



Agenzia di Ambito  
per i Servizi Pubblici  
di Bologna  
ATO 5

Agenzia costituita  
dai Comuni  
e dalla Provincia  
di Bologna

ANALISI COMPARATA DI SOLUZIONI PER  
L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO  
DALL'APPENNINO BOLOGNESE  
RELAZIONE GENERALE

# *APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DALL'APPENNINO BOLOGNESE*

## **ANALISI COMPARATA DI SOLUZIONI ADOTTABILI**

# **RELAZIONE GENERALE**





## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA E OBIETTIVI.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>LA DEFINIZIONE DEGLI SCENARI D'INDAGINE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>IL QUADRO DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA D'ACQUA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	<b>La domanda.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.</b>	<b>L'offerta d'acqua .....</b>	<b>10</b>
3.2.1	Le acque superficiali.....	10
3.2.2	Le acque di falda.....	10
3.2.3	L'offerta d'acqua assunta a riferimento degli scenari.....	12
3.2.4	L'influenza delle variazioni climatiche .....	14
<b>4.</b>	<b>LE ANALISI IDROLOGICHE.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.</b>	<b>Il quadro gestionale esistente delle acque del bacino del Reno.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2.</b>	<b>I dati idrologici utilizzati .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3.</b>	<b>Ricostruzione delle portate naturali sui corsi d'acqua.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4.</b>	<b>Simulazione idrologica dello stato pregresso.....</b>	<b>21</b>
<b>4.5.</b>	<b>Simulazione idrologica dello stato pregresso nel rispetto dei vincoli.....</b>	<b>24</b>
<b>4.6.</b>	<b>Simulazione idrologica dello Scenario 1: realizzazione dell'acquedotto Suviana – Sasso Marconi .....</b>	<b>25</b>
<b>4.7.</b>	<b>Simulazione idrologica dello Scenario 2: realizzazione della diga di Castrola .....</b>	<b>28</b>
<b>4.8.</b>	<b>Simulazione idrologica dello Scenario 3: realizzazione della diga di Castrola e dell'acquedotto Castrola – Sasso Marconi .....</b>	<b>30</b>
<b>4.9.</b>	<b>Scenario futuro con simulazione dei cambiamenti climatici ipotizzabili.....</b>	<b>31</b>
<b>4.10.</b>	<b>La laminazione delle piene.....</b>	<b>32</b>
<b>5.</b>	<b>LA QUALITÀ DELLE ACQUE.....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.</b>	<b>La qualità delle acque destinate al consumo idropotabile .....</b>	<b>34</b>
5.1.1	Lo stato attuale delle acque.....	34
5.1.2	Le modificazioni sulla qualità organolettica delle acque indotte dagli scenari .....	39
<b>5.2.</b>	<b>Lo stato ecologico del bacino.....</b>	<b>40</b>
5.2.1	Lo Stato ecologico dei corsi d'acqua e gli effetti delle opere.....	41
5.2.2	Le modificazione indotte dagli scenari.....	43
<b>6.</b>	<b>LE OPERE PREVISTE DAGLI SCENARI ED I RELATIVI COSTI.....</b>	<b>48</b>
<b>6.1.</b>	<b>La descrizione delle opere .....</b>	<b>48</b>
6.1.1	Scenari 1 e 6 (La condotta).....	48
6.1.2	Scenario 2 (La diga).....	48
6.1.3	Scenario 3 (La diga con la condotta) .....	49
6.1.4	Scenari 4 e 5 (La riduzione perdite senza e con acquedotti duali).....	49
<b>6.2.</b>	<b>Le politiche di aumento delle tariffe .....</b>	<b>55</b>
<b>6.3.</b>	<b>I costi di investimento previsti per gli scenari.....</b>	<b>56</b>



6.3.1	Criteri generali .....	56
6.3.2	Determinazione specifica dei costi di investimento.....	57
6.4.	<b>Le variazioni indotte ai costi operativi.....</b>	<b>58</b>
7.	<b>LA VALUTAZIONE ECONOMICA E FINANZIARIA.....</b>	<b>60</b>
7.1.	<b>La scelta degli indicatori economico-finanziari.....</b>	<b>60</b>
7.2.	<b>L'interpretazione degli indicatori.....</b>	<b>61</b>
7.2.1	Beneficio per l'utenza. ....	61
7.2.2	VAN .....	62
7.2.3	TIR .....	62
7.2.4	Mediana, Massimo, Minimo, Curtosi ed Asimmetria.....	62
7.3.	<b>I tempi di realizzazione ed i campi di variazione delle variabili di costo.....</b>	<b>63</b>
7.4.	<b>Gli indicatori risultanti dagli scenari .....</b>	<b>63</b>
7.5.	<b>La sintesi delle simulazioni economico-tariffarie.....</b>	<b>67</b>
8.	<b>GLI EFFETTI INDIVIDUATI DAGLI ESISTENTI STUDI .....</b>	<b>68</b>
8.1.	<b>Fase di Cantiere.....</b>	<b>68</b>
8.2.	<b>Fase di Esercizio .....</b>	<b>69</b>
8.3.	<b>Complesso degli impatti di realizzazione degli interventi .....</b>	<b>70</b>
9.	<b>L'ANALISI MULTICRITERIALE.....</b>	<b>71</b>
9.1.	<b>P1 - La preferibilità relativa alla diminuzione del prelievo da falda .....</b>	<b>74</b>
9.2.	<b>P2 - La preferibilità relativa all'assetto ambientale dei corsi d'acqua .....</b>	<b>74</b>
9.3.	<b>P3 - La preferibilità relativa agli aspetti economico-tariffari.....</b>	<b>76</b>
9.4.	<b>P4 - La preferibilità relativa alla qualità organolettica dell'acqua. ....</b>	<b>77</b>
9.5.	<b>P5 - La preferibilità relativa agli effetti individuati dagli esistenti studi di impatto... 78</b>	<b>78</b>
9.6.	<b>P6 - La preferibilità relativa agli effetti sulla laminazione delle piene .....</b>	<b>79</b>
9.7.	<b>Il quadro di sintesi prospettato dall'analisi multicriteriale .....</b>	<b>79</b>
9.7.1	Punto di vista ambientale .....	81
9.7.2	Punto di vista economico .....	83
10.	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>85</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>86</b>
	<b>APPENDICE A): APPROFONDIMENTO SU PIEZOMETRIA, SUBSIDENZA E QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....</b>	<b>87</b>

## 1. PREMESSA E OBIETTIVI

L'estrazione di notevoli volumi di acque sotterranee ha sinora condotto all'abbassamento del terreno della pianura bolognese con particolare intensità presso le aree di prelievo; inoltre, negli ultimi decenni si è assistito ad un peggioramento della qualità delle acque sotterranee tale da rendere meno affidabile la catalogazione delle stesse come "riserva strategica" per le generazioni future; infine, anche la mutata (in riduzione) disponibilità della risorsa proveniente dalle precipitazioni è stata oggetto di forti preoccupazioni, sia per gli effetti ambientali che per gli "usi" delle acque, ed in particolare per l'approvvigionamento idropotabile.

