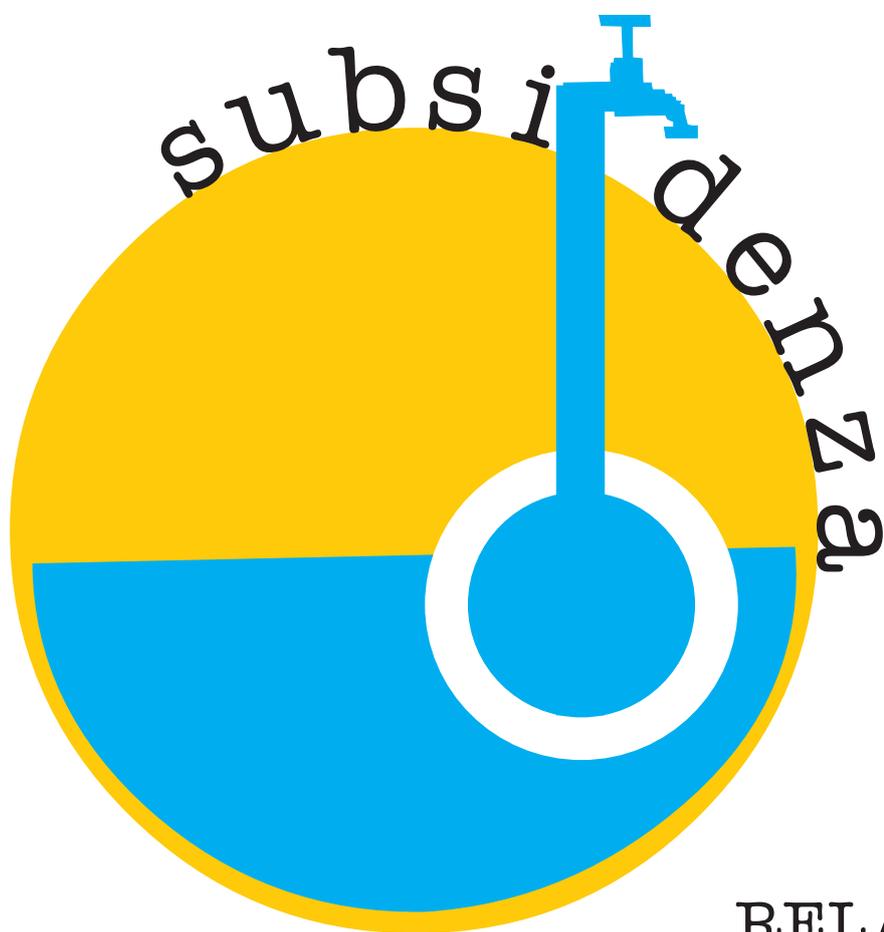


ANALISI PRELIMINARE DEGLI EFFETTI DEI PRELIEVI
DI ACQUE SOTTERRANEE SULLA EVOLUZIONE
RECENTE DEL FENOMENO DELLA SUBSIDENZA IN
EMILIA-ROMAGNA



RELAZIONE FINALE

Referenti per la Regione Emilia-Romagna:

Rosanna Bissoli, Responsabile del Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua, Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile.

Andrea Rapino, Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua, Assessorato Ambiente e Sviluppo Sostenibile.

Hanno collaborato alla realizzazione del progetto:

Flavio Bonsignore - Responsabile del progetto (ARPA, Ingegneria Ambientale).

Daniele Cristofori, Rosalia Costantino, Demetrio Errigo (ARPA, Ingegneria Ambientale).

Maria Gabriella Porrelli, Annalisa Laghi (Regione Emilia-Romagna, Servizio Controllo Strategico e Statistica).

Si ringrazia per i dati forniti:

Maria Grazia Granata (ATO 1 Piacenza)

Giovanni Marsigli (ATO 2 Parma)

Stefania Valente (ATO 3 Reggio-Emilia)

Mauro Pacchioli (ATO 4 Modena)

Elisa di Francesca (ATO 5 Bologna)

Francesca Borea (ATO 6 Ferrara)

Stefano Santandrea (ATO 7 Ravenna)

Roberta Montavecchi (ATO 8 Forlì-Cesena)

Danilo Ronchi (ATO 9 Rimini)

Copertina: elaborazione grafica di **Leda Ferrari**.

