 2006) ha interessato 63 stazioni di campionamento ubicate in 37 fiumi con frequenze di campionamento mensili, per i parametri chimico-fisici, e stagionali per l’IBE.

Si riporta in tabella 6.1.1 l’elenco delle stazioni di monitoraggio e le relative coordinate UTM ED50 rilevate in campo.

Tabella 6.1.1 - Corsi d'acqua sottoposti a monitoraggio.

N° Stazione	Codice stazione	Denominazione del corso d'acqua	Coordinate di progetto (UTM ED50)		Coordinate rilevate in campo (UTM ED50)	
			E	N	E	N
5	R1902600001	Pollina	427912	4207750	427891	4206792
6	R1902600002	Pollina	425449	4196220	425445	4196224
7	R1903000001	Imera Settentrionale	396876	4203950	397395	4202404
8	R1903000002	Imera Settentrionale	402671	4191110	403853	4190099
9	R1903100001	Torto	393161	4201040	393142	4201060
10	R1903100002	Torto	383263	4183770	383417	4183489
11	R1903300001	San Leonardo (PA)	371786	4187750	371964	4187931
13	R1903700001	Eleuterio	366785	4217920	366462	4216284
15	R1903900001	Oreto	356056	4217860	356380	4218133
16	R1903900002	Oreto	351232	4214550	351091	4214794
17	R1904200001	Nocella	331994	4216870	331958	4217048
19	R1904500001	S. Bartolomeo	316275	4210610	315486	4209706
20	R1904500002	S. Bartolomeo	318326	4200620	318215	4200692
22	R1905100001	Birgi	281116	4196590	282649	4195962
27	R1905400001	Arena	290626	4168370	290862	4168259
33	R1905700001	Belice	311631	4161820	311648	4164567
34	R1905700002	Belice	318556	4175350	318243	4174871
35	R1905700003	Belice	328147	4181430	328131	4181387
38	R1905900001	Carboj	322914	4157260	323055	4157846
40	R1906100001	Verdura	341087	4149010	343933	4151309
41	R1906100002	Verdura	346831	4166650	346884	4166798
45	R1906200001	Magazzolo	345475	4144390	346739	4145650
47	R1906300001	Platani	347487	4140650	349883	4142757
48	R1906300002	Platani	370599	4150330	372141	4150376
49	R1906300003	Platani	383590	4150500	382068	4150635
50	R1906300004	Platani	384577	4165250	384545	4165274
51	R1906300005	Gallodoro	384511	4150650	384511	4150650
52	R1906300006	Salito	392017	4152660	392017	4152660
54	R1906700001	San Leone (Sant'Anna	374521	4126800	372847	4129869
55	R1906800001	Naro	378057	4122490	379406	4126537
57	R1907200001	Imera Meridionale	404584	4108970	403862	4111244
58	R1907200002	Imera Meridionale	410799	4118480	410747	4118364
59	R1907200003	Imera Meridionale	419161	4143540	419456	4143813

N° Stazione	Codice stazione	Denominazione del corso d'acqua	Coordinate di progetto (UTM ED50)		Coordinate rilevate in campo (UTM ED50)	
			E	N	E	N
60	R1907200004	Imera Meridionale	423442	4162360	423395	4162988
61	R1907200005	Imera Meridionale	415124	4175560	415724	4176001
62	R1907200006	Imera Meridionale (Salso Imera)	426359	4169660	426577	4169947
67	R1907700001	Gela	434747	4102280	435491	4122899
70	R1907800001	Acate	445383	4097480	447175	4098652
71	R1907800002	Acate	447484	4097790	450187	4097224
76	R1908000001	Ippari	450409	4081460	453935	4082916
78	R1908200001	Irminio	464090	4070120	464196	4071574
86	R1908600001	Tellaro	507335	4077260	507395	4077449
87	R1908600002	Tellaro	493023	4087270	493083	4087460
88	R1908900001	Cassibile	515966	4089730	502443	4093772
89	R1909100001	Anapo	523193	4101390	496205	4106320
90	R1909100002	Anapo	505105	4111210	504745	4111376
91	R1909100003	Ciane	523168	4101160	522322	4101057
95	R1909300001	San Leonardo	507323	4133080	498092	4128735
96	R1909300002	San Leonardo (Reina)	497661	4126780	497721	4126972
97	R1909300003	San Leonardo (Ippolito)	494615	4128410	494675	4128602
99	R1909400001	Simeto	505774	4139430	499360	4141632
100	R1909400002	Simeto	481879	4167840	481689	4169521
101	R1909400003	Simeto	481157	4175560	481215	4175753
102	R1909400004	Simeto	482158	4184270	482134	4184593
103	R1909400005	Salso	479099	4167540	458818	4169959
104	R1909400006	Dittaino	497861	4140940	496798	4141628
105	R1909400007	Dittaino	456157	4157050	456157	4157050
106	R1909400008	Gornalunga	482984	4138450	500696	4138089
107	R1909400009	Gornalunga	480085	4140200	479837	4140163
108	R1909400010	Monaci	479479	4137920	479875	4137792
117	R1909600001	Alcantara	522491	4184740	522548	4184932
118	R1909600002	Alcantara	504999	4194580	506165	4195186
119	R1910100001	Fiumedinisi	532396	4209740	533088	4209433

Sui corsi d'acqua di norma sono state eseguite le determinazioni, necessarie alla classificazione, riportate ai punti 3.2.1.1 e 3.2.1.1 dell'Allegato 1 al D. Lgs. 152/99: analisi sulla matrice acquosa (parametri di base e addizionali) e analisi del biota (I.B.E. –

Indice Biotico Estesio). Sono stati effettuati campionamenti mensili per i parametri chimici – fisici – microbiologici e idrologici di base e per i parametri addizionali, nonché stagionali per l'I.B.E.. E' stata, altresì, svolta una campagna di campionamento e analisi dei sedimenti.

6.1.1.2 Laghi naturali e invasi artificiali

Per quanto riguarda il monitoraggio dei laghi e invasi artificiali, sono state individuate un numero complessivo di 34 stazioni di prelievo e misura dislocate al centro di ciascun specchio d'acqua. La tabella 6.1.2 riporta le stazioni di campionamento con relativi codici e coordinate (UTM ED50).

Tabella 6.1.2 - Laghi naturali e invasi artificiali sottoposti a monitoraggio.

Codice Stazione	Tipologia	Corpo idrico	Coordinate stabilite in progetto (UTM ED_50)		Coordinate rilevate in campo (UTM ED_50)	
			E	N	E	N
R1903300002	IA	Rosamarina (PA)	380.603	4.200.640	380.603	4.200.640
R1903700002	IA	Scanzano (PA)	356.785	4.198.330	356.785	4.198.330
R1904300001	IA	Poma (PA)	333.214	4.206.520	333.214	4.206.520
R1904900001	IA	Paceco (TP)	287.429	4.205.920	-	-
R1905100002	IA	Rubino (TP)	299.392	4.196.250	-	-
R1905400002	IA	Trinità (TP)	302.115	4.175.260	302.078	4.174.971
R1905700004	IA	Garcia (PA)	333.955	4.184.800	333.452	4.184.553
R1905700005	IA	Piana degli Albanesi (PA)	350.450	4.204.300	350.450	4.204.300
R1905900002	IA	Arancio (AG)	329.389	4.166.820	330.316	4.167.005
R1906100003	IA	Prizzi (PA)	359.541	4.177.030	359.618	4.176.833
R1906100004	IA	Gammauta (PA)	354.823	4.172.380	354.631	4.172.395
R1906100005	IA	Piano del Leone (PA)	365.424	4.170.610	365.424	4.170.610
R1906200002	IA	Castello (AG)	360.072	4.160.700	-	-
R1906300007	IA	Fanaco (PA)	372.182	4.169.420	372.182	4.169.420
R1906800002	IA	S. Giovanni (AG)	390.136	4.129.870	390.136	4.129.870
R1907200007	IA	Olivo (EN)	436.828	4.140.350	436.897	4.140.294
R1907200008	IA	Villarosa (EN)	430.060	4.160.260	429.939	4.159.659
R1907500001	IA	Comunelli (CL)	425.081	4.113.070	-	--
R1907700002	IA	Cimia (CL)	442.560	4.116.560	442.499	4.116.326
R1907700003	IA	Disueri (CL)	437.394	4.116.910	436.971	4.116.677
R1907800003	IA	Licodia Eubea (Dirillo) (CT)	473.048	4.109.230	472.059	4.109.056
R1907800004	LN	Biviere di Gela (CL)	441.522	4.097.470	441.782	4.097.430

Codice Stazione	Tipologia	Corpo idrico	Coordinate stabilite in progetto (UTM ED_50)		Coordinate rilevate in campo (UTM ED_50)	
			E	N	E	N
R1908200002	IA	S. Rosalia (RG)	480.163	4.092.330	480.163	4.092.330
R1909100004	IA	Ponte Diddino (SR)	512.752	4.107.460	512.602	4.107.496
R1909200001	IA	Monte Cavallaro (SR)	512.475	4.109.340	512.384	4.109.461
R1909300004	IA	Biviere di Lentini (SR)	495.770	4.130.960	497.471	4.131.507
R1909400011	IA	Ancipa (EN)	461.293	4.187.950	462.669	4.187.319
R1909400012	IA	Ponte Barca (CT)	488.716	4.154.350	488.812	4.154.401
R1909400013	IA	Pozzillo (EN)	464.397	4.168.450	465.629	4.169.813
R1909400014	IA	Nicoletti (EN)	442.093	4.163.000	442.158	4.162.914
R1909400015	IA	Sciaguana (EN)	464.275	4.162.140	464.435	4.162.018
R1909400016	IA	Don sturzo - Ogliaastro (EN)	461.681	4.144.510	461.995	4.144.707
R1909400017	LN	Pergusa (EN)	438.662	4.152.320	438.813	4.152.560
R1909400018	LN	Biviere di Cesarò (ME)	475.034	4.200.850	474.993	4.200.853

Di norma, sui laghi sono state eseguite le determinazioni necessarie alla classificazione, riportate al punto 3.3.1.1 dell'Allegato 1 al D. Lgs. 152/99: analisi sulla matrice acquosa (parametri di base e addizionali). I prelievi sono stati effettuati con cadenza semestrale, più precisamente, nel periodo di massima stratificazione estiva e nel periodo di massimo rimescolamento. Per ogni stazione sono stati effettuati profili verticali, dalla superficie al fondo, dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, pH, conducibilità e ossigeno disciolto), attraverso l'impiego di sonde multiparametriche. Lungo ogni profilo verticale è stata anche misurata per via fluorimetrica la clorofilla "a". Nelle stesse stazioni si sono effettuati prelievi di acqua a tre diverse profondità (superficie, metà altezza e fondo) con bottiglia Niskin, per la determinazione dei parametri di base e addizionali, e misure di trasparenza con disco di Secchi. Il prelievo del campione di sedimento è stato effettuato, con frequenza annuale, nella stagione estiva.

6.1.1.3 Acque di Transizione

Il piano di monitoraggio effettuato sui corpi idrici di transizione ha riguardato un numero complessivo di 20 stazioni di campionamento, di cui si riportano i relativi codici e le coordinate (UTM ED50), ubicate su 12 corpi idrici di transizione (Tab. 6.1.3).

Tabella 6.1.3 - Acque di transizione sottoposte a monitoraggio.

Codice Stazione	Corpo idrico di transizione	Stazioni di campionamento	Coordinate geografiche	
			E	N
R1901100001	Laghetti di Tindari (ME)	Verde	504865	4220930
R1901100002	Laghetti di Tindari (ME)	Mergolo della Tonnara	504607	4221420
R1901100003	Laghetti di Tindari (ME)	Marinello	504253	4222010
R1901100004	Laghetti di Tindari (ME)	Portovecchio	504672	4222110
R1905200001	Stagnone di Marsala - nord (TP)	Nord	276686	4197730
R1905200002	Stagnone di Marsala - centro (TP)	Centro	277013	4194850
R1905200003	Stagnone di Marsala - sud (TP)	Sud	504865	4220930
R1905500001	Gorhi Tondi - alto (TP)	centro laguna	292604	4165490
R1905500002	Gorhi Tondi - medio (TP)	centro laguna	292716	4165490
R1905500003	Gorhi Tondi - basso (TP)	centro laguna	293088	4165190
R1905500004	Lago di Preola (TP)	centro laguna	291851	4166490
R1908400001	Pantano Longarini - 1 (SR)	centro laguna	500540	4063314
R1908400002	Pantano Longarini - 2 (SR)	centro laguna	501052	4063115
R1908400003	Pantano Cuba (SR)	centro laguna	502576	4062650
R1908500001	Pantano Roveto (SR)	centro laguna	508149	4072240
R1908500002	Pantano Grande (SR)	centro laguna	508803	4073630
R1908500003	Pantano Piccolo (SR)	centro laguna	509355	4074180
R1910200001	Lago di Ganzirri (ME)	centro laguna	554021	4235080
R1910200002	Lago di Faro (ME)	centro laguna	555813	4236000
R1910300001	Bagno dell'Acqua - Pantelleria (TP)	centro laguna	231.226	4.078.890

L'attività di monitoraggio si è svolta con cadenza mensile, mediante l'analisi chimico-fisica delle acque, con la determinazione dei medesimi parametri previsti per le acque marine-costiere.

Per ogni stazione sono state eseguite analisi della colonna d'acqua con sonda multiparametrica, per la determinazione dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, pH, salinità, clorofilla "a" e ossigeno disciolto), prelievi di acqua in superficie e misure di trasparenza con disco di Secchi. Inoltre, è stata effettuata una campagna di campionamento e analisi dei sedimenti.

6.1.2 Metodologia di classificazione

6.1.2.1 Corsi d'acqua - Elaborazione e classificazione

Secondo quanto stabilito nel "Progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Sicilia" (All.01 del Piano di Tutela), in ottemperanza al D.Lgs. 152/99 e ss. m. e i., si è proceduto alla attribuzione di un giudizio di qualità dei corsi d'acqua secondo le modalità di seguito riportate.

Tale decreto stabilisce che la classificazione dello stato di qualità ambientale, il S.A.C.A., venga effettuato sulla base dello stato ecologico (S.E.C.A.) e dello stato chimico del corpo idrico considerato.

Lo stato ecologico dei corsi d'acqua, espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, è definito sia in relazione ai parametri chimico-fisici di base relativi al bilancio dell'ossigeno e dello stato trofico, che concorrono a formare l'indice L.I.M. (Livello di inquinamento da macrodescrittori), sia in relazione alla composizione della comunità macrobentonica delle acque correnti I.B.E. (Indice biotico esteso). La classificazione dello stato ecologico, viene determinata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori (LIM), con il risultato dell'indice IBE, prendendo come riferimento il valore peggiore, secondo la tabella 8, Allegato 1.

Per la determinazione del L.I.M., in perfetta aderenza con quanto stabilito dal dettato del D.Lgs. 152/99, è stato attribuito il punteggio di tabella 7, Allegato 1, al valore del 75° percentile di ciascuno dei parametri macrodescrittori indicati (Saturazione di ossigeno, BOD5, COD, NH4, NO3, Fosforo totale e Escherichia Coli). La somma di tali punteggi, quindi, ha determinato il LIM.

Inoltre, la scelta del parametro statistico del 75° percentile, in accordo con quanto stabilito nel D.Lgs. 152/99, è stata effettuata anche per la valutazione dello stato di qualità chimica.

Si è ritenuto, altresì, non opportuna perché non significativa, l'applicazione del 75° percentile a quelle popolazioni di dati inferiori o uguali a 8 mesi di rilevamento, utilizzando in questo caso la media dei parametri rilevati. Questo è avvenuto per un numero limitato di stazioni site in corsi d'acqua che, per le loro caratteristiche idrologiche e per la piovosità registrata durante le attività, sono stati asciutti o con portata in sub-alveo per diversi mesi.

Il LIM è stato determinato per la totalità delle stazioni oggetto del monitoraggio.

La classe IBE è stata calcolata, in perfetto accordo con quanto stabilito nel D.Lgs. 152/99, effettuando, quando possibile, la media delle determinazioni IBE delle quattro stagioni. Poiché per ragioni di varia natura riscontrate in campo, non sempre è stato possibile determinare l'IBE in tutte le stagioni, la media è stata ritenuta significativa quando almeno uno dei valori si riferiva alla stagione primaverile in cui la popolazione di macroinvertebrati è meglio sviluppata ed esprime al meglio tutte le sue componenti (taxa) consentendone una valutazione adeguata indipendente dai fattori limitanti puramente stagionali.

Per la determinazione dello stato ambientale è stato necessario esaminare i risultati analitici riguardanti i parametri addizionali. Il D.Lgs. 152/99 stabilisce infatti che la

valutazione dello stato ambientale venga effettuata verificando lo stato di qualità degli inquinanti chimici individuati nella tabella 1 dell'allegato 1, valutando se il 75° percentile sia superiore o inferiore ai valori soglia.

In questa sede si è ritenuto, per una prima caratterizzazione, di utilizzare, per la classificazione dello stato chimico della matrice acqua, i valori soglia definiti da ultimo nel D.Lgs. 152/06.

6.1.2.2 Laghi naturali e invasi artificiali - Elaborazione e classificazione

Per una prima classificazione dei laghi e gli invasi artificiali della Regione Sicilia, è stato valutato lo stato trofico utilizzando le indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale 29 dicembre 2003, n. 391 modificativo dell'All.1, Tab. 11 del D. Lgs. 152/99.

Lo stato ecologico (SEL) è stato ottenuto sommando i livelli dei parametri Trasparenza, Clorofilla "a", Ossigeno disciolto e Fosforo totale, deducendo la classe finale dagli intervalli definiti da suddetto decreto. Per l'attribuzione dello stato ambientale (SAL), il D. Lgs. 152/99 stabilisce che questa venga effettuata incrociando lo stato ecologico con quello chimico. I dati relativi allo stato ecologico sono stati, quindi, confrontati con i dati relativi alla presenza di microinquinanti chimici, con successiva assegnazione della classe; lo stato di qualità per gli inquinanti chimici individuati nella tabella 1 dell'allegato 1, del D. Lgs. 152/99 è stato definito confrontando la media aritmetica dei dati disponibili con i valori soglia.

Per quanto riguarda la definizione delle soglie, come già osservato per i corsi d'acqua, si è ritenuto, per una prima caratterizzazione, di utilizzare, per la classificazione dello stato chimico della matrice acqua, i valori soglia definiti da ultimo nel D. Lgs. 152/06.

6.1.2.3 Acque di Transizione - Elaborazione e classificazione

Per la classificazione delle acque lagunari e degli stagni costieri il D. Lgs. 152/99 prevede che venga valutato il numero di giorni di anossia/anno che interessano oltre il 30% della superficie del corpo idrico, intendendo per anossia delle acque, il raggiungimento di concentrazioni dell'ossigeno disciolto, nelle acque di fondo, comprese tra 0-1,0 mg/l.

Poiché il piano di monitoraggio suddetto ha previsto che il prelievo e le misure venissero fatte in un solo punto della superficie del corpo idrico con frequenza mensile, è stato valutato un numero di giorni pari al numero di campionamenti/anno effettuati in un solo punto della superficie.

Il giudizio sullo stato di qualità, così espresso, tiene conto, quindi, di una sola misurazione puntuale che poco può caratterizzare un ambiente complesso. Basta tenere presente che gli ambienti oggetto di studio presentano notevoli differenze di tipologia e di dinamismo (es. nel caso di Vendicari si tratta di pantani, soggetti a fenomeni di evaporazione e con frequente sospensione di sedimento, mentre lo stagnone di Marsala presenta scambi idrodinamici con il mare). Peraltro anche all'interno dello stesso corpo idrico, forti variabilità spaziali possono determinare giudizi anche molto diversi e quindi, specialmente per alcuni ambienti (Ganzirri, Faro, Porto Vecchio) la scelta di un unico punto di campionamento può indurre in errori di valutazione complessiva.

6.2 Acque sotterranee

6.2.1 Scelta dei punti di una rete preliminare di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi

La rete definita nell'ambito delle attività della prima convenzione, al termine del primo anno di campionamento, è stata sottoposta ad una ulteriore verifica per individuare comportamenti simili di punti limitrofi (appartenenti allo stesso corpo idrico) e/o per evidenziare, in alcuni casi, situazioni non sufficientemente rappresentate dai punti prescelti.

E' stato quindi eseguito un lavoro che ha portato all'individuazione di punti eliminabili senza avere una perdita di informazione.

Nella fase di caratterizzazione sono stati campionati 559 punti d'acqua, sulla base delle indagini e dei risultati delle analisi eseguite durante questa prima campagna di monitoraggio è stata ottimizzata la rete per il secondo monitoraggio che risulta attualmente costituita da 493 siti di campionamento (sorgenti, pozzi, gallerie drenanti) la cui ubicazione è indicata in figura 6.2.1.

Su tutti i campioni prelevati è stata eseguita l'analisi dei parametri di base e degli elementi in tracce e su 313 punti sono state eseguite le analisi dei parametri addizionali (i 313 punti sono indicati con il pallino blu in figura 6.2.2).

Il campionamento e l'analisi dei composti organici e dei fitofarmaci sono stati eseguiti nei corpi idrici ubicati in aree con maggior grado di vulnerabilità intrinseca e/o con maggior grado di antropizzazione in funzione del numero e della tipologia dei centri di pericolo.

I pozzi utilizzati dalla rete di monitoraggio sono in prevalenza di proprietà privata, quindi l'accesso dipende dalla presenza del proprietario e dalla sua volontà di mantenere attivi eventuali impianti di sollevamento.

Le verifiche sul campo e le elaborazioni dei dati eseguite alla fine di questo primo anno di attività hanno portato alla definizione della rete di monitoraggio della fase a regime, secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/99. E' possibile, comunque, che nel tempo la base di informazioni raccolte possa suggerire altre modifiche alla configurazione della rete.

La distribuzione dei siti di campionamento e le relative tipologie di analisi effettuate sono indicate nella tabella 6.2.1 di seguito riportata.

Tabella 6.2.1 - Distribuzione dei siti di campionamento e relative tipologie di analisi effettuate.

Bacino idrogeologico	Corpo idrico	Parametri di base	punti aggiuntivi campionati		totali
			Elementi in traccia	Inquinanti organici e altri aggiuntivi	
Monte Etna		28	28	28	28
Monti di Palermo		40	40	13	40
Monti di Trabia-Termini Imerese		9	9	2	9
Monti di Trapani		23	23	12	23
Monti Iblei		45	45	11	107
	Piana di Augusta-Priolo	30	30	30	
	Piana di Vittoria	32	32	32	
Monti Madonie		17	17	1	17
Monti Nebrodi		14	14	6	14
Monti Peloritani		51	51	21	109
	Piana di Barcellona - Milazzo	58	58	58	
Monti Sicani		54	54	13	54
Piana di Castelvetro-Campobello di Mazara		13	13	13	13
Piana di Catania		41	41	41	41
Piana di Marsala-Mazara del Vallo		17	17	17	17
Piazza Armerina		13	13	13	13
Rocca Busambra		7	7	2	7
Punti campionati ma non considerati significativi		1	1	0	1
TOTALE		493	493	313	493

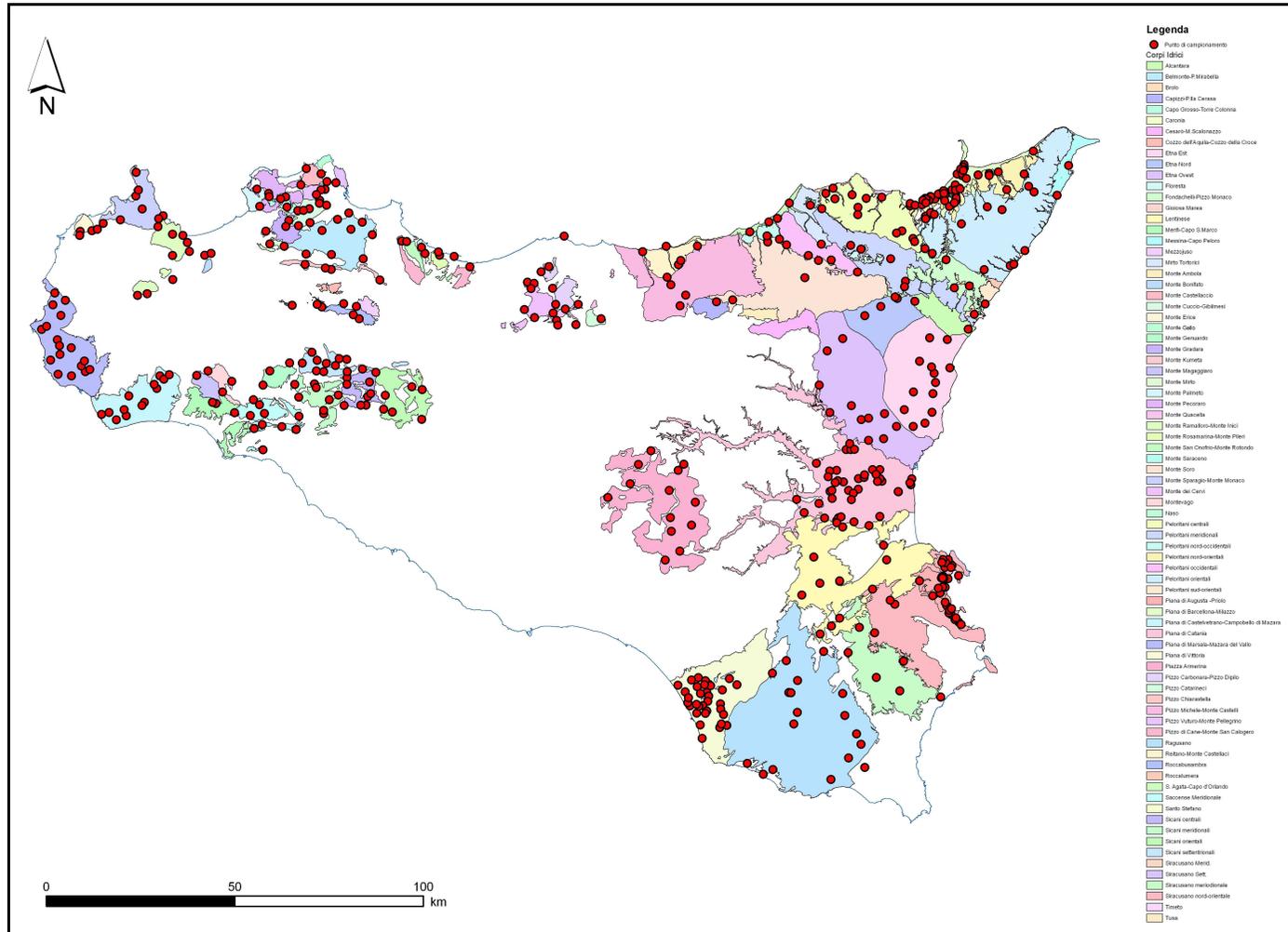


Figura 6.2.1 - Schema dei corpi idrici sotterranei e dei 493 siti campionati ed analizzati per i parametri di base e gli elementi in traccia nella seconda fase di monitoraggio.

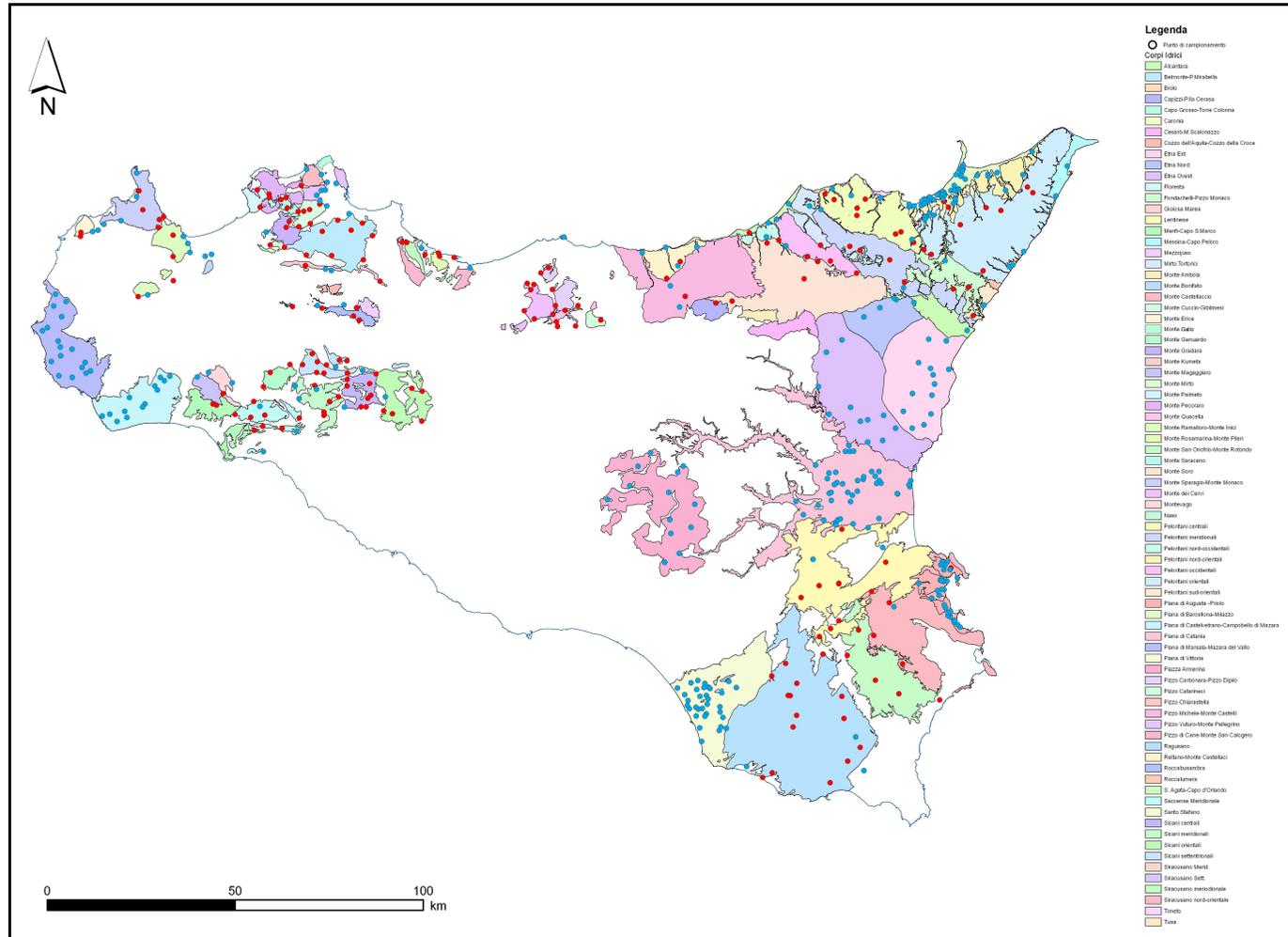


Figura 6.2.2 - Schema dei corpi idrici sotterranei e dei 313 punti analizzati per gli addizionali (pallino blu) nella seconda fase di monitoraggio.

6.2.2 Metodi di campionamento e di analisi

6.2.2.1 Analisi degli elementi maggiori

Per la determinazione degli elementi maggiori, vengono prelevate tre aliquote di acqua per ogni sito, due del volume di 50 cc ed una di 100 cc. L'aliquota da 100 cc viene conservata senza alcun trattamento, mentre le due aliquote da 50 cc vengono filtrate al momento del campionamento con filtri Acrodisc® con porosità 0.45 µm. Inoltre, una delle due aliquote da 50 cc viene acidificata con 100 µl di HNO₃ SUPRAPUR®.

Alcalinità

La determinazione dei bicarbonati disciolti (alcalinità) viene effettuata per titolazione con acido cloridrico 0.1 N con indicatore di viraggio (metilarancio).

La determinazione si basa sull'aggiunta di una quantità nota di un acido minerale diluito a un campione di acqua, fino al punto di equivalenza evidenziato dal viraggio dell'indicatore.

Punto di equivalenza al metilarancio $T(\text{meq/l}) = (b \cdot N \cdot 1000) / V$

in cui:

b = volume (ml) di titolante usato fino al viraggio del metilarancio;

N = normalità della soluzione titolante;

V = volume (ml) di campione prelevato.

In fine avremo che:

$\text{HCO}_3^- (\text{meq/l}) = T$

Durezza

La durezza totale viene calcolata convertendo la somma delle concentrazioni molari di Ca e Mg per il peso molecolare del CaCO₃:

$\text{durezza (mg CaCO}_3\text{/l)} = \text{mmoli/l}_{(\text{Ca}+\text{Mg})} \times \text{P.M.}_{\text{CaCO}_3}$

in cui:

P.M. = peso molecolare

Il metodo è applicabile a tutti i tipi di acque ed è quello che fornisce i risultati più accurati (metodo APAT 2040).

Determinazione di Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, NO₃ in cromatografia ionica

La cromatografia ionica è una metodologia che consente l'analisi simultanea di più elementi di un campione liquido. Questa tecnica si basa sulla separazione degli analiti mediante colonna di scambio ionico in base alla loro affinità per la fase stazionaria.

Il riconoscimento degli analiti, rivelati mediante conduttimetro in linea, viene effettuato confrontando il tempo di ritenzione dei picchi del campione con il tempo di ritenzione di soluzioni di riferimento. La concentrazione viene determinata confrontando l'area del picco con la curva di taratura dell'analita, costruita mediante una serie di soluzioni di riferimento a diverse concentrazioni (APAT 3030 e 4020).

Per la determinazione di alcuni dei parametri di base (Tab. 19 D.Lgs. 152/99), sono state applicate due metodologie: una per la determinazione di Cloruri, Nitrati e Solfati, e una per la determinazione di Sodio, Potassio, Magnesio e Calcio.

Poiché l'indagine riguarda i corpi idrici sotterranei, le metodologie, pur rispettando le indicazioni dei metodi APAT 3030 e 4020, sono state sviluppate per adeguarsi meglio alle peculiarità delle acque di falda. In particolare, basandosi sull'esperienza pluridecennale che l'INGV- Sez. di Palermo ha maturato nella caratterizzazione geochimica delle acque, sono stati adoperati metodi, apparecchiature e reagenti che consentono di effettuare determinazioni precise ed accurate per ogni analita.

Determinazione dei cationi

Per la determinazione dei cationi è stato adoperato un sistema Dionex DX 120 configurato con:

- colonna di separazione: CS12A,
- volume di iniezione (loop): 50 µl,
- eluente: acido metansolfonico 18 mM
- flusso: 1ml/min,
- soppressore Dionex CSRS Ultra II in modalità autorigenerante
- rivelatore conduttimetrico.

La taratura dello strumento viene effettuata mediante l'introduzione di miscele multielementari ottenute per diluizione (gravimetrica) di una miscela standard certificata avente le concentrazioni riportate in tab. 6.2.2:

Tabella 6.2.2 - Concentrazioni della miscela standard cationica certificata.

	Concentrazione in mg/l $\pm 0.5\%$
Litio	10.0
Sodio	500.0
Magnesio	150.0
Potassio	100.0
Calcio	250.0

Le concentrazioni relative dei vari elementi sono state stabilite sulla base della composizione delle acque di falda che mediamente si riscontrano sul territorio siciliano.

Le curve di taratura sono state calcolate su sei livelli con le concentrazioni riportate in tab. 6.2.3:

Tabella 6.2.3 - Concentrazioni dei cationi per ciascun livello di taratura espressi in mg/l.

Livello	1	2	3	4	5	6
Litio	0.05	0.099	0.196	0.476	0.94	1.67
Sodio	2.5	4.95	9.80	23.8	46.7	83.7
Magnesio	0.75	1.49	2.94	7.14	14.0	25.1
Potassio	0.50	0.99	1.96	4.76	9.35	16.7
Calcio	1.24	2.47	4.90	11.9	23.4	41.8

Per i cationi vengono adoperate curve di taratura lineari verificando che il coefficiente di correlazione (R^2) sia >0.9999 .

Per campioni in cui le concentrazioni dei cationi siano superiori ai valori del sesto livello, viene effettuata la diluizione volumetrica del campione con acqua ad elevata purezza, caratterizzata da conducibilità specifica $< 0.1\mu\text{S}$ (sistema MilliQ).

Determinazione degli anioni

Per la determinazione degli anioni è stato adoperato un sistema compatto Dionex DX 120 configurato con:

- colonna di separazione AS14A,
- volume di iniezione (loop): 100 μl ,
- eluente: Na_2CO_3 8 mM - NaHCO_3 1 mM
- flusso: 1ml/min,
- soppressore: Dionex ASRS Ultra II in modalità autorigenerante
- rivelatore conduttimetrico.

La taratura dello strumento viene effettuata mediante l'introduzione di miscele multielementari ottenute per diluizione (gravimetrica) di una miscela standard certificata avente le concentrazioni riportate in tab. 6.2.4:

Tabella 6.2.4 - Concentrazioni della miscela standard anionica certificata.

	Concentrazione in mg/l $\pm 0.5\%$
Fluoruro	10.0
Cloruro	400.0
Bromuro	40.0
Nitrato	200.0
Solfato	400.0

Le concentrazioni relative dei vari elementi sono state stabilite sulla base delle composizioni delle acque di falda che mediamente si riscontrano sul territorio siciliano. Le curve di taratura sono state calcolate su sei livelli con le concentrazioni riportate in tab. 6.2.5:

Tabella 6.2.5 - Concentrazioni degli anioni per ciascun livello di taratura espressi in mg/l.

Livello	1	2	3	4	5	6
Fluoruro	0.05	0.099	0.199	0.477	0.915	1.67
Cloruro	1.98	3.94	7.95	19.1	36.6	66.6
Bromuro	0.20	0.39	0.80	1.91	3.66	6.66
Nitrato	0.99	1.97	3.98	9.53	18.3	33.3
Solfato	1.98	3.94	7.95	19.1	36.6	66.6

Per gli anioni vengono adoperate curve di taratura quadratiche verificando che il coefficiente di correlazione (R^2) sia >0.999 .

Per campioni, le cui concentrazioni degli anioni siano superiori ai valori del sesto livello, viene effettuata la diluizione volumetrica del campione con acqua ad elevata purezza, caratterizzata da conducibilità specifica $< 0.1\mu\text{S}$ (sistema MilliQ).

Determinazione dell' NH_4^+

Per la determinazione dell' NH_4^+ il campione è stato prelevato in bottiglie scure di polietilene, filtrato al momento del campionamento, con filtri Acrodisc® con porosità $0,45\ \mu\text{m}$, mantenuto ad un pH inferiore a 2 (mediante l'aggiunta di $100\ \mu\text{l}$ di HCl ultrapur) e conservato ad una temperatura di 4°C fino al momento dell'analisi.