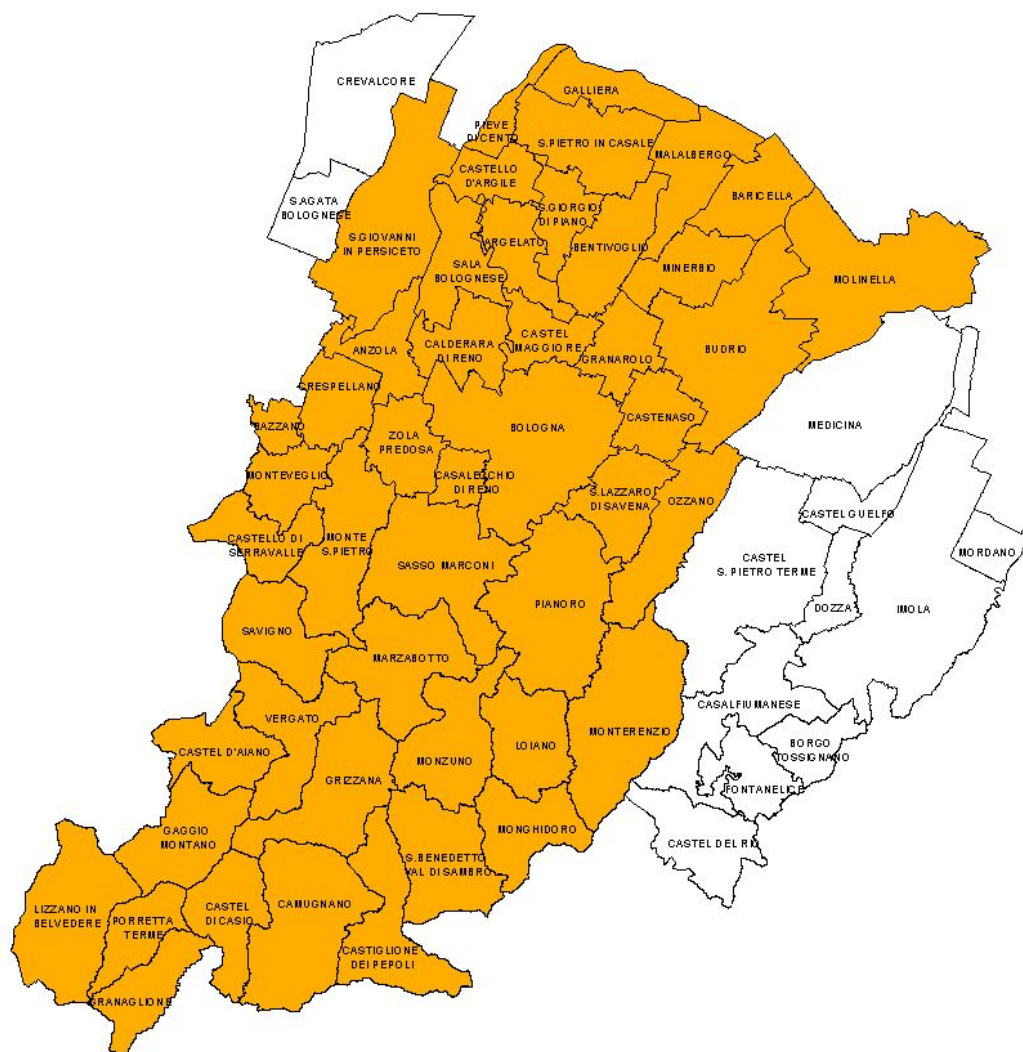
Una più puntuale conoscenza di questi fenomeni è stata offerta da nuovi strumenti di pianificazione elaborati dai soggetti competenti, ed in particolare dalla definizione del Bilancio Idrico Provinciale (Provincia di Bologna) e dagli obiettivi di qualità delle acque definiti dall'Autorità di Bacino del Reno; infine, nei prossimi mesi, si potrà disporre del "Piano di tutela delle acque" elaborato dalla Regione Emilia Romagna. In particolare, i prelievi d'acqua potabile per la Piana Bolognese hanno storicamente privilegiato le estrazioni da falda, solo più recentemente equilibrate da captazioni di acque superficiali (T. Setta); si è poi sviluppata l'ipotesi del F. Reno come possibile fonte di approvvigionamento del sistema acquedottistico dell'area bolognese (in **Figura 1** è individuato il corrispondente bacino di utenza).

Il concetto di fiume come "fonte di approvvigionamento", nonostante ammetta condizioni di qualità sostanzialmente ancora buone e ottimi vantaggi energetici (la zona sud domina altimetricamente la pianura), è piuttosto dibattuto a causa delle caratteristiche locali di regime torrentizio. La stagionalità comporta delle limitazioni importanti nei prelievi; quindi risulta necessario invasare i volumi d'acqua quando disponibili e rilasciarli quando richiesti.

L'istituzione dell'Agenzia di Ambito Ottimale ("ATO"), preposta all'affidamento del servizio idrico (e quindi anche acquedottistico) tramite l'elaborazione del "Piano di prima attuazione del Servizio Idrico Integrato", ha consentito un'accelerazione del dibattito <sup>[1]</sup>; su richiesta dell'Assessorato all'Ambiente della Provincia di Bologna, nel mese di luglio 2002 è stato attivato un Gruppo Tecnico di lavoro ("GdL") costituito da rappresentanti dei seguenti Enti: ATO n. 5 Bologna (soggetto coordinatore), Provincia di Bologna, Autorità di Bacino del Reno, ARPA, Comuni della montagna bolognese e Comuni della pianura bolognese.