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. AGGIORNAMENTO DELLE CONOSCENZE SUI PRELIEVI DALLE FALDE PER I DIVERSI USI.....	1
2.1 SETTORE CIVILE	3
2.1.1 <i>I prelievi delle aziende acquedottistiche.....</i>	<i>3</i>
2.1.2 <i>I prelievi autonomi</i>	<i>5</i>
2.2 SETTORE IRRIGUO	8
2.2.1 <i>L'evoluzione delle superfici colturali</i>	<i>8</i>
2.2.2 <i>Estrapolazione dei prelievi da falda relativi al comparto irriguo dall'anno medio 2000 PTA all'anno medio 1990 e all'anno medio 2006.....</i>	<i>10</i>
2.2.3 <i>Le richieste irrigue e la disponibilità di acque superficiali in relazione alle condizioni meteorologiche</i>	<i>13</i>
2.2.4 <i>I prelievi irrigui di acque di falda</i>	<i>19</i>
2.3 SETTORE INDUSTRIALE.....	20
2.3.1 <i>Il numero di addetti al comparto manifatturiero.....</i>	<i>22</i>
2.3.2 <i>L'andamento della produzione industriale.....</i>	<i>24</i>
2.3.3 <i>I fabbisogni industriali</i>	<i>25</i>
2.3.4 <i>I prelievi industriali di acque di falda</i>	<i>26</i>
2.4 SETTORE ZOOTECNICO	29
2.5 SINTESI DEI PRELIEVI.....	32
3. VALUTAZIONI SUI LIVELLI PIEZOMETRICI DI FALDA NEL PERIODO 1992-2006..	36
3.1.1 <i>La distribuzione spaziale dei livelli piezometrici medi.....</i>	<i>37</i>
3.1.2 <i>Le variazioni delle piezometrie.....</i>	<i>39</i>
4. CONFRONTO TRA PRELIEVI DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE PIEZOMETRIE E SUBSIDENZA	41
4.1 LA DISAGGREGAZIONE TERRITORIALE DEI PRELIEVI.....	41
4.2 IL CONFRONTO PRELIEVI – SUBSIDENZA PER LE AREE A MAGGIORE CRITICITÀ.....	42
4.2.1 <i>La base dati predisposta.....</i>	<i>43</i>
4.2.2 <i>L'individuazione delle aree a maggiore criticità</i>	<i>43</i>
5. CONCLUSIONI.....	49

1. PREMESSA

Il rilievo della subsidenza nella pianura Emiliano-Romagnola¹, realizzato con la tecnica dell'interferometria differenziale supportata da livellazioni geometriche di alta precisione, ha fornito un quadro particolarmente dettagliato dei movimenti verticali del suolo, relativamente al territorio di pianura della regione, nell'arco temporale 1992-2006. Nell'ambito di detto periodo le elaborazioni relative ai movimenti verticali del terreno sono disponibili con riferimento a due separati archi temporali, il periodo 1992-2000 e il periodo 2002-2006.

La tecnica satellitare utilizzata ha reso disponibile, per la prima volta, un'informazione altamente discretizzata dei fenomeni di subsidenza, rispetto ai sistemi di rilevamento sinora utilizzati, con i quali le informazioni sono limitate ai tracciati lineari della rete di livellazione o ai pochi dati puntuali della rete GPS.

A partire da una così cospicua mole di informazioni, il presente lavoro realizza una prima valutazione, alla scala regionale, delle possibili relazioni esistenti fra i prelievi di acque di falda per gli usi civili, industriali, manifatturieri e agrozootecnici e i fenomeni di subsidenza. In particolare ci si propone di evidenziare degli areali per i quali potranno essere intraprese successive indagini di maggiore dettaglio mirate ad analizzare nello specifico i legami causa-effetto.

2. AGGIORNAMENTO DELLE CONOSCENZE SUI PRELIEVI DALLE FALDE PER I DIVERSI USI

L'obiettivo dell'attività è quello di fornire valutazioni riguardo il presumibile andamento temporale degli emungimenti comunali dalle falde, nel periodo 1992-2006; all'interno di tale periodo gli specifici archi temporali di interesse sono quelli sovrapponibili con i dati di subsidenza, e quindi 1992-2000 e 2002-2006. La base dati di riferimento è costituita dal quadro conoscitivo dei prelievi relativi ai diversi usi (civile, industriale manifatturiero, irriguo e zootecnico) predisposto nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna (PTA nel seguito del documento). In relazione a tale base dati, riferibile all'orizzonte temporale anno 2000, sono effettuate opportune elaborazioni finalizzate a ricostruire i prelievi nei singoli anni dell'intero periodo 1992-2006.