Per la determinazione dell'azoto ammoniacale è stato utilizzato uno spettrofotometro ad assorbimento molecolare. Il modello utilizzato per le analisi in questo studio è uno spettrometro Shimadzu UV -1601 in dotazione presso l'INGV - Sez. di Palermo.

Lo spettrofotometro è uno strumento costituito da: una sorgente di radiazioni elettromagnetiche (infrarosse, visibili o ultraviolette); un monocromatore per la selezione

delle lunghezze d'onda; un portacampioni; un trasduttore fotoelettrico; un amplificatore elettronico con un convertitore logaritmico-lineare e un *display* o un registratore. Con la spettrofotometria si possono misurare caratteristiche di sostanze in soluzione che abbiano la proprietà di assorbire radiazioni della parte di spettro elettromagnetico compresa tra l'infrarosso e l'ultravioletto. Lo strumento consente di ottenere lo spettro di assorbimento di una sostanza, cioè un grafico dell'intensità di radiazione assorbita in funzione della lunghezza d'onda.

La determinazione dell'azoto ammoniacale è stata effettuata utilizzando la reazione di Berthelot, conosciuta anche come determinazione per via spettrofotometrica all'indofenolo.

L'ammoniaca per reazione con salicilato sodico e cloro forma un derivato dell'indofenolo, il quale, in ambiente nettamente alcalino ed in presenza di nitroprussiato sodico che agisce da catalizzatore, assume una colorazione verde blu, misurabile spettrofotometricamente alla lunghezza d'onda di 690 nm..

Il metodo (APAT 4030) è applicabile a tutti i tipi di acque. L'intervallo di concentrazione è compreso tra 0.005 e 2 mg/l di NH_4^+ , utilizzando celle di 1cm di cammino ottico; il campo di determinazione è stato esteso a concentrazioni superiori a 2 mg/l previa diluizione volumetrica del campione con acqua ad elevata purezza, caratterizzata da conducibilità specifica < 0.1 μ S (sistema MilliQ).

La curva di taratura dello strumento è stata calcolata su 10 livelli con le concentrazioni riportate in tab.6.2.6. ed il cui andamento lineare ha un coefficiente di correlazione (R^2) non < 0.9998.

Tabella 6.2.6 - Concentrazioni dell' NH_4^+ per ciascun livello di taratura espressi in mg/l.

Livello	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NH_4^+	0.005	0.010	0.020	0.060	0.1	0.2	0.4	0.6	1	2

Accuratezza e precisione delle determinazioni sono quantificate essere inferiore al 10%. Il detection limit è <0.005 mg/l.

6.2.2.2 Analisi dei metalli in traccia

Per la determinazione dei metalli in traccia 50 cc campione è stato prelevato in flaconi di teflon/HDPPE, filtrato al momento del campionamento, con filtri Acrodisc® con porosità 0.45 μ m, mantenuto ad un pH inferiore a 2 (mediante l'aggiunta di 200 μ l di HNO_3 ultrapur) e conservato ad una temperatura di 4°C fino al momento dell'analisi.

Le analisi dell'abbondanza degli elementi in traccia sono state svolte attraverso l'utilizzo del metodo U.S. EPA 200.8, che prevede l'utilizzo di uno spettrometro di massa quadrupolare con sorgente al plasma (ICP-MS). Il modello utilizzato per le analisi in questo studio è uno spettrometro Perkin Elmer ELAN-DRC-e, in dotazione presso il Dipartimento CFTA dell'Università di Palermo.

Uno spettrometro di massa al plasma è costituito: (a) da un sistema di prelievo del campione, composto di auto-campionatore e pompa peristaltica; (b) un sistema di

nebulizzazione, che vaporizza il campione acquoso (in questo studio un Cross-Flow II Ryton Nebulizer) in una spray chamber e lo inietta (attraverso un iniettore in allumina) alla torcia (sotto flusso di Ar); (c) un sistema di produzione di plasma di Ar (gas altamente ionizzato prodotto per induzione elettromagnetica generata da un campo di radiofrequenze); nella torcia, gli elementi chimici dispersi nell'aerosol proveniente dal sistema nebulizzatore-spray chamber-iniettore vengono ionizzati; (d) un sistema di focalizzazione degli ioni prodotti nella torcia (coni più lenti); (e) un quadrupolo analitico (che agisce da filtro di massa e che sequenzialmente permette il passaggio di ioni di differente massa al detector); (f) un detector, ove il segnale elettrico prodotto è proporzionale all'abbondanza dell'analita di massa specifica che attraversa il quadrupolo. La maggior parte degli analiti (in questo studio: Al, B, Sb, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Ag, Tl, U, Zn) vengono letti su opportune masse in questa modalità di misura (*standard mode*).

Il modello di ICP-MS utilizzato in questo studio presenta, in aggiunta alla modalità *standard mode* sopra descritta, una modalità *DRC*, che prevede che il fascio di ioni – dopo essere stato focalizzato e prima di attraversare il quadrupolo analitico – attraversi una camera di reazione pressurizzata con metano (*DRC*). Questa camera di reazioni (in effetti, un secondo quadrupolo) permette l'eliminazione di interferenze di matrice ed isobariche e la determinazione di elementi problematici in modalità *standard*. In questo studio, gli elementi Fe, As, Cr, V e Se sono stati determinati in modalità *DRC*.

La calibrazione dello strumento avviene attraverso l'analisi di soluzioni acquose (in 0.5% HNO₃) standard multi-elementari a concentrazioni di 0.05-0.1-0.5-1-10-100-500 µg/l, dopati con opportune quantità (10 µg/l) di standard interni (in questo studio, Sc per gli elementi leggeri, Y per gli elementi di massa intermedia e per la modalità *DRC* e Re per gli elementi pesanti). Gli standard di calibrazione vengono passati ad inizio giornata e ripetuti ogni 15 campioni.

I campioni acquosi da analizzare (in 0.5% HNO₃) vengono iniettati nello strumento attraverso auto-campionatore CETAX (ASX-500), previa aggiunta di spike di standard interni.

Accuratezza e precisione (<5%) delle determinazioni sono quantificate attraverso l'analisi di soluzione acquose certificate. Il limite di determinazione per gli elementi considerati varia da 0.01 a 0.1 µg/l.

6.2.3 Idrologia isotopica

Negli ultimi 50 anni si è sempre più consolidato, nelle indagini di tipo idrologico ed idrogeologico, l'uso degli isotopi stabili dell'acqua (ossigeno ed idrogeno) come traccianti naturali per ottenere informazioni difficilmente conseguibili con altre metodologie di indagine. Il principio guida sta nel fatto che le acque sotterranee che ritroviamo nelle falde idriche derivano dall'accumulo in rocce serbatoio a permeabilità medio-alta, dell'aliquota di precipitazione che si infila nel sottosuolo.

Ciò implica l'esistenza di una correlazione diretta tra le precipitazioni e le acque delle sorgenti, dei pozzi e delle gallerie drenanti che vengono utilizzati per gli usi umani.

In particolare, i processi di evaporazione e condensazione che sono alla base del ciclo idrologico influenzano in maniera determinante la distribuzione delle specie isotopiche

nelle molecole di acqua. Pertanto, lo studio comparato della composizione isotopica delle precipitazioni e delle acque naturali di un bacino è un valido strumento geochimico per la soluzione di problemi idrogeologici.

Tipiche applicazioni della idrologia isotopica nello studio dei bacini idrogeologici riguardano principalmente:

- La caratterizzazione isotopica delle precipitazioni liquide e solide anche a livello di individuazione di effetti locali prevalentemente dovuti all'orografia e a effetti climatici particolari;
- la definizione delle aree di ricarica dei corpi idrici in funzione delle quote medie di alimentazione;
- la dinamica isotopica dei corpi idrici per ottenere informazioni sulle modalità di circolazione ed alimentazione degli acquiferi.

Le acque meteoriche che si infiltrano nel sottosuolo a differente quota o distanza dal mare, che si originano in stagioni differenti e che hanno seguito diverse modalità di circolazione sotterranea hanno generalmente una differente composizione isotopica. A differenza di molti traccianti chimici, i traccianti isotopici possono essere considerati "conservativi". Infatti le interazioni a seguito di processi organici ed inorganici che l'acqua subisce durante l'infiltrazione e il movimento sotterraneo e/o superficiale hanno un effetto trascurabile sui rapporti isotopici delle acque.

Questo è vero soprattutto per gli isotopi stabili dell'ossigeno e dell'idrogeno dell'acqua.

6.2.3.1 Gli isotopi

Gli isotopi sono atomi di uno stesso elemento che hanno un differente numero di neutroni. Pertanto ciò che distingue due isotopi di uno stesso elemento è il numero di massa, dato dalla somma del numero di protoni (particelle a carica positiva) e del numero di neutroni (particelle elettricamente neutre) che costituiscono il nucleo dell'atomo. A causa delle differenze nel numero di massa due isotopi di uno stesso elemento avranno differenti proprietà fisiche.

Un isotopo si rappresenta con la lettera che costituisce l'elemento preceduto da un numero ad apice, detto appunto numero di massa, che è la somma dei neutroni e dei protoni. Ad esempio, nel caso dell'idrogeno che ha solo un protone, il deuterio è l'isotopo dell'idrogeno che ha un neutrone in più dell'idrogeno. Pertanto l'idrogeno sarà rappresentato con ^1H , mentre il deuterio con ^2H o con la sola lettera D.

Esistono due categorie di isotopi: stabili ed instabili. Si definiscono instabili, i nuclidi che sono soggetti al decadimento radioattivo, che si disintegrano spontaneamente nel tempo per formare ulteriori isotopi, che possono essere, a loro volta stabili o instabili.

Gli isotopi stabili sono invece nuclidi che non decadono, nemmeno in tempi a scala geologica, ma che invece possono essere prodotti dal decadimento di isotopi stabili, come termini intermedi o ultimi della serie di decadimento.

Ciò che determina la stabilità dell'isotopo di un determinato elemento è il rapporto tra il numero di neutroni (N) e quello dei protoni (Z). Per elementi a basso numero di massa,

gli isotopi stabili sono caratterizzati da un rapporto N/Z prossimo a 1. quando il numero di massa aumenta, la stabilità isotopica si raggiunge con rapporti N/Z 1.5.

I valori di composizione isotopica degli elementi che vengono usati in idrologia isotopica (H e O) sono generalmente riportati in termini di delta per mille. In pratica questa unità di misura esprime di quante parti per mille il rapporto isotopico considerato si discosta dallo stesso rapporto in un materiale standard a composizione isotopica nota.

I valori in delta per mille vengono calcolati attraverso la seguente espressione:

$$\delta_{\text{‰}} = \frac{(R_{\text{campione}} - R_{\text{standard}})}{R_{\text{standard}}} * 1000$$

dove R denota il rapporto tra l'isotopo più pesante (generalmente il meno abbondante) e quello più leggero (più abbondante). Nel caso specifico delle molecole di acqua i due rapporti isotopici considerati sono $^2\text{H}/^1\text{H}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ rispettivamente per l'idrogeno e per l'ossigeno.

Un valore di delta per mille positivo indica che il campione è arricchito negli isotopi più pesanti rispetto allo standard considerato. Esistono dei materiali che sono stati scelti come standards internazionali di riferimento, rispetto ai quali sono riportate le misura isotopiche effettuate in laboratorio. Lo standard è rappresentato, per le acque, dallo SMOW (Standard Mean Ocean Water), che rappresenta il valore medio della composizione isotopica delle acque oceaniche (le quali costituiscono il punto iniziale e finale del ciclo idrologico) e, per definizione è stato posto uguale a zero sia per l'ossigeno sia per l'idrogeno. L'International Atomic Energy Agency (IAEA) che ha sede a Vienna, è l'istituzione internazionale che si occupa della calibrazione degli standards internazionali di riferimento.

6.2.3.2 Frazionamenti isotopici

Come già anticipato precedentemente, poiché i vari isotopi di uno stesso elemento differiscono per il loro numero di massa, questi avranno anche moderate differenze anche nelle proprietà chimiche e fisiche.

Processi chimico-fisici come le reazioni chimiche o i cambiamenti di fase che dipendono dalla massa causeranno un "frazionamento isotopico", nel senso che produrranno una variazione nelle relative proporzioni di differenti isotopi di uno stesso elemento nelle varie fasi o nei vari composti. Nel caso dei processi idrologici, il principale processo che causa frazionamento isotopico nelle molecole di acqua è la trasformazione di fase liquido-vapore e viceversa. In pratica, in conseguenza della differenza di massa, le molecole di acqua che contengono ^{16}O evaporeranno più facilmente di quelle con ^{18}O , poiché hanno differenti tensioni di vapore. Il frazionamento isotopico sarà tanto più marcato quanto maggiore sarà la differenza di massa relativa tra i due isotopi. Nel caso dell'acqua è evidente che i frazionamenti maggiori si avranno per l'idrogeno visto che i due isotopi hanno una differenza di massa relativa pari al 50%, mentre minore sarà per l'ossigeno.

Esistono due tipi principali frazionamenti isotopici: frazionamenti all'equilibrio e cinetici.

Frazionamenti all'equilibrio

Processi di scambio isotopico all'equilibrio implicano una ridistribuzione degli isotopi di un elemento tra le varie specie, composti o fasi. Alle condizioni di equilibrio, le velocità di reazione di un particolare isotopo sono uguali. Ciò non significa che la composizione isotopica nelle due fasi sia uguale, ma implica che i rapporti dei differenti isotopi in ciascuna fase si mantengono costanti ad una determinata temperatura.

Nei cambiamenti di fase, i rapporti tra isotopi pesanti e leggeri nelle molecole delle due fasi (ad es. liquido e vapore) cambia. Nei processi di condensazione, un processo che può essere considerato all'equilibrio, gli isotopi più pesanti si concentrano nella fase liquida residuale, mentre gli isotopi leggeri sono arricchiti nella fase vapore.

Il frazionamento all'equilibrio è fortemente dipendente dalla temperatura in maniera inversa: all'aumentare della temperatura le differenze isotopiche tra due fasi tendono a diminuire. Il frazionamento isotopico all'equilibrio tra due fasi, per esempio acqua liquida-vapore, può essere espresso attraverso l'uso del fattore di frazionamento alfa (α):

$$\alpha = \frac{R_{\text{liquido}}}{R_{\text{vapore}}}$$

dove R è il rapporto tra l'isotopo più pesante e quello più leggero.

In termini di notazione-delta lo stesso alfa può essere espresso come:

$$\alpha = \frac{(1000 + \delta_{\text{liq}})}{(1000 + \delta_{\text{vap}})}$$

Frazionamenti cinetici

Si verificano frazionamenti isotopici di tipo cinetico in quei processi chimico-fisici irreversibili, che sono lontani dalle condizioni di equilibrio, o quando per esempio, i "prodotti" vengono isolati fisicamente dai reagenti. I frazionamenti cinetici, a parità di condizioni di temperatura, sono generalmente più marcati di quelli all'equilibrio. In genere, gli isotopi più leggeri hanno legami che sono più facili da rompere degli equivalenti legami degli isotopi pesanti. E' questo il caso del processo di evaporazione, nel quale il vapore che si produrrà sarà arricchito in isotopi leggeri rispetto al liquido da cui si origina.

6.2.3.3 I frazionamenti isotopici nel ciclo idrologico

Abbiamo già visto che le trasformazioni di fase liquido-vapore hanno una notevole influenza sulla composizione isotopica delle acque nel ciclo idrologico. Le variazioni di composizione isotopica delle acque rendono gli isotopi stabili delle acque utili traccianti naturali nello studio delle dinamiche in bacini idrogeologici.

Vediamo adesso di descrivere meglio dal punto di vista isotopico i processi di condensazione ed evaporazione.

Precipitazioni

Le precipitazioni meteoriche si verificano quando da una massa satura di vapore inizia il processo di condensazione. Dal punto di vista isotopico, le precipitazioni hanno una composizione isotopica più arricchita in isotopi pesanti rispetto al vapore dal quale si sono formati in conseguenza delle differenti tensioni di vapore tra molecole con isotopi pesanti (H_2^{18}O and HD^{16}O) e quelle con isotopi leggeri (H_2^{16}O).

Se riportiamo la composizione isotopica delle precipitazioni che si verificano in tutto il mondo in un diagramma $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$, queste si dispongono lungo un allineamento la cui retta di regressione ha la seguente equazione:

$$\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$$

Questa retta, chiamata MWL (Meteoric Water Line) mette in relazione la composizione isotopica dell'idrogeno e dell'ossigeno nelle acque di precipitazione a livello mondiale. Essa è caratterizzata da un valore di pendenza pari a 8 e da una intercetta di 10. La pendenza di 8 è data dal rapporto tra i fattori di frazionamento all'equilibrio per l'idrogeno e per l'ossigeno a 25-30°C nella trasformazione vapore-liquido. L'intercetta, chiamata invece "eccesso di deuterio", ha un significato fisico e rappresenta un termine legato al frazionamento cinetico durante l'evaporazione di un'acqua oceanica che evapora ad un'umidità media dell'85%.

La composizione isotopica delle precipitazioni è soggetta ad alcuni importanti effetti spaziali e temporali, che possono essere a scale globale o locale. I più comuni sono : l'effetto latitudine, l'effetto stagionalità, l'effetto continentalità, l'effetto quantità l'effetto "rainout" e l'effetto quota.

L'effetto "latitudine" si origina per la progressiva condensazione del vapore delle masse d'aria umide generate alle basse latitudini man mano che si spostano verso latitudini maggiori. Ciò determina una negativizzazione dei rapporti isotopici dall'equatore verso i poli.

L'effetto "stagionalità" (Fig 6.2.3) è legato alla differente temperatura di formazione delle precipitazioni. Come detto precedentemente, i fattori di frazionamento vapore-acqua liquida sono dipendenti dalla temperatura. Pertanto, in una stessa regione, le precipitazioni che avvengono nei mesi freddi sono caratterizzate da composizioni isotopiche negative, mentre le acque meteoriche durante i mesi caldi risultano arricchite in isotopi pesanti e quindi più positive.

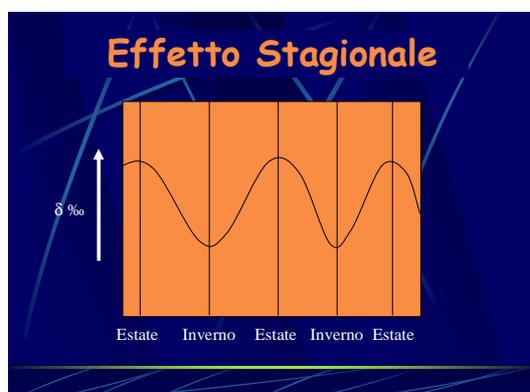


Figura 6.2.3 - Variazione isotopica stagionale.

L'effetto "continentalità" (Fig.6.2.4) produce precipitazioni con valori di composizione isotopica progressivamente più negativi man mano ci si allontana dalla linea di costa.

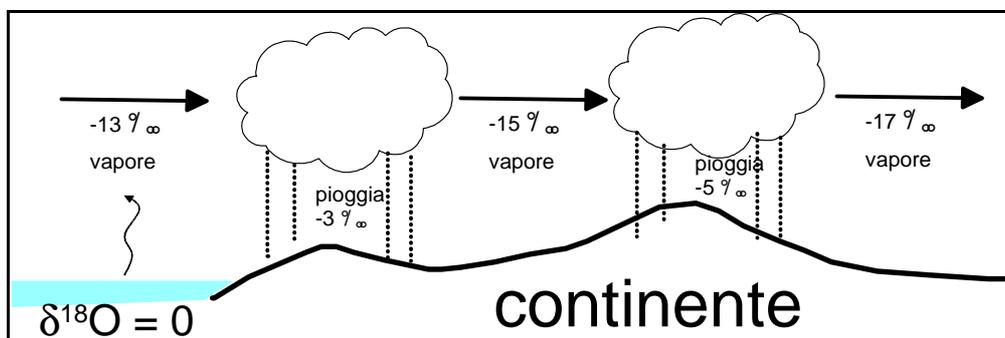


Figura 6.2.4 - Effetto continentalità.

L'effetto "quantità": in occasioni di eventi meteorici di modesta entità, soprattutto in zone aride, le acque di precipitazione risultano spesso arricchite in isotopi pesanti. Infatti, durante la precipitazione attraversando una colonna d'aria secca le gocce d'acqua sono soggette a processi di rievaporazione.

L'effetto "rainout" si verifica quando una stessa massa d'aria di modeste dimensioni perdendo progressivamente consistenti quantità di vapore provoca una negativizzazione delle precipitazioni al progredire della condensazione.

Infine, l'effetto "quota" (Fig 6.2.5) risulta dalla combinazione tra l'effetto temperatura e l'effetto continentalità. I valori di composizione isotopica delle precipitazioni diminuiscono con l'aumentare della quota. Mediamente si osserva una negativizzazione compresa tra 0.1 e 0.6 delta per mille ogni 100 metri di quota per l'ossigeno e tra 1 e 4 delta per mille ogni 100 m di quota per l'idrogeno.

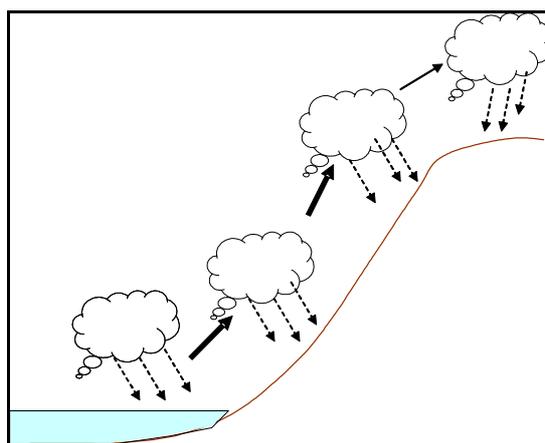


Figura 6.2.5 - Effetto quota.

Appare evidente che questi effetti geografici e climatici non agiscono separatamente ma concorrono contemporaneamente e con differente peso, nel determinare la composizione isotopica delle precipitazioni in un'area.

Peculiari condizioni geografiche e particolari parametri climatici possono dare origine a precipitazioni meteoriche con composizioni isotopiche che però deviano dall'andamento generale delle precipitazioni nel mondo. Un esempio è rappresentato dal bacino del Mar Mediterraneo, dove è stato osservato che il valore di eccesso di deuterio aumenta fino a + 22 in seguito a movimenti convettivi delle masse d'aria umide che generano rievaporazione durante la precipitazione.

Evaporazione

Le nubi che generano precipitazioni sono originate da imponenti masse d'acqua evaporanti come gli oceani, i mari ed, in secondo luogo, anche le acque continentali.

L'evaporazione fraziona gli isotopi dell'idrogeno e dell'ossigeno in funzione della temperatura, ma soprattutto dell'umidità dell'aria. Il processo di evaporazione è un processo all'equilibrio se avviene con umidità del 100%, mentre con valori di umidità minori, al frazionamento all'equilibrio si aggiunge un frazionamento cinetico che dipende dal grado di saturazione dell'aria. Ciò comporta una differenza nei rapporti isotopici delle acque.

Le acque prodotte da evaporazione con umidità minore del 100%, sono caratterizzate da rapporti isotopici con pendenza minore di quella delle acque di precipitazione. A 25°C, la pendenza delle linee delle acque evaporate varia tra 3.9 (umidità 0%) e 6.8 (umidità 85%) mentre quando l'evaporazione avviene a condizioni umidità prossime al 100%, il frazionamento cinetico diventa trascurabile e la pendenza della retta è prossima a 8 (evaporazione all'equilibrio).

6.2.3.4 Comparazione tra composizione isotopica delle acque meteoriche e delle acque di falda.

In un bacino idrologico, le precipitazioni meteoriche rappresentano la principale ricarica delle acque sotterranee. Di conseguenza le acque di falda hanno una connotazione isotopica che riflette quella delle precipitazioni. In generale, i valori di $\delta^{18}\text{O}$ e δD delle acque sotterranee ricadono in prossimità della retta delle locali precipitazioni e la composizione isotopica media delle acque sotterranee è assimilabile alla media annua della composizione isotopica delle precipitazioni che avvengono nel bacino, ponderata sulla base dell'ammontare mensile. La composizione isotopica media ponderata annua ($\delta^{18}\text{O}_{\text{mp}}$ e $\delta\text{D}_{\text{mp}}$) viene calcolata attraverso le seguenti formule:

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{mp}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i * \delta^{18}\text{O}_i}{P_{\text{tot}}} \quad \text{e} \quad \delta\text{D}_{\text{mp}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i * \delta\text{D}_i}{P_{\text{tot}}}$$

dove i si riferisce al mese i -simo (1=gennaio...12=dicembre), P_i è la precipitazione mensile, P_{tot} è la precipitazione annua, e $\delta^{18}\text{O}$ e δD sono i valori isotopici mensili delle precipitazioni. Come già descritto in precedenza, le precipitazioni hanno una variabilità

spaziale e temporale della composizione isotopica dovuta ai diversi “effetti” in precedenza descritti. Sono proprio queste peculiarità che fanno degli isotopi stabili, utili traccianti naturali dei processi di ricarica e di circolazione delle acque sotterranee. Una semplice, e molto spesso utilizzata, applicazione della geochimica isotopica nello studio dei processi di ricarica delle acque sotterranee sfrutta le variazioni indotte dall’effetto dell’altitudine sulla composizione isotopica delle piogge. Il gradiente isotopico verticale delle precipitazioni in un bacino, che esprime numericamente questa negativizzazione isotopica, consente di ricavare, in funzione dei rapporti isotopici delle acque di falda le quote medie delle acque di infiltrazione all’interno del bacino considerato. Da valutazioni di questo genere derivano implicazioni che sono di rilevante importanza per la delimitazione delle aree di ricarica soprattutto nell’ottica di una protezione delle risorse idriche sotterranee da processi di inquinamento. Recentemente l’interpretazione dei dati isotopici si è affinata ulteriormente. E’ infatti grazie alla trattazione statistica dei dati analitici, attraverso regressioni multiple lineari, che è possibile ricavare dei modelli di caratterizzazione isotopica delle precipitazioni che non solo tengono in considerazione del solo effetto “quota” ma anche dell’azione congiunta delle variazioni spazio-temporali.

Lo studio dei rapporti isotopici nelle acque di falda può essere utilizzato anche per la individuazione, se tali apporti siano opportunamente differenti, di due o più componenti che concorrono alla ricarica degli acquiferi. Il principio su cui si basa tiene conto delle differenze di composizione isotopica tra il flusso basale delle acque sotterranee e quella di un’altra componente che si infiltra. Questa componente può derivare da un particolare evento piovoso o può avere un’origine differente da quella meteorica (scioglimento di precipitazioni solide, acque di irrigazione provenienti da altri bacini, etc.). Attraverso un bilancio di massa è possibile inoltre stimare quantitativamente l’apporto delle singole componenti. Un tale approccio, consente anche di effettuare una preliminare valutazione dei tempi di residenza delle acque sotterranee.

In acquiferi con alimentazione attraverso condotti carsici, i traccianti isotopici, accoppiati con alcuni costituenti chimici, sono particolarmente utili per la ricostruzione dei circuiti idrogeologici nonché dei sistemi inghiottitoio-risorgenza.

Oltre al valore composizione isotopica media, è altrettanto importante l’escursione annua dei valori della composizione isotopica di una falda. Generalmente le acque sotterranee hanno una variabilità annua ridotta rispetto alle precipitazioni. L’ampiezza del range dei valori e la correlazione temporale con i principali eventi piovosi consentono di trarre utili indicazioni sui volumi di acqua coinvolti nel processo di ricarica, sul volume dell’acquifero e sui tempi di residenza. Un range di valori ampio indica la presenza di corpi idrici sotterranei di modeste dimensioni e/o circuiti di ricarica abbastanza veloci tali da risentire delle variazioni stagionali della composizione isotopica delle precipitazioni, anche se smorzate. Al contrario, valori di composizione isotopica quasi costanti nel tempo suggeriscono invece l’esistenza di acquiferi di rilevante volume con tempi di corruzione elevati e permeabilità elevata tale da consentire una omogeneizzazione della composizione isotopica degli apporti in falda durante tutto l’anno.

Tuttavia, in molti bacini è stata osservata una differenza sostanziale nella composizione isotopica tra valori medi della falda e la media annua ponderata delle precipitazioni. Ciò è legato al fatto che il processo di ricarica meteorica in falda è complicato da numerosi processi dipendenti da fattori climatici, ambientali, geologici che oltre che ridurre la

quantità delle acque che si infiltrano, ne possono modificare anche la composizione isotopica.

Le acque di precipitazione, infatti, si ripartiscono in tre aliquote:

- una parte viene re-immessa nel ciclo idrologico sottoforma di vapore sia quando evapora dai suoli durante l'infiltrazione, sia durante i processi di traspirazione della copertura vegetale. A differenza della traspirazione che non ha alcuna influenza sulla composizione isotopica, l'evaporazione dai suoli impartisce un arricchimento in isotopi pesanti.
- Una seconda parte è rappresentata dalle acque che rimanendo in superficie costituiscono le acque dei laghi, dei fiumi, degli stagni.
- Una terza parte, si infiltra attraverso i suoli fino a raggiungere la zona satura alimentando quindi le falde. La ripartizione delle tre aliquote dipende prevalentemente dalle condizioni climatiche e morfologiche del bacino, dai valori di permeabilità delle litologie presenti nel bacino, dalla distribuzione temporale delle precipitazioni.

Nelle regioni con clima di tipo mediterraneo, l'infiltrazione efficace avviene prevalentemente durante la stagione fredda (da ottobre a marzo), quando le temperature sono più basse e la vegetazione non è particolarmente attiva. In questo periodo, la composizione isotopica delle precipitazioni mostra i valori più negativi ed allo stesso tempo una ridotta variabilità rispetto alla variabilità annuale delle precipitazioni. Per questo motivo gli acquiferi hanno una composizione isotopica più negativa rispetto alla media ponderata delle precipitazioni e con variazioni annue che sono smorzate rispetto a quelle delle piogge.

Nei climi aridi e semiaridi, dove i processi di evaporazione durante l'infiltrazione sono piuttosto spinti, le acque sotterranee deviano dalla retta locale delle precipitazioni. I corpi idrici in queste aree mostrano invece una composizione isotopica media arricchita in isotopi pesanti (^{18}O e ^2H) rispetto alla media ponderata delle precipitazioni. Inoltre, in conseguenza di un arricchimento isotopico differenziato tra ossigeno ed idrogeno, le acque con una connotazione isotopica tipica di acque evaporate si discostano dalla retta delle precipitazioni e disponendosi su una retta a pendenza inferiore a quella meteorica. Come abbiamo visto in precedenza, la pendenza delle rette che descrivono processi evaporativi variano in funzione della temperatura e del grado di saturazione di vapore in atmosfera, mostrando pendenze variabili tra 3.9 e circa 7.

Negli acquiferi costieri, invece, le differenze osservate tra la composizione isotopica media annua delle acque sotterranee e la media annua ponderata delle precipitazioni possono essere dovute a fenomeni di ingressione marina. In particolare, poiché l'acqua di mare è caratterizzata da valori di composizione isotopica piuttosto positivi ($\delta^{18}\text{O} = +1$ e $\delta\text{D} = +10$) il mixing con acqua di mare, comporta un arricchimento in isotopi pesanti nella composizione isotopica delle acque di falda, oltre che, naturalmente evidenti fenomeni di insalinazione dell'acquifero chimicamente rilevabili.

Un altro processo che può influenzare la composizione degli isotopi di un'acqua è lo scambio isotopico che quest'ultima può avere quando permane per lungo tempo a contatto con le rocce. Tale scambio interessa in pratica solamente l'ossigeno, in quanto la presenza di idrogeno nelle rocce è, in proporzione, molto bassa. In ogni caso, tale

scambio è tipico di acque che interessano i sistemi geotermici poiché la sua efficacia è stata osservata con temperature superiori ai 200°C. In questo caso, la composizione isotopica delle acque geotermiche non rispecchia quella media delle precipitazioni avvenute nell'area di ricarica ma mostrerà valori di ^{18}O un pò più positivi di quelli della ricarica meteorica, il valore della variazione dipende dal tipo di roccia serbatoio.

Da queste considerazioni, si può osservare come sia possibile, sulla base della comparazione tra la composizione isotopica delle acque meteoriche e quella delle acque sotterranee, costruire un modello geochimico isotopico finalizzato alla risoluzione di alcuni problemi idrogeologici come la definizione delle quote medie delle zone alimentazione e la delimitazione delle aree di ricarica, la caratterizzazione isotopica dei circuiti, la valutazione dei tempi di circolazione delle acque sotterranee ma anche la stima della effettiva ricarica meteorica.

6.2.4 La rete isotopica regionale

La Sezione di Palermo dell'INGV per l'effettuazione di studi idrogeochimici ed isotopici in aree specifiche ha installato, di volta in volta, piccole reti pluviometriche che nel tempo hanno consentito di ricostruire i riferimenti isotopici di base per lo studio degli acquiferi da indagare.

Per la progettazione e messa in opera della rete isotopica regionale di 50 siti prevista nella convenzione, sono stati inclusi o riattivati vecchi siti che sono rimasti sotto controllo per diversi anni. Va sottolineato che, oltre all'esigenza della raccolta di campioni di precipitazioni adatti alla misura della composizione isotopica, la rete è stata progettata e messa in opera sul territorio anche per colmare una lacuna di informazioni che esiste in Sicilia per le precipitazioni che si verificano nelle aree a quote elevate.

La porzione di rete pluvio-nivometrica con siti per i quali si era in possesso di dati storici comprende circa 20 stazioni prevalentemente concentrate in quattro aree che costituiscono i principali acquiferi della Sicilia: l'Etna, i Monti Iblei, la provincia di Trapani e le Madonie.

A partire dal mese di Maggio 2004, sono state installate le 50 stazioni (Fig. 6.2.6) in maniera tale da coprire l'intero territorio siciliano con particolare riferimento a quelle aree dove insistono i corpi idrici più significativi. Attualmente sono presenti quindi 50 pluviometri ubicati a quote comprese tra i 5 m s.l.m. (Marina di Ragusa) e 2940 m s.l.m. (Torre del Filosofo) e che ricadono all'interno dei seguenti bacini idrogeologici così suddivisi: 8 sull'Etna, 7 sui M. Iblei, sui M. Peloritani ed in Sicilia Centro-meridionale, 4 sui M. Nebrodi, 3 sui M. Sicani, M. di Trapani, 2 sulle Madonie, sui M. di Palermo e nella Piana di Catania e 1 a Rocca Busambra, a Piazza Armerina, sui Monti di Termini e Trabia, nella piana di Marsala e nella piana di Castelvetro.

idrogeologici in cui hanno operato precedentemente reti INGV e che hanno consentito di integrare, in quelle aree, i dati fino ad ora raccolti.

6.2.5 Stato Ambientale delle Acque Sotterranee

Lo stato ambientale delle acque sotterranee è stabilito, ai sensi del D. Lgs. 152/99 , in base allo stato chimico-qualitativo e a quello quantitativo definiti rispettivamente dai seguenti schemi:

STATO CHIMICO	
classe 1	impatto antropico nullo o trascurabile, qualità pregiata
classe 2	impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, qualità buona
classe 3	impatto antropico egnificativo, qualità buona con segnali di compromissione
classe 4	impatto antropico rilevante, qualità scadente
classe 0	impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali

La classificazione è evidenziata cromaticamente secondo il recepimento delle normative europee di pari argomento.

STATO QUANTITATIVO	
classe A	Impatto antropico nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. L'estrazione di acqua o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili a lungo periodo
classe B	Impatto antropico ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile su lungo periodo.
classe C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori di qualità.
classe D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

La sovrapposizione dello stato chimico e quantitativo definisce lo stato ambientale e la relativa tipologia dell'acquifero indagato o parte omogenea di esso.

Stato elevato	Stato buono	Stato sufficiente	Stato scadente	Stato particolare
1 - A	1 - B	3 - A	1 - C	0 - A
	2 - A	3 - B	2 - C	0 - B
	2 - B		3 - C	0 - C
			4 - C	0 - D
			4 - A	1 - D
			4 - B	2 - D
				3 - D
				4 - D

Il rilevamento della qualità del corpo idrico sotterraneo è fondato in linea generale sulla determinazione dei parametri di base macrodescrittori riportati nella tabella 19 del D.Lgs. n° 285 del 18/08/2000. Tale classificazione costituisce la base per la definizione e programmazione degli interventi di tutela dei corpi idrici dall'inquinamento e dallo sfruttamento.

6.3 Acque marine costiere

6.3.1 Attività di campionamento ed analisi

Per quanto riguarda il monitoraggio delle acque marine costiere, sono state considerate significative le acque marine costiere dell'intero perimetro regionale e delle isole minori, comprese entro i 3000 m dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 m. Lungo uno sviluppo costiero pari a circa 1600 km, sono state individuate 24 aree biogeografiche lungo le coste della Sicilia e 14 unità territoriali omogenee corrispondenti alle 14 isole minori (Isole Eolie, Isole Egadi, Isole Pelagie, Ustica e Pantelleria). I tratti costieri individuati sono dettagliati nella tabella 6.3.1.

Tabella 6.3.1 - Elenco dei tratti costieri con l'indicazione dei transetti.

<i>Codice</i>	<i>Tratti costieri</i>	<i>n. Transetti</i>
1	da Capo Zafferano a Capo Gallo	4
2	da Capo Gallo a Punta Raisi	3
3	da Punta Raisi a Capo Rama	1
4	da Capo Rama a Capo San Vito	4
5	da Capo San Vito a Punta Ligny	3
6	da Punta Ligny a Capo Lilibeo	2
7	da Capo Lilibeo a Capo Granitola	5
8	da Capo Granitola a Capo San Marco	2
9	da Capo San Marco a Licata	9
10	da Licata a Capo Scalambri	4
11	da Capo Scalambri a Punta Religione	2
12	da Punta Religione a Capo Passero	2
13	da Capo Passero a Torre Vendicari	3
14	da Torre Vendicari a Capo Murro di Porco	2
15	da Capo Murro di Porco a Capo Santa Panagia	1
16	da Capo Santa Panagia a Capo Santa Croce	2
17	da Capo Santa Croce a Torre Archirafi	6
18	da Torre Archirafi a Capo Scaletta	2
19	da Capo Scaletta a Capo Rasocolmo	3
20	da Capo Rasocolmo a Capo Milazzo	3
21	da Capo Milazzo a Capo Calavà	4
22	da Capo Calavà a Capo d'Orlando	2
23	da Capo d'Orlando a Cefalù	4
24	da Cefalù a Capo Zafferano	4
25	Favignana	1
26	Levanzo	1
27	Marettimo	1
28	Pantelleria	2

<i>Codice</i>	<i>Tratti costieri</i>	<i>n. Transetti</i>
29	Linosa	1
30	Lampedusa	2
31	Lipari	2
32	Vulcano	1
33	Salina	1
34	Panarea	1
35	Stromboli	1
36	Alicudi	1
37	Filicudi	1
38	Ustica	2

In totale sono stati definiti 38 tratti costieri omogenei all'interno dei quali sono stati posizionati 95 transetti costa-largo. Il numero di transetti risulta variabile da tratto a tratto, a seconda sia dell'estensione costiera di ciascuno di essi, sia della presenza delle varie tipologie di uso costiero e del fondale. L'elenco delle località costiere con ubicazione dei transetti e delle relative stazioni di campionamento, sono sintetizzati nella tabella 6.3.2.