[ 1 ] *L'Agenzia d'Ambito è chiamata, come compito istituzionale e nell'attesa di predisporre il Piano d'Ambito, ad esprimere un parere e a fornire gli opportuni indirizzi sulle possibili soluzioni perseguibili per l'approvvigionamento idrico.*

FIGURA 1  
Bacino di utenza del sistema  
acquedottistico esaminato



Il G.d.l. ha assunto il compito di mettere a confronto gli effetti positivi e negativi indotti da alcuni scenari strategici finalizzati ad invertire la tendenza del prelievo di acque da falda, che vanno dalla eventuale realizzazione di grandi infrastrutture dedicate all'approvvigionamento idropotabile da acque superficiali (F. Reno) alla attuazione di progetti di risparmio e riqualificazione di talune risorse idriche. L'obiettivo è stato pertanto quello di fornire al decisore politico il quadro dello stato di fatto e gli elementi ancora indefiniti, rendendo congruenti le esigenze di tutela del fiume e quelle legate alla salvaguardia delle acque sotterranee con quelle di garanzia del rifornimento del sistema acquedottistico.

In alcuni mesi (l'attività del GdL si è svolta nel periodo settembre 2002 - marzo 2003), attraverso riunioni sistematiche ed una consulenza tecnica specifica, è stato possibile organizzare, elaborare e portare a sintesi le diverse e spesso frammentarie indicazioni esistenti, restituendo (con una metodologia anche originale) la documentazione tecnico-specialistica e di sintesi di cui questo elaborato fa parte, e di seguito elencata:

A.) **Documento conclusivo di sintesi del Gruppo di lavoro;**

B.) **Elaborati specialistici di dettaglio:**

- "Relazione idrologica e modello di simulazione" (n. 3 volumi),
- "Relazione sullo stato di qualità dei corsi d'acqua e sugli effetti delle opere",
- "Determinazione dei costi di investimento e di gestione delle alternative di progetto",
- "Relazione economico-finanziaria";

C.) **Relazione generale** (costituita dal presente elaborato); [ 2 ]

D.) **Relazione di sintesi non tecnica.**

La presente relazione esprime una sintesi delle risultanze emerse dagli elaborati di dettaglio.

---

[<sup>2</sup>] N.B.: il capitolo 9 riassume la parte sostanziale del documento intermedio denominato "Addendum alla relazione Generale", di cui esiste riferimento in alcuni documenti del Gruppo di Lavoro costituito per l'analisi in oggetto; inoltre, in Appendice A viene riportato un approfondimento relativo alla situazione attuale e prevedibile per il prossimo futuro relativamente alla piezometria, alla subsidenza ed alla qualità delle acque sotterranee a livello provinciale. All'interno del presente elaborato sono quindi stati ricompresi approfondimenti originariamente presenti in elaborati separati

## ❖ Obiettivi e metodologia

L'attenzione è stata rivolta al settore idropotabile, tenendo sempre presente che vigono limitazioni operative imposte dalle concessioni presenti e dai vincoli esistenti (es: gestione del Bacino di Suviana) e che le fonti idriche possibili (dal F. Reno alle falde) sono, nel territorio analizzato, oggetto di vari utilizzi: da quello idroelettrico a quello ricreativo, irriguo e produttivo. Pertanto è bene avere sempre presente che gli interventi analizzati costituiscono solo una parte delle azioni possibili per la tutela e la valorizzazione delle acque, che andranno armonizzati nel contesto degli interventi relativi ai settori industriale ed agricolo.

Il principio ispiratore della scelta delle tematiche, e quindi delle attività svolte nel presente lavoro, è riassunto all'art. 1 (Tutela e uso delle risorse idriche) della Legge 36/94, che recita testualmente:

[1] *“Tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà.*

[2] *Qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale.*

[3] *Gli usi delle acque sono indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell'ambiente, l'agricoltura, la fauna e la flora acquatiche, i processi geomorfologici e gli equilibri idrologici.”*

E' pertanto compito istituzionale dell'ATO provvedere affinché il risultato delle azioni da essa coordinate porti ad un beneficio non solo economico. Nella fattispecie dell'erogazione del Servizio Idrico, il Beneficio si configura con il raggiungimento di adeguati Livelli di Servizio, con la garanzia della qualità della risorsa, con la tutela ambientale.

Il presente lavoro, poiché si inserisce in un contesto territoriale (la **Figura 2** riprende la porzione di Bacino del Reno interessata dall'analisi ed evidenzia i punti dell'alto Bacino del Reno bolognese ove sono già stati condotti interventi significativi, e le relative interconnessioni idrauliche) e propositivo abbastanza consolidato, si pone nella prospettiva di approfondire solo alcuni degli aspetti che portano alla decisione, quelli cioè ritenuti di particolare rilievo ma non sufficientemente dettagliati nella documentazione esistente. Sulla base di tale principio si è quindi ritenuto:

- di verificare le reali necessità ambientali di minimizzazione dei prelievi dalla falda;

- di costruire un quadro di dettaglio dell'idrologia superficiale per simulare diverse gestioni della risorsa e di valutarne gli effetti anche alla luce di possibili variazioni climatiche;
- di indagare su altre soluzioni alternative e legate al comparto degli utilizzi idropotabili, sottolineando soltanto l'interconnessione con altri tipi di utilizzazione, ma non rientranti nell'ambito delle strategie di settore di competenza dell'Agenzia;
- di approfondire alcune tematiche ambientali relative ai corsi d'acqua (nella prospettiva di garantire il continuum idrobiologico) ritenute particolarmente rilevanti ai fini decisionali;
- di formulare i necessari aggiornamenti dei costi delle opere progettate (dipendenti non solo dall'aumento dei costi elementari ma anche da intervenute nuove normative quali quella sulla sicurezza);
- di individuare le ricadute economiche e tariffarie (ovvero le ricadute sull'utente) delle soluzioni prospettate e perseguibili.