L'ambito territoriale di riferimento è costituito dall'areale che ricade nella perimetrazione dei corpi idrici sotterranei individuati nell'ambito del PTA. In particolare, risultano di interesse 217 dei 341 comuni regionali, alcuni dei quali risultano ricadere solo in parte nell'acquifero di pianura; a tali comuni sono riferibili circa 13'100 km², mentre

¹ Regione Emilia-Romagna – ARPA (2007): *Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola. Analisi interferometrica*, a cura di F. Bonfiglioli, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

l'areale dell'acquifero di pianura perimetrato ha una superficie di quasi 11'700 km². Si osserva che l'areale coperto dalle informazioni sui movimenti verticali del terreno ottenute con la tecnica dell'interferometria differenziale è sensibilmente più ridotto, e pari a poco meno di 11'000 km² (la copertura riguarda tutta la pianura regionale ed ha come limite sud la isolina 100 m s.l.m.

Come già accennato, gli intervalli temporali di riferimento sono costituiti dai due periodi 1992-2000 e 2002-2006; la scelta di ricostruire le serie storiche complete dei valori relativi ai prelievi annuali 1992-2006 è connessa ad una maggiore possibilità di verificare la congruenza delle diverse medie pluriennali.

Le basi dati utilizzate sono:

- per il settore civile:
 - o dati annui di prelievo da pozzi / campi pozzo per il periodo 1992-2006 forniti dalle Agenzie d'Ambito (e dai Gestori);
 - o georeferenziazione dei punti di prelievo tratta dalla base conoscitiva implementata per la redazione del PTA e da Autorità d'Ambito e/o Gestori;
 - o percentuale di residenti serviti da acquedotto deducibili dai censimenti ISTAT della popolazione e delle abitazioni del 1991 e del 2001;
 - o dati e informazioni traibili dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna e da studi di settore precedenti;
 - o database dei pozzi autorizzati per l'uso civile;
- per il settore industriale:
 - o dati deducibili dalle concessioni di prelievo di acque pubbliche;
 - o volumi autorizzati per lo scarico in corpo idrico superficiale;
 - o volumi di prelievo deducibili dalle Dichiarazioni ambientali prodotte nell'ambito delle certificazioni EMAS;
 - o dati di consumo dichiarati dalle aziende e/o dai Gestori del servizio di depurazione raccolti nell'ambito della redazione del PTA e di studi precedenti;
 - o dati deducibili dalla documentazione tecnica connessa alle Autorizzazioni Ambientali Integrate;
 - o database ASIA 2004 delle aziende manifatturiere presenti nel territorio regionale prodotto dal Controllo Strategico e Statistica della Regione Emilia-Romagna;
- per il settore irriguo:
 - o base dati, relativa a fabbisogni e prelievi, predisposta nell'ambito della redazione del PTA;
 - o dati concernenti l'estensione delle superfici colturali, le superfici irrigate e le tipologie di approvvigionamento e adacquamento traibili dai censimenti ISTAT dell'Agricoltura del 1991 e del 2001;
 - o dati estimativi relativi all'estensione delle superfici colturali per regioni agrarie negli anni 1996-2006 prodotto dalla Regione Emilia-Romagna;

- dati congiunturali ISTAT relativa all'estensione delle superfici colturali provinciali per gli anni 1999-2006;
- Database dei pozzi autorizzati per l'uso irriguo;
- Per il settore zootecnico:
 - dati relativi alla consistenza delle diverse specie allevate traibili dai censimenti ISTAT dell'Agricoltura del 1991 e del 2001;
 - database dei pozzi autorizzati per l'uso zootecnico;
 - dati relativi alle dotazioni idriche per capo predisposti nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna e del Piano Provinciale di Tutela delle Acque della provincia di Parma.

2.1 SETTORE CIVILE

Per il settore acquedottistico civile si è provveduto ad una specifica attività ricognitiva, finalizzata ad acquisire tutte le informazioni disponibili alle aziende acquedottistiche relative ai prelievi di acque di falda nell'intero periodo 1992-2006. Per quanto riguarda i prelievi autonomi, connessi ai residenti non serviti dalle reti acquedottistiche maggiori, si è fatto essenzialmente riferimento ai contenuti del PTA.