Tabella 6.3.2 - Elenco delle località costiere con ubicazione dei transetti e delle relative stazioni di campionamento.

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
MC01	MONGERBINO	Alto	MC01A	368088	4218650	3
			MC01B	367902	4219153	21
			MC01C	367720	4219663	50
MC02	ACQUA DEI CORSARI	Alto	MC02A	364711	4217723	4
			MC02B	364724	4218497	29
			MC02C	364712	4219280	50
MC03	VERGINE MARIA	Alto	MC03A	357293	4225459	5,8
			MC03C	357883	4225636	50
MC04	CAPO GALLO	Alto	MC04A	352989	4231982	16
			MC04B	353598	4232495	35
			MC04C	354220	4232988	50
MC05	ISOLA DELLE FEMMINE	Alto	MC05A	346567	4229770	18
			MC05B	346865	4230297	40
			MC05C	347194	4230798	50
MC06	GOLFO DI CARINI	Alto	MC06A	346025	4229329	9,5
			MC06B	345243	4229608	26
			MC06C	344486	4229944	50
MC07	TORRE POZZILLO	Alto	MC07A	336735	4228372	3,5
			MC07B	336755	4229723	17
			MC07C	336795	4231056	50

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
MC08	TERRASINI	Alto	MC08A	332043	4225452	4
			MC08B	331194	4226039	9
			MC08C	330329	4226618	50
MC09	TRAPPETO	Alto	MC09A	328102	4215691	3,8
			MC09B	327513	4216878	25
			MC09C	326869	4216168	50
MC10	CASTELLAMMARE DEL GOLFO	Alto	MC10A	314391	4211334	6
			MC10B	314519	4212521	20
			MC10C	314675	4213692	50
MC11	GUIDALOCA	Alto	MC11A	310559	4214485	5
			MC11B	310962	4214893	23
			MC11C	311353	4215312	50
MC12	SAN VITO LO CAPO	Alto	MC12A	301598	4228720	10
			MC12B	302371	4229412	40
			MC12C	303145	4230099	50
MC13	PUNTA DEL SARACENO	Alto	MC13A	294523	4220011	18
			MC13B	294077	4220324	34
			MC13C	293647	4220661	50
MC14	PIZZOLUNGO	Alto	MC14A	286292	4216123	4
			MC14B	285787	4216849	14
			MC14C	285267	4217539	50
MC15	TRAPANI	Medio	MC15A	281773	4211179	5
			MC15B	281395	4211890	13,5
			MC15C	280344	4213583	40
MC16	NUBIA	Basso	MC16A	279362	4206885	3
			MC16B	278834	4207004	3
			MC16C	276886	4207470	17
MC17	ISOLA GRANDE	Basso	MC17A	274146	4195688	2
			MC17B	273750	4195713	3,7
			MC17C	271748	4195769	17
MC18	MARSALA	Basso	MC18A	274757	4184431	4,8
			MC18B	274382	4184105	10
			MC18C	272971	4182689	22
MC19	PETROSINO	Medio	MC19A	277029	4179315	5
			MC19B	276228	4179355	15
			MC19C	274230	4179395	26
MC20	CAPO FETO	Medio	MC20A	280449	4171633	5,3
			MC20B	279799	4171148	9
			MC20C	278083	4170110	20
MC21	MAZARA DEL VALLO	Medio	MC21A	288556	4168564	5
			MC21B	288006	4167984	12

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
			MC21C	286742	4166428	25
MC22	CAPO GRANITOLA	Medio	MC22A	294244	4159376	5,1
			MC22B	293757	4158737	14,4
			MC22C	292579	4157112	30
MC23	MARINELLA	Medio	MC23A	309045	4161356	5
			MC23B	309023	4160566	19
			MC23C	308967	4158562	34
MC24	CAPO SAN MARCO	Medio	MC24A	325243	4151391	9,2
			MC24B	325224	4150594	26
			MC24C	325182	4148599	39
MC25	SCIACCA	Medio	MC25A	328870	4152392	5,4
			MC25B	328860	4151551	20
			MC25C	328819	4149587	24,5
MC26	TORRE VERDURA	Medio	MC26A	339833	4149046	5,7
			MC26B	339133	4148624	15
			MC26C	337462	4147504	23
MC27	CAPO BIANCO	Medio	MC27A	347125	4139213	4,8
			MC27B	346835	4138460	14,6
			MC27C	346293	4136537	27
MC28	PUNTA SECCA	Medio	MC28A	360154	4130524	4,5
			MC28B	359481	4130086	13
			MC28C	357894	4128851	24,5
MC29	PORTO EMPEDOCLE	Medio	MC29A	368680	4127481	5
			MC29B	368663	4126711	8,5
			MC29C	368695	4127949	16,5
MC30	SAN LEONE	Medio	MC30A	373619	4124717	7,5
			MC30B	373241	4124004	11,5
			MC30C	372314	4122227	18
MC31	PUNTA BIANCA	Medio	MC31A	381309	4116880	4
			MC31B	380879	4116268	12
			MC31C	379653	4114677	21
MC32	TORRE DI GAFFE	Medio	MC32A	396210	4110685	4,6
			MC32B	395875	4109953	9,5
			MC32C	394865	4108250	16
MC33	LICATA	Basso	MC33A	407053	4106229	4
			MC33B	407222	4105726	6
			MC33C	407817	4103865	15
MC34	MANFRIA	Basso	MC34A	423301	4105644	4
			MC34B	423206	4105148	8
			MC34C	423083	4103204	11
MC35	GELA	Basso	MC35A	432104	4102137	3

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
			MC35B	431681	4101495	7
			MC35C	430332	4100195	11
MC36	FOCE ACATE	Medio	MC36A	440723	4095273	5
			MC36B	439888	4094839	9
			MC36C	438273	4093679	12
MC37	PUNTA BRACCETTO	Medio	MC37A	451517	4074524	6
			MC37B	450812	4074051	19
			MC37C	448905	4073393	32
MC38	MARINA DI RAGUSA	Basso	MC38A	461220	4070000	7
			MC38B	461028	4069402	13
			MC38C	460353	4067507	20
MC39	SAMPIERI	Basso	MC39A	476908	4063356	3
			MC39B	476854	4062852	8
			MC39C	476523	4060841	24
MC40	POZZALLO	Basso	MC40A	486780	4064171	5
			MC40B	487067	4063719	8
			MC40C	488118	4061974	16
MC41	PUNTA CASTELLAZZO	Medio	MC41A	499188	4060728	6
			MC41B	499455	4059971	12
			MC41C	500165	4058049	19
MC42	ISOLA DI CAPO PASSERO	Medio	MC42A	511779	4061377	11
			MC42B	512214	4062051	15
			MC42C	513362	4063837	27
MC43	MARZAMEMI	Medio	MC43A	510812	4066632	9
			MC43B	511366	4067211	15
			MC43C	512579	4068864	32
MC44	VENDICARI	Basso	MC44A	509064	4070167	10
			MC44B	509530	4070387	17
			MC44C	511252	4071475	25
MC45	MARINA DI AVOLA	Basso	MC45A	513595	4084058	5
			MC45B	514122	4084040	12
			MC45C	516042	4084001	45
MC46	CAPO MURRO DI PORCO	Alto	MC46A	528597	4095172	16
			MC46C	528606	4094739	50
MC47	ORTIGIA	Alto	MC47A	528578	4103140	14
			MC47C	527226	4103138	50
MC48	MARINA DI MELILLI	Medio	MC48A	520879	4108385	7
			MC48B	521447	4108971	8
			MC48C	522922	4110432	45
MC49	RADA DI AUGUSTA	Basso	MC49A	520335	4121197	4
			MC49B	520657	4120801	7

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
			MC49C	522033	4119316	40
MC50	BRUCOLI	Basso	MC50A	516930	4126707	12
			MC50B	516725	4127195	25
			MC50C	516228	4128982	30
MC51	AGNONE BAGNI	Medio	MC51A	511628	4129464	12
			MC51B	511942	4130239	18
			MC51C	512738	4132101	22
MC52	FOCE DEL SIMETO	Basso	MC52A	508576	4140754	4
			MC52B	509086	4140753	10
			MC52C	511121	4140748	20
MC53	CATANIA	Alto	MC53A	509563	4151803	10
			MC53C	510279	4151721	50
MC54	CAPO MULINI	Alto	MC54A	514561	4157251	10
			MC54C	515027	4157050	50
MC55	GIARRE	Alto	MC55A	518682	4175363	5
			MC55C	519271	4175672	50
MC56	TAORMINA	Alto	MC56A	526342	4190298	11
			MC56C	526847	4190494	50
MC57	CAPO SCALETTA	Alto	MC57A	542165	4212540	10
			MC57C	542720	4212495	50
MC58	PARADISO	Alto	MC58A	549824	4230962	9
			MC58C	550338	4230830	50
MC59	CAPO PELORO	Alto	MC59A	555530	4236368	5
			MC59C	555478	4237000	50
MC60	CAPO RASOCOLMO	Alto	MC60A	547167	4239520	5
			MC60B	546904	4240887	30
			MC60C	546675	4242324	50
MC61	ROMETTA MAREA	Alto	MC61A	535854	4232231	3
			MC61C	535522	4233008	50
MC62	MILAZZO	Alto	MC62A	521404	4230545	16
			MC62C	521688	4230684	50
MC63	CAPO MILAZZO	Alto	MC63A	520658	4235895	8
			MC63C	520644	4236586	50
MC64	BARCELLONA	Alto	MC64A	516683	4224666	7
			MC64C	516185	4225079	50
MC65	TINDARI	Alto	MC65A	504052	4222730	4
			MC65C	504543	4223345	50
MC66	MARINA DI PATTI	Alto	MC66A	496676	4223662	9
			MC66C	497007	4224344	50
MC67	CAPO CALAVÀ	Alto	MC67A	494173	4226162	6
			MC67C	494579	4226827	50

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
MC68	BROLO (SCOGLIO)	Alto	MC68A	484659	4223811	4
			MC68B	484611	4224662	20
			MC68C	484542	4225475	50
MC69	CAPO D'ORLANDO	Alto	MC69A	479083	4223402	6
			MC69B	479746	4224641	20
			MC69C	480285	4225851	50
MC70	SANT'AGATA DI MILITELLO	Alto	MC70A	468207	4214250	5
			MC70B	467534	4215458	24
			MC70C	466883	4216611	50
MC71	SANTO STEFANO DI CAMASTRA	Alto	MC71A	451050	4210525	6
			MC71B	450940	4211859	27
			MC71C	450727	4213092	50
MC72	FINALE DI POLLINA	Alto	MC72A	425323	4209559	13
			MC72C	425491	4210489	50
MC73	CEFALÙ	Alto	MC73A	414845	4210965	7
			MC73B	415075	4211614	25
			MC73C	415319	4212233	50
MC74	CAMPOFELICE DI ROCCELLA	Alto	MC74A	404963	4208067	3,7
			MC74B	404390	4209334	19,5
			MC74C	403802	4210634	50
MC75	TERMINI IMERESE	Medio	MC75A	388230	4203996	6,5
			MC75B	388282	4204881	11,5
			MC75C	388391	4206872	18,5
MC76	SAN NICOLA L'ARENA	Alto	MC76A	378020	4209066	4
			MC76B	378428	4209938	32
			MC76C	378994	4210766	50
MC77	CAPO ZAFFERANO	Alto	MC77A	371805	4218689	11,5
			MC77B	372347	4218677	35
			MC77C	372899	4218657	50
MC78	USTICA 1	Alto	MC78A	339615	4284195	25
			MC78C	339541	4284047	50
MC79	USTICA 2	Alto	MC79A	340673	4286848	8
			MC79C	340433	4287387	50
MC80	FAVIGNANA	Alto	MC80A	262740	4200160	8
			MC80B	263344	4199337	25,5
			MC80C	263255	4198546	50
MC81	LEVANZO	Medio	MC81A	266919	4207765	13
			MC81B	267281	4207057	44
			MC81C	268341	4205364	40,5
MC82	MARETTIMO	Alto	MC82A	243087	4204079	12,8
			MC82B	243063	4203450	33

Transetto	Località	Tipo di fondale	Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
			MC82C	243043	4202823	50
MC83	PANTELLERIA 1	Alto	MC83A	227465	4081228	10
			MC83B	226945	4081804	35
			MC83C	226558	4082854	50
MC84	PANTELLERIA 2	Alto	MC84A	235258	4069807	18
			MC84C	235468	4069899	40
MC85	LINOSA	Alto	MC85A	307892	3969983	6
			MC85C	307742	3969172	50
MC86	LAMPEDUSA 1	Alto	MC86A	283448	3933484	20
			MC86C	283529	3934903	50
MC87	LAMPEDUSA 2	Alto	MC87A	283803	3930158	19
			MC87B	283865	3929222	40
			MC87C	283982	3928263	50
MC88	VULCANO	Alto	MC88A	495338	4249065	10
			MC88C	494633	4249056	50
MC89	LIPARI 1	Alto	MC89A	496433	4257623	15
			MC89C	496625	4257650	50
MC90	LIPARI 2	Alto	MC90A	491714	4262764	10
			MC90C	491399	4262849	50
MC91	PANAREA	Alto	MC91A	506828	4276672	8
			MC91C	507678	4276861	50
MC92	STROMBOLI	Alto	MC92A	521017	4295381	10
			MC92C	521807	4295469	50
MC93	SALINA	Alto	MC93A	485409	4266303	10
			MC93C	485375	4266028	50
MC94	ALICUDI	Alto	MC94A	444839	4267197	26
			MC94C	444902	4267206	50
MC95	FILICUDI	Alto	MC95A	463368	4267581	10
			MC95C	463368	4267415	50

Il monitoraggio è stato realizzato, con cadenza stagionale, effettuando quattro campagne idrologiche che hanno interessato le 95 stazioni.

In tutte le stazioni sono stati effettuati profili verticali dalla superficie al fondo, ad intervalli di 1 metro, dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, pH, salinità e ossigeno disciolto) attraverso l'impiego di sonde multiparametriche. Lungo ogni profilo verticale è stata anche misurata per via fluorimetrica la clorofilla "a".

Nelle stesse stazioni sono state effettuate misure di trasparenza mediante disco di Secchi e prelievo di campioni d'acqua sub-superficiali per la determinazione dei parametri riportati nella Tabella 13 – All. 1 D. Lgs. 152/99. Inoltre, è stata realizzata una campagna di campionamento e analisi dei sedimenti (stagione estiva), e delle attività di

indagine sul biota e, in particolare, sulle praterie di Posidonia oceanica e sulle comunità meiobentoniche.

6.3.2 Metodologia di classificazione

La valutazione dello stato di qualità ambientale delle acque marino costiere è stata basata sull'applicazione dell'indice trofico (TRIX) che può costituire un'ottima sintesi dello stato trofico delle acque.

Infatti, la maggiore dinamica delle acque marine costiere, non consente di applicare i metodi di valutazione del livello trofico messi a punto per le acque interne. Al fine di qualificare sotto l'aspetto trofico l'ambiente marino si utilizzano degli indici, ottenuti da una combinazione lineare di fattori, che consentono di ordinare in classi di trofia le acque costiere (Indice Trofico TRIX) e di valutare attraverso un Indice di Torbidità (TRBIX) il contributo delle biomasse e del particolato minerale alla trasparenza dell'acqua. In particolare, l'indice TRIX è una combinazione lineare di indicatori ambientali quali il fosforo totale, l'azoto inorganico disciolto, la clorofilla "a" e l'ossigeno disciolto che rappresentano fattori nutrizionali, disponibili e/o direttamente espressione di produttività.

Per il calcolo dell'indice TRIX sono stati esaminati i dati analitici ottenuti dalle quattro campagne di campionamento e analisi e, così come previsto dal D. Lgs. 152/99, è stato considerato il valore medio derivato dalle singole determinazioni effettuate durante il complessivo periodo di indagine. I risultati ottenuti hanno determinato l'attribuzione dello stato di qualità ambientale secondo la scala trofica riportata nella tabella 17 dell'allegato 1 del suddetto decreto.

Al fine di integrare tale classificazione, sono stati analizzati i principali parametri idrologici, trofici e microbiologici nella colonna d'acqua e valutati la granulometria e gli inquinanti inorganici ed organici nei sedimenti delle aree a rischio ambientale.

Inoltre lo stesso D. Lgs. 152/99 indica nelle biocenosi di maggiore pregio ambientale le componenti del biota da cui trarre gli indicatori e gli indici ambientali utili ai fini di una più completa definizione dello stato ecologico. Osservazioni e misure sulle comunità meiobentoniche e sulle praterie di P. oceanica hanno, così, permesso di caratterizzare meglio le condizioni ambientali e di classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali, nonché, di confermare quanto emerso dalla classificazione dello stato di qualità mediante l'indice TRIX.

6.3.3 Campagne per osservazioni, misure e prelievo di sedimenti e Posidonia oceanica

Le stazioni per osservazioni, misure e prelievi di campioni di sedimento e P. oceanica sono state posizionate prevalentemente in coincidenza con la stazione A dei transetti idrologici.

In considerazione dell'assenza delle praterie in alcuni settori della fascia costiera siciliana (Golfi di Gela, Termini Imerese, ecc), in alcuni casi non è stato possibile posizionare la stazione dove campionare la prateria di P. oceanica ed i sedimenti in coincidenza con la stazione A dei 95 transetti idrologici.

In questi casi, anche al fine di conseguire gli obiettivi prefissati dalla convenzione di ricerca, sono state campionate praterie e sedimenti non coincidenti con la stazione A dei transetti idrologici, prelevando campioni prevalentemente in aree caratterizzate da condizioni di alterazione ambientale sia naturale che antropica.

Le stazioni non coincidenti con la stazione A dei transetti idrologici sono state codificate dal numero 96 al numero 110. L'elenco delle stazioni è riportato nella tabella 3.2.1 del documento "Standardizzazione di descrittori biotici in Posidonia oceanica e nelle comunità meiobentoniche di fondi mobili e predisposizione di criteri per il posizionamento di reti di sorveglianza della qualità dell'acqua (D. Lgs. 152/99 e Direttiva 2000/60/UE)" riportato nell'ALL.2 del Piano di Tutela.

Per la descrizione dei metodi e delle tecniche utilizzate, nonché per gli esiti delle indagini sulle praterie di Posidonia Oceanica, sui sedimenti e sulla meiofauna associata si rimanda ai contenuti del citato documento.

7 Valutazione delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sullo stato delle acque superficiali e sotterranee

Il Piano di Tutela delle Acque costituisce, ai sensi dell'art. 121 del D.lgs. 152/06, il momento di sintesi delle informazioni disponibili sui corpi idrici e delle valutazioni mirate al loro risanamento, ove, a seguito delle attività di monitoraggio e classificazione su di essi condotte ai sensi dello stesso Decreto, i corpi idrici risultino di qualità non adeguata.

I contenuti del Piano sono stati definiti nell'Allegato 4 alla parte terza del citato D.Lgs. 152/06, in cui sono riportati, seppure per grandi titoli, i principali argomenti che devono essere trattati nella loro redazione. Essi possono essere così sintetizzati:

- descrizione dei corpi idrici superficiali e sotterranei oggetto del Piano;
- valutazione delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sullo stato delle acque superficiali e sotterranee;
- monitoraggio e conseguente classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici;
- definizione degli obiettivi di qualità che si vogliono garantire per i corpi idrici, di qualità ambientale e/o per specifica destinazione;
- individuazione delle misure da adottare per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, ove, a seguito dei risultati dell'attività di monitoraggio, essi non siano rispettati.

La valutazione dell'impatto antropico costituisce pertanto, in tale procedura, un momento fondamentale per l'individuazione delle criticità su cui intervenire in maniera prioritaria. In particolare, l'analisi dei corpi idrici a scala di bacino deve consentire la valutazione quantitativa del rapporto causa-effetto tra le fonti di impatto e la qualità delle acque dei corpi idrici; la conoscenza di tale rapporto consente a ritroso di risalire dall'obiettivo di qualità che si vuole garantire per i corpi idrici fino all'impatto massimo ammissibile a scala di bacino.

In pratica, la procedura così individuata consente di passare da una valutazione in "forward", dalla fonte d'impatto allo stato di qualità, a una in "backward" dall'obiettivo di qualità all'impatto massimo ammissibile. Tale procedura consente altresì l'individuazione degli interventi di risanamento, necessari per ricondurre l'impatto antropico dal livello attuale a quello massimo compatibile col risanamento del corpo idrico.

Va osservato che la valutazione del rapporto causa-effetto tra impatto antropico e stato di qualità dei corpi idrici va correttamente impostata, mettendo in conto tutte le possibili attività che comportino la produzione di fonti inquinanti aventi recapito nei corpi idrici stessi, anche se di origine non propriamente antropica. Infatti, solo in tal modo è possibile assegnare un corretto peso a ciascuna di tali attività, siano esse di origine antropica o non, al fine così di giungere a un'affidabile individuazione degli interventi di risanamento da adottare e delle migliorie così conseguibili per lo stato di qualità dei corpi idrici.

Pertanto, in quanto segue, si estenderà l'analisi anche a quelle forme d'impatto di origine naturale (riconducibili generalmente a forme d'inquinamento diffuso), che contribuiscono anch'esse alla formazione dei carichi totali nei corpi ricettori

L'indagine necessaria per la valutazione dell'impatto antropico sulla qualità dei corpi idrici si compone di tre fasi, così sintetizzabili:

- a) valutazione delle fonti di inquinamento concentrate, di origine urbana e industriale, e diffuse, di origine agricola e zootecnica;
- b) elaborazione dei dati per la valutazione dei carichi inquinanti riversati in ogni corpo idrico (in termini di BOD₅, N e P);
- c) valutazione di indicatori dello stato di qualità dei corpi idrici, finalizzati ad evidenziare le situazioni di maggiore criticità, al fine di mettere a punto una scala di priorità utile per pianificare gli interventi di monitoraggio e risanamento dei corpi idrici, nell'ambito della redazione del PTA.

Come è noto, i corpi idrici oggetto del Piano di Tutela sono quelli definiti "significativi", ai sensi dell'Allegato 1 alla parte terza del D.lgs. 152/06, a cui va rivolta quindi l'attività di monitoraggio e risanamento. Si ricorda che, secondo il Decreto, sono significativi quei corpi idrici di particolare importanza, o per il peso che essi assumono a scala territoriale (p.e. per estensione del bacino imbrifero o dello specchio lacustre), o per la particolare valenza ambientale che essi hanno (p.e. i corpi idrici ricadenti in Parchi o Riserve), o infine per il particolare contributo inquinante che essi hanno nei confronti di altri corpi idrici che si vuole salvaguardare (è il caso di corpi idrici minori, particolarmente inquinati).

L'individuazione dei corpi idrici significativi ha condotto alla perimetrazione di 121 corpi idrici complessivi, così distinti:

- a) 37 corsi d'acqua;
- b) 3 laghi naturali;
- c) 31 serbatoi artificiali;
- d) 12 acque di transizione
- e) 24 tratti costieri di acqua di mare;
- f) 14 acque costiere di isole minori

Va tuttavia osservato che la valutazione del carico antropico per i 24 tratti costieri, in cui è stata suddivisa l'intera costa isolana, richiede la valutazione del carico prodotto da tutti i corsi d'acqua che in tali tratti trovano recapito. Ciò comporta la necessità di estendere la procedura di valutazione dell'impatto antropico anche ai rimanenti bacini siciliani, seppure non classificati come significativi; si ricorda a tale proposito che, secondo la classificazione adottata dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque – Settore Osservatorio delle Acque (ex Ufficio Idrografico Regionale), sono identificabili 102 bacini siciliani (oltre le 14 isole minori), di cui solo 41 sono stati classificati come significativi.

Nel caso dei corsi d'acqua in cui ricadono invasi, la valutazione del carico antropico va eseguita sia per il bacino da questi sotteso, sia per quello in corrispondenza della sezione di chiusura (generalmente ricadente in coincidenza con la foce), al netto del primo.

Nel caso di laghi e serbatoi, le superfici dei bacini sono valutate tenendo conto anche di quelli indiretti, allacciati al bacino diretto a mezzo di opere di derivazione realizzate in bacini limitrofi.

Infine, come già accennato, la valutazione dei carichi per la fascia costiera è eseguita identificando preventivamente i corsi d'acqua che trovano recapito in ciascun tratto di costa, che quindi contribuiscono al suo stato di qualità.

Nella valutazione dell'impatto antropico sono stati analizzati anche i 14 bacini idrogeologici significativi e i corpi idrici sotterranei in questi ricadenti.

Per maggiore chiarezza d'esposizione le informazioni appresso riportate sono state così distinte:

- criteri e metodi per la valutazione delle pressioni antropiche, in forma concentrata e diffusa, che occorre tenere in conto, al fine di quantizzare l'impatto antropico a scala di bacino;
- definizione della base di dati di riferimento che va utilizzata a regime per la valutazione dell'impatto antropico.

7.1 Criteri e metodi per la valutazione della pressione antropica sui corpi idrici

Al fine di valutare lo stato di qualità dei corpi idrici censiti, devono essere stimati i carichi inquinanti prodotti all'interno di ciascun corpo idrico o in essi riversati.

A seconda delle modalità con cui tali carichi pervengono al corpo idrico, è possibile fare distinzione tra fonti *concentrate* (o *puntiformi*), di origine antropica, urbana o industriale, e fonti *diffuse*, di origine naturale e/o antropica, dovute al dilavamento delle superfici coltivate e non e ad attività di tipo zootecnico non intensivo.

Per ciascuna fonte inquinante è possibile distinguere ulteriormente tra i seguenti tipi di carichi, in funzione del punto in cui essi sono valutati:

- a) carichi "*potenziali*": sono quelli prodotti dalle fonti inquinanti, prima che eventuali meccanismi di trasformazione (trattamento, dispersione, etc.) ne modifichino il valore, generalmente riducendone la quantità;
- b) carichi "*effettivi*": sono quelli immessi nei corpi ricettori, a seguito di eventuali interventi che ne possano modificarne concentrazioni e/o portate (p.e. interventi di depurazione);
- c) carichi "*terminali*" (o "*al ricettore*"): sono i carichi stimati in corrispondenza di sezioni di interesse dei corpi ricettori, in cui si vogliono valutare le caratteristiche del corpo idrico stesso (sezioni di chiusura di bacini imbriferi, laghi e serbatoi, etc.); la loro valutazione deve quindi tener conto dei processi di trasformazione che intervengono tra il punto di immissione dei carichi effettivi sversati nel corpo ricettore e la sezione di interesse (p.e. processi di trasporto, diffusione, decadimento, etc.).

La stima dei carichi inquinanti può essere eseguita ricorrendo a due tipi di approccio diversi, seppure fra loro integrabili ai fini di una maggiore precisione conseguibile nella loro stima:

- a) metodo *diretto*: in questo caso viene utilizzato il carico "*sperimentale*", stimato a partire dalle misure di concentrazioni e portate degli scarichi avviati nel corpo idrico;
- b) metodo *indiretto*: il carico così valutato, detto "*teorico*", viene calcolato utilizzando gli apporti specifici degli inquinanti prodotti dalle varie attività, che ricadono nel bacino imbrifero sotteso dalla sezione d'interesse, di cui va fatto quindi un preciso censimento.

Il primo metodo appare indubbiamente più significativo, per un reale monitoraggio del corpo idrico e per l'esecuzione di attività mirate all'individuazione delle maggiori criticità a scala regionale; la maggiore difficoltà nella sua applicazione sta tuttavia nella necessità di eseguire una significativa campagna di misura delle caratteristiche di qualità e quantità, in corrispondenza di diverse sezioni d'interesse del corso d'acqua; in ogni caso, il metodo non consente l'individuazione delle fonti che sono causa di inquinamento, né la valutazione del loro peso relativo; inoltre va osservato che non tutti i tipi di fonti sono monitorabili con facilità e precisione (p.e. quelli in forma diffusa).

Per contro, il metodo indiretto fa uso di apporti specifici per ciascun tipo di fonte inquinante, in genere ricavati dalla letteratura e quindi avulsi dalle reali condizioni del bacino in studio; esso tuttavia consente di tenere esplicitamente conto delle varie fonti e del peso relativo da esse assunto nella formazione della qualità del corpo idrico; è così possibile valutare a priori gli effetti dei possibili interventi di risanamento, conseguenti alla riduzione di ciascuna fonte.

Accoppiando i due metodi è allora possibile, da un lato, valutare il reale carico riversato nel corpo idrico, dall'altro, ricavare il contributo delle singole fonti calibrando le quantità così stimate (principalmente correggendo gli apporti specifici), in modo da ottenere valori comparabili del carico totale con entrambi i metodi.

Come detto, l'applicazione del metodo indiretto richiede l'esecuzione di un completo censimento di tutte le fonti presenti nel bacino, che danno origine alla formazione degli apporti inquinanti in forma concentrata o diffusa. Appresso sono riportati i criteri che possono essere adottati per la quantificazione di ciascuna fonte inquinante e i tipi di dati a tale scopo necessari.

In Fig.7.1 è sintetizzato lo schema della procedura adottata per l'identificazione delle forme di impatto, anche in funzione della loro trasformazione a partire dal punto in cui esse sono prodotte fino alla sezione di interesse del corpo idrico.

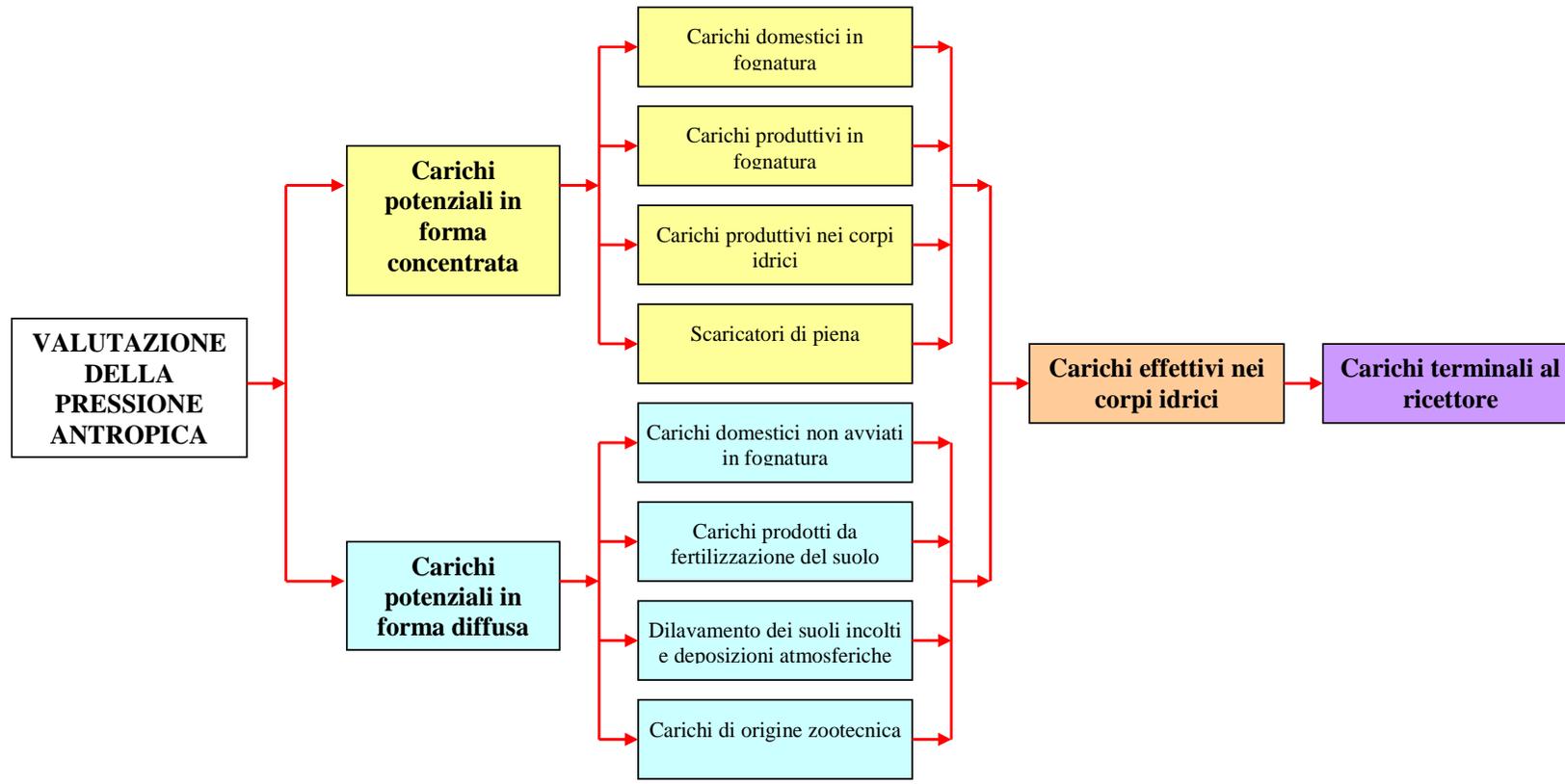


Figura 7.1.1 – Schema utilizzato per il modello di valutazione delle pressioni antropiche

7.1.1 Valutazione dei carichi potenziali

Come accennato, i carichi potenziali, cioè quelli stimati in corrispondenza della fonte di produzione, possono essere distinti a seconda che essi siano prodotti in forma concentrata o diffusa.

Appresso si dà una breve descrizione di ciascuno di essi.

7.1.1.1 Carichi potenziali in forma concentrata

I carichi concentrati di origine antropica sono così distinti, a seconda dell'origine e delle modalità del loro sversamento nei corpi idrici:

- a) carichi domestici in fognatura;
- b) carichi produttivi in fognatura;
- c) carichi produttivi diretti nei corpi idrici;
- d) carichi prodotti da scaricatori di piena urbani.

Carichi domestici in fognatura

I carichi di origine domestica sono valutati a partire dall'individuazione degli "agglomerati" autonomi, cioè delle aree in cui sono reperibili aggregazioni di abitanti e attività dotate di un sistema di raccolta dei reflui che li convogliano a un unico sistema di trattamento (eventuale) e scarico nel recapito finale.

Ciò comporta quindi la possibilità di riscontrare situazioni abbastanza diverse, di caso in caso, così sintetizzabili:

- agglomerati costituiti da un unico centro urbano e da un unico sistema fognario e impianto di depurazione, che trova recapito in un corpo ricettore;
- agglomerati costituiti da più centri urbani, i cui reflui sono veicolati in uno stesso impianto di depurazione e da qui al corpo ricettore;
- agglomerati costituiti da parti di centri abitati, dotati di più sistemi fognari indipendenti, ciascuno dei quali allacciato a differenti impianti di depurazione e aventi quindi recapito separato in corpi idrici ricettori uguali o diversi.

Ai fini della quantificazione dei carichi sversati nei corpi idrici, risulta evidente che particolare attenzione va posta nei casi di scarichi aventi recapito in corpi idrici differenti, originati da centri abitati diversi o da parti indipendenti di stessi centri abitati; invece, nel caso di recapito finale in un unico corpo idrico, l'individuazione di agglomerati diversi, piuttosto che di uno soltanto, assume secondaria importanza, risultando utile solo per una più precisa valutazione degli effetti di eventuali interventi di risanamento.

Il carico potenziale dovuto alle fonti domestiche è valutato come prodotto della somma degli abitanti residenti e fluttuanti per i seguenti apporti pro-capite, rispettivamente per BOD₅, azoto totale (N) e fosforo totale (P):

- 60 gBOD/abxd

- 12 gN/abxd

- gP/abxd

Il numero di abitanti residenti è ricavabile dal censimento ISTAT relativo all'anno 2001 (ISTAT, 2001a). Quello degli abitanti fluttuanti può essere invece provvisoriamente posto pari al 10% degli abitanti residenti, in attesa di maggiori informazioni che ne possano meglio consentire la quantizzazione; al fine di valutare il carico prodotto dagli abitanti fluttuanti su base annua, il loro numero, così stimato, è moltiplicato per il rapporto 2/12, nell'ipotesi che la loro presenza sia limitata a un periodo di due mesi all'anno (luglio e agosto).

Carichi produttivi in fognatura

I carichi potenziali di origine produttiva corrispondono a scarichi che possono trovare recapito o nella pubblica fognatura, previo eventuale pretrattamento se richiesto dai regolamenti di fognatura, o direttamente nel corpo idrico. Differenti sono nei due casi le fonti a cui è possibile fare riferimento per avere conoscenza del numero e delle caratteristiche degli scarichi di origine produttiva ricadenti all'interno di un corpo idrico; infatti occorre fare riferimento ai Registri comunali delle autorizzazioni allo scarico, per gli scarichi produttivi che hanno recapito in fognatura, e al Catasto provinciale degli scarichi, per quelli che hanno recapito diretto in corpi idrici.

Tuttavia, il livello di informazione ricavabile dalla consultazione di tali fonti spesso non consente di avere un quadro completo e affidabile degli scarichi esistenti; in alternativa, è possibile adoperare una metodologia indiretta di valutazione dei carichi, che fa uso dei rilevamenti delle attività produttive ricavabili dalle seguenti fonti:

- a) censimenti dell'industria, eseguiti dall'ISTAT;
- b) iscrizioni alle Camere di Commercio provinciali;
- c) P.R.R.A. (Piano Regionale di Risanamento delle Acque).

Fra le tre fonti sopra citate, si preferisce utilizzare la prima, in quanto più aggiornata da un punto di vista temporale; peraltro tale tipo di approccio è usualmente adoperato nei PTA già redatti per altre Regioni (Regione Lazio, 2004).

A partire quindi dalle informazioni ricavabili dall'8° Censimento generale dell'Industria e del Commercio (2001b), per ciascun Comune sono così ricavate le attività idroesigenti e idroinquinanti, corrispondenti ai codici ATECO riportati nella successiva tabella (Barbiero et al., 1998); per ciascuna attività, applicando i coefficienti di popolazione equivalente riportati tabella 7.1.1, sono ricavati gli abitanti equivalenti (AE) totali per ciascun Comune.