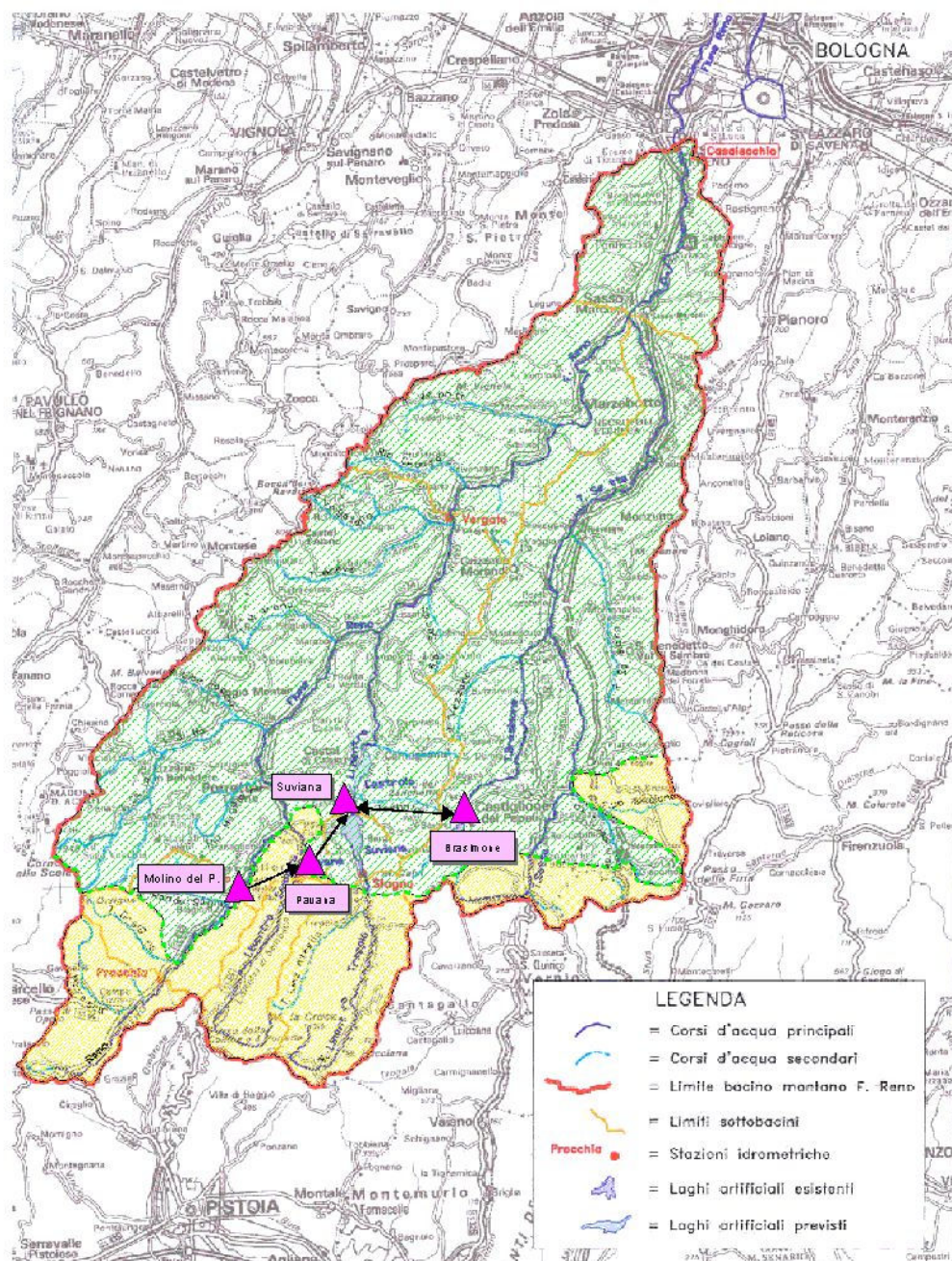
Le risultanze di tali analisi di approfondimento tengono conto degli studi e progetti già predisposti per dare più completezza al quadro conoscitivo; in particolare, a completamento dell'analisi, sono stati oggetto di una sintesi i seguenti effetti riportati negli Studi di Impatto Ambientale esistenti:

- gli effetti sull'ambiente nella fase realizzativa delle opere (indagati sia sull'adduttore che per la diga di Castrola per la quale esiste il parere positivo con prescrizioni di V.I.A. del Ministero dell'Ambiente, formulato nel 1994);
- gli effetti socio-economici in fase di regime delle opere;
- gli effetti ambientali nell'accezione paesaggistica e vegetazionale del termine nella fase di regime.

Per ogni aspetto analizzato sono state prodotte elaborazioni di confronto tra scenari che hanno permesso di definire graduatorie interne e "punteggi relativi" che rispecchiassero le differenze in termini di "preferibilità" di una scelta rispetto ad un'altra.

Il quadro di sintesi finale è stato ottenuto attraverso un'analisi multicriteriale, che ha consentito di "fondere" le risultanze emerse dalle singole analisi.

FIGURA 2  
Area del bacino del  
Fiume Reno esaminata



## 2. LA DEFINIZIONE DEGLI SCENARI D'INDAGINE

E' E' stato predisposto un quadro costituito da diverse soluzioni, solo apparentemente alternative, che fossero in linea con lo spirito della citata legge Galli. Quindi, oltre alle ipotesi progettuali relative all'adduttore Suviana-Sasso Marconi e alla diga di Castrola, prese singolarmente, sono state caratterizzate ipotesi di intervento basate prioritariamente sulla riduzione dei volumi prodotti a mezzo dell'eliminazione delle perdite o con il riutilizzo di acque usate (alternative alla riduzione dei prelievi da falda); si è inoltre ritenuto di comporre un ulteriore scenario di riferimento, basato sulla fattibilità contemporanea di entrambe queste ultime opere citate.

Si è infine ritenuto di dover indagare gli effetti derivanti dalla realizzazione e gestione delle opere di adduzione e potabilizzazione in project financing, in quanto le Società che hanno predisposto il progetto Suviana-Sasso Marconi hanno formulato un'ipotesi siffatta proponendo contestualmente un costo unitario di vendita dell'acqua che qui viene preso a riferimento.

In sintesi, gli scenari individuati sono risultati i seguenti:

**Scenario 1:** Realizzazione della condotta di adduzione dalla diga di Suviana a Sasso Marconi, con centrale idroelettrica a monte della potabilizzazione (Lama di Reno), e adeguamento delle turbine nell'esistente centrale di Suviana alla modificata gestione dell'invaso. Tutte le opere sono state previste nel progetto definitivo esistente.

**Scenario 2:** Realizzazione, a valle della esistente diga di Suviana, della diga di Castrola, completa di centrale idroelettrica al piede ad utilizzo dei corsi d'acqua (T. Limentra e F. Reno) per il trasporto fino al potabilizzatore della Val di Setta. Le opere finora progettate, pur prevedendola, non contemplano la centrale idroelettrica citata.