2.1.1 I prelievi delle aziende acquedottistiche

I dati relativi ai prelievi 1992-2006 dai pozzi/campi pozzi acquedottistici sono stati forniti dalle Agenzie d'Ambito per il Servizio Idrico Integrato relativamente alle aziende acquedottistiche operanti sul territorio regionale, ovvero ENIA (ex AMPS, TESA, AGAC), ASCAA, AIMAG, SORGEA, HERA (ex META, SAT, ACOSEA, SEABO, AMI, AMF, TE-AM, AREA, AMGA, CIS, AURA, AMIR, SIS) e CADF.

Le risultanze dell'attività di ricognizione sono da considerarsi sostanzialmente accettabili per quasi tutte le province. Le serie storiche di dati acquisite non sono sempre risultate complete nelle informazioni, anche in relazione ai significativi mutamenti degli assetti societari e strutturali delle aziende operanti nel settore intercorsi negli ultimi 10 anni, che hanno comportato in diversi casi la "dispersione" dei dati di prelievo relativi alle gestioni "storiche". Si ricorda infatti come, ancora alla fine del secolo scorso, diversi Comuni gestivano in economia il servizio di acquedotto e sul territorio regionale operavano oltre 25 aziende acquedottistiche; al 2007 in tutti i comuni del territorio regionale di pianura il servizio di acquedotto è gestito dalle aziende elencate nel capoverso precedente.

A commento dei risultati dell'attività ricognitiva condotta si portano le seguenti osservazioni, relative ai diversi territori provinciali di pianura:

- Piacenza: ASM/TESA/ENIA ha progressivamente esteso il proprio areale di competenza, originariamente limitato al solo centro provinciale, acquisendo progressivamente, nel corso degli ultimi 10 anni, il servizio di acquedotto per tutti i comuni della pianura; le serie storiche fornite da ATO 1, sono quindi temporalmente

molto limitate, in particolare con riferimento ai comuni acquisiti recentemente; per tali comuni è quindi risultato necessario ricostruire i dati di prelievo per tutti gli anni antecedenti alla presa in carico del servizio di acquedotto (al riguardo si osserva che sono disponibili i dati relativi al 1997, acquisiti nel corso di un lavoro realizzato da ARPA²);

- Parma: sono risultati disponibili dati completi per tutto il territorio solo per il 2005 e 2006; antecedentemente erano presenti numerose gestioni comunali, per le quali non è stato possibile reperire i dati di prelievo (sono tuttavia disponibili i dati relativi al 1995, acquisiti nel corso di un lavoro realizzato da ARPA³); in effetti, anche i dati concernenti i prelievi delle aziende maggiori, ASCAA ed AMPS/ENIA, mostrano lacune per gli anni 1996-1999;
- Reggio-Emilia: ATO 3 è stata in grado di fornire tutti i dati relativi alla gestione AGAC/ENIA necessari, salvo la presenza, per alcuni anni, di limitate lacune e/o di dati aggregati per sistema acquedottistico e non per pozzo/campo pozzi;
- Modena: i dati forniti da ATO 4 relativi alle gestioni HERA MO/META/SAT, AIMAG e SORGEA coprono solo gli ultimi 3-4 anni del periodo d'interesse; i dati e le elaborazioni prodotte nell'ambito di diversi studi di settore condotti da ARPA (in particolare gli studi riguardanti i bilanci idrici provinciali e al PTA regionale⁴), hanno permesso di ricostruire, sia pure spesso con consistenti margini d'incertezza, le serie storiche d'interesse; per SORGEA si evidenzia che i dati di prelievo disponibili non derivano da misure dirette ma da stime dell'Azienda stessa;
- Bologna: ATO 5 ha fornito tutti i dati necessari relativi alle gestioni HERA BO/SEABO e HERA IF/AMI, salvo la presenza di alcune limitate lacune per i comuni presi in gestione nel corso degli anni '90 del secolo scorso e per l'imolese (limitate agli anni 1992-1993); riguardo la gestione SORGEA valgono le criticità indicate per la provincia di Modena;
- Ferrara: ATO 6 ha fornito tutti i dati necessari relativi alle gestioni HERA FE/ACOSEA, mentre per CADF sono presenti diverse lacune per gli anni antecedenti al 2000;
- Ravenna: ATO 7 ha fornito i dati relativi alle gestioni HERA IF/AMI e HERA RA/TE-AM/SEDARCO; per il primo periodo degli anni '90 del secolo scorso sono presenti lacune, legate ai diversi avvicendamenti societari delle gestioni;
- Forlì-Cesena: ATO 8 ha fornito i dati relativi alle gestioni HERA FC/CIS/AMGA/AURA; tuttavia, relativamente agli anni '90 del secolo scorso, si riscontrano importanti lacune dovute ai diversi avvicendamenti societari delle gestioni;

² REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ARPA (2002): *Supporto per il bilancio idrico dei territori delle province di Piacenza, Modena e Ferrara*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale

³ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (1996): *Definizione del Bilancio idrico per il territorio di Parma e Reggio-Emilia – Prima Parte: Definizione dello stato attuale in termini di bilancio idrico e di criticità emerse*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

⁴ REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ARPA (2002): *Supporto per il bilancio idrico dei territori delle province di Piacenza, Modena e Ferrara*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA ARPA (2003): *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province, alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Elaborati Relazione Generale Bilanci idrici: aggiornamento dello stato attuale, scenari evolutivi e di azioni di razionalizzazione, risparmio e riutilizzo, Modello matematico acque sotterranee*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

- Rimini: i dati che ATO 9 ha fornito, relativi alle gestioni HERA RN/AMIR/SIS, sono limitati, non risultando disponibili i valori relativi all'intero periodo 1992-1997 e risultando disponibili per quello successivo informazioni solo aggregate per gli areali Marecchia - Uso e Conca; i dati e le elaborazioni prodotte nell'ambito di diversi studi di settore condotti da ARPA⁵, hanno permesso di ricostruire, sia pure spesso con consistenti margini di incertezza, le serie storiche di interesse.

In relazione alle lacune riscontrate nelle serie storiche trasmesse dai Gestori si sono integrati i dati mancanti sulla base delle informazioni disponibili in seguito a preesistenti attività ricognitive connesse a studi effettuati da ARPA nell'ambito dei bilanci idrici e del PTA regionale e, in assenza di dati documentati, con opportune procedure di stima. Nella Tabella 1 sono riepilogati i prelievi provinciali dalle falde per il periodo 1992-2006.

Tabella 1 Prelievi di acque di falda connessi alle aziende acquedottistiche (Mm³/anno)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Media 1992-200	Media 2002-2006
Piacenza	25.9	26.0	26.1	26.2	26.3	26.5	26.6	26.7	26.8	26.9	27.0	27.2	27.3	27.4	27.5	26.4	27.3
Parma	42.8	42.1	40.8	41.0	40.2	43.9	44.0	44.2	44.2	45.3	48.6	50.9	50.0	45.1	47.8	43.7	48.5
Reggio-Emilia	46.4	45.3	47.0	47.0	48.5	47.5	49.2	51.6	52.0	52.3	51.2	51.8	51.2	49.3	48.9	48.3	50.5
Modena	60.1	59.2	61.1	60.6	60.8	64.4	64.8	66.9	68.3	69.3	69.3	70.1	70.2	70.9	72.2	62.9	70.5
Bologna	54.9	58.1	51.8	44.9	54.8	59.4	54.2	53.4	49.8	51.2	47.7	53.6	51.8	56.3	56.3	53.5	53.1
<i>Ferrara¹</i>	21.5	20.8	19.1	19.9	18.7	19.0	18.1	17.9	19.3	19.1	19.5	19.8	18.2	18.6	16.7	19.4	18.6
Ravenna	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.7	1.3	1.5	1.6	1.5	1.7	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
Forlì-Cesena	4.5	5.7	5.4	6.4	5.7	5.7	6.4	5.5	6.6	7.2	8.8	7.6	7.8	4.6	5.5	5.8	6.9
Rimini	17.8	18.8	19.1	18.5	19.1	17.7	19.7	23.7	25.2	26.8	26.9	27.3	26.5	25.6	29.1	20.0	27.1
Totale	276	278	273	267	276	286	285	292	294	300	301	310	305	300	306	281	305

¹ I prelievi nella provincia di Ferrara avvengono da acquiferi riferibili al Fiume Po (nel PTA erano peraltro considerati prelievi di acque superficiali)

2.1.2 I prelievi autonomi

Sulla base del numero di residenti comunali degli anni 1992-2006 e della percentuale di residenti serviti da acquedotto deducibili dai dati relativi ai censimenti ISTAT della Popolazione e delle Abitazioni del 1991 e del 2001 si sono valutati i residenti che si approvvigionano autonomamente per soddisfare i propri fabbisogni idrici civili.