Tabella 7.1.1 – Schema utilizzato per il modello di valutazione delle pressioni antropiche

CODICE ATECO	GRUPPO DI ATTIVITA' ECONOMICA	COEFF.
10	estrazione di carbon fossile e lignite; estrazione di torba	20
11	estrazione di petrolio greggio e di gas naturale; servizi connessi all'estrazione di petrolio e di gas naturale, esclusa la prospezione	30
12	estrazione di minerali di uranio e di torio	0,6
13	estrazione di minerali metalliferi	5
14	altre industrie estrattive	30
15	industrie alimentari e delle bevande	98
16	industria del tabacco	7,5
17	industrie tessili	17
18	confezione di articoli di vestiario; preparazione e tintura di pellicce	0,6
19	preparazione e concia del cuoio; fabbricazione di articoli da viaggio, borse, articoli da correggiaio, slleria e calzature	17
20	industria del legno e dei prodotti in legno e sughero, esclusi i mobili; fabbricazione di articoli di paglia e materiali da intreccio	1,6
21	fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta	118
22	editoria, stampa e riproduzione di supporti registrati	0,6
23	fabbricazione di coke, raffinerie di petrolio, trattamento dei combustibili nucleari	66
24	fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	66
25	fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	10
26	abbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	1,5
27	produzione di metalli e loro leghe	2,3
28	fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo, escluse macchine e impianti	2
29	fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, compresi l'installazione, il montaggio, la riparazione e la manutenzione	1
30	fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	0,6
31	fabbricazione di macchine ed apparecchi elettrici n.c.a.	1
32	fabbricazione di apparecchi radiotelevisivi e di apparecchiature per le comunicazioni	1
33	fabbricazione di apparecchi medicali, di apparecchi di precisione, di strumenti ottici e di orologi	0,6
34	fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	1,7
35	fabbricazione di altri mezzi di trasporto	1,7
36	fabbricazione di mobili; altre industrie manifatturiere	1,7
37	recupero e preparazione per il riciclaggio	0,6
40	produzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua calda	1,4
41	raccolta, depurazione e distribuzione d'acqua	0,6

Il carico organico è quindi ricavabile moltiplicando il numero di AE così ottenuti per l'apporto pro-capite di 54 gBOD/abxg; si rammenta che tale valore è quello utilizzato nella determinazione del numero di AE delle attività produttive (Barbiero et al., 1991).

I carichi trofici sono invece valutabili considerando un carico specifico di 10 kgN/addettoanno, per l'azoto, mentre per il fosforo esso è posto pari al 10% del carico di origine domestica, prima stimato (Regione Lazio, 2004).

Dei carichi così valutati, relativi quindi a tutte le attività produttive a scala comunale, si fa l'ipotesi che solo il 50% sia dovuto ad attività allacciate alla rete fognaria, mentre il rimanente 50% è associato alle attività produttive ricadenti al di fuori del perimetro urbano, con recapito diretto nei corpi idrici ricettori; nel primo caso, si fa pure l'ipotesi che le attività ricadano all'interno del centro abitato del Comune di appartenenza, avendo quindi lo stesso recapito finale della rete fognaria di questo.

Carichi produttivi diretti nei corpi idrici

Come prima accennato, i carichi produttivi avviati direttamente nei corpi idrici sono stimati pari al 50% di quelli totali a scala comunale; anche in tale caso, salvo i casi in cui sono disponibili precise indicazioni sulla localizzazione delle attività produttive, si fa l'ipotesi che i carichi prodotti siano scaricati nello stesso corpo idrico in cui ricade il centro abitato (a meno ovviamente dei casi in cui il centro urbano sia dotato di impianto di depurazione con emissario avente recapito in corpi idrici diversi da quello in cui ricade il centro abitato).

Carichi prodotti da scaricatori di piena

Nei sistemi fognari di tipo unitario, un contributo non trascurabile alla formazione dei carichi inquinanti avviati nei corpi idrici ricettori è data dagli sversamenti in tempo di pioggia attraverso gli scaricatori di piena.

Tale contributo è dovuto sia ai carichi inquinanti veicolati dalle acque di pioggia, che specie nella prima parte dell'evento possono caricarsi di buona parte degli inquinanti depositati in tempo secco sulle superfici urbane e/o all'interno della rete fognaria, sia a quelli dovuti alle acque di tempo secco (acque nere) che vengono parzialmente sversate nel corpo idrico, senza alcun trattamento, per effetto del mescolamento che in fognatura si verifica tra esse e quelle di pioggia contemporaneamente veicolate nella rete fognaria.

La stima del contributo inquinante prodotto dalle acque di pioggia richiede la caratterizzazione idrologica della rete fognaria; infatti portate e concentrazioni veicolate in fognatura sono fortemente dipendenti dal regime di pioggia, che, a parità di volume di afflusso, ove caratterizzato da eventi poco frequenti ma ad elevata intensità, comporta elevati volumi e carichi sversati attraverso gli scaricatori di piena; viceversa, modesti sono gli sversamenti, nel caso di regimi idrologici caratterizzati da piogge continue ma con bassa intensità.

Il carico inquinante C_i del generico inquinante "i" (in kg/anno), su base annua, può essere stimato con l'espressione (Regione Emilia-Romagna, 2003a,b):

$$C_i = \Phi \times c_i \times P \times A$$

con:

Φ coefficiente medio di afflusso

c_i massa media annua dell'inquinante "i" per superficie unitaria impermeabile dilavata e per mm di pioggia (in kg/ha_{imp}mm);

P piovosità media annua (in mm/anno)

A superficie del bacino urbano dilavato (in ha)

Le aree impermeabili sono ricavabili dalla carta digitale di uso del suolo dell'INEA, identificando gli stessi con la classe "urbano" in questa riportati.

Alla superficie urbana impermeabile complessiva, così stimata, è applicato un coefficiente di afflusso pari a 0,7.

Le masse medie annue per i tre inquinanti simulati sono riportate in tabella 7.1.2:

Tabella 7.1.2 – Valori delle masse medie annue di BOD₅, N, P

parametro	massa specifica [kg/ha _{imp} *mm]
BOD ₅	0,297
N	0,032
P	0,010

I valori in tabella, seppure determinati per la situazione meteorologica dell'Emilia Romagna, possono, in assenza di misure dirette, ritenersi valide anche per la Sicilia.

Per tener conto della riduzione di concentrazione che si verifica nel caso di siti caratterizzati da regimi idrologici con elevate altezze di pioggia, il carico calcolato nei modi prima descritti è ridotto del 60% nel caso di piovosità media annua superiore a 900 mm/anno.

7.1.1.2 Carichi potenziali in forma diffusa

I carichi diffusi sono così distinti, a seconda dell'origine e delle modalità del loro sversamento nei corpi idrici:

- carichi domestici che non hanno recapito in fognatura;
- carichi prodotti da fertilizzazione dei suoli;
- carichi prodotti dal dilavamento dei suoli incolti e delle deposizioni atmosferiche;
- carichi di origine zootecnica.

Carichi domestici che non hanno recapito in fognatura

Gli scarichi che non trovano recapito in fognatura possono essere distinti in due categorie differenti:

- a) scarichi prodotti da abitazioni che non sono ad oggi dotati di fognatura dinamica, di cui tuttavia è prevista la realizzazione nell'ambito dei P.A.R.F. (Piani di Attuazione delle Reti Fognarie);
- b) scarichi di case sparse, per le quali non è prevista la realizzazione di fognatura dinamica nell'ambito dei P.A.R.F., per cui lo smaltimento dei reflui avverrà anche in futuro secondo le modalità consentite per tali tipi di comunità (ad oggi tali scarichi sono normati dall'All.5 della Deliberazione C.I.T.A.I. del 4/2/77).

I due casi vanno affrontati in modo distinto; infatti, anche se il carico potenziale prodotto in entrambi i casi può essere valutato allo stesso modo, a partire dal numero di abitanti interessati (rilevabili dai censimenti ISTAT e dalle ricognizioni), tuttavia quello effettivo sversato nei corpi idrici è per i due casi diverso: infatti nel primo caso si tratta di attività che ad oggi sversano i reflui in modo diffuso con varie modalità (vasche Imhoff, fosse settiche, pozzi perdenti, etc.), ma per le quali è prevista la realizzazione di reti fognarie che comporteranno la trasformazione in carichi concentrati, eventualmente depurati una volta sottoposti a trattamento; nel secondo caso invece si tratta di carichi che permarranno in modo diffuso, per i quali in futuro può essere previsto, al più, il totale adeguamento a quanto prescritto dal citato All.5 della Deliberazione del 4/2/77.

Nel calcolo dei carichi le due situazioni vanno quindi considerate in modo distinto, ai fini di valutare gli effetti di eventuali interventi infrastrutturali, sostanzialmente mirati alla riduzione dei casi relativi al punto a), nei confronti del risanamento dei corpi idrici.

Carichi prodotti dalla fertilizzazione dei suoli

I carichi connessi con l'uso dei suoli in ambito extraurbano possono essere valutati facendo riferimento a quelli trofici, dovuti all'apporto di origine antropica di nutrienti (quindi solo di N e P) conseguente all'applicazione superficiale di fertilizzanti organici e/o chimici.

A tale apporto occorre aggiungere il contributo, di origine prevalentemente naturale, prodotto dal dilavamento dei suoli incolti e dalle deposizioni atmosferiche; tale contributo è oggetto del successivo paragrafo.

L'entità del carico dovuta alla fertilizzazione dei suoli ad uso agricolo può assumere un ruolo importante nel bilancio dei nutrienti avviati ai corpi idrici ricettori e nella formazione del loro stato trofico; specie nelle zone interessate da intenso sfruttamento del suolo per produzioni agricole, i composti dell'azoto e del fosforo, se eccedenti i fabbisogni delle piante, possono essere dilavati dalle acque meteoriche, in forma disciolta o come sedimenti.

E' invece trascurabile il loro contributo in termini di carico organico, stante la rapida biodegradabilità del BOD sui suoli, che ne può fare prevedere con sufficiente verosimiglianza la decadenza nel tempo, rendendolo trascurabile rispetto ai contributi di BOD derivanti dalle rimanenti fonti inquinanti a scala di bacino.

Il calcolo del contributo dovuto all'applicazione dei fertilizzanti richiede la conoscenza delle quantità applicate, a partire dalle quali, mediante stima delle aliquote corrispondenti

ai fabbisogni colturali, è possibile risalire alle quantità disponibili per il dilavamento verso le acque superficiali e profonde.

Le quantità applicate possono essere costituite da:

- distribuzione di fertilizzanti chimici,
- spargimento di deiezioni di origine zootecnica,
- spandimento di fanghi derivanti da impianti di depurazione.

La valutazione sarà appresso limitata ai soli fertilizzanti chimici; infatti manca una fonte ufficiale sulle quantità relative ai rimanenti due tipi, il cui uso peraltro avviene solitamente in modo non organizzato e diffuso sul territorio.

Peraltro va osservato che il contributo derivante dall'eventuale spargimento di deiezioni di origine zootecnica è implicitamente tenuto in conto, nell'ambito della valutazione dei carichi inquinanti in forma diffusa aventi tale origine (di essi si tratta appresso); invece, per i fanghi di depurazione è noto che la forma di gestione usualmente adottata in Sicilia è quella che ne prevede lo smaltimento in discarica, senza alcun riutilizzo.

Per la stima dei fertilizzanti di tipo chimico applicati sul suolo sono utilizzati i valori riportati in tabella 7.1.3 (mod. da Autorità di bacino del fiume Po, 2001):

Tabella 7.1.3– Valori degli apporti di N e P in funzione della tipologia di suolo

Tipologia suolo	Apporto N [kg/ha anno]	Apporto P [kg/ha anno]
agricolo misto	120	50
arboree IR	110	35
arboree NI	100	20
corpi idrici	0	0
naturale	0	0
prati NI	40	30
seminativi IR	100	30
seminativi NI	200	45
urbano	0	0

La valutazione della quantità di fertilizzanti disponibili per dilavamento, e quindi potenzialmente ritrovabili nelle acque superficiali e profonde, può essere ricavata dal bilancio tra le quantità applicate e i fabbisogni colturali; in effetti, tale bilancio richiede numerose informazioni non disponibili (produzione agraria, calendari dei fabbisogni, etc.). Pertanto si preferisce fare qui una valutazione indiretta, su base annua, fondata su considerazioni relative alla capacità di assimilazione delle piante e a quella dei suoli di trattenere le quantità non assimilate dalle piante, basate su misure di campo riportate in letteratura e utilizzate nella redazione di altri PTA.

In particolare, per le acque superficiali si può fare l'ipotesi che i carichi potenziali effettivamente disponibili per essere avviati ai corpi ricettori siano pari al 20% e al 3% delle quantità applicate, rispettivamente per N e P. Per le acque profonde, con considerazioni analoghe, si ricava che i carichi potenziali avviati in falda siano pari al 26% e allo 0,1%, rispettivamente per N e P (Autorità di bacino del fiume Po, 2001; Regione Lombardia, 2004).

Carichi prodotti dal dilavamento di suoli incolti e da deposizioni atmosferiche

Tale tipo di carico è valutabile applicando coefficienti specifici, funzione del tipo ed uso dei suoli.

Il contributo dovuto al dilavamento dei suoli incolti, mobilitabile dalle acque meteoriche, può essere quantizzato in 10 kg/haxanno e 3 kg/haxanno, rispettivamente per azoto e fosforo. Tali quantità vanno applicate solo alle superfici dei bacini classificabili come incolti; a tale scopo può essere utilizzata la stessa classificazione INEA, già utilizzata per la stima delle aree impermeabili urbane, identificando la classe incolta in quella classificata "naturale".

Invece l'apporto dovuto alle deposizioni atmosferiche è quantizzabile in 10 kg/haxanno e 1 kg/haxanno, per N e P.

L'apporto complessivo prodotto da entrambe le fonti è quindi pari a 20 kg/haxanno e 4 kg/haxanno, rispettivamente per N e P. Tali apporti vanno opportunamente ridotti, per tener conto dell'effettiva quantità di N e P che perviene ai corpi ricettori.

In analogia con quanto già riportato per i carichi da fertilizzazione (prf. 2.1.2.2), si fa l'ipotesi che i carichi effettivamente disponibili siano pari al 20% e al 3%, per le acque superficiali, e al 26% e allo 0,1%, per le acque profonde (rispettivamente per N e P).

Va osservato che, nel caso delle acque superficiali, l'applicazione dei suddetti coefficienti conduce ad apporti netti pari a 4 kg/haxanno e 0,12 kg/haxanno, rispettivamente per azoto e fosforo; tali valori sono comparabili con quelli adottati da Barbiero et al. (1991), rispettivamente pari a 2 kgN/haxanno e 0,1 kgP/haxanno.

Infine, anche in questo caso è stato trascurato il contributo in termini di BOD, stante l'elevata degradabilità di tale tipo di inquinante.

Carichi di origine zootecnica

Il carico di origine zootecnica è ricavabile come prodotto del numero di capi di bestiame, presenti nei territori comunali, per i rispettivi apporti specifici. I primi sono ricavabili dal 5° Censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2000), distinti in bovini, suini, caprini, equini e pollame.

Il carico inquinante così calcolato può essere considerato uniformemente diffuso nel territorio comunale di pertinenza, per via dell'assenza di attività zootecniche a carattere industriale; il suo apporto per i singoli bacini è quindi valutabile in proporzione al rapporto tra l'area comunale ricadente all'interno dei bacini stessi e quella totale del Comune.

Gli apporti specifici in questo caso utilizzati, in accordo con quanto proposto da precedenti indagini (Barbiero et al., 1991; Regione Lombardia, 1992), sono riportati nella tabella 7.1.4.

Tabella 7.1.4 – Valori degli apporti specifici di BOD₅, N e P in funzione dei capi di bestiame

capi	BOD₅ [kg/capo x anno]	N [kg/capo x anno]	P [kg/capo x anno]
bovini	161	54,8	7,4
suini	38	11,3	3,8
ovini e caprini	35	4,9	0,8
equini	159	62,0	8,7
pollame	4	0,48	0,17

7.1.2 Valutazione dei carichi effettivi rilasciati nei corpi idrici

A partire dai carichi prodotti da ciascuna fonte, concentrata e diffusa, può essere calcolato il carico totale rilasciato nei corpi idrici; esso generalmente differisce dal primo, per effetto della combinazione di numerosi fenomeni (trasporto, deposito, diffusione, decadimento, etc.), ciascuno dei quali più o meno incisivo in funzione di vari fattori, fra cui in particolare la localizzazione dello scarico all'interno del bacino, il tipo di inquinante considerato, il percorso compiuto dall'inquinante tra il punto di scarico e la sezione di interesse in corrispondenza della quale si vuole valutare lo stato di qualità del corpo idrico.

Appresso sono riportati i criteri e metodi adoperati per passare dai carichi potenziali, prima descritti, a quelli effettivi.

7.1.2.1 Carichi domestici

I criteri in questo caso adoperati sono differenti, a seconda delle modalità con cui i carichi di origine domestica pervengono al corpo ricettore; possono essere distinti i seguenti casi:

- a) scarichi domestici avviati in fognature allacciate a impianti di depurazione: sono applicati i seguenti coefficienti di riduzione dei carichi, variabili in funzione della tipologia dell'impianto esistente (tabella 7.1.5):

Tabella 7.1.5 – Coefficienti di riduzione dei carichi in funzione della tipologia dell'impianto esistente

tipo d'impianto	BOD	N	P
con trattamenti primari	0,7	0,9	0,1
con trattamenti secondari (biologici o chimici)	0,1	0,8	0,8
con trattamenti terziari (deN e deP)	0,1	0,2	0,2

- b) carichi domestici avviati in fognature non allacciate a impianti di depurazione: non sono applicati coefficienti di riduzione, per cui il carico effettivo è posto pari a quello potenziale;
- c) carichi domestici non allacciati a fognatura: si tratta, come già chiarito, della case sparse e delle eventuali situazioni di aree urbane temporaneamente sprovviste di rete fognaria; in entrambi i casi si fa l'ipotesi che i reflui siano smaltiti nel sottosuolo, previo trattamento di chiarificazione (vasche Imhoff); i coefficienti di riduzione applicati a tale scopo sono uguali a quelli dei trattamenti primari, citati al precedente punto a), a meno del BOD che è del tutto trascurato.

7.1.2.2 Carichi produttivi

Anche in questo caso i coefficienti applicati possono essere differenziati, a seconda delle modalità di sversamento dei reflui nei corpi ricettori:

- a) carichi produttivi allacciati alla pubblica fognatura: sono prodotti da attività che ricadono in genere all'interno del perimetro urbano; in assenza di informazioni più precise, si è già detto che il carico così prodotti è posto pari al 50% del carico totale stimato per le attività produttive; a tale quantità sono applicati gli stessi coefficienti di riduzione validi per i carichi di origine domestica, in funzione della presenza o meno di impianto di depurazione e della tipologia di questo, ove presente;
- b) carichi produttivi avviati direttamente nei corpi idrici: si tratta in questo caso di attività generalmente ricadenti all'esterno del perimetro urbano, che dovrebbero essere dotate tutte di impianto di depurazione autonomo, ai fini di poter rispettare i limiti imposti per lo scarico dei reflui nel corpo idrico ricettore (tali limiti sono quelli previsti dalle Tabelle 3 e 3/A dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/06); anche in questo, caso, in assenza di informazioni più precise a scala regionale, si fa l'ipotesi che i carichi così prodotti (che, come prima detto, sono posti pari al 50% dei carichi totali di tutte le attività produttive) siano sottoposti solo in parte a trattamento, in modo tale che il carico residuo effettivamente riversato nei corpi idrici superficiali sia pari al 50% di quello potenziale.

7.1.2.3 Carichi da scaricatori di piena urbani

I carichi riversati sono posti pari a quelli potenziali, stante la scarsa attenzione tutt'ora prestata al controllo della qualità delle acque di pioggia, che conduce a una generalizzata assenza di interventi di contenimento dell'inquinamento veicolato da tali acque.

7.1.2.4 Carichi prodotti dalla fertilizzazione e dal dilavamento dei suoli

I coefficienti di riduzione applicati per la valutazione delle quantità avviate nei corpi idrici superficiali e in quelli profondi (tabella 7.1.6) risultano (Autorità di bacino del fiume Po, 2001):

Tabella 7.1.6 – Coefficienti di riduzione di N e P prodotti dalla fertilizzazione e dal dilavamento dei suoli

tipo di recapito	N	P
acque superficiali	0,20	0,03
acque profonde	0,26	0,001

Si rammenta che tali coefficienti sono stati già applicati per la quantizzazione dei carichi potenziali disponibili per i corpi idrici (paragrafo 7.1.1.2), per cui essi non vanno ulteriormente applicati alle quantità già in precedenza determinate.

7.1.2.5 Carichi di origine zootecnica

I coefficienti di riduzione applicati per le acque superficiali e per le acque profonde sono riportati in tabella 7.1.7 (Autorità di bacino del fiume Po, 2001; Regione Piemonte, 2004a). Si fa osservare che quelli per le acque profonde sono stati posti pari a quelli già adoperati per i carichi derivanti da fertilizzazione e dilavamento dei suoli, stante l'assenza di specifici dati relativi ai carichi zootecnici:

Tabella 7.1.7 – Coefficienti di riduzione di BOD, N e P prodotti da carichi zootecnici

tipo di recapito	BOD	N	P
acque superficiali	0,01	0,17	0,03
acque profonde	-	0,26	0,001

7.1.3 Valutazione dei carichi terminali al ricettore

Per la valutazione dei carichi terminali, che pervengono alle sezioni dei corpi ricettori ritenute di interesse per la valutazione dello stato di qualità, sono applicati criteri differenti, a seconda del tipo di trasformazioni che avvengono durante il tragitto compreso tra il punto di produzione dei carichi e quello di scarico nel corpo idrico.

Le notevoli incertezze legate a tale valutazione comportano che, in alcuni casi, la riduzione del carico prodotto sia valutata applicando un unico coefficiente, che tiene conto in modo cumulato della trasformazione tra carico potenziale ed effettivo e tra quest'ultimo e quello al ricettore.

Per tali casi, i coefficienti adottati sono stati già riportati al precedente capitolo; per i rimanenti casi, i criteri adottati sono appresso riportati, in funzione del tipo di corpo ricettore in cui i carichi sono avviati.

7.1.3.1 Corsi d'acqua

Nel caso di carichi sversati in forma concentrata, la quantità che perviene alla sezione di chiusura è stimata con la seguente espressione, che tiene conto in modo cumulato dei

fenomeni che intervengono lungo l'asta fluviale (diffusione, dispersione, trasporto, decadimento, etc.) (Regione Emilia-Romagna, 2003a,b):

$$L_r = L_s e^{-kd}$$

con:

L_r carico residuo in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino (t/anno)

L_s carico sversato nell'asta fluviale (t/anno);

d distanza tra il punto di scarico e la sezione di interesse (km)

k costante, dipendente dal tipo di inquinante considerato (km^{-1}).

Per la stima del coefficiente k possono essere adottati i valori riportati nel PTA della Regione Emilia-Romagna (2003a,b), relativamente a condizioni idrologiche "medie", messi a punto per i corsi d'acqua a carattere torrentizio, quindi in condizioni idrologiche e idrauliche simili a quelle della Sicilia, riportati in tabella 7.1.8:

Tabella 7.1.8 – Valori dei coefficienti K in funzione del tipo di inquinante

Parametro	Coeff. K (km^{-1})
BOD	0,018
N	0,025
P	0,033

7.1.3.2 Laghi e serbatoi

Per la stima delle modificazioni dei carichi riversati in corsi d'acqua aventi recapito in laghi e serbatoi si fa ricorso alle stesse procedure riportate nel precedente paragrafo, relative ai corpi idrici fluviali.

Per completezza, va aggiunto che per una migliore conoscenza dei carichi trofici in laghi e serbatoi occorrerebbe aggiungere ai carichi "esterni" sin qui citati, in forma concentrata e diffusa, anche il contributo dato dal carico "interno", dovuto agli eventuali rilasci di fosforo dai sedimenti accumulati sul fondo dell'invaso. Tali rilasci possono essere positivi o negativi; il primo caso, tipico di una condizione anaerobica dello strato ipolimnico, corrisponde quindi a un flusso di azoto o fosforo dai sedimenti verso la colonna d'acqua; il secondo, tipico invece di una condizione aerobica, porta a un flusso in senso inverso. E' noto che le due situazioni sono dovute, la prima, al passaggio in soluzione dei fosfati accumulati nei sedimenti; la seconda alla loro precipitazione dall'originaria forma soluta.

A titolo d'esempio, in tabella 7.1.9 si riportano i valori riscontrati sperimentalmente sul serbatoio Poma (Viviani, 1996):

Tabella 7.1.9 – Valori dei carichi di N e P nel serbatoio Poma in condizioni aerobiche e anaerobiche

condizioni	N [mg/m ² xg]		P [mg/m ² xg]	
	media	max	media	max
aerobiche	-18,19	-207,61	-3,52	-38,42
anaerobiche	6,09	69,08	2,29	13,06

La valutazione di tali contributi non è cosa semplice e generalizzabile, per cui in questa fase essi saranno trascurati, nell'ipotesi verosimile che essi si compensino su base annua. La loro esistenza non va trascurata e andrà tenuta in debito conto, nella fase di programmazione e valutazione preliminare degli eventuali interventi di risanamento dei corpi idrici soggetti a eutrofia.

7.1.3.3 Acque di transizione, tratti costieri e isole minori

Per tali corpi idrici non va applicata ulteriore riduzione dei carichi, a meno di quelli localizzati in corsi d'acqua che hanno recapito in tali corpi idrici; in questi casi la riduzione è calcolabile facendo ricorso alla procedura già citata al paragrafo 7.1.3.1.

7.1.3.4 Acque profonde

I contributi inquinanti per le acque profonde sono limitati agli scarichi dei nutrienti (N e P) in forma diffusa.

I coefficienti di riduzione ad essi applicati sono stati già riportati in precedenza.

7.2 Valutazione della pressione antropica sui corpi idrici

I risultati della valutazione dell'impatto antropico, in termini di carico organico (come BOD) e trofici (come N e P) sono stati sintetizzati nei capitoli 4 dei documenti del Piano di Tutela relativi ai bacini idrografici significativi e ai tratti di costa. I valori numerici riportati nei capitoli sono tratti dalle tabelle di calcolo, sviluppate secondo la procedura ricordata in precedenza.

Dal calcolo sono state escluse le acque di transizione, stante la mancanza di un chiaro contributo inquinante di origine antropica, proveniente da bacini che trovano recapito in tali acque. In tale caso, piuttosto, si ritiene che lo stato di qualità accertato nella fase di monitoraggio possa essere messo in relazione con le caratteristiche delle acque marine costiere, relativamente ai tratti che per motivi di tipo correntometrico finiscono per interessarne l'idrodinamismo.

7.2.1 Bacini idrografici significativi e corpi idrici significativi

Il calcolo del carico totale è stato eseguito, adottando la procedura descritta nel capitolo 7.1.

In particolare, in ciascuna relazione contenuta nei documenti di Piano relativi ai bacini idrografici, i singoli carichi, distinti in funzione dell'origine e del punto in cui essi sono valutati, sono stati riportati nelle tabelle dei capitoli 4 secondo la successione seguente:

- Carichi potenziali domestici in fognatura;
- Carichi potenziali di origine produttiva;
- Sversamenti da scaricatori di piena;
- Carichi potenziali diffusi di origine domestica;
- Carichi potenziali diffusi di origine agricola;
- Carichi potenziali diffusi per dilavamento suoli incolti e deposizione atmosferica (vedi prf. 2.1.2.3);
- Carichi potenziali diffusi di origine zootecnica;
- Carichi effettivi concentrati di origine domestica;
- Carichi effettivi concentrati di origine produttiva;
- Carichi effettivi diffusi di origine domestica;
- Sintesi dei carichi rilasciati nelle acque superficiali e profonde;
- Indicatori relativi al corpo idrico fluviale.

I risultati riportati nelle tabelle sono stati, per maggiore chiarezza, sintetizzati nelle seguenti Figure:

- Ripartizione dei carichi al ricevitore nelle acque superficiali (in %);
- Ripartizione dei carichi al ricevitore nelle acque profonde (in %);
- Concentrazioni medie mensili acque superficiali;
- Carichi medi mensili acque superficiali;
- Carichi superficiali medi mensili acque profonde.

7.2.2 Laghi naturali e artificiali significativi

Il calcolo del carico totale è stato eseguito in modo analogo a quanto già descritto in precedenza, facendo riferimento ai tratti di bacini sottesi dagli sbarramenti, naturali o artificiali.

Per il significato di Tabelle e Figure si rimanda quindi a quanto già detto in precedenza.

7.2.3 Acque marine costiere

In questo caso il calcolo è stato ripetuto per tutti i bacini che trovano recapito nel tratto considerato, a prescindere dalla circostanza che questi siano stati dichiarati significativi o meno.

Per brevità, per ciascun bacino sono state riportate solo le tabelle riassuntive dei carichi effettivi stimati per i corpi idrici superficiali e profondi (corrispondenti alla Tabella di sintesi citata nel prf. recedente); evidentemente, nel caso che il bacino considerato sia di un corpo idrico significativo, tale tabella è una ripetizione di quella già riportata nel documento relativo al corpo idrico stesso.

I risultati complessivi per ciascun tratto di costa sono stati riassunti per tipo di inquinante (BOD, N e P), in base al tipo di fonte e infine per bacino afferente.

Anche in questo caso, per maggiore chiarezza, i principali risultati ottenuti sono stati sintetizzati nelle seguenti figure:

- Ripartizione dei carichi di BOD, N e P distinti in base al tipo di fonte (in %);
- Ripartizione dei carichi di BOD, N e P distinti in base al bacino afferente (in %).

Nel caso dei tratti appartenenti alle isole minori, stante l'unicità del bacino di provenienza dei carichi riversati nel tratto, la presentazione dei risultati è stata fatta facendo distinzione solo tra le fonti delle varie forme d'impatto, sia come tabelle che come grafici.

7.2.4 Elaborazione e verifica dei dati a scala di corpo idrico

Una verifica dei risultati sin qui presentati può essere eseguita per confronto coi carichi "sperimentali", ricavabili mediante prodotto di concentrazioni e portate rilevate in modo diretto in corrispondenza delle stesse sezioni di interesse per le quali siano stati valutati i carichi col metodo indiretto sin qui discusso.

Tale confronto richiede ovviamente la disponibilità di una base di dati di quantità e qualità sufficientemente affidabile, sia come estensione temporale dei campioni utilizzati, sia come completezza dei parametri rilevati.

Stante la difficoltà di avere disponibili tali tipo di base di dati, il confronto potrà essere eseguito su campioni di corpi idrici, che saranno individuati in funzione della disponibilità di misure di campo; per tali corpi idrici si procederà alla calibrazione della procedura sin qui descritta, mettendo a confronto i risultati della valutazione dei carichi con metodo indiretto con quelli ottenuti in modo diretto.

7.3 Censimento dei dati necessari

Come ampiamente sottolineato in premessa, l'analisi dello stato di qualità dei corpi idrici costituisce un passo fondamentale per la valutazione degli eventuali interventi di risanamento. La redazione dei PTA, costituisce il momento di sintesi delle informazioni disponibili sui corpi idrici e delle valutazioni mirate al loro eventuale risanamento.

E' evidente che la redazione dei PTA richiede un'attenta fase conoscitiva a scala regionale in cui si deve volgere particolare attenzione al momento iniziale del reperimento dei dati necessari a tale fase e soprattutto della loro sistematizzazione informatica.

L'individuazione dei dati necessari alla stesura del PTA, le modalità relative alla loro archiviazione e al loro aggiornamento devono necessariamente costituire il punto di partenza per qualsiasi attività finalizzata alla valutazione di eventuali piani di risanamento. La tipologia dei dati da reperire, i loro formati e le scale di acquisizione devono altresì tenere in forte considerazione la possibilità di un loro utilizzo in modelli, più o meno sofisticati, finalizzati alla valutazione delle fonti di inquinamento sia diffuse che puntuali.

Tenendo bene in considerazione questi obiettivi, con la stesura di questo capitolo si è cercato di individuare ed elencare tutti i dati, ordinati per tipologia, che "a regime" dovrebbero costituire la banca dati dinamica che sta alla base del PTA e che ad esso fornisce tutte le informazioni necessarie ad eventuali modifiche e aggiornamenti. Molti di questi dati sono ad oggi non reperibili o parzialmente reperibili e si auspica che possano essere aggiunti alla base di conoscenze su cui si poggerà il PTA. Contemporaneamente ci si è premurati di individuare i dati, che allo stato attuale sono ritenuti indispensabili per la valutazione della pressione antropica sui corpi idrici.

I dati utilizzati nella situazione reale, o utilizzabili a regime, provenendo da fonti differenti, mostrano un altrettanto differente stato di aggregazione (comunale, provinciale, regionale). Prima del loro utilizzo, si è resa, pertanto, necessaria una redistribuzione dei valori in essi contenuti in funzione degli spazi fisici oggetto di studio (in particolare in funzione di limiti di bacini idrografici, sottobacini idrografici, laghi, serbatoi, corpi idrici sotterranei, acque di transizione, tratti di costa).

Tutte le informazioni, alfanumeriche e spaziali, devono essere agganciate ad una cartografia di base (CTR 1:10.000, IGM 1:50.000 e Ortofoto) che deve comprendere la descrizione della morfologia del territorio descritta dal DEM (Digital Elevation Model) la cui risoluzione deve essere non inferiore a 100 m. Questo dato a tale livello di risoluzione è necessario per stimare, utilizzando tecniche tipiche dei Sistemi Informativi Territoriali, le distanze misurate lungo il reticolo idrografico tra i vari punti di scarico e i recapiti finali.

Il modello descritto in precedenza deve essere applicato a tutti i corpi idrici individuati ai sensi della 152/06. Per ogni corpo idrico, qualunque sia la sua tipologia, la ricerca delle informazioni necessarie nasce da una scala di riferimento spaziale che è quella relativa all'area oggetto di studio (limite di bacino).

La conoscenza dell'estensione, dell'ubicazione e dei dati provenienti dall'ultimo censimento ISTAT delle diverse aree urbane è di fondamentale importanza per diverse delle fasi previste dalla metodologia proposta; il modello prevede infatti la conoscenza di quali centri urbani, o frazioni di essi, ricadono e/o scaricano all'interno del bacino idrografico in studio. I dati relativi al numero di abitanti residenti e fluttuanti (dati ISTAT), con gli abitanti relativi alle case sparse, sono indispensabili al fine di ottenere il numero di abitanti totale che viene utilizzato per la valutazione del carico di origine domestica (sia esso depurato o non depurato). In particolare la conoscenza di una precisa distribuzione del numero di abitanti fluttuanti durante l'anno risulta indispensabile, nella situazione a regime, per la valutazione del carico domestico in aree con forte variabilità stagionale, come, ad esempio, le località a spiccato carattere turistico.

Ovviamente è indispensabile anche la conoscenza attenta e dettagliata dell'intero sistema fognario e depurativo, con una specifica e sempre aggiornata conoscenza del numero di abitanti effettivamente allacciati ad esso e di quelli non allacciati, ma di cui si prevede un prossimo allacciamento. Un altro dato importante che deve essere sempre evidenziato è quello relativo al numero di abitanti effettivamente allacciati a impianti di depurazione, nonché tutte le informazioni relative a tali impianti (tipologia del trattamento, funzionalità dell'impianto, etc.), ciò al fine di valutare gli effettivi carichi inquinanti residui riversati nei corpi ricettori, a seguito dell'intervento di trattamento.

Sempre per la valutazione dei carichi potenziali in forma concentrata, è necessaria l'informazione relativa agli scaricatori di piena, per i quali, in condizioni di regime, sarà indispensabile la conoscenza della loro ubicazione, al fine di valutare con precisione la localizzazione a scala di bacino del punto d'immissione del contributo inquinante da questi determinato.

Per quanto riguarda la valutazione dei carichi produttivi, nella situazione attuale le informazioni utilizzate sono state tratte dai censimenti dell'industria eseguiti dall'ISTAT, a partire dalle quali sono stati stimati i carichi inquinanti mediante applicazione di contributi pro-capite per le attività definite idroesigenti e/o idroinquinanti; in condizioni di regime invece appare opportuno poter disporre del Catasto degli Scarichi delle diverse Province Regionali e delle autorizzazioni comunali allo scarico, che, unitamente all'elenco delle attività iscritte alle CC.CC. e alla conoscenza delle caratteristiche e dell'ubicazione degli impianti produttivi e del loro punto di scarico (sia esso direttamente in un corpi idrico o in un impianto di trattamento), consentirebbero una più puntuale e affidabile quantizzazione dei carichi di origine produttiva.

La determinazione dei carichi in forma diffusa, derivanti dal dilavamento dei suoli coltivati e non, deve essere effettuata tramite un'approfondita conoscenza delle tipologie di colture impiantate nel territorio e della loro distribuzione spaziale, delle superfici incolte e delle aree impermeabili, nonché tramite un'indagine conoscitiva specifica ed attenta dei fertilizzanti utilizzati, per tipo e quantità, caratterizzazione agroforestale e vegetazionale, con stretta relazione con le aree definite vulnerabili per nitrati e fitofarmaci. Strati informativi relativi alla geologia, e alla copertura e all'uso del suolo, sono invece necessari per la valutazione del carico da dilavamento dei suoli incolti.

I dati relativi ai capi di bestiame, ricavabili dal censimento ISTAT dell'agricoltura, sono necessari per la determinazione dei carichi di origine zootecnica; si fa però presente, che un'accurata conoscenza delle caratteristiche e dell'ubicazione delle attività zootecniche, la conoscenza dettagliata relativa allo spargimento delle deiezioni di origine zootecnica, la caratterizzazione faunistica, sarebbero indispensabili, in condizioni di regime, per una precisa valutazione di tali carichi.

Cave e discariche di rifiuti solidi urbani e/o rifiuti speciali, in condizione di regime sono indispensabili al fine di contribuire alla valutazione di carichi di origine produttiva, considerando la condizione insalubre e poco naturale del territorio su cui insistono. Invece, la conoscenza delle informazioni relative a caratteristiche e ubicazione delle condotte sottomarine, è necessaria per perfezionare la valutazione dei carichi a livello delle acque marino-costiere.

Sempre in una situazione di funzionamento del modello a regime, le informazioni sui parchi, riserve ed aree naturali protette, SIC e ZPS, sui vincoli ambientali, su quanto

previsto dal Piano paesistico regionale sono essenziali per la pianificazione futura in materia di tutela delle acque.