**Scenario 3:** Realizzazione a valle di Suviana della diga di Castrola, completa di centrale idroelettrica al piede; realizzazione dell'adduttore dalla diga di Castrola a Sasso-Marconi, con centrale idroelettrica a monte della potabilizzazione (Lama di Reno); *l'adduttore in oggetto corrisponde a quello del precedente Scenario 1 a meno dei primi 6 km circa.*

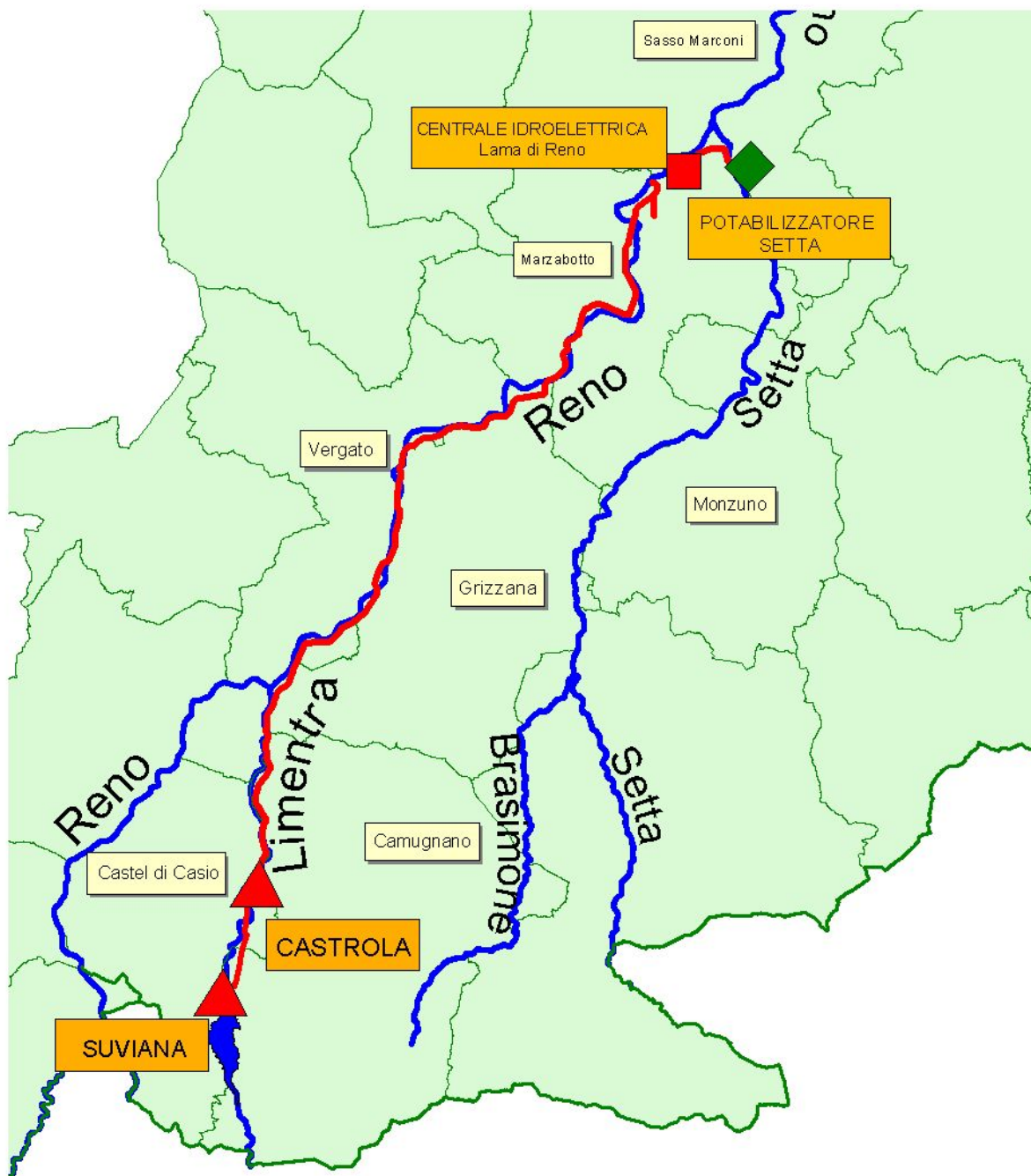
**Scenario 4:** Investimenti necessari al mantenimento dello stato attuale di approvvigionamento nell'ipotesi di riduzione degli attingimenti a mezzo di un programma di ricerca ed eliminazione delle perdite idriche; affinamenti della potabilizzazione.

**Scenario 5:** Investimenti necessari al mantenimento dello stato attuale di approvvigionamento: come al precedente scenario 4 prevedendo anche la realizzazione di sistemi acquedottistici duali per il comparto industriale con utilizzo di acque reflue.

**Scenario 6:** Acquisto dell'acqua da una Società di Scopo che si assume l'onere di realizzare le opere come definite nello scenario 1, di acquisire l'impianto di Val di Setta e di assumersi gli oneri di gestione e manutenzione delle opere (dalla diga al potabilizzatore) fino alla produzione dell'acqua potabilizzata.

La **Figura 3** individua in modo schematico l'ubicazione territoriale delle opere principali corrispondenti agli scenari definiti al n° 1, 2, 3 e 6; le ipotesi 4 e 5 prevedono invece interventi diffusi, non localizzabili a priori.

FIGURA 3  
Collocazione geografica  
delle opere principali



### 3. IL QUADRO DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA D'ACQUA

Come già accennato, il territorio oggetto dello studio, per quanto riguarda gli effetti del progetto in esame, è relativo in particolare alla parte della provincia di Bologna il cui servizio acquedottistico corrisponde alla ex-gestione SEABO, area di interesse dell'Agenzia d'Ambito Ottimale n. 5 della Regione Emilia Romagna che definirà le scelte strategiche nel settore della gestione del Servizio Idrico Integrato. Per le valutazioni idrologiche ed idrauliche, si fa riferimento all'area appartenente al bacino montano del F. Reno (compresi quindi i comuni toscani) fino alla sezione di Casalecchio di Reno.

#### 3.1. La domanda

La domanda d'acqua idropotabile – dato di base delle analisi effettuate per i comuni dell'area servita dalla società Seabo - al lordo di tutte le perdite, è stata assunta pari a quella media degli ultimi anni, che assomma, tenuto conto delle perdite complessive, a circa 92.000.000 m<sup>3</sup>/anno; non si è ritenuto opportuno considerare variazioni nel tempo della domanda in riferimento alle più recenti valutazioni nazionali sullo sviluppo della popolazione e in accordo con quanto indicato nello *Studio sulla situazione esistente e sulle necessità future nel campo dei servizi idrici – Provincia di Bologna - 1999*.

La domanda d'acqua idropotabile dell'area ex-Seabo s'inserisce in un quadro di esigenze complessive a livello territoriale ben esplicitate dalla Provincia di Bologna nelle tabelle riassuntive (relative ai prelievi) di seguito riportate.