La conoscenza delle principali caratteristiche di qualità dei corpi idrici può essere ricavata dall'attività di monitoraggio eseguita da ARPA Sicilia con cadenza mensile su alcune sezioni notevoli dei principali corsi d'acqua siciliani. In contemporanea a tale monitoraggio, per i corpi idrici fluviali è stata effettuata a cura dell'Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e per le Acque la misura della portata degli stessi corsi d'acqua, con l'obiettivo di risalire al carico totale inquinante come prodotto delle misure di concentrazione e portata rilevate allo stesso istante in una pari sezione. I dati così disponibili, derivanti dall'attività di monitoraggio, possono essere usati come base per la calibrazione del modello proposto nella precedente relazione, anche se la diversa scala di aggregazione temporale consiglia cautela nell'esecuzione del confronto tra i risultati provenienti dal monitoraggio e quelli provenienti dal modello di valutazione indiretto. Infatti mentre il modello fornisce delle stime a scala media mensile e/o medi annuale, le misure effettuate nell'ambito delle operazioni istituzionali di monitoraggio dell'ARPA sono di tipo istantaneo, essendo riferite ad un preciso istante temporale, e possono naturalmente risentire di situazioni particolari, per quanto riguarda sia le portate (eventi di piena o periodi siccitosi), sia le concentrazioni rilevate (picchi anomali o eccessivo effetto di diluizione dovuto a portate particolarmente elevate).

La Figura 7.1.1, che mostra lo schema utilizzato per la valutazione delle pressioni antropiche sui corpi idrici, individuando i diversi moduli di cui è costituito il modello proposto, serve come punto di partenza per individuare i dati ritenuti necessari per l'applicazione del modello proposto per la valutazione della pressione antropica sui corpi idrici e già in possesso della scrivente Sogesid (situazione attuale – Tabella 7.3.1) e quelli che a regime potrebbero costituire la base dati su cui si basa il PTA (situazione a regime – Tabella 7.3.2).

Tabella 7.3.1 – Dati già in possesso della Sogesid utilizzati nell'ambito della procedura utilizzata per la valutazione delle pressioni antropiche sui corpi idrici (situazione attuale)

Dato	Tipo di dato	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Agglomerati urbani	Alfanumerico	Ricognizione Sogesid	Comunale	1999	Sogesid
Numero di abitanti residenti	Alfanumerico	ISTAT	Comunale	2001	XIV Censimento della popolazione
Numero di abitanti fluttuanti	Alfanumerico	ISTAT	Comunale	2001	XIV Censimento della popolazione
Censimenti dell'industria	Alfanumerico	ISTAT	Comunale	2001	VIII Censimento dell'industria e del commercio
Scaricatori di piena per acque miste	Alfanumerico	Ricognizione Sogesid	Comunale	Ultima disponibile	Sogesid
Carta geologica	Vector	NC	1: 250.000	NC	NC
Uso del suolo	Vector	NC	1: 250.000	NC	NC
Carta Tecnica IGM 1: 50.000	Raster	IGM	1: 50.000	NC	IGM

Dato	Tipo di dato	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Ortofoto digitale a colori 1:10000 (IT 2000)	Raster	Regione Sicilia – contributi agricoltura	1: 10.000	NC	Compagnia Generale Riprese Parma
Modello Digitale del Terreno	Raster	Regione Sicilia	(20 m)	NC	Assessorato Beni Culturali e Ambientale
Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	Alfanumerico	Regione Sicilia - ARPA	NC	NC	Monitoraggio ARPA
Depuratori	Vector	NC	NC	NC	NC
Discariche di RSU	Vector	NC	NC	NC	NC
Cave	Vector	NC	NC	NC	NC
Aree industriali	Vector	NC	NC	NC	NC
Collettori fognari	Vector	NC	NC	NC	NC
Limiti di Bacino idrografico	Vector	NC	NC	NC	NC
Sottobacini idrografici	Vector	NC	NC	NC	NC
Laghi	Vector	NC	NC	NC	NC
Serbatoi	Vector	NC	NC	NC	NC
Reticolo idrografico	Vector	NC	NC	NC	NC
Corpi idrici sotterranei	Vector	NC	NC	NC	NC
Acque di transizione	Vector	NC	NC	NC	NC
Tratti di costa	Vector	NC	NC	NC	NC
Capi di costa	Vector	NC	NC	NC	NC
Aree naturali	Vector	NC	NC	NC	NC
Parchi	Vector	NC	NC	NC	NC
Riserve	Vector	NC	NC	NC	NC
Sic_ZPS	Vector	NC	NC	NC	NC
Limiti Comunali	Vector	SI	1:10.000	NC	ISTAT
Sedi comunali	Vector	SI	1:10.000	NC	ISTAT
Limiti provinciali	Vector	SI	1:10.000	NC	ISTAT
Sedi provinciali	Vector	SI	1:10.000	NC	ISTAT
Stazioni	Vector	NC	NC	NC	NC
Transetti	Vector	NC	NC	NC	NC
Precipitazioni		NC	NC	NC	NC
isoterme		NC	NC	NC	NC
Uso suolo	Vector	NC	NC	NC	NC

Dato	Tipo di dato	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Aree sensibili		NC	NC	NC	NC
Clima Sicilia		NC	NC	NC	NC
Censimento dei corpi idrici superficiali	Alfanumerico	Sogesid	Comunale	1999	Scheda S3 - Ricognizione
Caratteristiche corso d'acqua principale	Alfanumerico	Sogesid	Comunale	1999	Scheda S4 - Ricognizione
Caratteristiche del tratto del corso d'acqua principale	Alfanumerico	Sogesid	Comunale	1999	Scheda S4.1 - Ricognizione
Corpi idrici artificiali - Laghi artificiali	Alfanumerico	Sogesid	Comunale	1999	Scheda S8 - Ricognizione
Caratteristiche Bacini	Alfanumerico	Sogesid	Comunale	1999	Scheda S1 - Ricognizione

NC Non Conosciuto

ND Non Disponibile

Tabella 7.3.2 - Censimento dei dati ritenuti necessari per le analisi preliminari alla stesura del Piano di Tutela delle Acque (situazione a regime)

Dati alfanumerici		Dati necessari	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Pressione antropica in forma concentrata	Scarichi domestici in fognatura	Agglomerati urbani	Ricognizione Sogesid	Comunale	Ultima disponibile	-
		Numero di abitanti residenti	ISTAT	Comunale	2001	XIV Censimento della popolazione
		Numero di abitanti fluttuanti	ISTAT	Comunale	2001	XIV Censimento della popolazione
		Distribuzione del numero di abitanti fluttuanti durante l'anno	ND	Comunale	-	ND
	Scarichi produttivi in fognatura	Autorizzazioni comunali allo scarico	Comune	-	Ultima disponibile	Comune
		Catasto Scarichi	Provincia	-	-	Provincia
		Censimenti dell'industria	ISTAT	Comunale	2001	VIII Censimento dell'industria e del commercio
		Iscrizione alle CC. CC.	Camere di Commercio provinciali	Provinciale	Ultima disponibile	-
		Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA)	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA)

Dati alfanumerici		Dati necessari	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Sversamenti da scaricatori di piena urbani	Scarichi produttivi avviati direttamente nei corpi idrici	Scarichi produttivi che scaricano direttamente nei corpi idrici (Numero, caratteristiche ed ubicazione)	Comune	Comunale	Ultima disponibile	-
	Sversamenti da scaricatori di piena urbani	Scaricatori di piena per acque miste	Ricognizione Sogesid	Comunale	Ultima disponibile	Sogesid
		Caratterizzazione idrologica della rete fognaria	Ricognizione Sogesid	Comunale	Ultima disponibile	Sogesid
Carichi potenziali in forma diffusa	Carichi domestici che non scaricano in fognatura	Case sparse	ISTAT	Comunale	2001	XIV Censimento della popolazione e delle abitazioni
		Abitanti non dotati di fognatura, ma con previsione realizzazione PARF	-	Comunale	Ultima disponibile	-
	Carichi prodotti da fertilizzazione dei suoli	Colture adoperate nel territorio	Regione Siciliana	Regionale	Ultima disponibile	PTPR - Carta della vegetazione reale
		Indagine conoscitiva per tipo e quantità di fertilizzante utilizzato e luogo di utilizzo	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
		Spargimento di deiezioni di origine zootecnica	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
		Spandimento di fanghi derivanti da impianti di depurazione	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
	Carichi prodotti dal dilavamento suoli incolti e deposizioni atmosferiche					
Carichi di origine zootecnica	Carichi zootecnici	ISTAT	Comunale	2001	V Censimento dell'Agricoltura	

Dati alfanumerici		Dati necessari	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
Carichi effettivi rilasciati nei corpi idrici	Scarichi domestici	Scarichi domestici avviati in fognatura allacciata a I. D.	Sogesid	Comunale	Ultima disponibile	Ricognizione Sogesid
		Scarichi domestici avviati in fognatura non allacciata a I. D.	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
		Scarichi domestici non allacciati a fognatura (case sparse e/o aree urbane sprovviste di fognatura)	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
	Scarichi produttivi	Scarichi produttivi allacciati alla pubblica fognatura (ubicazione)	Provincia	Provinciale	-	Catasto scarichi (*)
		Scarichi produttivi che scaricano direttamente nei corpi idrici (ubicazione)	Provincia	Provinciale	-	Catasto scarichi (*)
	Sversamenti da scaricatori di piena	Scaricatori di piena per acque miste				
		Caratterizzazione idrologica della rete fognaria				
Carichi prodotti da fertilizzazione e dilavamento suoli						
Scarichi di origine zootecnica						
Carichi al ricettore						
Caratteristiche meteorologiche ed idrologiche	Temperatura dell'aria esterna	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Ufficio Idrografico Regionale	
	Altezza di pioggia	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Ufficio Idrografico Regionale	
	Umidità	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Ufficio Idrografico Regionale	

Dati alfanumerici	Dati necessari	Produttore	Precisione	Versione	Tratto da
	Evaporazione	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Ufficio Idrografico Regionale
	Portate idrometriche	Regione Siciliana	-	Ultima disponibile	Ufficio Idrografico Regionale
	Concessioni e trasferimenti idrici di acque superficiali e prelievi di acque sotterranee	-	-	-	-
	Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche	Regione Siciliana - ARPA	-	Ultima disponibile	Monitoraggi ARPA

(*)Non disponibile allo stato attuale

(**)Dato digitalizzato da cartografia alla scala x: x.xxx

NC Non Conosciuto

ND Non Disponibile

Dati geografici	Dati necessari	Produttore	Scala	Versione	Tratto da	
Pressione antropica in forma concentrata	Scarichi produttivi avviati direttamente nei corpi idrici Sversamenti da scaricatori di piena urbani	Scarichi produttivi che scaricano direttamente nei corpi idrici (Numero, caratteristiche ed ubicazione)	Provincia	1: 10.000	Ultima disponibile	Catasto scarichi
		Scaricatori di piena per acque miste (caratteristiche ed ubicazione)	Ricognizione Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	Sogesid
		Caratterizzazione idrologica della rete fognaria	Ricognizione Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	Sogesid
		Aree impermeabili	INEA	1: 250.000	Ultima disponibile	Carta di uso del suolo
		Aree impermeabili	Regione Siciliana - ARTA	1: 250.000	Ultima disponibile	CORINE Land Cover Project
		Aree urbane	ISTAT	1: 10.000	2001	CENSUS – ISTAT (2001)

Dati geografici		Dati necessari	Produttore	Scala	Versione	Tratto da
Carichi potenziali in forma diffusa	Carichi domestici che non scaricano in fognatura					
	Carichi prodotti da fertlizzazione dei suoli	Colture adoperate nel territorio	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR – Carta della Vegetazione Reale
		Indagine conoscitiva per tipo e quantità di fertilizzante utilizzato e luogo di utilizzo	Attualmente non disponibile	1: 10.000	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
		Spargimento di deiezioni di origine zootecnica	Attualmente non disponibile	1: 10.000	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
		Spandimento di fanghi derivanti da impianti di depurazione	Attualmente non disponibile	1: 10.000	Attualmente non disponibile	Attualmente non disponibile
	Carichi prodotti dal dilavamento suoli incolti e deposizioni atmosferiche	Superfici incolte	INEA	1: 250.000	Ultima disponibile	Carta di uso del suolo
Carichi di origine zootecnica	Ubicazione attività zootecniche	Comune	1: 10.000	Ultima disponibile	-	
Carichi effettivi rilasciati nei corpi idrici	Scarichi domestici					
	Scarichi produttivi	Scarichi produttivi allacciati alla pubblica fognatura (ubicazione)	Provincia e/o Comune	1: 10.000	Ultima disponibile	-
		Scarichi produttivi che scaricano direttamente nei corpi idrici (ubicazione)	Provincia e/o Comune	1: 10.000	Ultima disponibile	-
	Sversamenti da scaricatori di piena	Scaricatori di piena per acque miste	Provincia e/o Comune	1: 10.000	Ultima disponibile	-
		Aree impermeabili	INEA	1: 250.000	Ultima disponibile	Carta di uso del suolo

Dati geografici		Dati necessari	Produttore	Scala	Versione	Tratto da
		Aree impermeabili	Regione Siciliana - ARTA	1: 250.000	Ultima disponibile	CORINE Land Cover Project
		Aree urbane	ISTAT		2001	CENSUS – ISTAT (2001)
Carichi al ricevitore						
Cartografia	Cartografia tematica	Caratterizzazione socio-economica				
		Vincoli ambientali	Regione Siciliana	1: 10.000	Ultima disponibile	Carta dei vincoli Paesaggistici– Piano paesistico regionale
		Vincoli Ambientali	Regione Siciliana	1: 10.000	Ultima disponibile	Carta dei vincoli Territoriali– Piano paesistico regionale
		Caratterizzazione agroforestale	Regione Sicilia	1: 250.000	Ultima disponibile	Assessorato Agricoltura e Foreste
		Caratterizzazione faunistica	Regione Sicilia	1: 250.000	Ultima disponibile	Assessorato Agricoltura e Foreste
		Piano paesistico regionale	Regione Siciliana	1: 10.000	Ultima disponibile	Piano paesistico regionale
		Aree naturali protette	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR
		Aree vulnerabili per nitrati e fitofarmaci	Regione Siciliana – Ass. Agricoltura e Foreste	1: 250.000	Ultima disponibile	Carta Regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
		Carta geologica	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	-
		Uso del suolo	INEA	1: 250.000	Ultima disponibile	Carta di uso del suolo
		Uso del suolo	Regione Siciliana - ARTA	1: 250.000	Ultima disponibile	CORINE Land Cover Project
		Uso del suolo	Regione Siciliana	ND	-	PTPR - da elaborazioni Telespazio, ESA,...
		Vegetazione	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR – Carta della Vegetazione Reale
		Complessi Litologici	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR – Carta dei Complessi Litologici
Geomorfologia	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR – Carta Geomorfologica		

Dati geografici		Dati necessari	Produttore	Scala	Versione	Tratto da
		Carta dei suoli	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR - Fierotti
		Carta delle Irrigazioni	Regione Siciliana	1: 250.000	Ultima disponibile	PTPR - Fierotti
	Cartografia di base	Carte Tecnica Regionale 1: 10.000	Regione Siciliana	1: 10.000	Ultima disponibile	ARTA
		Carta Tecnica IGM 1: 50.000	IGM	1: 50.000	Ultima disponibile	IGM
		Ortofoto digitale a colori 1:10000 (IT 2000)	Regione Siciliana	1: 10.000	Ultima disponibile	ARTA
		Modello Digitale del Terreno	Regione Siciliana	1:10.000	Ultima disponibile	?
Caratteristiche meteorologiche ed idrologiche						
Strati informativi vari	Infrastrutture	Discariche di RSU	Province Regionali	1: 10.000	Ultima disponibile	Province Regionali
		Cave	Province Regionali	1: 10.000	Ultima disponibile	Province Regionali
		Aree industriali	Regione Siciliana	1: 50.000	Ultima disponibile	Regione Siciliana Ass. Reg. Agricoltura e Foreste
		Condotte sottomarine	Province Regionali	1: 10.000	Ultima disponibile	Province Regionali
		Collettori fognari	Province Regionali	1: 10.000	Ultima disponibile	Province Regionali
	Corpi idrici	Limiti di Bacino idrografico	UIR	1:50.000	Ultima disponibile	IGM (1: 50.000) (**)
		Sottobacini idrografici	UIR	1:50.000	Ultima disponibile	IGM (1: 50.000) (**)
		Laghi	UIR	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
		Serbatoi	UIR	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
		Reticolo idrografico	UIR	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
		Corpi idrici sotterranei	Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
		Acque di transizione	Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
		Tratti di costa	Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)
	Capi di costa	Sogesid	1: 10.000	Ultima disponibile	CTR (1: 10.000) (**)	
	Aree protette	Aree naturali	Regione Siciliana	1: 25.000	Ultima disponibile	ARTA
Parchi		Regione Siciliana	1: 25.000	Ultima disponibile	ARTA	

Dati geografici		Dati necessari	Produttore	Scala	Versione	Tratto da
		Riserve	Regione Siciliana	1: 25.000	Ultima disponibile	ARTA
		Sic_ZPS	Regione Siciliana	1: 25.000	Ultima disponibile	ARTA
	Aree sensibili	Aree sensibili	Regione Sicilia	1: 10.000	Ultima disponibile	-
	Limiti amministrativi	Limiti Comunali	ISTAT	1: 10.000	2001	ISTAT
		Sedi comunali	ISTAT	1: 10.000	2001	ISTAT
		Limiti provinciali	ISTAT	1: 10.000	2001	ISTAT
		Sedi provinciali	ISTAT	1: 10.000	2001	ISTAT

()Non disponibile allo stato attuale*

*(**)Dato digitalizzato da cartografia alla scala x: x.xxx*

NCNon Conosciuto

NDNon Disponibile

7.4 Metodologia adottata per la stesura del bilancio idrico a scala di bacino

Questo paragrafo contiene una sintesi delle metodologie utilizzate per la stesura dei bilanci idrici a scala di bacino per i bacini idrografici significativi individuati sul territorio siciliano.

Come indicato nel Decreto del Ministero dell'Ambiente 15.11.2004 – Linee Guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, lo studio del bilancio idrico in un bacino è finalizzato all'analisi delle condizioni e dei fattori che rendono possibile l'equilibrio tra risorse disponibili e utilizzazioni da un punto di vista prevalentemente quantitativo. Risultano comunque evidenti le interazioni tra il depauperamento quantitativo della risorsa con quello qualitativo.

Nella stesura del bilancio idrico di ogni bacino si è seguita la metodologia indicata nel già citato Decreto del Ministero dell'Ambiente 15.11.2004. I passaggi previsti nel decreto sono:

- la valutazione delle risorse idriche;
- la valutazione dei fabbisogni idrici;
- l'impostazione del bilancio.

La scala temporale scelta è quella annua, che appare sufficiente per un inquadramento a scala regionale delle criticità dei bacini significativi.

Di seguito è riportata una sintetica descrizione delle procedure seguite nella determinazione di risorse e fabbisogni e nell'impostazione del bilancio.

7.4.1 Valutazione delle risorse idriche

Conformemente a quanto indicato dalle linee guida, la stima delle risorse idriche che entrano in gioco nella valutazione dell'equilibrio del bilancio idrico avviene secondo i seguenti passaggi:

- Stima delle risorse idriche naturali;
- Stima delle risorse idriche potenziali;
- Stima delle risorse idriche utilizzabili;

7.4.1.1 Valutazione delle risorse idriche naturali

La stima delle risorse idriche naturali è stata descritta nel capitolo 5 (par. 5.1.3.4) ed è oggetto dei paragrafi 2.4 dei Piani di Tutela dei Bacini Idrografici. Si rimanda ad essi per maggiori dettagli sulle procedure seguite e sulle scelte fatte per ciascun bacino. In questa sede è sufficiente ricordare che tale stima viene effettuata alla foce di ciascun bacino significativo impostando il bilancio idrologico a scala annua tra precipitazioni ragguagliate al bacino, evapotraspirazione e deflussi superficiali per ottenere la ricarica annua degli acquiferi.

7.4.1.2 Valutazione delle risorse idriche potenziali

Nelle citate linee guida, la risorsa potenziale viene definita come “la massima risorsa idrica che può essere messa a disposizione in una determinata sezione di un corso d’acqua superficiale o di una falda sotterranea con mezzi artificiali, in base alle migliori tecnologie disponibili, tenendo conto della presenza di bacini di regolazione e delle relative regole di gestione, nonché considerando le incertezze relative alla stima della risorsa naturale”.

Essa è quantificata nel seguente modo:

$$R_{\text{pot}} \leq R_{\text{nat}} + R_{\text{n.c.}} + V_{\text{est.}} + \Delta V - V_{\text{trasf.}}$$

In cui R_{pot} è la risorsa potenziale, R_{nat} è la risorsa naturale, $R_{\text{n.c.}}$ è la risorsa non convenzionale (acqua dissalata e proveniente dal riutilizzo delle acque reflue), V_{est} sono gli apporti idrici al bacino dovuti ad usi antropici e provenienti da altri bacini, ΔV è la differenza tra i volumi idrici superficiali e sotterranei invasati nel bacino o sottobacino all’inizio ed alla fine del periodo, V_{trasf} sono i volumi idrici dovuti ad usi antropici trasferiti fuori dal bacino o sottobacino.

Nell’impostazione adottata, il bilancio tra risorse e fabbisogni viene effettuato confrontando le risorse medie annue o, come sarà specificato meglio al successivo paragrafo, le risorse in un anno mediamente siccitoso con i fabbisogni. In questa prospettiva il volume ΔV è in media pari a 0. Le quantità che devono essere stimate sono dunque V_{est} e V_{trasf} , cioè apporti a o trasferimenti dal bacino, e le risorse non convenzionali.

La stima degli scambi di risorse idriche tra bacini presuppone un’accurata conoscenza del territorio e degli schemi idrici, ad uso civile, irriguo e industriale, che insistono su di esso. L’identificazione di tali scambi avviene facendo riferimento ai dati acquisiti bacino per bacino che permettono di evidenziare, e talvolta quantificare, tali scambi e ad altri documenti di programmazione già esistenti o in fase di preparazione (l’aggiornamento del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti).

La valutazione delle risorse idriche potenziali è stata effettuata distinguendo i trasferimenti/apporti di risorse superficiali e sotterranee e specificando i centri di domanda e di offerta oggetto dei trasferimenti.

7.4.1.3 Valutazione delle risorse idriche utilizzabili

Infine, la risorsa idrica utilizzabile è definita come quella “concretamente destinabile agli usi, tenendo conto dei vincoli di carattere socio-economico, di tutela delle acque, di tutela ambientale e di qualità”. Secondo le citate Linee Guida essa deve essere così quantificata:

$$R_{\text{ut}} \leq R_{\text{pot}} - V_{\text{DMV}}$$

In cui R_{ut} è la risorsa utilizzata e V_{DMV} è il volume del deflusso minimo vitale ottenuto come integrale della portata di deflusso minimo vitale nel periodo di riferimento (un anno, in questo caso).

Per quanto attiene il volume da riservare per il deflusso minimo vitale nella scala temporale del bilancio (un anno) si è deciso di attenersi ai criteri più semplici di carattere idrologico indicati nelle Linee Guida, fissando nel 10% del deflusso medio annuo il volume da riservare per il deflusso minimo vitale.

E' comunque necessario precisare che esistono alcuni bacini in cui il deflusso superficiale non è oggetto di alcuna forma di utilizzo o è soggetto a un tipo di utilizzazione (derivazioni ad acqua fluente) che, date le caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua siciliani che presentano piene di breve durata e non captabili integralmente dalle opere di derivazione, non è in grado di alterare in maniera significativa le portate naturali del corso d'acqua. In questi casi si è scelto di porre pari a zero il deflusso minimo vitale. Le uniche opere in grado di alterare in modo significativo le portate naturali del bacino sono quindi i serbatoi di regolazione dei deflussi. Come specificato, a valle di questi si è ipotizzato un rilascio del 10% del volume medio annuo in arrivo al serbatoio.

Nei bacini in cui non esistono prelievi o i prelievi sono ad acqua fluente si è indicato convenzionalmente un deflusso minimo vitale alla sezione di chiusura del bacino pari al 10% del deflusso stimato alla foce.

Per ciascun bacino idrografico vengono determinati, oltre alle risorse naturali, i valori stimati dei trasferimenti tra bacini, le risorse non convenzionali (acqua dissalata), e il valore stimato del Deflusso minimo vitale e il valore medio annuo delle risorse utilizzabili nel bacino nelle condizioni attuali

7.4.2 Stima dei fabbisogni idrici

Secondo le citate Linee Guida, il confronto risorse – fabbisogni deve essere eseguito:

- con riferimento agli utilizzi delle risorse nello stato attuale;
- con i fabbisogni (o domande) propriamente dette quando il bilancio è finalizzato alla valutazione di una situazione futura.

La mancata disponibilità di dati relativi ai volumi prelevati in tutti i tre settori (civile, irriguo e industriale) non ha consentito di valutare quantitativamente i volumi utilizzati, pertanto la stima delle utilizzazioni è stata ricondotta a quella dei fabbisogni idrici dei vari bacini.

Di seguito sono riportate le caratterizzazioni del sistema delle utilizzazioni per i tre settori e la stima dei relativi fabbisogni necessari alla stesura del bilancio idrico.

7.4.2.1 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni civili e stima dei fabbisogni

Il sistema delle utilizzazioni potabili e le risorse idriche ad uso potabile presenti all'interno del territorio di ogni bacino sono stati ricavati dalle informazioni contenute nell'aggiornamento e revisione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti, a cura di Sogesid S.p.A.

In particolare, si è proceduto nel seguente modo. Per ciascun bacino idrografico:

- sono state individuate le risorse idriche ad uso potabile (pozzi, sorgenti, derivazioni fluviali ed invasi) ricadenti entro lo spartiacque ed i rispettivi volumi utilizzati. La

somma di questi ultimi rappresenta le risorse idriche ad uso potabile presenti all'interno del territorio del singolo bacino;

- sono stati, inoltre, identificati i centri di domanda (sulla base dei dati ISTAT 2001) per i quali, secondo la metodologia adottata nell'ambito dell'attività di aggiornamento e revisione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (cui si rimanda), a cura di Sogesid S.p.A., sono stati calcolati i fabbisogni idropotabili attuali sulla base dei valori di dotazione idrica distinta per residenti e fluttuanti. Tali fabbisogni sono stati ripartiti in funzione della effettiva percentuale di superficie di ciascun centro di domanda ricadente entro i limiti del bacino. Per la determinazione della percentuale anzidetta sono stati sovrapposti, mediante tecniche GIS, i due tematismi "centri abitati" e "carta dei bacini idrografici".

7.4.2.2 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni irrigue e stima dei fabbisogni

Per la determinazione dei fabbisogni irrigui a livello di bacino, sono state preliminarmente individuate le superfici irrigate di ciascun bacino. Tale individuazione è stata effettuata tramite la sovrapposizione cartografica della carta dei bacini idrografici con la carta delle superfici irrigue realizzata dall'INEA, Stato dell'irrigazione in Sicilia, 2000, (CASI 3).

CASI 3 è un database geografico di uso/copertura del suolo, concepito al fine di individuare le aree irrigue attraverso la rilevazione delle superfici investite a colture normalmente irrigate. È un prodotto che fornisce una rappresentazione aggiornata del territorio mediante interpretazione di immagini satellitari, realizzate in tre diversi periodi vegetativi (primavera, estate e autunno), relative a diverse annate (periodo 1997-1998), con una scala di acquisizione dei dati 1:100.000 ed un approfondimento in scala 1:50.000, per quanto riguarda le aree irrigue.

Sulla base del CASI 3, l'INEA fornisce una carta delle colture irrigate per ciascuna delle tre stagioni (primaverile, estiva ed autunnale) e, inoltre, una carta generale di sintesi rappresentativa di una situazione media annuale (carta PEA).

L'individuazione delle superfici irrigate suddivise per coltura praticata è funzionale alla determinazione delle idroesigenze irrigue, dato che ciascuna coltura presenta un fabbisogno idrico specifico (espresso generalmente in $m^3/ha*anno$) che varia notevolmente da coltura a coltura e, per la stessa coltura, anche da zona a zona in dipendenza della situazione climatica e pedologica.

Per determinare le superfici irrigate per singola coltura non si è potuta utilizzare la carta PEA, in quanto questa non scende ad un dettaglio di colture irrigate sufficiente alla determinazione delle idroesigenze: non vi è per esempio alcuna distinzione tra frutteti, oliveti e vigneti, che presentano delle idroesigenze molto diverse e che sono tutti compresi nella classe delle colture arboree irrigue. Le carte relative alle tre stagioni scendono ad un dettaglio sufficiente, ma forniscono informazioni specifiche per la stagione considerata. Sulla base di queste considerazioni, per definire le superfici irrigate per singola coltura si è deciso di utilizzare la carta più rappresentativa, cioè quella relativa al periodo estivo, che però presenta come limite la sottostima delle superfici irrigate, in quanto esclude la classe dei seminativi irrigui autunnali, presente talvolta in quantità rilevante come nel caso dei carciofeti nella provincia di Caltanissetta. Per superare tale limitazione, dopo aver intersecato la carta dei bacini con quella delle colture

irrigue estive, si è proceduto a un'ulteriore intersezione con la carta di sintesi: come superfici irrigate sono state quindi considerate tutte le colture irrigue estive più le superfici occupate dai seminativi irrigui autunnali (i quali verrebbero altrimenti trascurati).

Si è ottenuto così un valore di superficie irrigata bacino per bacino, coltura per coltura.

Si è proceduto successivamente all'individuazione delle superfici dei Consorzi di Bonifica (o dei comprensori irrigui parte di essi) che ricadono all'interno delle aree dei bacini significativi. In questo modo la superficie irrigata totale di ogni bacino è stata distinta nella parte irrigata con fonti gestite dai Consorzi ed in quella irrigata con fonti gestite da privati.

Per la valutazione delle idroesigenze irrigue di ciascun bacino è stato necessario definire preliminarmente un valore di fabbisogno specifico medio di ogni coltura. Tale valore unitario per coltura (espresso in $m^3/ha*anno$) è stato individuato attraverso lo studio dell'INEA sullo stato dell'irrigazione in Sicilia e da successive indagini specifiche fatte da Sogesid S.p.A. sui Consorzi di Bonifica in occasione dell'aggiornamento del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti. In base ai risultati ottenuti da questi studi è stato possibile definire un fabbisogno specifico unitario differenziato per coltura, per provincia e a volte per bacino, nel caso in cui quest'ultimo si estenda su più province. Infatti, a seconda dell'area geografica di appartenenza, ciascun bacino può avere differenti caratteristiche pedoclimatiche che incidono sull'irrigazione delle coltivazioni presenti in esso. Per questo motivo, considerare un fabbisogno diverso per la stessa coltura ma per aree differenti consente di avere a disposizione un valore più attendibile e attinente alle molteplici realtà colturali siciliane.

Nella tabella 7.4.2 sono riportati i valori dei fabbisogni specifici suddetti, differenziati per coltura e per provincia mentre nella tabella 7.4.3 sono differenziati per i bacini più estesi:

Tabella 7.4.2 - Fabbisogni specifici per coltura [m³/ha*anno] (considerando valori di fabbisogno differenti a seconda della provincia di appartenenza)

PROVINCIA	Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	Colture in serra e sotto plastica	Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	Colture orticole a ciclo primave rile-estivo	Frutteti e frutti minori irrigui	Oliveti irrigui	Prati stabili irrigui	Vigneti irrigui	Seminativi irrigui autunnali
AG	4.000	12.000	4.200	4.200	3.500	1.300	2.300	1.500	3.600
CL	4.000	12.000	6.000	6.000	3.500	1.200	2.300	1.200	3.600
CT	4.000	12.000	5.500	5.500	3.800	2.000	2.300	1.600	3.600
EN	4.000	12.000	4.000	4.000	3.300	1.300	2.300	1.600	3.600
ME	4.000	12.000	3.500	3.500	3.500	1.300	2.300	1.200	3.600
PA	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	2.000	3.000	1.800	3.600
RG	4.000	12.000	4.000	4.000	3.000	1.200	2.300	1.200	3.600
SR	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.300	2.300	1.600	3.600
TP	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.200 nord, 2.000 sud	2.300	1.400	3.600

Tabella 7.4.3- Fabbisogni specifici per coltura [m³/ha*anno] (considerando valori di fabbisogno differenti a seconda del bacino di appartenenza)

BACINO	Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	Colture in serra e sotto plastica	Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	Frutteti e frutti minori irrigui	Oliveti irrigui	Prati stabili irrigui	Vigneti irrigui	Seminativi irrigui autunnali
Belice	4.000	12.000	4.200	4.200	3.500	2.000	2.300	1.600	3.600
VERDURA e bacini minori fra VERDURA e MAGAZZOLO	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.300	2.300	1.800	3.600
Platani	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.300	2.300	1.600	3.600
IMERA MERIDIONALE	4.000	12.000	6.000	6.000	3.500	1.300	2.300	1.600	3.600
ACATE e bacini minori fra GELA e ACATE	4.000	12.000	5.000	5.000	4.000	1.600	2.300	1.200	3.600
Tellaro	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.200	2.300	1.200	3.600
LENTINI e bacini minori fra LENTINI e SIMETO	4.000	12.000	5.500	5.500	4.000	2.000	2.300	1.600	3.600
SIMETO e LAGO di PERGUSA	4.000	12.000	4.800	4.800	3.500	2.000	2.300	1.600	3.600
Alcantara	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	2.000	2.300	1.600	3.600
S. BARTOLOMEO	4.000	12.000	3.000	3.000	3.500	1.600	3.000	1.400	3.600
LENZI	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.200	2.300	1.400	3.600
Birgi	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	1.200	2.300	1.400	3.600
Bacini minori fra BIRGI e MAZARO'	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	2.000	2.300	1.400	3.600
Arena	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	2.000	2.300	1.400	3.600
Bacini minori fra ARENA e MODIONE	4.000	12.000	4.000	4.000	3.500	2.000	2.300	1.400	3.600

E' stato verificato, sulla base dei dati resi disponibili dai Consorzi di Bonifica, seppur forniti senza alcun dettaglio delle utilizzazioni vere e proprie, che il valore dei volumi calcolati con il metodo su esposto è coerente con i dati distribuiti. Non è stato, invece, possibile conoscere le quantità d'acqua gestite dai privati nel settore irriguo.

7.4.2.3 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni industriali e stima dei fabbisogni

Le utilizzazioni legate alle attività industriali del bacino sono state ricavate, laddove possibile, sulla base delle indicazioni fornite dall'8° censimento dell'Industria e dei Servizi ISTAT 2001 nonché sulla base dei dati forniti dalle ASI.

In mancanza di dati disponibili per effettuare stime di utilizzazioni industriali non è stato possibile valutare quantitativamente i prelievi effettuati ad uso esclusivamente industriale, pertanto la stima dell'utilizzazione industriale attuale è stata ricondotta a quella del fabbisogno idrico industriale attuale dei vari bacini, stimato attraverso i dati sul numero di addetti alle attività economiche provenienti dal censimento ISTAT.

Il fabbisogno idrico industriale di ciascun comune è stato ottenuto moltiplicando il numero degli addetti per il fabbisogno specifico medio di prelievo ($m^3/\text{addetto} \cdot \text{anno}$) e dividendo per l'opportuno coefficiente di ricircolo. Attribuendo ad ogni bacino i comuni ad esso afferenti (qualora ci fosse un comune appartenente a più di un bacino, si è ubicato nel bacino in cui si trova l'ASI o, in assenza di quest'ultima, il centro urbano), si è potuto stimare il fabbisogno industriale per bacino.

Sia i fabbisogni specifici medi che i coefficienti di ricircolo sono stati estrapolati da uno studio presentato al XXI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche (L'Aquila, 1988): "Metodologia di valutazione dei fabbisogni idrici, con particolare riguardo agli usi agricoli e industriali". Tale studio individua i fabbisogni specifici medi di prelievo (espressi in $m^3/\text{tonnellata}$ di prodotto) per le principali attività industriali.

Poiché gli unici dati disponibili si riferiscono alle attività manifatturiere (industrie alimentari, tessili, ecc.), solo per queste sezioni economiche è stato possibile calcolare i fabbisogni, tralasciando le altre classi di attività industriale considerate idroesigenti (estrazione di minerali e produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua).

7.4.3 Impostazione del bilancio idrico

Il confronto tra risorse utilizzabili complessive nel bacino e fabbisogni viene sviluppato con riferimento a due possibili condizioni di disponibilità:

- risorse utilizzabili in un anno medio;
- risorse utilizzabili in un anno mediamente siccitoso (il valore di risorsa idrica complessiva corrispondente al percentile 0,25 della distribuzione di probabilità cumulata corrisponde a quella disponibilità che ha la probabilità di verificarsi in media una volta su quattro, o in altri termini in un anno su quattro esiste la probabilità che si verifichi un valore di disponibilità minore o al più uguale a quello indicato).

7.4.4 Stima delle "pressioni" sullo stato quantitativo delle risorse presenti nel bacino

La stesura del bilancio idrico ha consentito di stimare l'entità della "pressione" antropica sullo stato quantitativo dei corpi idrici del bacino attraverso un *indice di sostenibilità* ottenuto come rapporto tra le risorse utilizzabili e i fabbisogni. Valori maggiori dell'unità indicano una quantità di risorse superiore alle domande, valori inferiori indicano che le risorse non sono sufficienti per il soddisfacimento delle domande.

8 Individuazione delle criticità dei corpi idrici significativi: gli "indicatori" dello stato di qualità

L'individuazione di un legame univoco tra lo stato di qualità di un corpo idrico e le cause che ne sono alla base incontra tutt'oggi notevoli difficoltà, dovute all'influenza che numerosi fattori, di natura fisica, chimica e biologica, hanno in maniera più o meno diretta nel rapporto causa-effetto tra i fattori esterni al corpo idrico (inquinanti, fattori meteorologici, idrologici e idraulici, etc.) e lo stato di qualità.

Una risposta a tali problematiche può essere trovata nella formulazione di modelli, nei quali tale legame è espresso come funzione di un numero più o meno grande di variabili; tuttavia, il notevole numero di parametri spesso in gioco richiede un grosso sforzo di taratura del modello, cosa che necessita la disponibilità di una base di dati sufficientemente estesa nel tempo.

Un approccio semplificato ma efficace, specie ove si vogliano condurre indagini estese ad ampie porzioni di territorio (è il caso della redazione dei PTA, dove la scala regionale comporta l'analisi di un numero di corpi idrici dell'ordine delle centinaia, come già riscontrato) è quello che fa ricorso all'uso di "indicatori" della pressione su di esso esercitata dalle varie attività produttive degli inquinanti stessi.

Si tratta quindi di individuare parametri, di solito di tipo numerico, il cui valore sia quantizzabile a partire dalla valutazione dei carichi esterni; tale valore deve essere direttamente collegabile con uno stato di qualità del corpo idrico.