*Provincia di Bologna: Suddivisione dei prelievi d'acqua in funzione della fonte e dell'uso specifico*

FONTE	Mmc/anno
Sorgenti	7,3
Fiumi appenn.	88,2
Po	46,6
Falde di conoide	90,6
Falde confinate	18,5
<b>Totale</b>	<b>251,2</b>

USO	Mmc/anno
Civile	100,8
Industriale	42,4
Irriguo	107,0
Zootecnico	1,0
<b>Totale</b>	<b>251,2</b>



Tenendo conto poi delle ulteriori disaggregazioni dei dati (possibili in relazione al contenuto dell'elaborato della Provincia di Bologna citato), si rileva che il maggiore prelievo da acque sotterranee è attribuibile in primo luogo agli utilizzi idropotabili (52%), seguito dal comparto industriale (34%).

### **3.2. L'offerta d'acqua**

La disponibilità di acqua a scopo idropotabile nel territorio esaminato è sostanzialmente legata alla importante falda bolognese ed alle acque superficiali del bacino del Fiume Reno.

#### **3.2.1 Le acque superficiali**

La quantità d'acqua superficiale disponibile dal bacino del F. Reno, è valutabile sulla base dei deflussi naturali che sono stati ricostruiti mediante l'implementazione di un modello di gestione delle acque che simula gli accadimenti idrologici su alcune sezioni significative del Reno per il quale si rimanda ai paragrafi successivi.

#### **3.2.2 Le acque di falda**

L'acqua di falda da sempre rappresenta una delle maggiori fonti di approvvigionamento idropotabile del territorio in esame in relazione alla cospicua quantità presente nel sottosuolo.

Si può affermare che il sistema acquedottistico della pianura Bolognese si è sviluppato per molto tempo nella prospettiva di un utilizzo quasi esclusivo dell'acqua di falda in relazione alla buona qualità di questa nei decenni passati.

L'utilizzazione delle acque di falda a scopo idropotabile ha contribuito allo svilupparsi di un importante squilibrio tra apporti e prelievi come ben messo in evidenza dai dati rilevati dalla rete di controllo Regionale (ora gestita da ARPA) operante dal 1976. A titolo esemplificativo si ricorda che nella zona Ovest di Bologna, dove sono presenti importanti prelievi da pozzo, si sono misurate diminuzioni della falda, negli anni '70, che hanno raggiunto valori dell'ordine di 0.6 m/anno (cfr. Pozzo Calderara di Reno). In particolare per tali zone, è stata riscontrata la diretta dipendenza dalle estrazioni idropotabili; infatti si sono verificati vistosi aumenti della falda al diminuire dei prelievi in corrispondenza all'entrata in esercizio di fonti superficiali (Impianto di

potabilizzazione della Val Setta) o alla diversificazione geografica dei prelievi da falda (Pozzi Mirandola di Ozzano).

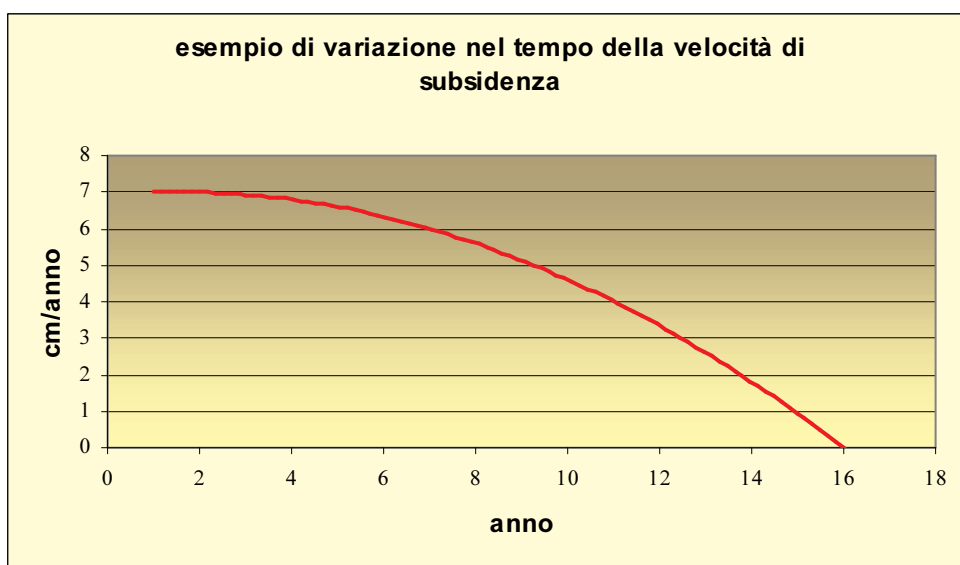
Le più recenti analisi effettuate dalla provincia di Bologna (cfr. *Criteri e indirizzi per l'uso razionale e la tutela delle risorse idriche nel territorio della provincia di Bologna e della restante porzione del bacino del fiume Reno*. Del. N 58 del 25/6/2002) che forniscono la ricostruzione relativa alla variazione della piezometria delle falde, individuano, per tutti i comuni interessati dalla fascia di conoide, una generale tendenza all'abbassamento dei livelli, con dato medio sull'area ad acquifero libero di  $-0.43$  m/anno. Per la vasta area della media e bassa pianura con acquifero confinato la tendenza media è invece, pressoché ovunque, all'innalzamento, con trend medio sulla piezometria di tutta la zona confinata di  $+0.15$  m/anno. Secondo la Provincia, il passaggio dall'areale con tendenza negativa a quello in recupero ricalca il tracciato del C.E.R., che ha determinato una riduzione degli emungimenti e pertanto un beneficio sulle aree a valle, verso la media pianura.

È noto come l'assetto piezometrico delle falda abbia importanti correlazioni con i fenomeni di subsidenza del territorio Bolognese. Anche in questo caso la Provincia evidenzia come tale fenomeno si sia evoluto, sulla base del confronto tra le tre campagne di misura effettuate negli ultimi decenni. Il confronto tra abbassamenti del terreno, stratigrafie di questo e depressioni della falda, ha confermato come il fenomeno della subsidenza sia strettamente correlato allo squilibrio tra prelievi e ricarica della falda.

Le velocità massime di abbassamento del suolo sono state indicate in diminuzione da valori di 8 cm/anno negli anni '80 a valori che si attestano su 3.5-4 cm/anno attualmente.

Il diagramma allegato rappresenta qualitativamente la tendenza della velocità massima di subsidenza ricavata per condizioni simili a quelle in esame, dove può supporre che ancora per diversi anni (almeno 10-15 o più) il fenomeno possa continuare prima di arrivare a condizioni stabili di esaurimento.