Il pieno riscontro di tale metodologia si ritrova nel modello DPSIR (Figura 8.1), ormai di riferimento per la valutazione ambientale strategica dei Piani, le cui definizioni chiave sono riportate in tabella 8.1 (Regione Piemonte, 2004b):

Tabella 8.1 – Termini e definizioni del modello DPSIR

<i>termine</i>	<i>definizioni</i>
Determinante	attività antropica che può avere effetto sull'ambiente
Pressione	effetto diretto di una determinante
Stato	condizione di un corpo idrico
Impatto	effetto ambientale di una pressione
Risposta	intervento per migliorare lo stato del corpo idrico

INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ DEI CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI:
GLI "INDICATORI" DELLO STATO DI QUALITÀ

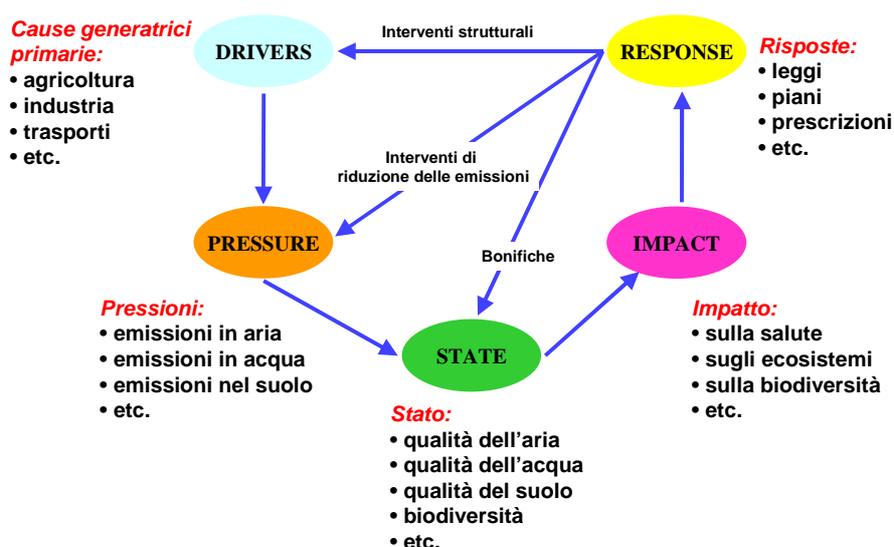


Figura 8.1 – Schema del modello DPSIR

Tuttavia, tale tipo di approccio, per quanto da tempo oggetto di applicazioni e di ricerca scientifica, ha trovato un pieno riscontro procedurale e normativo solo con l'emanazione del D.lgs. 152/99 e della più recente Direttiva quadro sulle acque CE/2000/60 (FWD: Framework Water Directive).

In linea con tale tipo di approccio, saranno utilizzati alcuni parametri indicatori di facile calcolo e interpretazione; l'elevato numero di corpi idrici in esame rende infatti praticamente impossibile il ricorso a metodi di valutazione più sofisticati, quali ad esempio i modelli matematici di trasporto e diffusione, che invece trovano larga e consolidata applicazione nel caso delle analisi condotte su singoli corpi idrici.

Esempi di indicatori a tale scopo utilizzabili sono:

- il carico superficiale e la concentrazione media degli inquinanti, per i corsi d'acqua;
- il rapporto tra carico superficiale e carico critico, per i laghi e i serbatoi;
- il carico per unità di lunghezza di costa, per le acque marine costiere;
- il carico per unità di superficie di bacino idrogeologico, per le acque profonde.

Appresso si dà una breve descrizione di tali indicatori.

8.1 Corsi d'acqua

I fenomeni di inquinamento dei corpi ricettori fluviali trovano riscontro, in termini di indicatori di stato, tanto nei carichi che vi trovano recapito, quanto nella concentrazione degli inquinanti in essi rilevabili; i due parametri infatti conducono a differenti considerazioni, specie al variare delle caratteristiche morfologiche e idrologiche dei corsi d'acqua.

La valutazione dei carichi totali di ciascun corso d'acqua, alla foce e per i sottobacini sottesi da sbarramenti, può essere eseguita coi criteri prima descritti; come già accennato, nel caso dei bacini in cui sono presenti invasi, sono esclusi i carichi prodotti nei sottobacini a monte degli invasi stessi, nell'ipotesi verosimile che questi non giungano mai a sfioro, per cui l'intero carico prodotto a monte non perviene al bacino di valle.

Per la valutazione delle concentrazioni medie è necessario procedere alla valutazione dei deflussi dei corsi d'acqua. Essi sono ricavati a partire da quelli degli afflussi meteorici, utilizzando le misure di precipitazione giornaliera registrate nelle stazioni distribuite sull'intero territorio siciliano e gestite dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le acque (ex Ufficio Idrografico Regionale (U.I.R.)); mediante la loro elaborazione sono ricavabili le altezze di pioggia medie mensili per ogni stazione.

La stima dei deflussi medi mensili può essere così ottenuta a partire dai corrispondenti valori di afflusso, utilizzando per ciascun bacino un modello di trasformazione, che verrà definito nelle successive fasi dell'indagine. Per la determinazione della portata totale defluente, alle portate meteoriche vanno sommate le portate nere prodotte dai centri urbani, i cui scarichi hanno recapito negli stessi bacini, valutate a partire dai valori delle dotazione assegnate a ciascun centro. Sono invece trascurabili i contributi, in termini di portata, degli scarichi concentrati di origine industriale e di quelli diffusi di origine zootecnica.

Le concentrazioni degli inquinanti possono essere quindi calcolate come rapporto tra i carichi precedentemente valutati e le portate appena determinate. Il calcolo è eseguito su base mensile; a tale scopo, i carichi concentrati sono ipotizzati costanti nel corso dell'anno, dipendendo essenzialmente dalla popolazione residente e dalle attività industriali. I carichi diffusi, essendo strettamente legati alle condizioni climatiche, sono invece ripartiti nei vari mesi proporzionalmente al rapporto tra il deflusso mensile e quello totale annuo.

8.2 Laghi e serbatoi

In questo caso, come indicatore del livello di inquinamento può essere adoperato il rapporto tra il carico annuo di fosforo riversato nel corpo idrico e quello critico per l'innescò di potenziali stati di eutrofia; quest'ultimo è valutabile con l'espressione di Calvo e Viviani (1991). Tale espressione è stata espressamente calibrata per gli invasi siciliani e conduce a risultati più rispondenti alle reali situazioni riscontrabili con misure dirette, rispetto all'espressione riportata nel D.lgs. 152/06, dovuta a Vollenweider (1976), che invece conduce alla valutazione di valori del carico critico eccessivamente bassi e quindi a una sopravvalutazione delle situazioni di eutrofia.

Pertanto il potenziale rischio di eutrofia è tanto maggiore, quanto più i rapporti così calcolati sono superiori all'unità.

8.3 Acque marine costiere

In questo caso, come indicatore dello stato di qualità può essere adoperato il carico inquinante per unità di lunghezza del tratto di costa a cui esso si riferisce.

Per ciascuno dei 24 tratti in cui è stata suddivisa la costa dell'isola, va quindi calcolato il carico inquinante complessivamente rilasciato attraverso i corsi d'acqua che in tali tratti trovano recapito; a questo va aggiunto il contributo dei centri urbani che ricadono direttamente sulla costa. Il contributo dovuto al carico diffuso dei bacini minori compresi tra due aree fociali successive, che non trovano un recapito puntuale di immediata localizzazione, è calcolato in forma aggregata per l'intero bacino minore ed è ripartito proporzionalmente alla lunghezza del tratto di costa su cui questo si affaccia.

8.4 Acque profonde

Per ciascun bacino idrogeologico, come indicatore può essere adoperato il carico inquinante in forma diffusa che in esso trova recapito.

Tale valore può essere infatti considerato in prima approssimazione correlabile al rischio di inquinamento delle acque di falda.

9 Obiettivi di qualità ambientale

9.1 Aspetti di carattere generale

Con l'emanazione del D. Lgs. 152/99 e succ. mod., e dell'attuale 152/06, è stato individuato il Piano di Tutela delle Acque quale strumento unitario di pianificazione delle misure finalizzate al mantenimento e al raggiungimento:

- degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei;
- e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione (acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, acque dolci destinate alla produzione di acqua potabile, acque di balneazione, acque destinate alla vita dei molluschi);
- nonché della tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Gli obiettivi che devono essere perseguiti sono i seguenti:

- a) prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- b) conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- c) perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche con priorità per quelle potabili;
- d) mantenere la capacità di autodepurazione dei corpi idrici nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

In particolare, il raggiungimento degli obiettivi indicati si realizza attraverso i seguenti strumenti:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
- la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito dei bacini idrografici ed un adeguato sistema di controlli e sanzioni;
- il rispetto dei valori limite agli scarichi fissati dalla Legge, nonché la definizione di valori limite in relazione agli obiettivi di qualità del corpo recettore;
- l'adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici nell'ambito del servizio idrico integrato di cui alla Legge 5 gennaio 1994, n. 36, peraltro già previsti nei Piani d'Ambito siciliani;
- l'individuazione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Il D. Lgs. 152/06 prevede all'art. 77 che le regioni, sulla base dei dati già acquisiti e dei risultati del primo rilevamento effettuato ai sensi degli artt. 118 e 120, identifichino per ciascun corpo idrico significativo le classi di qualità corrispondenti.

Ai sensi del comma 4, art. 76 del decreto, con il Piano di Tutela devono essere adottate le misure atte a conseguire i seguenti obiettivi entro il 22 dicembre 2015:

- sia mantenuto o raggiunto per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono" come definito nell'Allegato 1 alla parte terza;
- sia mantenuto, ove esistente, lo stato di qualità ambientale "elevato";
- siano mantenuti o raggiunti altresì per i corpi idrici a specifica destinazione di cui all'articolo 79 gli obiettivi di qualità per specifica destinazione di cui all'Allegato 2 alla parte terza.

Per ottemperare a quanto stabilito dall'art. 121 comma 2 del decreto, le Autorità di bacino di rilievo nazionale, regionale e interregionale, ricadenti nel territorio Siciliano, definiscono obiettivi a scala di bacino e priorità di interventi per il bacino idrografico di competenza articolati secondo le caratteristiche del territorio, la rilevanza ambientale delle criticità emerse e il livello conoscitivo acquisito.

Prioritario, per la tutela qualitativa delle acque superficiali, marine e sotterranee diventa il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "buono" entro il 2015.

Per gli aspetti quantitativi gli obiettivi prioritari risultano essere l'azzeramento del deficit idrico sulle acque sotterranee ed il mantenimento in alveo di un deflusso minimo vitale. Si vuole fissare, inoltre, un quadro dei prelievi compatibile con i criteri di salvaguardia ambientale nella gestione delle acque. A tal fine è necessaria la redazione dei bilanci idrici a scala di bacino la cui stesura necessita della quantificazione dei prelievi idrici da acque superficiali e sotterranee a scopo acquedottistico, industriale ed agro-zootecnico.

La valutazione degli obiettivi da raggiungere per la tutela quantitativa delle acque superficiali, marine e sotterranee avviene attraverso alcuni indicatori relativi agli elementi di seguito elencati:

- dotazioni idriche adeguate;
- performance per la riduzione delle perdite idriche;
- grado di copertura del servizio fognario e depurativo;
- realizzazione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione;
- livelli di funzionalità delle reti acquedottistiche;
- livelli di funzionalità delle opere di presa, disinfezione, pompaggi e serbatoi;
- miglioramento degli impianti di potabilizzazione.

Tale valutazione è in funzione dei programmi esecutivi dei Piani d'Ambito attualmente in fase di elaborazione da parte degli A.T.O. e dei soggetti gestori degli A.T.O. stessi.

Gli "obiettivi" del Piano di Tutela delle Acque della Regione Sicilia vengono fissati coerentemente alle disposizioni del Decreto e individuando le principali criticità connesse alla tutela della qualità e all'uso delle risorse, sulla base delle conoscenze acquisite riguardanti le caratteristiche dei bacini idrografici (elementi geografici, condizioni geologiche, ideologiche, bilanci idrici, precipitazioni), l'impatto esercitato dall'attività antropica (analisi dei carichi generati e sversati di origine puntuale e diffusa), le caratteristiche qualitative delle acque superficiali (classificazione) e qualitative-quantitative delle acque sotterranee (classificazione) nonché l'individuazione del modello idrogeologico e lo stato qualitativo delle acque marine costiere (classificazione).

9.2 Acque superficiali

L'art. 77 comma 3 recita *“Al fine di assicurare entro il 22 dicembre 2015 il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di “buono”, entro il 31 dicembre 2008, ogni corpo idrico superficiale classificato o tratto di esso deve conseguire almeno i requisiti dello stato “sufficiente” di cui all'Allegato 1 alla parte terza”*.

In particolare relativamente allo stato chimico, l'applicazione degli standard di qualità di cui all'Allegato 1 non dovrà comportare un peggioramento, anche temporaneo, della qualità dei corpi idrici; le regioni e le altre autorità locali, provvederanno affinché:

- a) le concentrazioni di sostanze pericolose e in particolare di quelle definite “prioritarie” vengano ulteriormente ridotte;
- b) le concentrazioni di “sostanze pericolose prioritarie” formino oggetto di misure che tendano ad arrestarne o ad eliminarne gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite entro il 15 dicembre 2021.

Anche le acque ricadenti nelle aree protette devono essere conformi agli obiettivi ed agli standard di qualità precedentemente indicati.

Vengono individuati anche gli obiettivi su corpi idrici definiti d'interesse, cioè tutti quei corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale e tutti quei corpi idrici che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere una influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi.

Sulla base dei risultati ottenuti per la classificazione dei corpi idrici superficiali significativi verranno identificati gli obiettivi da raggiungere, o mantenere, al 2008 e 2015.

Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi delle acque superficiali, gli obiettivi da perseguire si riferiscono alla quantificazione ed al mantenimento del deflusso minimo vitale dei corsi d'acqua ed alla regolazione dei rilasci delle derivazioni da acque correnti e da serbatoi. Ai fini degli obiettivi imposti dal Decreto vigente (Allegato 1), gli elementi di qualità idromorfologica da analizzare sono: il regime idrologico, la continuità del fiume e le condizioni morfologiche.

9.3 Acque sotterranee

Il Decreto vigente fissa come obiettivo al 2015 il raggiungimento, per i corpi idrici sotterranei, dello stato “buono” definito in base alla classificazione relativa allo stato quantitativo ed allo stato chimico.

Il parametro da analizzare per la classificazione dello stato quantitativo è, ai sensi dell'Allegato 1, il regime di livello delle acque sotterranee. Più precisamente, esso dovrà essere tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili.

Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non dovrà subire alterazioni antropiche tali da:

- a) impedire il conseguimento degli obiettivi ecologici specificati per le acque superficiali connesse;
- b) comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque;
- c) recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.

Inoltre, alterazioni della direzione di flusso risultanti da variazioni del livello potranno verificarsi, su base temporanea o permanente, in un'area delimitata nello spazio; tali inversioni non dovranno causare, tuttavia, l'intrusione di acqua salata o di altro tipo né imprimono alla direzione di flusso alcuna tendenza antropica duratura e chiaramente identificabile che possa determinare siffatte intrusioni.

Gli obiettivi fissati in fase di pianificazione dei bilanci idrici riguardano l'azzeramento degli eventuali attuali eccessi di prelievo evidenziati in relazione ad elaborazioni basate sull'analisi dell'evoluzione temporale dei livelli piezometrici rilevate sui pozzi monitorati.

Ai fini degli obiettivi imposti dal Decreto vigente, i parametri per la classificazione dello stato chimico da analizzare sono precisati nell'Allegato 1 del succitato Decreto.

La sovrapposizione dello stato chimico e quantitativo definisce lo stato ambientale e la relativa tipologia dell'acquifero indagato o parte omogenea di esso.

9.4 Acque marine costiere

Gli obiettivi di qualità per le acque marine costiere sono uguali a quelli che il Decreto stabilisce per le acque superficiali. Anche per tali corpi idrici viene condotta un'analisi sulle principali criticità ambientali presenti (pressioni), definendo l'obiettivo da raggiungere al 2008 e 2015 partendo dai risultati ottenuti per la classificazione relativa allo stato ecologico e allo stato chimico (per i cui dettagli si rimanda al capitolo 6 "Sistema della rete di monitoraggio quali-quantitativo dei corpi idrici e relativa classificazione" della presente relazione).

9.5 Corpi idrici per specifica destinazione

Si ricorda che sono considerate acque a specifica destinazione funzionale:

- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- acque destinate alla balneazione;
- acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- acque destinate alla vita dei molluschi.

L'art. 76, comma 3 del D. Lgs. 152/06 recita: "... L'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi...".

A tal fine, entro il 22 dicembre 2015 devono essere mantenuti o raggiunti per i corpi idrici a specifica destinazione gli obiettivi di qualità di cui all'Allegato 2 alla parte terza del decreto.

I criteri e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative, con conseguente assegnazione della conformità, sono quelli definite dall'Allegato 2 del Decreto tranne per le acque di balneazione per le quali si fa riferimento al D.P.R. 470/82.

Acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile

Le acque dolci superficiali, per essere utilizzate o destinate alla produzione di acqua potabile, sono classificate dalle regioni nelle categorie A1, A2 e A3, secondo le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche di cui all'Allegato 2 alla parte terza del Decreto vigente.

A seconda della categoria di appartenenza, le acque dolci superficiali sono sottoposte ai trattamenti seguenti:

- a) categoria A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- b) categoria A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- c) categoria A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinamento e disinfezione.

Le acque utilizzabili per l'estrazione di acqua potabile sono individuate dalle regioni ai sensi dell'art. 82 del Decreto suddetto.

Acque destinate alla balneazione

Le acque destinate alla balneazione devono soddisfare i requisiti di cui al Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470.

Ai sensi dell'art. 83 del D. Lgs 152/06, per le acque che risultano ancora non idonee alla balneazione le regioni comunicano al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, entro l'inizio della stagione balneare successiva alla data di entrata in vigore della parte terza del succitato Decreto e, successivamente, con periodicità annuale prima dell'inizio della stagione balneare, tutte le informazioni relative alle cause della non balneabilità ed alle misure che intendono adottare.

Acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci.

Per la designazione da parte delle regioni delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci sono privilegiati:

- a) i corsi d'acqua che attraversano il territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato nonché di parchi e riserve naturali regionali;
- b) i laghi naturali ed artificiali, gli stagni ed altri corpi idrici, situati nei predetti ambiti territoriali;
- c) le acque dolci superficiali comprese nelle zone umide dichiarate "di importanza internazionale", nonché quelle comprese nelle "oasi di protezione della fauna";

- d) le acque dolci superficiali che, ancorché non comprese nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, oppure in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica che presentino un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

Le regioni, entro quindici mesi dalla designazione, classificano le acque dolci superficiali che presentino valori dei parametri di qualità conformi con quelli imperativi previsti dall'Allegato 2 come acque dolci "salmonicole" o "ciprinicole".

Se dai campionamenti risulta che non sono rispettati uno o più valori dei parametri riportati nell'Allegato 2 alla parte terza, le autorità competenti al controllo accertano se l'inosservanza sia dovuta a fenomeni naturali, a causa fortuita, ad apporti inquinanti o a eccessivi prelievi, e propongono all'autorità competente le misure appropriate.

Acque destinate alla vita dei molluschi

Le regioni, d'intesa con il Ministro delle Politiche Agricole e Forestali, designano, nell'ambito delle acque marine costiere e salmastre che sono sede di banchi e di popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, quelle richiedenti protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo degli stessi e per contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluschicoltura direttamente commestibili per l'uomo.

Se da un campionamento risulta che uno o più valori dei parametri di cui all'Allegato 2 alla parte terza non sono rispettati, le autorità competenti al controllo accertano se l'inosservanza sia dovuta a fenomeni naturali, a causa fortuita o ad altri fattori di inquinamento e le regioni adottano misure appropriate.

10 Il quadro delle misure di tutela, priorità di intervento e norme tecniche di attuazione

10.1 Misure di governance

In un modello di pianificazione integrata per la costruzione del Piano di Tutela delle Acque è necessario affiancare alle azioni volte alla redazione dei documenti necessari, un'azione per costruire il consenso intorno al Piano, promuovendo un percorso comune con i soggetti portatori di interessi (stakeholder) puntando ad un coinvolgimento stretto nella formazione e attuazione del piano. Alle azioni di informazione dei lavori del piano si affiancano azioni per una presa di coscienza allargata sui problemi che riguardano le acque e la gestione del territorio e che comportano cambiamenti negli stili di vita.

10.1.1 Gli assi strategici di governance per il PTA

Le azioni di governance della Struttura Commissariale per la redazione del Piano di Tutela delle Acque si è esplicitata attraverso i seguenti assi strategici:

- i partenariati,
- l'utilizzo della ricerca esistente,
- la partecipazione,
- la formazione,
- gli accordi di programma,
- i decreti,
- l'istituzione dell'agenzia regionale per i rifiuti e per le acque,
- il sistema informativo delle risorse idriche.

10.1.2 I Partenariati

Con il termine partenariato si tende ormai comprendere tutte quelle forme di cooperazione con le quali si cerca di coinvolgere direttamente vari tipi di soggetti per la redazione del Piano di Tutela delle Acque.

Questo asse strategico ha avuto come compito quello di attivare un sistema di collaborazioni con i soggetti attuatori e gestori di misure e interventi nel settore acqua, infatti il P.T.A. è portatore di una visione integrata di sistema in passato assente e perlomeno carente.

Sia per le attività di supporto per la redazione del P.T.A., che per la redazione delle schede contenute nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 18/09/02 (Settore 2 parti A e B), la Struttura Commissariale si sta avvalendo della Sogesid spa (ordinanza n.325 del 25/03/04).

Per la caratterizzazione ed il monitoraggio delle acque sotterranee del territorio della Sicilia, la Struttura Commissariale si è avvalsa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

a seguito delle convenzione del 25/03/04 (ordinanza n.322 del 25/03/04).

Inoltre la Struttura Commissariale si sta avvalendo dell'A.R.P.A. Sicilia (ordinanza n.186 del 10/12/04) per la realizzazione della campagna di misure ed analisi previste dal "Progetto del sistema di monitoraggio per la prima caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della R.S. e in particolare le attività riguardanti l'esecuzione di misure di portata sui corsi d'acqua, l'esecuzione di prelievi di campioni d'acqua, di sedimenti e di microrganismi per analisi chimiche microbiologiche da corsi d'acqua, invasi, laghi naturali, acque di transizione e acque marine costiere, l'esecuzione di analisi chimiche e microbiologiche dei campioni prelevati ai sensi del D.L. 152/99, l'esecuzioni di indagini sulle biocenosi per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi marini.

Infine c'è stata grande sinergia e collaborazione tra diversi soggetti coinvolti nel "Tavolo Tecnico Regionale sulle Acque" (DDG n°1475 del 12.12.2003) che ha avuto il compito di coordinare, nel rispetto delle competenze dei diversi soggetti istituzionali che operano nel campo della tutela delle acque, i lavori connessi all'applicazione delle direttive comunitarie, con riferimento agli adempimenti previsti in materia dal D. Lgs.152/1999.

10.1.3 L'utilizzo della ricerca esistente

Nella prima fase dell'elaborazione del Piano si è proceduto prioritariamente a raccogliere, catalogare e classificare le informazioni e gli studi disponibili, di carattere meteorologico, idrologico, geologico relativi all'intero territorio regionale e quelli relativi alle caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche dei corpi idrici superficiali, mettendo assieme organicamente e traducendoli nei formati richiesti dal D.M. del 19/08/2003 le informazioni e le ricerche di Enti e di Istituzioni pubbliche e private che a vario titolo operano e/o hanno operato sul territorio in tale ambito (Ass. Lavori Pubblici, Ass. Regionale Territorio e Ambiente, ARPA Sicilia, Ufficio Idrografico Regionale, Province, Uffici Provinciali del Genio Civile, Comuni, Ambiti Territoriali Ottimali, Consorzi di Bonifica, ASL/PMP- Presidi Multizonali di Prevenzione - CNR, Università, Enti di ricerca ed Istituti di interesse specifico presenti sul territorio).

Sono stati anche presi in considerazione studi e documenti prodotti da Sogesid S.p.A. nella sua attività di supporto in favore della Regione Siciliana e altri Enti. Il materiale conoscitivo acquisito è stato opportunamente organizzato, anche secondo le indicazioni dell'allegato 3 del D.lgs. n.152/99 (Rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici e analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica).

L'utilizzazione della ricerca esistente ha avuto lo scopo di integrare la conoscenza del territorio siciliano allo stato dei fatti frammentata e articolata in periodi di tempo distinti e l'obiettivo finale di predisporre un quadro omogeneo ed integrato dei dati e delle conoscenze di base, secondo quanto prescritto dagli allegati 3 e 4 del D. Lgs.152 (Rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici e analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica - Contenuti del Piano di Tutela delle Acque), necessarie per la caratterizzazione fisiografica, idrologica, geologica dei corpi idrici superficiali, nonché socioeconomica dei bacini di riferimento.

Si evidenziano di seguito due settori nei quali l'attività di istituti di ricerca ha dato un significativo contributo alla creazione di ulteriori elementi di conoscenza che meglio rappresentassero lo stato di qualità degli acquiferi superficiali e sotterranei.

1-Monitoraggio delle acque sotterranee a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Sez. di Palermo- *Analisi degli isotopi e aree di ricarica.*

Negli ultimi anni si è sempre più consolidato, nelle indagini di tipo idrologico ed idrogeologico, l'uso degli isotopi stabili dell'acqua (ossigeno ed idrogeno) come traccianti naturali per ottenere informazioni difficilmente conseguibili con altre metodologie di indagine. Il principio guida sta nel fatto che le acque sotterranee che ritroviamo nelle falde idriche derivano dall'accumulo, in rocce serbatoio a permeabilità medio-alta, dell'aliquota di precipitazione che si infiltra nel sottosuolo. Ciò implica l'esistenza di una correlazione diretta tra le precipitazioni e le acque delle sorgenti, dei pozzi e delle gallerie drenanti che vengono utilizzati per gli usi umani.

In particolare, i processi di evaporazione e condensazione che sono alla base del ciclo idrologico influenzano in maniera determinante la distribuzione delle specie isotopiche nelle molecole di acqua. Pertanto, lo studio comparato della composizione isotopica delle precipitazioni e delle acque naturali di un bacino è un valido strumento geochimico per la soluzione di alcuni problemi idrogeologici.

Sulla base della comparazione tra la composizione isotopica delle acque meteoriche e quella delle acque sotterranee, è stato possibile costruire un modello geochimico isotopico finalizzato alla risoluzione di alcuni problemi idrogeologici come la definizione delle quote medie delle zone alimentazione e la delimitazione delle aree di ricarica, la caratterizzazione isotopica dei circuiti, la valutazione dei tempi di circolazione delle acque sotterranee ma anche la stima della effettiva ricarica meteorica.

La Sezione di Palermo dell'INGV per l'effettuazione di studi idrogeochimici ed isotopici in aree specifiche ha installato, di volta in volta, piccole reti pluviometriche che nel tempo hanno consentito di ricostruire i riferimenti isotopici di base per lo studio degli acquiferi da indagare.

Per la progettazione e messa in opera della rete isotopica regionale di 50 siti prevista nella convenzione con la Struttura Commissariale, sono stati inclusi o riattivati vecchi siti che sono rimasti sotto controllo per diversi anni. Va sottolineato che, oltre all'esigenza della raccolta di campioni di precipitazione adatti alla misura della composizione isotopica, la rete è stata progettata e messa in opera sul territorio anche per colmare una lacuna di informazioni che esiste in Sicilia per le precipitazioni che si verificano nelle aree a quote elevate.

La porzione di rete pluvio-nivometrica con siti per i quali eravamo in possesso di dati storici comprende circa 20 stazioni prevalentemente concentrate in quattro aree che costituiscono i principali acquiferi della Sicilia: l'Etna, i Monti Iblei, la provincia di Trapani e le Madonie.

A partire dal mese di Maggio 2004, sono state installate le 50 stazioni (Fig. 4) in maniera tale da coprire l'intero territorio siciliano con particolare riferimento a quelle aree dove insistono i corpi idrici più significativi. Attualmente sono presenti quindi 50 pluviometri

ubicati a quote comprese tra i 5 m s.l.m. (Marina di Ragusa) e 2940 m s.l.m. (Torre del Filosofo).

2- Analisi delle acque marino-costiere. *Nuovo indice biotico per lo studio delle praterie di Posidonia Oceanica.*

Da una ricerca interdisciplinare del CISAC (Centro interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri – Università di Palermo) nasce l'indicatore biotico POSIX (POSidonia IndeX) per valutare la qualità dell'ambiente marino costiero.

L'indice biotico è stato individuato e messo a punto da ecologi e statistici applicati che operano nei Dipartimenti di Scienze Botaniche e di Scienze Statistiche e Matematiche dell'Università di Palermo, attraverso lo studio delle praterie di Posidonia oceanica.

Gli indicatori biotici sono “strumenti” di valutazione ambientale ad elevata tecnologia, che si fondano su importanti acquisizioni legate alla ricerca di base. Pertanto i tempi necessari per la loro individuazione e standardizzazione maturano in archi temporale anche di diversi decenni.

Il POSIX è il risultato di ricerche di base ed applicate condotte dalla comunità scientifica mediterranea nel corso degli ultimi 25 anni. In particolare, i gruppi di ricerca che a Palermo fanno capo a Sebastiano Calvo (Dipartimento di Scienze Botaniche) e a Gianfranco Lovison (Dipartimento di Scienze Statistiche e Matematiche) hanno standardizzato l'indice biotico su Posidonia, avendo dovuto prima individuare e risolvere un delicato problema di ricerca di base legato all'influenza che l'età esercita sulle performance di crescita della pianta. I risultati sono stati recentemente pubblicati su prestigiose riviste internazionali.

Per essere utilizzato nell'ambito di una normale équipe antinquinamento un indice biotico deve “perdere” la sua complessità tecnico-scientifica, mantenendo però un elevato contenuto informativo. Il risultato si ottiene trasformando in pratica i dati biologici in valori numerici e confrontando il dato ottenuto in una griglia di classificazione opportunamente standardizzata. Grazie ad un finanziamento derivante dalla convenzione tra Struttura Commissariale e ARPA Sicilia per il monitoraggio degli acquiferi superficiali, che ha consentito di effettuare una ricerca mirata sulle praterie di Posidonia oceanica della Sicilia, è stato messo a punto l'indice biotico POSIX, sviluppando e standardizzando una griglia di classificazione in 5 livelli di qualità ambientale, così come previsto dalle normative vigenti”.

Un risultato innovativo ed uno dei pochissimi indici biotici (il primo in Italia) attualmente disponibili a scala mediterranea, se si pensa che sino ad oggi si sono utilizzati per il controllo ambientale solo parametri di tipo chimico-fisico e microbiologico. Sia la normativa nazionale che quella comunitaria spingono invece da qualche anno verso l'utilizzo di indicatori biotici per il controllo di qualità dei sistemi acquatici.

Il risultato raggiunto dal CISAC mette a disposizione delle agenzie regionali (ARPA) che hanno il compito del controllo ambientale, uno strumento di facile utilizzazione, in accordo con quanto previsto dalle normative nazionali (decreto legislativo 152/1999 e 152/2006) e dalla direttiva comunitaria 2000/60/UE.

10.1.4 La partecipazione

L'accordo di programma del 23/03/04 per il rilevamento dello stato di qualità dei corpi idrici al fine di pervenire alla predisposizione del piano di tutela delle acque in Sicilia ha inoltre istituito il Tavolo Tecnico Per il Rilevamento dello Stato di Qualità dei Corpi Idrici

In sede di riunione di Tavolo Tecnico (6/09/04), anche in conformità con le indicazioni del D.Lgs. 152/99, si è deciso di convocare apposite riunioni per sottoporre i predetti documenti all'attenzione degli enti interessati per ogni utile contributo.

Si è pertanto stabilito di organizzare quattro momenti preliminari di informazione nel quale rappresentare il lavoro svolto e recepire osservazioni e riflessioni sull'argomento invitando in quattro riunioni distinte (15 ottobre, 29 ottobre, 29 novembre, 13 dicembre 2004) le seguenti categorie di soggetti interessati:

- i soggetti istituzionali della Regione competenti nel settore acqua, ambiente e gestione del territorio;
- gli Istituti Universitari della Regione e gli Enti di ricerca;
- i gestori del bene acqua sia pubblici che privati;
- le associazioni territoriali interessate all'ambiente ed al bene acqua.

Sono stati invitati circa 600 soggetti complessivamente ed sono stati distribuiti in formato elettronico documenti inerenti i lavori del piano sulla caratterizzazione degli acquiferi superficiali e sotterranei.

L'ufficio del Commissario ha continuato a fornire questi documenti a tutti i soggetti che ne facessero richiesta.

Infine per una maggiore accessibilità alle informazioni sul Piano di Tutela ed alle successive elaborazioni è stato attivato nel sito della Struttura Commissariale un apposito settore

(<http://www.regione.sicilia.it/presidenza/ucorifiuti/Acque>) nel quale sono caricati i documenti del piano man mano che vengono elaborati e dove ogni soggetto interessato possa acquisirli liberamente disposizione.

10.1.5 La formazione

L'attività della Struttura Commissariale è stata volta ad attivare strumenti di formazione di quadri tecnici per operare nelle pubbliche amministrazioni nel settore acque e attuare progetti specifici necessari alla conoscenza del territorio ed al migliore utilizzo delle acque.

In particolare:

- Con Ordinanza Commissariale n. 244 del 4 Marzo 2004 è stato approvato il progetto relativo dell'Intervento 36 per la "Formazione di personale qualificato alla conduzione e gestione di impianti di depurazione della Regione Sicilia", ammesso a finanziamento con Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 89 del 25 marzo 1998 e si sono attivati n. 57 contratti di lavoro, attualmente ancora in corso, per il raggiungimento di obiettivi di tutela ambientale. Questo personale ha collaborato

attivamente ai lavori dell'area " Tutela delle Acque" della Struttura Commissariale ed alla redazione dei documenti del Piano di Tutela delle Acque.

- Con Ordinanza Commissariale n. 245 del 4 Marzo 2004 è stato approvato il progetto relativo all'Intervento 102 per la "Formazione di operatori ambientali nell'ambito dell'Istituzione di Centri Provinciali per il controllo ambientale della Regione Sicilia", ammesso a finanziamento con Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 89 del 25 marzo 1998 e si sono attivati n. 97 contratti per creazione e formazione di banche dati nel settore ambientale.
- Nell'ambito della Convenzione del 29.12.2005 tra l'Assessorato Regionale LL.PP. della Regione Siciliana e l'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e la tutela delle acque in Sicilia sono stati attivati 84 contratti a tempo determinato per l'attuazione del "Progetto per il riuso delle acque reflue depurate in Sicilia".

10.1.6 Gli accordi di programma, le convenzioni e i decreti

Allegati al Piano di Tutela sono i testi dei seguenti "accordi di programma":

- Accordo di Programma del 2/12/04 per la tutela dei corpi idrici pregiati, Progetto "Wetlands"; integrativo di settore all'accordo di programma quadro per la tutela delle acque e la gestione integrata delle risorse idriche stipulato in data 23/12/03 (All.09).
- Decreto n.182/Tci del 10/12/04 del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la tutela delle acque in Sicilia di finanziamento al Comune di Corleone per l'attuazione del Progetto "Wetlands" per la "Costruzione della rete fognante della frazione di Ficuzza" (All.09).
- Accordo di Programma Quadro " Tutela delle acque e gestione integrata e dell'Accordo di Programma Quadro Risorse Idriche del 21/03/05 (All.16).
- Accordo di programma del 29/12/05 tra l'Assessorato ai lavori pubblici della Regione Siciliana e l'Ufficio del Commissario Delegato per la Realizzazione del "Progetto per il riuso delle acque reflue in Sicilia" (All.08).
- Convenzione del 29.12.2005 tra l'Assessorato Regionale LL.PP. della Regione Siciliana e l'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e la tutela delle acque in Sicilia per l'attuazione del "Progetto per il riuso delle acque reflue depurate in Sicilia" (All.08).
- D.D.G. n. 2418/20a dell' Assessorato dei Lavori Pubblici del Dipartimento LL.PP. servizio Risorse Idriche e Regime delle Acque che approva la convenzione stipulata tra il Dirigente Generale del Dipartimento Regionale LL.PP. e il Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e la tutela delle acque, avente per oggetto "Monitoraggio e studio sul riuso delle acque reflue depurate" per le finalità del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (All.08).
- Ordinanza n. 65/Tci del 16/09/03 del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la tutela delle acque in Sicilia per l'istituzione dell'area sensibile del Golfo di Castellammare (All.03).

- Ordinanza n. 959 del 23/10/2006 del Commissario Delegato per l'Emergenza Rifiuti e la tutela delle acque in Sicilia per l'istituzione dell'area sensibile del Biviere di Gela (**All.04**).

10.1.7 I decreti

La Regione Siciliana, attraverso il lavoro del Tavolo Tecnico Regionale, ha varato una serie di decreti interdipartimentali votati a determinare piani settoriali per ridurre l'impatto antropico dovuto ad inquinamento diffuso nel settore agricolo, i cui testi sono riportati nell'all.A. :

D.D.G. interdipartimentale n. 121 del 24 febbraio 2005

(adozione della Carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola - corredata dalle relative note esplicative e dall'elenco dei fogli di mappa entro cui ricadono le zone vulnerabili - e del Programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola);

D.D.G. interdipartimentale n. 53 del 12 gennaio 2007

(adozione del nuovo Programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola);

D.D.G. interdipartimentale n. 61 del 17 gennaio 2007

(adozione della "Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari" e adozione della "Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari").

D.D.G. interdipartimentale n. 357 del 3 maggio 2007

(adozione del "Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili").

10.1.8 Le ordinanze

L'attività della Struttura Commissariale è stata volta ad attivare strumenti di formazione di quadri tecnici per operare nelle pubbliche amministrazioni nel settore acque.

Per questo con Ordinanza Commissariale n. 244 del 4 Marzo 2004 è stato approvato il progetto relativo dell'Intervento 36 per la "Formazione di personale qualificato alla conduzione e gestione di impianti di depurazione della Regione Sicilia", ammesso a finanziamento con Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 89 del 25 marzo 1998 e si

sono attivati n. 57 contratti di lavoro per il raggiungimento di obiettivi di tutela ambientale.

Questo personale ha collaborato attivamente ai lavori dell'area " Tutela delle Acque" della Struttura Commissariale ed alla redazione dei documenti del Piano di Tutela delle Acque.