Questo significa che per giungere ad una situazione di arresto della subsidenza in tempi più brevi e comunque certi, risulta necessario diminuire i prelievi da falda. La prima parte dell'"Appendice A" riporta ulteriori elementi di riflessione sul tema, anche in termini di possibili evoluzioni.

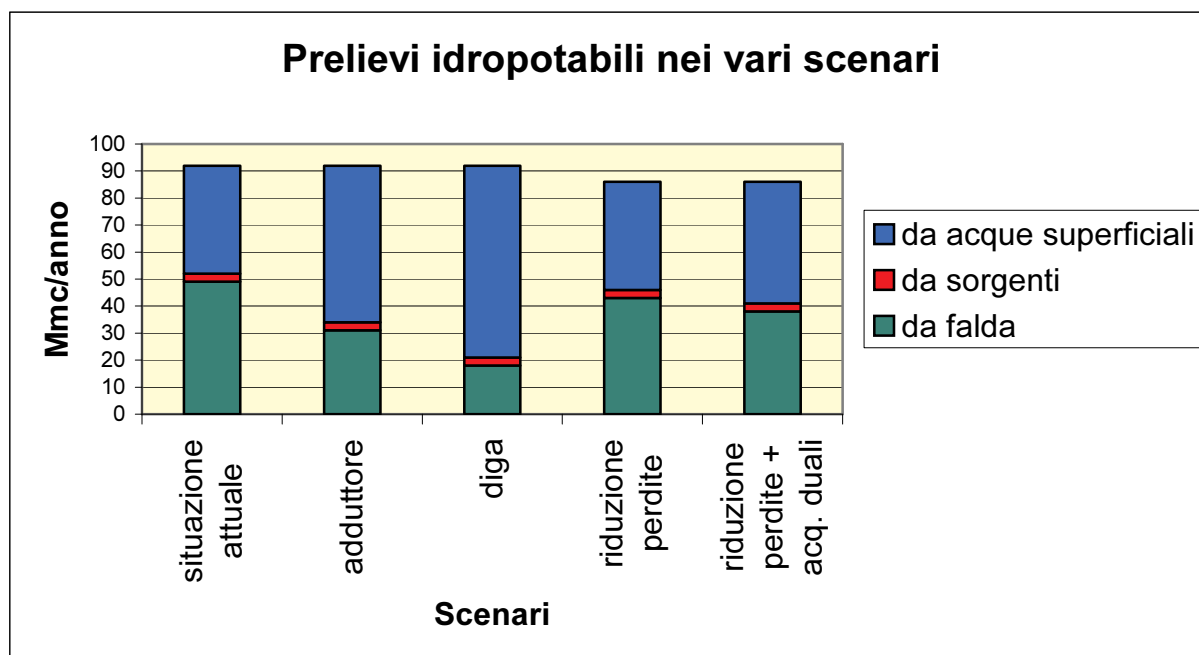


### 3.2.3 L'offerta d'acqua assunta a riferimento degli scenari

Per quanto attiene all'offerta d'acqua a scopo idropotabile alla quale si fa riferimento nelle analisi idrologiche ed ambientali e nelle simulazioni, essa è riportata in tabella per i vari scenari indagati, secondo quanto ipotizzato nei progetti esistenti dell'adduttore Suviana Sasso Marconi e in quella della diga di Castrola (tra parentesi le differenze rispetto al quadro attuale).

Fonte di prelievo/ Volumi prelevati (in Mmc/anno)	Situazione Attuale (termine di confronto)	Scenari 1 e 6 (adduttore)	Scenari 2 e 3 (diga)	Scenario 4 (riduzione perdite)	Scenario 5 (riduzione perdite e acq. duali)
da falda	49	31 (-18)	18 (-31)	43 (-6)	38 (-11)
da sorgenti	3	3 (0)	3 (0)	3 (0)	3 (0)
da acque superficiali	40	58 (+18)	71 (+31)	40 (0)	45 (+5)
<i>Totali prelevati</i>	<b>92</b>	<b>92</b>	<b>92</b>	<b>86</b>	<b>86</b>

Come si nota, gli scenari 4 e 5 prevedono una minore offerta d'acqua in relazione alle ipotesi di azioni indirizzate al risparmio previste per i due scenari.



L'offerta d'acqua nel caso dello scenario n. 4 è legata alla sola possibilità di riduzione dei consumi d'acqua con l'eliminazione delle perdite; tale condizione (come si vedrà più dettagliatamente nel seguito) è l'unica tra gli scenari studiati che non consente il raggiungimento di quella che viene ritenuta **la condizione minima di sostenibilità ambientale** del sistema di approvvigionamento idropotabile della pianura bolognese. Secondo quanto stabilito infatti con delibera del 25.06.02 N. 58 dal Consiglio Provinciale in "Criteri ed indirizzi per l'uso razionale e la tutela delle risorse idriche nel territorio della provincia di Bologna e della restante porzione del Bacino del F. Reno" per la porzione di territorio entro il quale opera il sistema di approvvigionamento afferente alla gestione ex-Seabo, è prevista una riduzione di prelievo pari ad **11.000.000 m<sup>3</sup>/anno** [ <sup>3</sup> ].

In particolare si evidenzia che nel citato documento (ai punti 5.2.1 e 5.6) la Provincia indica come elemento di particolare importanza la possibilità di utilizzo di acque superficiali come fonti alternative alle falde ed auspica una definizione di un quadro infrastrutturale adeguato per il comparto acquedottistico dell'area in esame.

[ <sup>3</sup> ] per il complesso dell'area denominata "Bologna conoide" è prevista la diminuzione dell'estrazione da falda di un volume complessivo pari a 17.000.000 mc/anno.

Quindi gli scenari indicati si differenziano in primo luogo nella quantità della diminuzione di acqua di falda utilizzata:

<b>Diminuzione media annua del prelievo idropotabile da falda (Mmc/anno)</b>				
<b>Scenario 1 e 6 (adduttore)</b>	<b>Scenario 2 e 3 (con diga)</b>	<b>Scenario 4 (con riduzione perdite)</b>	<b>Scenario 5 (con riduzione perdite e acquedotti duali)</b>	<b>Situazione attuale</b>
<b>18</b>	<b>31</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>0</b>

Nonostante la relazione tra depauperamento della falda e subsidenza sia accertata, è di difficile valutazione l'entità e la durata del fenomeno corrispondente; risulta comunque evidente che gli scenari che ammettono un minor prelievo di risorsa dalla falda, sono caratterizzati da una maggior incidenza nella limitazione della subsidenza. Si ritiene quindi di poter associare agli scenari gli indici di preferibilità riportati in tabella, relativamente al rallentamento della subsidenza, nell'ipotesi di assegnare il valore massimo allo scenario che prevede la maggiore diminuzione del prelievo da falda.