Inoltre con Ordinanza Commissariale n. 245 del 4 Marzo 2004 è stato approvato il progetto relativo all'Intervento 102 per la "Formazione di operatori ambientali nell'ambito dell'Istituzione di Centri Provinciali per il controllo ambientale della Regione Sicilia", ammesso a finanziamento con Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 89 del 25 marzo 1998 e si sono attivati n. 97 contratti per creazione e formazione di banche dati nel settore ambientale.

10.1.9 L'Agenzia Regionale per i Rifiuti e per le Acque

L'assemblea Regionale Siciliana ha approvato (legge n. 19 del 22/12/05 pubblicata il 23/12/ 2005 – Gazzetta Ufficiale R.S. n.56 del 2005 supplemento ordinario parte I) la legge "Misure finanziarie urgenti e variazioni al bilancio della Regione per l'esercizio finanziario 2005- disposizioni varie " che all'art. 7, di seguito riportato, istituisce l'Agenzia regionale per i rifiuti e le acque.

Art. 7.

Istituzione dell'Agenzia regionale per i rifiuti e le acque

1. Al fine di assicurare una efficiente, efficace e coordinata gestione in materia di acque e rifiuti in Sicilia è istituita l'Agenzia regionale per i rifiuti e le acque, ente strumentale della Regione e di seguito denominata 'Agenzia', con sede in Palermo, che può dotarsi di strutture sul territorio.
2. L'Agenzia è dotata di personalità giuridica pubblica, di autonomia tecnica, organizzativa, gestionale, amministrativa e contabile ed è posta sotto la vigilanza della Presidenza della Regione, da cui promanano gli indirizzi programmatici.
3. L'Agenzia, quale autorità di regolazione dei servizi idrici, dei servizi di gestione integrata dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati deve assolvere a funzioni di indirizzo e coordinamento dell'attività di tutti gli Enti che operano nel settore delle acque esercitando altresì forme di controllo efficienti ed efficaci, provvedendo in particolare:
 - a) a promuovere la creazione e la diffusione della cultura dell'acqua per un uso responsabile e sostenibile della risorsa idrica, in quanto bene pubblico primario e fattore fondamentale di civiltà e di sviluppo, secondo criteri di solidarietà ed in funzione di obiettivi di salvaguardia dei diritti delle future generazioni e dell'integrità del patrimonio ambientale;
 - b) alla elaborazione ed attuazione di programmi per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee e delle misure necessarie alla tutela quali-quantitativa del sistema idrico;
 - c) al miglioramento della qualità delle acque, anche sotto il profilo igienico-sanitario, attraverso l'adozione di misure per la prevenzione e la riduzione

- dell'inquinamento, nonché per la conservazione, il riciclo, il riutilizzo e il risparmio delle risorse idriche;
- d) a sviluppare e sostenere azioni per la gestione integrata quali-quantitativa delle risorse idriche;
 - e) a controllare e regolare il servizio reso dai gestori del sistema idrico integrato;
 - f) alla pianificazione e assegnazione delle risorse idriche fra i settori idropotabile, agricolo e industriale;
 - g) alla registrazione attraverso la rete di osservazione dei parametri idrometeorologici;
 - h) alla misurazione dei deflussi nei bacini idrografici, delle portate delle sorgenti, delle gallerie e dei pozzi;
 - i) alla elaborazione del bilancio idrologico per i bacini idrografici dell'Isola al fine di valutare disponibilità idriche per le utilizzazioni potabili, irrigue ed industriali;
 - l) alla pubblicazione sistematica degli elementi osservati ed elaborati, nonché di bollettini mensili sulle portate delle sorgenti, degli invasi, e punti d'acqua più significativi;
 - m) al rilascio dei pareri di compatibilità idrologica sulle domande di grande derivazione e sui progetti di opere civili idrauliche e assetto del territorio;
 - n) al controllo e vigilanza sulle grandezze idrologiche al fine di prevenire situazioni di rischio in occasione di eventi e situazioni eccezionali, piene, riduzione delle risorse idriche superficiali e profonde;
 - o) alla gestione delle grandi infrastrutture irrigue (esercizio e manutenzione delle dighe e dei grandi adduttori a valle delle dighe);
 - p) alla gestione delle emergenze infrastrutturali;
 - q) alla programmazione, progettazione e realizzazione di nuovi interventi;
 - r) al controllo delle dinamiche dei prezzi;
 - s) alla tenuta dei rapporti con il Registro italiano dighe;
 - t) al coordinamento ed assistenza ai consorzi di bonifica relativamente alla programmazione, progettazione e realizzazione di infrastrutture irrigue ed alla gestione delle opere.
4. Al fine di assicurare la qualità dei servizi in materia di rifiuti e di bonifica dei siti inquinati, nonché la prevenzione della produzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti e l'efficacia, l'efficienza e l'economicità della gestione dei rifiuti da imballaggio, l'Agenzia svolge, altresì, i compiti di cui all'art. 19 comma 1 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 nonché:
- a) pubblica e diffonde con cadenza periodica la conoscenza delle condizioni di svolgimento dei servizi al fine di garantire la massima trasparenza;
 - b) individua situazioni di criticità ed irregolare funzionamento dei servizi di gestione integrata dei rifiuti, o di inosservanza delle normative vigenti in materia di tutela dei consumatori;

- c) definisce indici di produttività per la valutazione economica dei servizi resi dai soggetti gestori dei servizi di gestione dei rifiuti urbani;
 - d) definisce parametri di valutazione delle politiche tariffarie in materia di servizio di gestione dei rifiuti urbani;
 - e) si pronuncia in merito al rispetto dei parametri di qualità del servizio reso all'utente fermo restando le competenze degli enti preposti alla vigilanza sui servizi e alla tutela della salute dei cittadini;
 - f) verifica i costi di recupero e smaltimento;
 - g) controlla le condizioni di svolgimento dei servizi e di accesso e corretta fruizione degli stessi da parte degli utenti, anche con riferimento alle singole voci di costo e al fine di garantire eguaglianza di condizioni nella erogazione dei vari servizi, tenendo conto delle esigenze degli utenti, ivi comprese le fasce più deboli, e garantendo altresì il rispetto dell'ambiente, della sicurezza degli impianti e della salute degli addetti e dei cittadini.
5. Nell'esercizio delle proprie competenze all'Agenzia sono riconosciuti poteri di acquisizione della documentazione, di ispezione e di accesso, nonché poteri sostitutivi.
6. Per assolvere ai compiti di cui ai commi 3 e 4 l'Agenzia si articola in cinque settori, cui è preposto un direttore, concernenti:
- la regolazione delle acque, con i compiti di cui alle lettere da a) a f) del comma 3;
 - l'osservatorio delle acque con i compiti di cui alle lettere da g) a n) del comma 3;
 - infrastrutture con i compiti di cui alle lettere da o) a t) del comma 3;
 - osservatorio sui rifiuti con i compiti di cui alle lettere da a) a f) del comma 4, i) ed l) dell'articolo 19, comma 1, del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22;
 - rifiuti e bonifiche con i compiti di cui alle lettere da a) ad h) e alle lettere n) ed n bis) dell'articolo 19, comma 1, del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22.
7. Per l'esercizio delle attività di cui al presente articolo sono trasferite all' Agenzia le competenze nelle materie indicate ai commi 3 e 4, attribuite da disposizioni normative a singoli rami dell' Amministrazione regionale e ad enti sottoposti a tutela e vigilanza della Regione. In sede di prima attuazione il personale di ruolo in servizio alla data di approvazione della presente legge presso i dipartimenti e uffici regionali interessati allo spostamento di attribuzioni previste dal presente articolo, nonché il personale di ruolo dell'Amministrazione regionale utilizzato, sempre alla stessa data, dall'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza idrica e dall'Ufficio del Commissario delegato per l'emergenza rifiuti e tutela delle acque in Sicilia, può, a domanda da presentarsi entro 45 giorni dall'entrata in vigore della presente legge, transitare all' Agenzia. Transitano altresì all' Agenzia dighe e opere idrauliche connesse, beni mobili, macchine ed attrezzature, nonché eventuali immobili, nella disponibilità, a qualsiasi titolo, degli Enti ed Uffici le cui competenze sono state attribuite all' Agenzia stessa.
8. Al personale dell'Agenzia si applica lo stato giuridico e il trattamento economico del personale dell' Amministrazione regionale.

9. Sono organi dell' Agenzia:
- a) il direttore generale, nominato dal Presidente della Regione tra soggetti in possesso di idoneo diploma di laurea e di comprovata esperienza in materia di acque e rifiuti;
 - b) il collegio dei revisori dei conti, composto da tre membri effettivi nominati dal Presidente della Regione tra gli iscritti al registro previsto dall'articolo 1 del decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 88. La durata del collegio è fissata in sette anni; i poteri dei membri del collegio, in deroga al disposto dell'articolo 1 della legge regionale 28 marzo 1995, n. 22, sono comunque prorogati fino alla nomina del nuovo collegio. I componenti non possono essere riconfermati. Ai membri del collegio spetta una indennità annua lorda il cui ammontare è determinato nella misura stabilita dal disposto del comma 13 dell'articolo 3 del decreto legislativo 30 dicembre 1992, n. 502.
10. Il direttore generale è assunto con contratto di diritto privato di durata settennale non rinnovabile, anche tra docenti universitari, magistrati e dirigenti regionali anche in quiescenza. Con il contratto è stabilito il trattamento giuridico ed economico, tenuto conto di quanto previsto dall'articolo 13, comma 3, della legge regionale 15 maggio 2000, n. 10, dal decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, e successive modifiche ed integrazioni e per le autorità istituite con legge 14 novembre 1995, n. 481, e successive. Il direttore generale ha la rappresentanza dell'Ente e svolge i compiti previsti dalle lettere da a) a g) del comma 1 e dal comma 4 dell'articolo 2 della legge regionale 15 maggio 2000, n. 10; nomina in conformità a quanto previsto dall'articolo 9 della legge regionale 15 maggio 2000, n. 10, i direttori di settore, cui competono le funzioni di cui al comma 2 dell'articolo 2 della legge regionale 15 maggio 2000, n. 10. Qualora Direttore generale e direttori di settore vengano scelti tra dirigenti regionali, questi ultimi possono essere collocati a domanda fuori ruolo per la durata dell'incarico ed il trattamento giuridico ed economico, fondamentale ed accessorio, complessivamente goduto presso l'Agenzia costituisce base per la determinazione del trattamento di quiescenza e previdenza, ai sensi della legge regionale 23 febbraio 1962, n. 2, e successive modifiche e integrazioni.
11. L'assetto organizzativo, la pianta organica ed ogni altro aspetto relativo alla funzionalità dell' Agenzia, salve le disposizioni di cui al presente articolo, sono definiti e disciplinati con uno o più regolamenti della stessa Agenzia, approvati dal Presidente della Regione, previa deliberazione della Giunta regionale.
12. Nelle more dell'adozione e dell'attuazione di quanto previsto al comma 11, per assicurare una migliore funzionalità e la necessaria efficacia alla esecuzione degli adempimenti connessi alla fase di avvio delle attività dell' Agenzia il personale utilizzato dagli uffici del commissario delegato per l'emergenza idrica e per l'emergenza rifiuti e tutela delle acque, proveniente dallo Stato, enti locali e altri enti e pubbliche amministrazioni, può chiedere di essere comandato all'Agenzia. Può altresì chiedere di essere comandato il personale dell'Ente di sviluppo agricolo inserito nei ruoli del servizio bonifica e infrastrutture alla data di entrata in vigore della presente legge, nonché gli ingegneri responsabili delle dighe e loro sostituti ed il personale di direzione e guardiania delle opere trasferite in servizio all'Ente sempre alla data di entrata in vigore della presente legge. Il personale comandato, nei limiti

delle effettive esigenze e disponibilità finanziarie, conserva la posizione giuridica, il trattamento economico e l'anzianità posseduta presso l'ente di provenienza.

13. Per assicurare la necessaria continuità dell'azione amministrativa, in sede di prima attuazione, il personale utilizzato dal Commissario delegato per l'emergenza idrica con contratto di collaborazione coordinata e continuativa da almeno un anno alla data di approvazione della presente legge, nonché il personale con rapporto di consulenza da almeno sei mesi sempre alla data di approvazione della presente legge, viene assunto con contratto di diritto privato di durata quinquennale. Allo stesso compete il trattamento giuridico ed economico previsto, in relazione al titolo di studio posseduto, per i funzionari direttivi e per gli istruttori dal C.C.R.L. per il personale con qualifica non dirigenziale.
14. Agli oneri derivanti dall'attuazione del presente articolo, quantificati, per l'esercizio finanziario 2006, in 10.000 migliaia di euro, si provvede con parte della spesa determinata dall'articolo 3, comma 2, lettera h) della legge regionale 27 aprile 1999, n. 10, per le finalità previste dall'articolo 33 della legge regionale 10 agosto 1965, n. 21 (UPB 2.3.2.6.5, capitolo 546401). Per gli esercizi finanziari successivi si provvede ai sensi dell'art. 3, comma 2, lettera h) della legge regionale 27 aprile 1999, n. 10.
15. Alla copertura degli oneri derivanti dall'applicazione del presente articolo si provvede, altresì, con le risorse previste dall'articolo 3 della legge regionale 15 maggio 1986, n. 24 e successive modifiche ed integrazioni.
16. Il Ragioniere Generale della Regione è autorizzato per l'attuazione del presente articolo su proposta dei competenti Dirigenti Generali, ad apportare al bilancio delle Regione le necessarie variazioni in relazione ai compiti, al personale ed alle funzioni trasferiti all'Agenzia.

10.2 Il metodo di programmazione

Come illustrato nel documento di Piano E.1 "Programma degli Interventi", il metodo per la programmazione degli interventi per il miglioramento delle acque superficiali e sotterranee è basato su una strategia di progettazione che, in ambito dei bacini idrografici, sia consequenziale ai risultati delle attività delle fasi precedenti e che abbia preso atto dei risultati conseguiti; in particolare per ogni bacino idrografico la programmazione comprende:

- l'analisi sintetica dello stato qualitativo e quantitativo del sistema acque superficiali e sotterranee;
- la sintesi delle valutazioni delle pressioni antropiche che producono criticità all'interno del sistema;
- gli obiettivi da perseguire per il loro miglioramento secondo le seguenti opzioni importanti:
- miglioramento dello stato quali-quantitativo del bacino idrografico con la riequilibratura integrata (sistema forestale, assetto idrogeologico, sistema delle utilizzazioni) del regime idrologico fluviale;

- riduzione/ controllo dell'inquinamento idrico da fonti diffuse (agricoltura);
- razionalizzazione dei sistemi irrigui e diminuzione delle perdite;
- sviluppo qualitativo del Servizio Idrico Integrato attraverso il miglioramento del sistema depurativo- fognario e la distribuzione di acqua potabile;
- riduzione/riqualificazione dei prelievi e miglioramento dello stato qualitativo delle acque nelle falde sotterranee;
- razionalizzazione dei sistemi interconnessi irriguo-potabile-industriale (risparmio, riuso, riciclo);
- trasferimenti di risorsa a scala regionale;
- riqualificazione/valorizzazione degli ecosistemi e del paesaggio ambiente;
- miglioramento delle conoscenze, coordinamento delle informazioni , controllo e monitoraggio;
- le azioni da implementare in un sistema a gestione integrata nel quale concorrono, in ambito del bacino idrografico, le seguenti tipologie di interventi, articolate in quattro comparti:
 1. azioni con lo scopo di migliorare le conoscenze e la capacità di programmazione e gestione del sistema idrico da parte delle strutture centrali e periferiche;
 2. azioni finalizzate a fornire informazioni circa l'attuazione del PTA e degli interventi proposti (costituzione GIS, catasto scarichi, sito PTA).
 3. azioni inerenti la formalizzazione di norme e criteri tecnico gestionali e di "governance" soprattutto rivolte ad azioni di coordinamento, di migliore fruizione delle conoscenze ed alla mitigazione delle criticità derivanti dall'inquinamento diffuso, in particolare:
 - l'attivazione di norme specifiche orientate all'attuazione della buona pratica agricola, alla riduzione degli apporti di composti azotati e fitosanitari fino a livelli compatibili, considerando l'intensità dei fattori di pressione agricoli e zootecnici sulle acque sotterranee
 - adozione del nuovo Programma d'azione obbligatorio per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola);
 - adozione della "Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari" e adozione della "Disciplina regionale relativa all'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 101, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e da piccole aziende agroalimentari".
 - adozione del "Piano regionale per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili";
 4. azioni di infrastrutturazione e riqualificazione ambientale, destinate al controllo delle pressioni ed al miglioramento gestionale delle risorse idriche, in particolare:

- azioni integrate (sistema forestale, assetto idrogeologico, sistema delle utilizzazioni potabile, irriguo e industriale) per il miglioramento del regime idrologico fluviale;
- azioni per il miglioramento del sistema depurativo-fognario e del sistema acquedottistico;
- azioni per il riuso delle acque reflue per la diminuzione del prelievo di acque sotterranee e il contrasto all'intrusione del cuneo salino;
- azioni per il miglioramento delle acque presenti nelle falde sotterranee;
- azioni per il risparmio, il riuso e il riciclo nei sistemi interconnessi irriguo-potabile-industriale
- azioni per il migliore utilizzo della risorsa a scala regionale;
- azioni per la riqualificazione/valorizzazione degli ecosistemi e del paesaggio ambiente;
- azioni per la riqualificazione-protezione di aree sensibili.

10.2.1 La programmazione a livello di "Sistema".

La complessità morfologica del territorio siciliano non permette una programmazione di interventi, per il miglioramento degli acquiferi superficiali e sotterranei, in un rapporto diretto tra i bacini idrografici e idrogeologici, il cui miglioramento dei primi non va necessariamente a beneficio diretto dei secondi e pertanto, come è diffusamente rappresentato nel capitolo che descrive le campagne di monitoraggio degli acquiferi sotterranei, si è fatto ricorso, nelle indagini sui corpi idrici sotterranei, all'uso di isotopi stabili dell'acqua (ossigeno e idrogeno) come traccianti naturali per ottenere informazioni non conseguibili con altre metodologie di indagine.

Lo studio comparato della composizione isotopica delle precipitazioni e delle acque naturali di un bacino è stato un valido strumento di geochimica per la soluzione di alcuni problemi idrogeologici come la definizione delle quote medie delle zone alimentazione e la delimitazione delle aree di ricarica, la caratterizzazione isotopica dei circuiti, la valutazione dei tempi di circolazione delle acque sotterranee ma anche la stima della effettiva ricarica meteorica.

Le due campagne di monitoraggio delle acque sotterranee hanno pertanto individuato lo stato ambientale dei corpi idrici sotterranei e le rispettive aree di ricarica superficiali, le quali non sono assimilabili alle aree dei bacini idrografici superficiali, ma a secondo la struttura geologica, ne comprendono diversio sono compresi in parte di alcuni a superficie più rilevante; nel territorio della Regione non c'è pertanto un rapporto di corrispondenza sopra-sotto come in altre regioni (dove spesso la falda sotterranea dipende dall'area di ricarica dei subalvei dei grandi bacini).

Per una programmazione unitaria degli interventi per la mitigazione degli impatti antropici nei bacini superficiali e sotterranei e per la tutela delle aree di ricarica afferenti a detti bacini sotterranei si è chiamato "sistema" l'insieme del territorio che comprendesse sia uno o più bacini idrografici che anche le aree di ricarica dei bacini sotterranei.

11 Quadro economico degli interventi previsti

Nel documento di Piano E.01 “Programma degli Interventi”, viene illustrata la metodologia con cui è stato individuato il programma degli interventi da attuare nel territorio regionale, suddiviso in “sistemi”, al fine di garantire il miglioramento dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei e delle acque a specifica destinazione.

Tali interventi sono stati individuati sulla base delle criticità e delle valutazioni sull’incidenza dell’impatto antropico effettuate per ciascun “sistema” e tenendo conto degli obiettivi per il miglioramento della qualità dei corpi idrici, in accordo alla normativa vigente.

Gli interventi proposti sono compresi nei nove Piano d’Ambito e nei Piani Triennali 2004-2007 degli stessi Ambiti Territoriali Ottimali, negli interventi inseriti nell’Accordo di Programma Quadro Stato-Regione per la Tutela delle Acque e la gestione integrata delle risorse idriche del 21/03/05, negli interventi già previsti nel POR 2000/2006 o finanziati con fondi regionali o nei Piani Regionali per il miglioramento del sistema idraulico-forestale e nei piani per il miglioramento dell’assetto idrogeologico e delle acque potabili.

Negli allegati al documento E.01 per ciascun intervento viene indicata la previsione di spesa e le risorse finanziarie disponibili nonché la fonte di finanziamento.

Ai fini dell’analisi a scala regionale gli interventi previsti sono stati aggregati in 9 macro categorie così individuate:

- interventi per il miglioramento del sistema idraulico forestale;
- interventi M.I.S.E.;
- interventi P.A.I.;
- interventi di riqualificazione ambientale;
- riuso acque reflue;
- aree di salvaguardia;
- interventi nel settore fognario-depurativo;
- interventi nel settore acquedottistico;
- interventi nel settore irriguo;

Nel documento di sintesi del Piano di Tutela (documento G.01) viene riportata una tabella che illustra il quadro sintetico degli interventi previsti nel territorio regionale nella quale, per ciascuna categoria di intervento su elencata, vengono indicati il numero degli interventi previsti e la previsione di spesa.

12 Uno strumento di piano: il SIPTAS

12.1 Introduzione

La progettazione del Sistema Informativo Territoriale per il Piano di Tutela delle Acque della Regione Sicilia rientra nelle attività di supporto al Commissario Delegato per l’Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque finalizzate alla redazione del piano stesso ai sensi del Decreto legislativo 152/06. Tale supporto è stato fornito dalla Sogesid S.p.A. Unità Operativa di Palermo a seguito della “ Convenzione Quadro finalizzata all’attuazione dei provvedimenti necessari al superamento dell’emergenza nel settore della tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione della Regione Sicilia”, stipulata il 04.01.2001 fra il Vicecommissario delegato e la Sogesid S.p.A.

La Sogesid ha curato inoltre l’integrazione dei dati provenienti dallo svolgimento delle attività svolte dall’ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e dalle attività relative al monitoraggio svolte dall’ARPA Sicilia..

Il progetto del Sistema Informativo Territoriale, in cui i dati spaziali sono correlati a dati analitici e descrittivi, è costituito da un database geografico con una struttura efficiente (per evitare le ridondanze), flessibile (per adattarsi ad applicazioni inizialmente anche non previste), affidabile e compatibile con il S.I.N.A. (Sistema Informativo Nazionale dell’Ambiente) del Ministero dell’Ambiente (a cui i dati devono essere comunicati periodicamente secondo le modalità indicate nel D.M. del 18/10/02 emanato dal Ministero dell’Ambiente e la Tutela del Territorio ai sensi dell’art. 75 del D.Lgs. 152/06), sia con altri sistemi di monitoraggio e raccolta dati.

Particolare importanza ha rivestito la scelta degli standard dei parametri rilevati e dei dati informatici, in modo da garantire la massima affidabilità e compatibilità.

Il Sistema Informativo Territoriale è costituito da una struttura centrale a carattere regionale, in cui confluiscono le informazioni raccolte su tutto il territorio. Tale sistema consentirà una gestione completa dei dati solo a livello di centro regionale, mentre saranno ammessi utilizzi parziali, con vari livelli di accesso alle informazioni, ad utenti specifici a livello periferico.

Nel SIT potranno confluire successivamente tutte le informazioni che si renderanno disponibili con la gestione del sistema di monitoraggio, nonché i risultati derivanti da ulteriori attività di studio all’interno del Piano.

La realizzazione del WebGIS assicura inoltre la possibilità di condividere i dati tra gli utenti della struttura in cui risiede il Piano o da utenti esterni.

12.2 Il Sistema Informativo Territoriale

Il Sistema Informativo Territoriale è uno strumento progettato per gestire in modo totalmente integrato dati geografici e dati alfanumerici descrittivi ad essi associati.

Lo possiamo considerare composto dai seguenti sottosistemi:

- Sistema di archiviazione e gestione di dati cartografici (database grafico di tipo reticolare).
- Sistema di archiviazione e gestione di dati alfanumerici (database alfanumerico di tipo relazionale).
- Sistema di interfaccia utente per la consultazione, l'elaborazione e l'aggiornamento delle informazioni (insieme di procedure software dedicate alla gestione dei dati)

Per rappresentare il mondo fisico all'interno di un SIT è necessario definire un "modello dei dati" che preveda la possibilità di descrivere tutti gli oggetti, e le loro possibili combinazioni, effettivamente presenti nella realtà.

Superando la semplice rappresentazione della geometria degli oggetti (tipica dei sistemi CAD), un SIT presenta la peculiarità di strutturare i dati secondo le mutue relazioni spaziali tra i diversi elementi, definendone quindi anche la topologia. Il SIT consente inoltre di associare ai singoli oggetti grafici degli attributi, ossia dei dati descrittivi.

Per ottenere una rappresentazione il più possibile completa del mondo fisico si ricorre ad oggetti quali punti, linee, poligoni, nonché ad elementi non presenti nella realtà ma che ne consentano una più efficace rappresentazione (ad esempio simboli grafici e toponimi). Inoltre, la caratteristica distintiva che consente di definire la tipologia di dati rappresentabili in un SIT, riguarda, come più volte sottolineato, la proprietà che all'oggetto grafico utilizzato per rappresentare la realtà siano o meno associate informazioni descrittive.

Alla luce di queste considerazioni, sarà possibile definire diversi tipi di dati, fra i quali:

- **AREE:** un'entità di tipo areale consente di rappresentare con un poligono chiuso un oggetto reale per il quale si voglia mantenere l'informazione grafica relativa alla forma e all'estensione sul territorio. A questo tipo di entità risultano associate anche le informazioni descrittive.
- **LINEE:** un'entità di tipo lineare consente di rappresentare con una linea un oggetto reale per il quale si voglia mantenere l'informazione grafica relativa all'andamento sul territorio. A questo tipo di entità risultano associate anche le informazioni descrittive.
- **PUNTI:** un'entità di tipo puntuale consente di rappresentare con un simbolo grafico un oggetto reale caratterizzato semplicemente da un "punto notevole" che ne individua l'ubicazione sul territorio. A questo tipo di entità risultano associate anche le informazioni descrittive.
- **SFONDI:** un'entità di tipo sfondo consente di rappresentare come semplice disegno gli oggetti reali ai quali non occorre associare informazioni descrittive.
- **TESTI:** un'entità di tipo testo consente di rappresentare con delle scritte le informazioni riportate usualmente in cartografia come toponimi. A questo tipo di entità non sono associate informazioni descrittive.

Generalmente viene utilizzato un database alfanumerico di tipo relazionale e quindi, grazie alle funzionalità messe a disposizione da questo tipo di architettura, il sistema sarà in grado di realizzare collegamenti comunque complessi tra le varie tabelle fornendo così all'utente potenti strumenti di accesso alla banca dati territoriale.

Il legame tra l'entità geografica e i dati descrittivi è realizzato utilizzando un campo comune tra i gli elementi grafici e le tabelle, cioè un identificatore (codice o "chiave") che individua in maniera univoca ogni oggetto presente in archivio.

La tradizionale carta topografica, intesa come prodotto di consultazione e rappresentazione su supporto cartaceo, ha lasciato così il posto ad un tipo di prodotto costituito da informazioni alfanumeriche gestite da computer e visualizzate sullo schermo in funzione delle esigenze poste dall'utente.

12.3 Finalità del SIPTAS

Con l'emanazione del D.Lgs 152/06 e successive modifiche è stato individuato il Piano di Tutela delle Acque quale strumento unitario di pianificazione delle misure finalizzate al mantenimento ed al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, nonché alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

In quanto strumento di pianificazione ecosostenibile, va sottolineato il suo intimo legame con i caratteri del territorio ed i piani territoriali già esistenti .

Le complesse realtà amministrative, le necessarie attività di coordinamento tra strutture e strumenti di pianificazione diversi, la diffusione della conoscenza di un sistema complesso come quello del ciclo naturale dell'acqua, sono l'obiettivo della progettazione del modello logico e fisico dei dati proposto.

La costituzione di una banca dati geografica che raccolga tutte le informazioni relative alle analisi ed al progetto del Piano di Tutela delle Acque (SIPTAS), ha così come finalità l'organizzazione informatica dei dati ai quali vengono associate le caratteristiche territoriali degli stessi, attraverso la relazione con la banca dati geografica. La collocazione geografica degli oggetti nello spazio arricchisce la conoscenza del territorio, indispensabile in tutte le attività di pianificazione, e facilita il confronto con altri strumenti di pianificazione a varia scala.

La *standardizzazione* dell'informazione geografica e testuale attraverso l'elaborazione dei dati in formato digitale facilita gli scambi e la diffusione dell'informazione, caratteristica importante per ogni pubblica amministrazione.

Tale *standardizzazione* è sempre più indipendente dal tipo di *software* applicativo scelto.

Il sistema informativo territoriale permette inoltre un'analisi quantitativa dei fenomeni spaziali attraverso l'applicazione di modelli ambientali.

Il SIPTAS, come archivio di dati geografici e testuali, non si esaurisce nel progetto presentato all'amministrazione, ma ha una struttura che consente l'aggiornamento continuo dei dati in esso contenuti o l'implementazione di nuove informazioni per arricchire il quadro di conoscenze sul territorio.

La sua struttura flessibile lo rende particolarmente indicato per la gestione dei dati provenienti dalle campagne di monitoraggio ambientale.

12.4 Ricognizione SIT esistenti nella Regione Sicilia

Ai fini della corretta realizzazione del sistema, il primo obiettivo di compatibilità informatica è stato assicurare la compatibilità con il Sistema Informativo Nazionale dell'Ambiente (SINA).

Tuttavia, al fine di produrre uno strumento capace di confrontarsi anche con gli archivi informatici della Regione Siciliana, è stata fatta una ricognizione presso i soggetti istituzionali di tutti i sistemi informativi territoriali esistenti a scala provinciale o regionale della quale, di seguito, forniamo un cenno.

La maggior parte degli strati informativi prodotti dalle province o dai comuni non sono stati organizzati secondo un'architettura che li unifichi in un sistema informativo territoriale. Questo è dovuto da una parte, ad una scarsa conoscenza dei sistemi informativi territoriali che tende a ridurre gli stessi ad una semplice aggregazione di dati, dall'altra, al fatto che molti di questi progetti non sono ancora stati ultimati.

E' importante sottolineare che, presso l'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale Urbanistica, è stata istituita una struttura denominata "Unità Tecnica di Programma (UTP)" con compito di accentrare la gestione del patrimonio informativo cartografico del territorio siciliano.

Tale unità tecnica, nell'ambito del programma POR Sicilia 2000-2006 Misura 5.05, svolge inoltre funzioni tecniche, organizzative e gestionali necessarie alla costruzione del SITR (Sistema Informativo Territoriale Regionale).

In tale occasione è stata costituita una rete a struttura gerarchica avente al vertice la regione e come nodi le province, le città capoluoghi di provincia e le città medie con più di 30.000 abitanti, presso i quali è stata attuata la ricognizione del patrimonio informativo e della cartografia alfanumerica esistente. Sono inoltre stati previsti degli interventi di infrastrutturazione informatica, già avviati, e dei quali la regione ha disposto la progettazione unitaria delle linee di intervento hardware e software, nonché dei contenuti e delle componenti delle banche dati.

La stessa unità tecnica ha adottato il sistema INSPIRE per standardizzazione dei dati, il quale già fornisce alcuni protocolli ed alcune specifiche procedure per consentire l'interazione delle banche dati territoriali.

La maggior parte degli strati informativi prodotti nelle varie sedi degli uffici amministrativi adottano come sistema di proiezione il Gauss-Boaga riferito al Datum Roma 40.

Alcuni di questi si trovano sul sito Web del Dipartimento di Urbanistica ed è possibile scaricarli. Sul sito si trovano anche ulteriori informazioni sullo stato di avanzamento della ricognizione dei SIT esistenti, del progetto SITR e del nuovo progetto SITIR, nonché delle risorse umane che si intendono utilizzare dislocate nelle varie sedi dei nodi della rete.

Il SITR dovrà interfacciarsi con i seguenti sistemi informativi territoriali in costruzione:

- SIRA . Sistema Informativo Regionale Ambientale finalizzato alla gestione delle reti di monitoraggio;
- SICS . Sistema Informativo del Catasto Siciliano;

- SIRI . Sistema Informativo Idrico del Servizio Idrografico;
- SIAS . Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano dell' Assessorato Agricoltura e Foreste.

12.5 Definizione degli standard

A partire dalle indicazioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dei protocolli dell' Intesa tra Stato, Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano, sono stati definiti gli standard da seguire per la creazione o la modifica degli strati informativi da inserire nel SIT.

Tale scelta è stata condizionata anche dal fatto che non esiste alcuna direttiva regionale in merito, piuttosto, le stesse amministrazioni che gestiscono i SIT regionali fanno riferimento alle succitate indicazioni.

In sintesi, per la scelta del sistema di riferimento cartografico e la codifica dei corpi idrici significativi e delle stazioni di monitoraggio sono state applicati i criteri dettati dal Decreto 19 agosto 2003 "Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici"; per l'attribuzione dei codici dei vari altri elementi, la digitalizzazione e la scelta degli attributi delle *feature* sono state seguite le direttive dell'"Intesa Stato – Regioni a Province autonome di Trento e Bolzano" ove compatibili con le finalità del nostro lavoro.

Il sistema di riferimento con il quale sono stati prodotti o analizzati i dati è "UTM 33N ED 50" e la scala di dettaglio è 1:100.000 così come richiesto dalla normativa.

12.6 Flusso delle informazioni

Il SIPTAS costituisce un contenitore nel quale verranno depositati i dati acquisiti ed elaborati sulla tutela delle acque e che troverà la sua collocazione presso l'ufficio della Regione Siciliana responsabile del Piano di Tutela delle Acque.

Tale ufficio rappresenta la struttura a carattere centrale dalla quale si dipartono o convergono tutte le informazioni.

L'accesso alle informazioni o la loro modifica necessita della definizione di protocolli da parte dell'amministrazione che garantiscano la validità dei dati acquisiti (approvazione degli aggiornamenti) e la tutela da eventuali manomissioni sui dati.

La figura 12.6.1 schematizza il percorso delle informazioni dalla fase di raccolta a quella di implementazione nel sistema informativo e mette in evidenza gli attori e i processi che modificano le informazioni.

Nella figura 12.6.1 viene attribuito il ruolo di "amministratore delle informazioni" all'Ufficio del Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque in Sicilia.

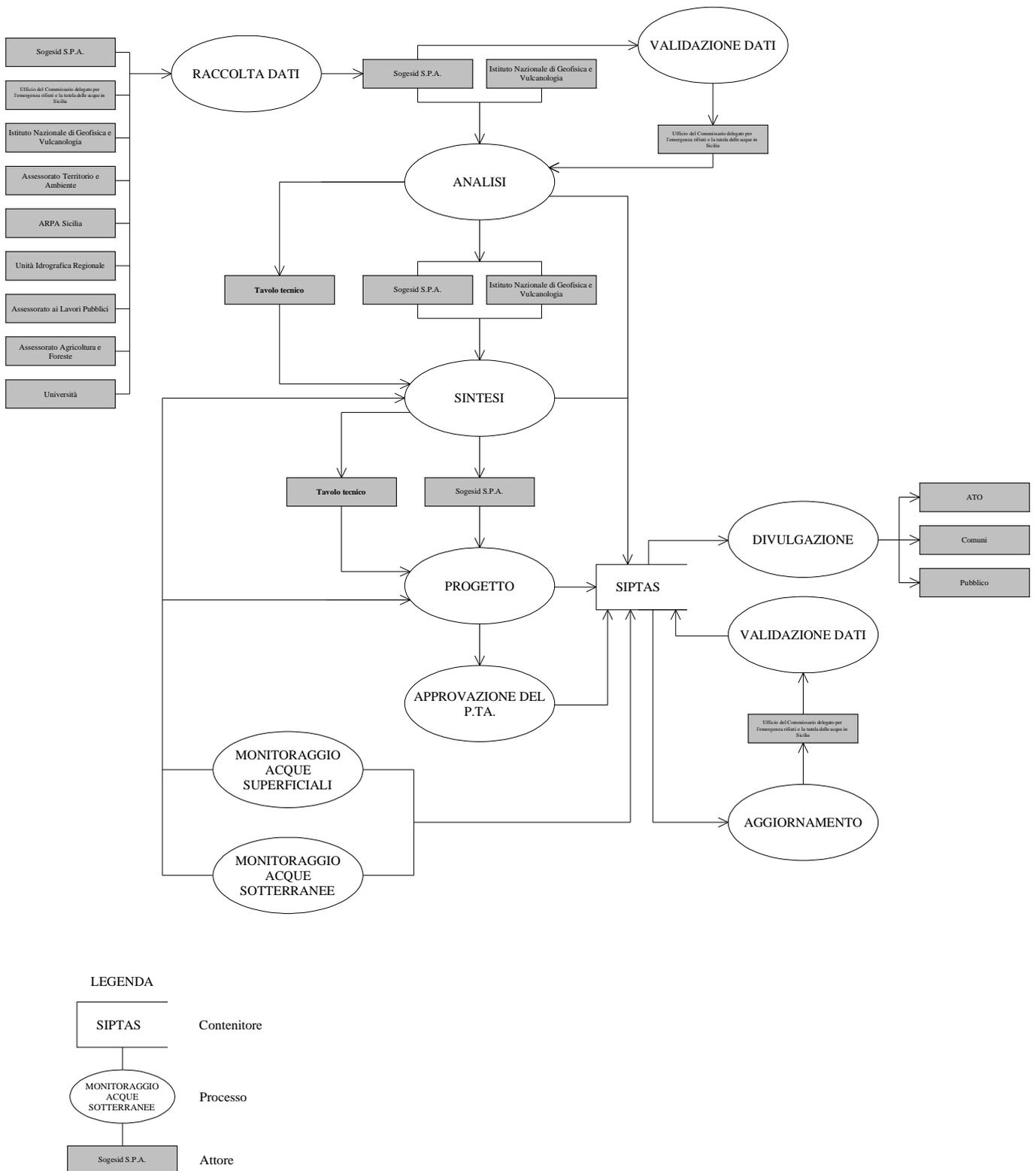


Figura 12.6.1 – Analisi funzionale: diagramma di flusso dei dati

12.7 Architettura del sistema

L'architettura del sistema si basa essenzialmente sul modello *client/server* e sulle seguenti scelte progettuali:

- Suddivisione del sistema in sottosistemi (moduli funzionali *software + hardware*) in grado di garantire le diverse esigenze di acquisizione, archiviazione, consultazione ed elaborazione dei dati territoriali in modo integrato e distribuito.
- Struttura modulare delle funzioni fornite dai sottosistemi in modo da permettere una crescita graduale dell'intero sistema per soddisfare esigenze future;
- Interfaccia utente di tipo GUI (*Graphic User Interface*) estremamente semplice ed intuitiva basata su strumenti grafici di facile utilizzo (*mouse*, finestre, icone, menu, ecc.);
- Piena conformità con l'architettura e gli *standard* del Sistema Informativo Nazionale sull'Ambiente (S.I.N.A.);
- Apertura verso altri sistemi mediante la possibilità di collegamenti in rete (locale, geografica, ecc.).