<b>Indice di preferibilità nella riduzione della subsidenza</b>				
<b>Scenario 1 e 6 (adduttore)</b>	<b>Scenario 2 e 3 (con diga)</b>	<b>Scenario 4 (con riduzione perdite)</b>	<b>Scenario 5 (con riduzione perdite e acquedotti duali)</b>	<b>Situazione attuale</b>
<b>0.6</b>	<b>1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>

### **3.2.4 L'influenza delle variazioni climatiche**

Le assunzioni precedenti sulla disponibilità dell'acqua, e oggetto di verifica modellistica, non tengono in conto dei fenomeni, peraltro ancora oggetto di approfondite analisi nel mondo scientifico, delle modificazioni climatiche che comportano variazioni sulle quantità e distribuzione temporale delle piogge nonché sulla distribuzione delle portate.

A tale proposito è stata riscontrata sul Bacino del Mediterraneo una evidente e significativa diminuzione delle precipitazioni durante tutte le stagioni a partire dalla fine degli anni 50 ad oggi (Piervitali e al., 1998). La barriera orografica costituita dalle Alpi sembra in grado di differenziare

la tendenza delle precipitazioni che risulta in aumento nell'Europa continentale (a nord delle Alpi) e in diminuzione nell'Europa mediterranea.

Oltre che come quantità totale, le piogge sembrano aver cambiato anche le modalità con cui si verificano: nelle regioni tropicali e subtropicali si denota un aumento dei giorni con pioggia intensa ed una riduzione del numero di giorni piovosi. Alle medie ed elevate latitudini la frequenza delle piogge intense è aumentata dal 2 al 4%.

Per quanto riguarda l'Italia, è stato osservato (da Brunetti e al., 2001) un aumento significativo del numero di giorni fortemente piovosi (con più di 25 mm al giorno) e la diminuzione di quelli con pioggia debole (meno di 25 mm).

Quindi non solo vi sarebbe una diminuzione di risorsa derivante dalla minore precipitazione (cioè come minore volume disponibile) ma anche una minore fruibilità diretta di essa causata dalla diversa distribuzione temporale delle precipitazioni con accentuazione dei minimi e dei massimi.

Mentre per fronteggiare la diminuzione della precipitazione risultano necessarie nuove fonti, per fronteggiare la diversa distribuzione risulta necessario disporre di opere di regolazione.

Per fornire un primo quadro di possibile evoluzione della risorsa e nella realistica ipotesi che le piogge siano l'elemento principale per la composizione dei deflussi, si ritiene di fare riferimento ad un recente lavoro dell'Autorità di Bacino del Reno e del Servizio Idrografico (Andamento delle precipitazioni mensili ed annue nel bacino del Reno per il periodo 1921-2000 – Marzo 2002 – E. Cerioni, M. Di Lorenzo) basato sull'elaborazione delle piogge mensili registrate in 42 stazioni per periodi statisticamente importanti (per la maggior parte di esse almeno 70 anni di osservazioni).

Le valutazioni riportate sono riferite ad una suddivisione di bacino del Reno in tre zone: alto, medio e di pianura. Le piogge afferenti a ciascuna delle zone partecipano in modo differente alla produzione di acqua disponibile ai vari usi; infatti le piogge afferenti all'alto bacino partecipano soprattutto alla formazione delle portate del Reno e dei suoi affluenti, quelle del medio bacino hanno influenza nei meccanismi di ricarica della falda; quelle sulla pianura interagiscono con la bonifica. Gli effetti delle variazioni quindi possono avere pesi diversi in relazione al sistema idrologico di riferimento. Le osservazioni sono riassunte statisticamente nella seguente tabella che fornisce la distribuzione stagionale della piovosità:

	Alto bacino (mm)	Alto bacino (%)	Medio bac. (mm)	Medio bacino (%)	Pianura (mm)	Pianura (%)
Inverno	-119,2	-24,3	-95,2	-35,0	-44,9	-25,4
Primavera	-94,8	-22,4	-57,7	-21,4	-20,4	-10,7
Estate	+38,3	+20,3	+35,7	+23,4	+41,7	+35,2
Autunno	-19,8	-4,0	-20,2	-6,6	-1,8	-0,8

La tendenza delle precipitazioni non estive è comunque di diminuzione anche se in modo differenziato tra le zone, mentre le precipitazioni estive (in valore assoluto inferiori) hanno una tendenza in aumento con valori crescenti dall'alto bacino alla pianura.

Lo studio inoltre sulla base dei raffronti annuali, stagionali e mensili effettuati porta a concludere che l'andamento delle precipitazioni nel tempo mostra, specie sull'Alto bacino del Reno, una ciclicità della precipitazione annua con periodi di circa vent'anni.

Lo studio evidenzia che si sta concludendo un periodo "secco" e perciò la tendenza lineare delle piogge annuali è risultata negativa. In particolare si è riscontrato che piove meno da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre con un calo delle precipitazioni più accentuato nel mese di febbraio; di contro nei mesi da giugno a settembre si è verificato un aumento delle precipitazioni con un incremento notevole nel mese di Agosto.

Inoltre la media delle precipitazioni dell'ultimo ventennio, rispetto alla media dell'ottantennio preso in esame, ha mostrato una diminuzione in percentuale nei mesi da gennaio a maggio e da novembre a dicembre con una accentuazione a febbraio, mentre l'aumento percentuale si è verificato da giugno ad ottobre con il picco nel mese di giugno.

Le analisi condotte sulle variazioni climatiche potrebbero quindi prospettare una persistenza di tali modificazioni nel prossimo futuro.

A completamento quindi delle valutazioni idrologiche effettuate con il modello viene proposta la simulazione con le portate dell'anno medio modificate in aumento o in diminuzione secondo le percentuali stagionali riscontrate dall'Autorità di Bacino per l'alto bacino del Reno e riportate nella tabella precedente; i risultati ottenuti, pur non rappresentando una situazione statisticamente identificabile (non è possibile associare una probabilità), propongono però un'ipotesi, allineata con le previsioni di una parte del mondo scientifico, che potrebbe risultare necessario considerare nelle scelte di preferibilità.