In particolare i collegamenti in rete consentono di attivare le seguenti funzionalità:

- condivisione delle informazioni cartografiche ed alfanumeriche contenute nella banca dati con possibilità di consultazione, importazione ed esportazione dei dati;
- condivisione delle risorse *hardware* e *software* presenti nel SIPTAS;
- possibilità di collegamento con banche dati esterne tramite rete geografica (Ministero dell'Ambiente, ISTAT, ecc.).

Il sistema informativo nel suo complesso è essenzialmente composto dai seguenti sottosistemi strettamente connessi ed integrati in configurazione *client/server*.

Il sottosistema "GESTIONE BANCA DATI" è basato sulle funzionalità tipiche di un server di banche dati e, quindi, a supporto di tutti gli altri sottosistemi; ha come compito fondamentale la gestione dell'intero contenuto informativo del sistema integrando ed uniformando i dati provenienti dalle diverse fonti (banche dati numeriche, cartografia, mappe tematiche, supporti cartacei, ecc.).

Il modello concettuale di riferimento è quello del SINA.

Essendo l'integrazione con banche dati esterne di tipo cartografico e/o alfanumerico una delle caratteristiche peculiari della banca dati, saranno inoltre rispettate le direttive generali per la gestione integrata dei dati (georeferenziazione dei tematismi, connessione con cartografia di base, ecc).

La struttura generale della banca dati è articolata in modo tale da prevedere che i dati di attuale interesse siano classificati per tematiche in accordo alla normativa vigente in materia ambientale.

Il sottosistema "ACQUISIZIONE E VALIDAZIONE" costituisce il modulo di acquisizione e validazione dei dati, prevalentemente alfanumerici, da inserire nella banca dati tramite postazione *client* di fascia medio/bassa e quindi di larga diffusione tra gli utenti abilitati all'aggiornamento della banca dati. Ha lo scopo di fornire le procedure

tipiche di *data-entry* per l'inserimento, l'aggiornamento e la validazione dei dati relativi ai vari comparti di competenza.

Le modalità di acquisizione possono essere sia manuale che automatica tramite il caricamento di dati in formato numerico.

Il sottosistema "CARTOGRAFIA E TEMATISMI" è un sottosistema specialistico di supporto a tutti gli aspetti cartografici della banca dati finalizzato essenzialmente a costituire un ambiente di lavoro per la consultazione dei tematismi di competenza e/o interesse ambientale.

Costituisce il modulo per l'analisi territoriale dei dati del SIPTAS tramite postazione *client* di fascia medio-alta e di minore diffusione tra gli utenti del sistema.

Il sottosistema "CONSULTAZIONE E REPORTING" ha lo scopo di fornire tutti gli strumenti necessari ad una navigazione guidata con la possibilità di visualizzazione grafica ed alfanumerica interattiva delle informazioni territoriali e con la possibilità di effettuare stampe di lavoro o *report*.

Costituisce il modulo di accesso *entry-level* alla banca dati tramite postazione *client* di fascia media e quindi di più larga diffusione tra gli utenti del sistema.

Il sottosistema "ELABORAZIONI E SUPPORTO DECISIONALE" ha lo scopo di fornire tutti gli strumenti necessari a costituire un ambiente di lavoro in grado di effettuare elaborazioni territoriali dei dati, analisi specialistiche e calcolo statistico a supporto di tutte le attività di conoscenza, pianificazione e controllo in ambito ambientale.

Costituisce il modulo di accesso specialistico alla banca dati tramite postazione *client* di fascia alta e quindi di competenza ristretta ad utenti specializzati.

Il sottosistema "INTERFACCIA SIPTAS" è un sottosistema di interfaccia per le applicazioni già presenti o in fase di avviamento presso strutture interne o esterne alla regione.

Tale sottosistema, oltre a completare il collegamento in rete con i sistemi *hardware* esistenti, è dotato delle funzioni di trasferimento e conversione necessarie a filtrare ed uniformare i dati provenienti dalle diverse fonti che confluiscono nella banca dati.

Il sottosistema "COLLEGAMENTI ESTERNI" è un sottosistema di collegamento con enti esterni alla regione per garantire il flusso informativo bidirezionale con gli enti preposti ad accedere ai dati (Amministrazioni Provinciali, Assessorato Regionale ai LL.PP. – sezioni provinciali, ecc.), a fornire dati o a permettere l'accesso a banche dati esterne.

Il sottosistema "DIVULGAZIONE" è finalizzato alla distribuzione delle informazioni e delle attività mediante la preparazione e diffusione di materiale in vari formati come ad esempio mappe tematiche sullo stato di inquinamento o tutela del territorio, rapporti di sintesi dello stato ambientale, costituzione di banche dati su CD-ROM da distribuire ad enti esterni, predisposizione di banche dati su Internet, ecc.

Dal punto di vista strutturale la banca dati è composta dalle seguenti tipologie:

- BANCA DATI ALFANUMERICA-Dati alfanumerici relativi ai vari catasti e monitoraggi ambientali che possono essere correlati alle diverse entità grafiche presenti nella cartografia di base o tematica.
- CARTOGRAFIA DI BASE-Carte di riferimento territoriale a differenti scale per i vari tematismi da gestire.
- TEMATISMI-Carte tematiche relative a specifiche problematiche territoriali.

Tali tipologie coesistono in banca dati e sono integrate e progettate come descritto di seguito:

- Le entità alfanumeriche sono organizzate secondo il modello relazionale che ne permette la correlazione sia tra di loro che con le entità cartografiche. Grazie al suddetto modello le informazioni sono selezionabili in modo dinamico ed in modo che possano essere soddisfatte anche le richieste più sofisticate ed estemporanee tipiche di un ambiente di lavoro flessibile.
- Le entità cartografiche di base sono organizzate in diverse scale di rappresentazione; su di esse è possibile sovrapporre vari tematismi derivanti dai dati presenti nella banca dati alfanumerica.

Per quanto riguarda il contenuto informativo della banca dati si possono evidenziare i seguenti punti di forza del sistema:

- Integrabilità - Banca Dati (grafica ed alfanumerica) integrabile e georeferenziabile;
- Qualità del dato - Una delle caratteristiche fondamentali della banca dati che nasce a partire da fonti eterogenee, è quella di garantire ed assicurare un adeguato controllo della qualità. Il controllo della qualità relativa al contenuto informativo serve essenzialmente a preservare la banca dati dai problemi inerenti la disomogeneità e frammentazione delle fonti di provenienza delle informazioni che comportano spesso che i dati inseriti non siano completi o corretti, ed il loro completamento o la loro correzione è effettuata a posteriori o addirittura demandata ad altri soggetti. A tale scopo tutte le entità definite, oltre agli attributi tipici della problematica affrontata, hanno i seguenti attributi di qualità:
 - ❖ Data ultimo aggiornamento
 - ❖ Fonte del dato
 - ❖ Validazione del dato

Il codice di validazione del dato può essere utilizzato per gestire il grado di sicurezza che deve essere garantito per le singole entità in base alla situazione specifica.

- Apertura della banca dati - La completa apertura della banca dati verso l'esterno è garantita dall'utilizzo di codifiche standard e dall'utilizzo di formati standard di *import/export*. Per tutte le informazioni soggette a codifica si sono adottati, ove esistenti, solo codici standard per garantire la massima flessibilità di gestione. In particolare i comuni e le province della regione sono classificati secondo la codifica standard fornita dall'Istat; pertanto è possibile effettuare, in maniera semplice e diretta, collegamenti con qualsiasi banca dati esterna di tipo statistico e

non che contenga i suddetti riferimenti. Tutte le informazioni presenti in banca dati possono essere estratte e quindi esportate in tutti i formati più diffusi presenti attualmente sul mercato (ASCII, DXF, TIFF, shapefile, ecc.). Analogo discorso è ovviamente valido per l'importazione dei dati da fonti esterne che può avvenire mediante l'utilizzo dei succitati formati standard.

12.8 Strumenti hardware e software

Per l'elaborazione e la normalizzazione dei dati sono stati utilizzati i comuni *software* di *editing* vettoriale ed alfanumerico: *Arcgis* della *Esri*, *Autodesk Map 2004* della *Autodesk*, *Microsoft Access*.

Per l'*output* dei dati si è scelto di utilizzare il *software* *ArcIMS* della *ESRI* e *Sequel Server 2000* della *Microsoft*, articolato in un ambiente integrato di acquisizione, archiviazione, consultazione ed elaborazione di dati territoriali ed ambientali.

La struttura del *software* applicativo è modulare ed indipendente dalla piattaforma *hardware*. E' quindi in grado di garantire sia una arricchimento graduale delle funzioni al crescere delle esigenze delle unità organizzative coinvolte, che eventuali migrazioni *hardware*.

Tutte le funzioni non ancora implementate nel webgis potranno essere svolte attraverso l'esportazione del dato verso specifici *software*.

Allo stesso modo dei *software* utilizzati, il sistema *hardware* essenziale per la costruzione e per l'utilizzo del sistema informativo può essere estremamente variabile.

Sicuramente esisterà una macchina configurata nelle dotazioni *hardware* e *software* (sistema operativo) come *server*, mentre potranno esistere più postazioni *client* attrezzate con varie periferiche a secondo delle esigenze degli utenti (stampanti, plotter, scanner, ecc.)

12.9 Contenuti

Tutte le informazioni raccolte ed elaborate per il Piano di Tutela delle Acque saranno contenute nel sistema informativo territoriale sotto forma di testi, oggetti grafici, tabelle, immagini.

Attraverso una veste cartografica tradizionale saranno visibili gli strati informativi aggregati per tavole tematiche per mezzo delle quali, cliccando sugli oggetti grafici, si potrà accedere al database.

La tabella 12.9.1(a÷c) sintetizza le cartografie prodotte, il loro contenuto in termini di strati informativi e gli oggetti grafici ai quali vengono associate le informazioni del database.

Nella tabella sono anche evidenziate le cartografie non prodotte da Sogesid inserite nel SIT.

Tabella 12.9.1.a–Schema concettuale

		Cartografie di riferimento	Carte tematiche	Strati informativi utilizzati	Elementi collegati al database	Scala nominale				
ANALISI	SISTEMA FISICO		CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI E BACINI IDROGRAFICI SIGNIFICATIVI	fasce altimetriche, reticolo idrografico, invasi, bacini idrografici, sottobacini idrografici, DEM, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> </table>	bacini idrografici	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	1:25.000	
		bacini idrografici								
		corpi idrici superficiali								
		corpi idrici sotterranei								
		stazioni pluviometriche	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA	poligoni di Thyessen, stazioni pluviometriche, principali rami fluviali, invasi, bacini idrografici, sottobacini idrografici, corpi idrici sotterranei	<table border="1"> <tr><td>stazioni pluviometriche</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> </table>	stazioni pluviometriche	bacini idrografici	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	1:25.000
		stazioni pluviometriche								
		bacini idrografici								
		corpi idrici superficiali								
		corpi idrici sotterranei								
		geologia	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA	geologia, corpi idrici superficiali, corpi idrici sotterranei, bacini idrografici, sottobacini idrografici, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>geologia</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> </table>	geologia	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	1:250.000 1:25.000
geologia										
corpi idrici superficiali										
corpi idrici sotterranei										
bacini idrografici										
	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	punti di prelievo, corpi idrici superficiali, corpi idrici sotterranei, bacini idrografici, sottobacini idrografici, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>punti di prelievo</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> </table>	punti di prelievo	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	1:25.000		
punti di prelievo										
corpi idrici superficiali										
corpi idrici sotterranei										
bacini idrografici										
	CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA	Stazioni pluviometriche, poligoni di Thiessen e indice climatico di Thornthwaith		1:250.000						
		temperature medie 1981-2000		1:250.000						

Tabella 12.9.1.b1 - Schema concettuale

		Cartografie di riferimento	Carte tematiche	Strati informativi utilizzati	Elementi collegati al database	Scala nominale
ANALISI	SISTEMA ANTROPICO	uso del suolo	USO DEL SUOLO	uso del suolo, corpi idrici superficiali, corpi idrici sotterranei, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, cartografia al 100.000	uso del suolo	1:100.000
					corpi idrici superficiali	
					corpi idrici sotterranei	
					bacini idrografici	
		aree protette (riserve, parchi, Sic e Zps)	AREE NATURALI PROTETTE	riserve naturali, sic e zps, parchi, corpi idrici superficiali, corpi idrici sotterranei, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, cartografia al 100.000	riserve naturali	1:10.000
					sic e zps	
					corpi idrici superficiali	
					corpi idrici sotterranei	
			AREE IRRIGUE	aree irrigue, corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, aree urbane, cartografia al 100.000	aree urbane	1:25.000
					corpi idrici superficiali	
					corpi idrici sotterranei	
					bacini idrografici	
			AGGLOMERATI	agglomerati, corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, aree urbane, scarichi, collettori, depuratori, reti fognarie, cartografia al 100.000	corpi idrici superficiali	1:25.000
					corpi idrici sotterranei	
					bacini idrografici	
					depuratori	
collettori						
scarichi						
reti fognarie						
agglomerati						
aree urbane						

Tabella 12.9.1.b2 - Schema concettuale

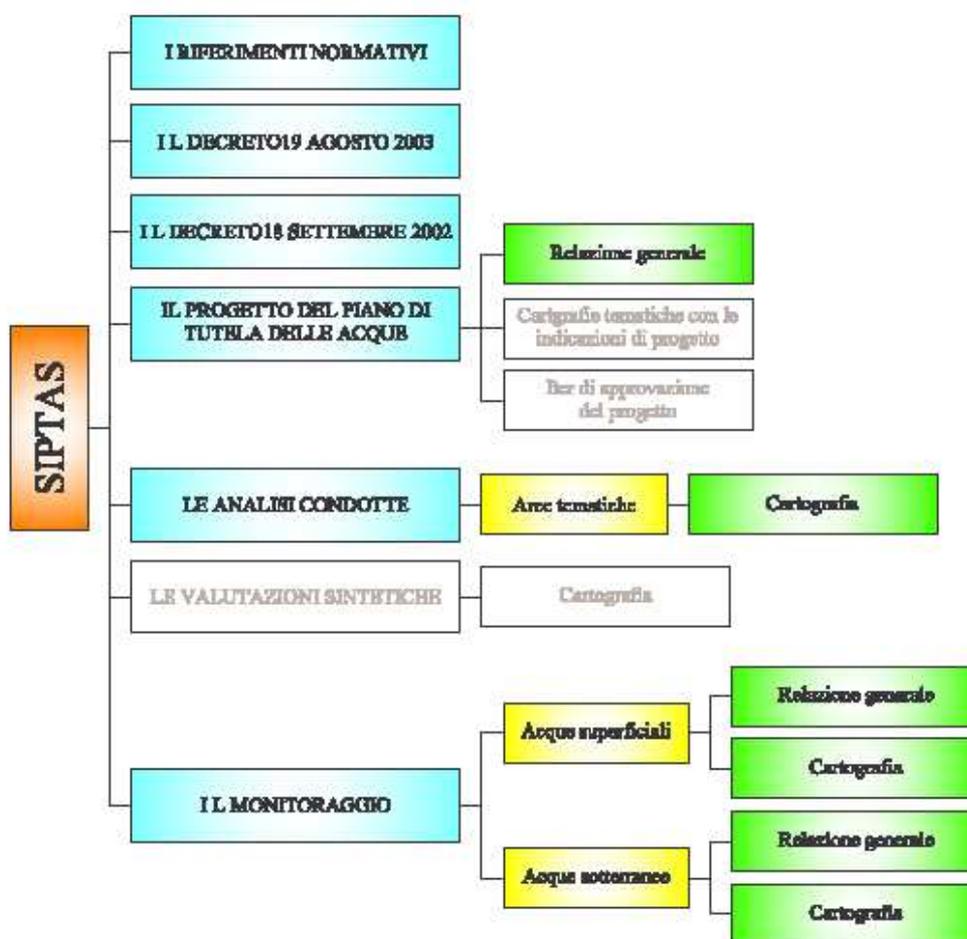
		Cartografie di riferimento	Carte tematiche	Strati informativi utilizzati	Elementi collegati al database	Scala nominale							
ANALISI	SISTEMA ANTROPICO	aree industriali	PRESSIONE ANTROPICA (fonti di inquinamento puntuali)	aree industriali, corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, aree urbane, discariche, scarichi, collettori, depuratori, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>depuratori</td></tr> <tr><td>collettori</td></tr> <tr><td>scarichi</td></tr> <tr><td>aree urbane</td></tr> </table>	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	depuratori	collettori	scarichi	aree urbane	1:25.000
		corpi idrici superficiali											
		corpi idrici sotterranei											
		bacini idrografici											
depuratori													
collettori													
scarichi													
aree urbane													
	PRESSIONE ANTROPICA (sistema delle utilizzazioni)	aree urbane, pozzi, sorgenti, traverse, corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, sottobacini idrografici significativi, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>pozzi</td></tr> <tr><td>sorgenti</td></tr> <tr><td>traverse</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>aree urbane</td></tr> </table>	pozzi	sorgenti	traverse	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	aree urbane	1:25.000		
pozzi													
sorgenti													
traverse													
corpi idrici superficiali													
corpi idrici sotterranei													
bacini idrografici													
aree urbane													
	"AREE SENSIBILI"	aree sensibili. corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, aree urbane, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>aree sensibili</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>aree urbane</td></tr> </table>	aree sensibili	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	aree urbane	1:25.000				
aree sensibili													
corpi idrici superficiali													
corpi idrici sotterranei													
bacini idrografici													
aree urbane													
	ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA	zone vulnerabili. corpi idrici superficiali, bacini idrogeologici, bacini idrografici, aree urbane, cartografia al 100.000	<table border="1"> <tr><td>zone vulnerabili</td></tr> <tr><td>corpi idrici superficiali</td></tr> <tr><td>corpi idrici sotterranei</td></tr> <tr><td>bacini idrografici</td></tr> <tr><td>aree urbane</td></tr> </table>	zone vulnerabili	corpi idrici superficiali	corpi idrici sotterranei	bacini idrografici	aree urbane	1:25.000				
zone vulnerabili													
corpi idrici superficiali													
corpi idrici sotterranei													
bacini idrografici													
aree urbane													

Tabella 12.9.1.c - Schema concettuale

	Cartografie di riferimento	Carte tematiche	Strati informativi utilizzati	Elementi collegati al database	Scala nominale
MONITORAGGIO		MONITORAGGIO CORPI IDRICI SUPERFICIALI	stazioni di monitoraggio qualitativo e quantitativo, transetti, corpi idrici significativi, bacini idrografici, sottobacini idrografici	stazioni di monitoraggio esistenti stazioni di monitoraggio di progetto transetti bacini idrografici corpi idrici superficiali	1:25.000
		MONITORAGGIO CORPI IDRICI SOTTERRANEI	stazioni di monitoraggio, corpi idrici significativi, bacini idrografici, sottobacini idrografici	stazioni di monitoraggio bacini idrografici invasi corpi idrici	1:100.000
SINTESI		TIPOLOGIA DELLO STATO AMBIENTALE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI	corpi idrici sotterranei, tipologia dello stato ambientale	corpi idrici sotterranei tipologia dello stato ambientale punti di prelievo	1:100.000
		STATO AMBIENTALE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI	corpi idrici sotterranei, stato ambientale	corpi idrici sotterranei stato ambientale punti di prelievo	1:100.000
		INDICE DI SOSTENIBILITA' (RISORSE UTILIZZABILI/UTILIZZATI)	bacini idrografici, corpi idrici superficiali	bacini idrografici corpi idrici superficiali	1:25.000

La figura 12.9.1 mostra invece una possibile organizzazione di output dei dati contenente sia i documenti testuali prodotti che le elaborazioni cartografiche che verranno pubblicate attraverso il WebGIS.

Figura 12.9.1–Organizzazione ed output dei dati



12.10 Realizzazione della banca dati

Il programma delle attività considera che la ricognizione dei dati esistenti venga organizzata secondo le indicazioni contenute.

La struttura del database (campi, tabelle), nonché il contenuto, riproduce le schede informative contenute nei decreti del Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio del 18.09.02 e del 19.08.03 con alcune modifiche concordate ed alle quali sono state aggiunte le ulteriori informazioni disponibili attinenti alle materie del Piano.

Per la realizzazione della banca dati, sia grafici che alfanumerici, sono state svolte le seguenti attività:

1. Produzione dei nuovi strati informativi;
2. Integrazione della cartografia esistente con nuove informazioni inserite nel database associato;
3. Normalizzazione dei dati raccolti con quelli già in possesso di Sogesid secondo gli standard definiti;
4. Progetto e collaudo delle codifiche adottate per il funzionamento del geodatabase;
5. Definizione della denominazione dei file e delle cartelle.

Il codice identificativo rappresenta la chiave di contatto tra il database alfanumerico ed il database grafico.

L'esatta assegnazione del codice identificativo univoco all'oggetto grafico e la congruenza tra questo e i dati del database, riveste quindi un'importanza fondamentale nell'ambito delle operazioni da effettuare per la costruzione del SIT.

Per una consultazione diretta più agevole, all'interno dell'archivio, è stata definita la procedura di assegnazione dei nomi dei file prodotti o modificati.

Tutte le informazioni provenienti dagli strati informativi raccolti mantengono la loro originale codifica e denominazione del file.

12.11 Livelli di utenza

Il sistema informativo proposto verrà sviluppato su più livelli di accesso all'informazione.

Per realizzare differenti livelli di servizio correlati alle diverse utenze bisogna individuare o definire i profili utente e le funzionalità da prevedere. La tabella 12.11.1 che segue riassume le macrocategorie di utenti e funzioni che andranno specificate.

Tabella 12.11.1 – Macrocategorie di utenti e funzioni

UTENTI	FUNZIONALITA'
Pubblico	Interrogazioni generiche
Operatore non esperto GIS	Interrogazioni specifiche senza possibilità di modifica del dato
Operatore non esperto GIS	Interrogazioni specifiche con possibilità di modifica del dato
Operatore esperto GIS	Elaborazione e modifica del dato cartografico
Amministratore di sistema	Gestione degli accessi al sistema

Attraverso la *home page* del progetto l'utente sceglie l'area di interesse e, se abilitato, immette "password" e "user name" per accedervi. Il pubblico accede senza password alle aree di consultazione generica.

Nella fase di installazione andranno definiti tutti i profili utente e le rispettive funzionalità abilitate ai fini della gestione e della sicurezza del sistema in rete.

12.12 La rete informatica

Il funzionamento del sistema progettato richiede la definizione di altre tre caratteristiche del sistema stesso:

1. la struttura del *datawarehouse*
2. la struttura "fisica" della rete
3. le procedure

Affinché il sistema di collegamenti tra le varie tipologie di informazioni possa funzionare è di fondamentale importanza l'organizzazione del *datawarehouse*, ovvero la struttura di archiviazione dei file e delle cartelle.

I dati, vettoriali, raster o alfanumerici verranno gestiti da un server centrale, localizzato presso la struttura responsabile del Piano, al quale si potrà accedere da qualsiasi postazione "autorizzata" (mediante *password*) attraverso un comune *browser*, ad esempio, *internet explorer*.

Tale accesso alla banca dati necessita di definire dei protocolli per le operazioni riguardanti la creazione e la gestione dei dati quali:

- archiviazione
- modifica
- validazione
- creazione di copie di *backup*
- stampa
- divulgazione

Per la corretta fruizione della banca dati, i principali obiettivi da perseguire sono:

1. Garantire l'unicità del dato. Gli operatori GIS che producono le cartografie per il SIPTAS hanno spesso la necessità di modificare i dati (*feature* geografiche o *database*) residenti nel proprio PC per adattarli agli scopi preposti. La manipolazione e la correzione dei dati operata sulle singole *workstation* da parte di più operatori provoca una "asincronia" tra le diverse banche dati e, a lungo termine, diventa difficile identificare il dato "corretto" tra le molteplici versioni dello stesso presenti sulle varie *workstation*.
2. Condividere il data – set. Molte *feature* geografiche sono comuni a tutte le mappe del SIPTAS (bacini, reticolo idrografico, ecc.) e, conseguentemente, devono essere gestibili da più utenti contemporaneamente. Lo scopo è quello di riuscire a

lavorare in modo indipendente (da più *workstation*) a progetti diversi che richiamano banche dati comuni e condivise.

3. Garantire la consultabilità delle elaborazioni effettuate. Benché solo gli utenti delle *workstation* grafiche del SIPTAS abbiano pieni privilegi sulla manipolazione dei dati, qualsiasi altro utente, autenticato sulla rete, deve poter consultare ed eventualmente modificare i dati alfanumerici e quelli grafici semplici (aggiungere eliminare punti o linee) e stamparle.

La ricerca degli obiettivi sopra elencati ha portato ad una strutturazione della banca dati che prevede la creazione all'interno del *server* di un'area nella quale gli operatori delle *workstation* grafiche abbiano pieni privilegi.

La divisione della "Struttura DATI" nelle categorie sopra elencate, oltre a garantire una migliore gerarchizzazione dei dati, ne permette una più semplice gestione e scambio. Infatti, per trasferire i *file* del sistema informativo territoriale del SIPTAS ad un altro ente o ad un consulente esterno, basterà la semplice copia delle cartelle "SIPTAS" e "Dati comuni" su un qualsiasi supporto di adeguata capienza.

Poiché richiamare progetti creati con i comuni *software* GIS (ArcGis, AutodeskMap, ecc..) equivale a richiamare un insieme ordinato di dati residenti sul disco fisso, bisognerà fare in modo che il percorso rimanga uguale su tutte le macchine.

La soluzione proposta è quella di utilizzare un disco virtuale che nella procedura di avvio riproduca in ogni *workstation* il medesimo percorso di lavoro. Standardizzando la lettera da utilizzare per il disco virtuale connesso alle singole *workstation* (ad es. "W") sarà possibile caricare i progetti da qualsiasi PC (il percorso sarà indipendente dal PC, ad es. W:\Struttura_DATI\SIPTAS_Progetti\scarichi.mxd).

La soluzione proposta garantisce anche una buona tutela dei dati da possibili danneggiamenti, infatti, il *dataset* risiede costantemente sul *server* e, di conseguenza, è soggetto a periodici cicli di *backup*.

13 Bibliografia e catalogazione dei documenti

Nel corso della fase ricognitiva si è proceduto all'acquisizione degli studi disponibili presso le sedi degli Enti pubblici competenti, specificatamente i vari Assessorati della Regione, gli Enti su cui la Regione ha vigilanza, le Province, i Comuni, le Comunità Montane, l'Arpa, le ASL, gli Istituti di Ricerca e gli Atenei Universitari, i Consorzi di Bonifica e all'ENEL.

A titolo non esaustivo, tra gli elementi conoscitivi di riferimento che sono stati reperiti si citano:

Per i corpi idrici superficiali

- Università di Palermo - Istituto di Idraulica - *Sulla distribuzione dei contributi ai deflussi medi annui superficiali e sotterranei nei bacini della Sicilia*, Palermo 1977;
- Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, Sicilia - *Annuario dei Dati Ambientali 2003*;
- Regione Siciliana, 1986 - *Piano Regionale di Risanamento delle Acque*;
- Regione Siciliana- Direzione Regionale della Programmazione, ESPI - *Materiale per il piano Regionale di Sviluppo 1992-94 -Rapporti Progettuali- Risorse Idriche*;
- Regione Siciliana 1996-98 - Servizio Tecnico Idrografico Regionale - *Bacini con foce al litorale della Sicilia- Annali idrologici 1996-98*;
- Osservatorio sull'Economia Siciliana del Banco di Sicilia- 1999- *La situazione idrica in Sicilia-*
- Regione Siciliana, 2003 - Consorzio di Bonifica 5, Gela - *Serbatoio Comunelli di Butera*;
- Regione Siciliana, 2002 - Assessorato Territorio ed Ambiente - *Relazione sullo stato dell'ambiente 2002, acque interne*;
- Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) 2001 - *Stato dell'irrigazione in Sicilia*;
- S. Calvo, 2000 - *L'Eutrofizzazione dei corpi idrici recettori: valutazione, controllo e recupero*;
- S. Calvo ed altri, 2003 - *Qualità ambientali del Fiume Oreto: applicazioni degli indici IBE e IEF*;
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio ed Ambiente, Università di Palermo, Facoltà di Agraria - G. Fierotti 1988 - *Carta dei suoli della Sicilia - scala 1: 200.000*;
- INEA, 2001 - *Ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili*;
- INEA, 2002 - *Sistema informativo per la gestione delle risorse idriche in agricoltura (SIGRIA) Sicilia - CDRom*;
- APAT -2000- *Progetto Centri Tematici Nazionali*;
- APAT-SINANET - 2000- *Image & Corine Land Cover 2000*
- INEA, 2002 - *Indagine sull'irrigazione delle regioni meridionali - Atlante e CDRom*;

- ARPA Sicilia- 2002-2003- *Indice di funzionalità fluviale del Fiume Alcantara*;
- Regione Siciliana, Assessorato Beni Culturali, 1994- *Carte tematiche allegare alle linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale: carta dei complessi litologici, carta geomorfologia, carta della vegetazione reale, carta della vegetazione potenziale, carta dei biotipi, carta del paesaggio agrario, carta dei siti archeologici, carta dei centri e nuclei storici, carta dei beni isolati, carta della viabilità storica, carta del paesaggio percettivo, carta dei percorsi panoramici, carta della crescita urbana, carta delle infrastrutture, carta dei vincoli paesaggistici, carta istituzionale dei vincoli territoriali.*
- Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, 2002 – Servizio SIAS – Carta della desertificazione in Sicilia – CDRom;
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio ed Ambiente, 2000 – Riserve Naturali – CDRom;
- Regione Siciliana –Ass. Agricoltura e Foreste – Carta Climatica della Sicilia-, dicembre 2000;
- Regione Siciliana, Assessorato Beni Culturali - Fiumi, torrenti e laghi – CDRom;
- Università di Palermo, Facoltà di Agraria – ACEP, Suoli e Salinità naturale e indotta – CDRom;
- Sogesid S.p.a., 2001 – Documento base per l'accordo di programma quadro;
- Regione Siciliana, Provincia di Enna, 2002 – Carta dei vincoli e carta stradale della Provincia;
- Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, 2002 – Carta Faunistico-Venatoria- CDRom;
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio ed Ambiente, 2002 – Rischio idrogeologico – CDRom;
- Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, 2002 – SIAS – Atlante climtologico della Sicilia I ed.;
- CSEI, 2003 – Bacino idrografico del Simeto – – CDRom;scala 1: 100.000;
- CSEI, 2003 – Quaderni sui criteri del Piano di Tutela, serie II – CDRom;
- Esosfera, 2002 – Studio sulla valle dell'Anapo – CDRom;
- Esosfera, 2002 – Studio sulla valle dell'Oreto – CDRom;
- Regione Siciliana, Provincia di Ragusa – 2003– Piano Territoriale Provinciale;
- Regione Siciliana, Provincia di Trapani – 1998– Piano Territoriale Provinciale;
- Regione Siciliana, Provincia di Enna– 1998 – Piano Territoriale Provinciale;
- Regione Siciliana, Provincia di Messina – 2003– Piano Territoriale Provinciale;
- Regione Siciliana, Provincia di Messina–2003 – Piano Territoriale Provinciale;
- Regione Siciliana, Azienda Regionale Foreste Demaniali- Il paesaggio vegetale della Riserva Naturale Orientata “Bosco di Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago” , marzo 2004;

- GRID - IGM della Sicilia a scala 1:50.000 – 1975- in formato elettronico;
- Cartografia IGM della Sicilia a scala 1:50.000-1975- in formato cartaceo;
- Dipartimento Territorio ed Ambiente Servizio 9-Unità Operativa S9.1 e Servizio Idrografico Regionale- Delimitazioni dei bacini idrografici e loro caratteristiche geografiche – 2003;

Per gli acquiferi sotterranei

Agrind (1984) – *Studio relativo al programma di intervento per l'incremento delle disponibilità idriche nella Provincia di Agrigento*. Provincia di Agrigento.

Alaimo R., Carapezza M., Dongarra' G., Hauser S. (1987) – *Geochimica delle sorgenti termali siciliane*. In: "Risorse termali della Sicilia ed isole minori. Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica, Univ. di Palermo, Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, 47-65, STASS, Palermo.

Bartolomei C., Celico P., Pecoraro A. (1983) – *Schema idrogeologico della Sicilia Nord-Occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., 102, 329-354.

Calandra D., Catalano R., Macaluso T., Monteleone S. (1982) – *Introduzione allo studio delle potenzialità geotermiche della Sicilia occidentale*. In Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale. S.G.I.. Guide Geologiche Regionali, 125-127.

Calmiero (1975) – *Le precipitazioni in Sicilia nel cinquantennio 1921-1970*. Quaderni IRPI, Cosenza.

Caltabellotta D., Drago A., Lo Bianco B., Lombardo M. (1998) – *Climatologia della Sicilia*. Assessorato Agricoltura e Foreste. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Regione Siciliana.

Cusimano G., Liguori V., Alaimo R., Dongarra' G., Hauser S (1987) – *Nota introduttiva allo*

studio delle sorgenti termali dell'isola di Sicilia. In: Risorse termali della Sicilia ed isole minori, Ist. Min. Pet. Geoc. Univ. di Palermo, Ass. TT.AA., STASS, Palermo.

Cassa per il Mezzogiorno (1976-1977) – *Piano delle Acque della Sicilia*.

Cassa per il Mezzogiorno (1980) – *Studi e indagini relative al reperimento di acqua sotterranea per l'approvvigionamento Idrico del sistema I Nord-Occidentale della Sicilia*. Rip. Progetti Idrici (Div. 3), Dagh Watson, (studio inedito).

Cassa per il Mezzogiorno (1982) – *Studi e indagini relative al reperimento di acqua sotterranea per l'approvvigionamento Idrico del sistema I Nord-Occidentale della Sicilia - Madonie*. Rip. Progetti Idrici (Div. 3), Dagh Watson, (studio inedito).

Cassa per il Mezzogiorno (1982) – *Indagini idrogeologiche e geofisiche per il reperimento di acque sotterranee per l'approvvigionamento Idrico del sistema V zona centro-orientale della Sicilia (Catanese)*. CMP S.p.A. (studio inedito).

Catalano R, D'Argento B., (1978) – *An essay of palinspastic restoration across the western Sicily*. Geologica Rom., 17, 145-159.

Cusimano G.(1987) – *Risorse idriche del settore settentrionale della Provincia di*

Palermo nel quadro idrogeologico della Sicilia nord-occidentale. 1987, Atti del Conv. sul Tema: "Sicilia e Terzo Mondo: risorse idriche e difesa del suolo, problematiche ed esperienze"; Cooperazione Intern. Sud-Sud, Istituto e Museo di Geologia - Università di Palermo, Centro Intern. Crocevia, Palermo, 23-24 Gennaio 1987. Quaderni del Sud 1, 25-65, 8 ff., 1 tab., Catania.

Dansgaard W., (1964) – Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, 16, 436.

De Maio M., Civita M., Farina M., E.Zavatti A. (2001) - Linee guida per la redazione e uso delle carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. ANPA.

Drago A., Lo Bianco B., Monterosso I. (2002) – *Atlante Climatologico della Sicilia.* Assessorato Agricoltura e Foreste. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Regione Siciliana.

ENI (1972) – *Acque dolci sotterranee.*

Favara R. , Dongarra' G., Hauser S., Longinelli A. (1984) – Studio geochimico isotopico di una serie di sorgenti nell'area di Scillato (PA). *Rend. SIMP*, 39, 421-427.

Ministero dei LL.PP. (1963) – *Piano Regolatore Generale Acquedotti: Sicilia*

Regione Siciliana (1986) – *Proposta per il Parco delle Madonie.* Ass. TT.AA., Commissario per il Parco delle Madonie.

Servizio Idrografico del Genio Civile (1934) – *Le sorgenti italiane: vol. II Sicilia.* Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.

Ulteriori documenti cui si è fatto riferimento sono:

- Linee guida per la formazione dei Piani di Tutela delle Acque – Regione Piemonte;
- Piano di Tutela delle Acque – Regione Piemonte;
- Monitoraggio delle acque superficiali in Piemonte – Regione Piemonte;
- Proposte di linee guida per l'adeguamento delle opere di presa esistenti al rilascio del Deflusso Minimo Vitale – Regione Piemonte;
- Monitoraggio della fauna ittica in Piemonte – Regione Piemonte
- Rapporto di ricerca sullo stato di attuazione della Direttiva 2000/60/CE in Italia – Fornez, SudGest;
-

Si riporta di seguito l'elenco della documentazione utilizzata per la caratterizzazione dei 41 bacini idrografici significativi:

❖ *Identificazione del bacino*

- Caratterizzazione fisiografica, idrologica e climatica

fonti: - Piano Regionale di Risanamento delle Acque (Censimento di Corpi idrici);

- Schede Sogin sugli invasi della Sicilia;
- Carta geologica prodotta dall'Assessorato Territorio e Ambiente;
- Annali idrologici del UIR;
- Servizio Informatico Agrometeorologico Siciliano;
- Atlante Climatologico della Sicilia (SIAS).

❖ *Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni*

- Il sistema delle utilizzazioni potabili, industriali, irrigue

fonti: - Piani d'Ambito (SOGESID, 2001);
- INEA (Stato dell'Irrigazione in Sicilia, 2000);
- 8° censimento dell'industria e dei servizi (ISTAT, 2001);
- Dati forniti dai Consorzi di Bonifica.

❖ *Identificazione e caratterizzazione del quadro delle idroesigenze*

- Idroesigenze potabili, industriali, irrigue

fonti: - Piani d'Ambito (SOGESID, 2001);
- INEA (Stato dell'Irrigazione in Sicilia, 2000);
- 8° censimento dell'industria e dei servizi (ISTAT, 2001).

❖ *Uso del territorio*

- Insediamenti urbani, attività industriali, attività agricole e zootecniche;

fonti: - Piani d'Ambito (SOGESID, 2001);
- 8° censimento dell'industria e dei servizi (ISTAT, 2001);
- 5° censimento generale dell'agricoltura (ISTAT, 2000);

❖ *Caratteristiche naturalistiche*

fonti: - Banca dati Natura 2000 (Ministero dell'Ambiente)