In dettaglio, le percentuali di serviti da acquedotto relative al 1991 e al 2001 per i singoli comuni sono state interpolate per il periodo 1991-2001 ed estrapolate per gli anni 2002-2006; moltiplicando tali percentuali per la popolazione residente ogni anno si è ottenuto, per ciascun comune, il numero di residenti serviti dalle reti acquedottistiche e

⁵ ARPA EMILIA-ROMAGNA (2002): *Progetto di Piano del Bacino interregionale Conca e Parecchia*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ARPA (2003): *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province, alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Elaborato Relazione Generale Modello matematico acque sotterranee*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

ARPA EMILIA-ROMAGNA (2006): *Studio della conoide alluvionale del Fiume Marecchia: analisi quali-quantitativa a supporto della corretta gestione della risorsa idrica*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

quindi, per differenza, quello dei residenti che si approvvigionano autonomamente. Si osserva che a livello regionale la percentuale di residenti serviti da acquedotto risultava leggermente inferiore al 95% al 1991, poco meno del 97% al 2001, e viene valutata in quasi il 98% al 2006.

Ai residenti non serviti da acquedotto è stata attribuita una dotazione procapite differenziata per le diverse province⁶ e considerata costante per tutto il periodo 1992-2006. I residenti con approvvigionamento autonomo sono stati considerati uniformemente distribuiti sui rispettivi territori comunali; quindi, in relazione alla percentuale di superficie comunale ricadente nell'areale dell'acquifero di pianura, sono stati valutati gli emungimenti dalle falde.

Per i comuni della fascia costiera delle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini si è inoltre cercato di stimare i maggiori emungimenti civili dalle falde connessi alle infrastrutture alberghiere che, pur essendo allacciate alle reti acquedottistiche, sono comunque in diversi casi dotate di pozzi autonomi. Al riguardo, in mancanza di informazioni di dettaglio riguardo l'entità del fenomeno, si sono considerate le valutazioni effettuate nell'ambito del PTA, ritenendo peraltro ragionevole che tali forme di prelievo si stiano riducendo progressivamente. Complessivamente si è stimato che al 1992 i prelievi autonomi di acque di falda connessi alle infrastrutture alberghiere risultassero di circa 2.5 Mm³/anno e che questi si siano progressivamente ridotti a poco più di 1 Mm³/anno al 2006.

Nella Tabella 2 sono riepilogati i valori provinciali degli emungimenti dalle falde connessi alle forme di approvvigionamento autonomo per gli usi civili; si osserva che, rispetto ai corrispettivi valori contenuti nel PTA, riferiti all'anno 2000, sono presenti alcune discrepanze in relazione alla possibilità di utilizzo, nel presente lavoro, dei relativi alla percentuale di serviti da acquedotto deducibili dal censimento ISTAT del 2001 (tali informazioni non erano disponibili in fase di redazione del PTA).

⁶ Le dotazioni utilizzate sono sostanzialmente allineate ai valori medi provinciali evidenziati nel PTA con riferimento ai residenti serviti da acquedotto: 270 l/residenti/giorno per PC, 290 l/residenti/giorno per PR, 240 l/residenti/giorno per RE e MO, 250 l/residenti/giorno per BO, 240 l/residenti/giorno per FE, 260 l/residenti/giorno per RA, 230 l/residenti/giorno per FC, 310 l/residenti/giorno per RN.

Tabella 2 Prelievi connessi agli approvvigionamenti autonomi nei comuni interessati almeno in parte dall'acquifero regionale di pianura (Mm³/anno)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Media 1992-2000	Media 2002-2006
Piacenza	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
Parma	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	3.2	2.3
Reggio-Emilia	4.3	4.2	4.1	3.9	3.8	3.7	3.6	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6	3.8	2.8
Modena	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	1.4	0.9
Bologna	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.7	0.3
Ferrara	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ravenna	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8	0.7	2.2	1.0
Forli-Cesena	2.1	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	1.6	0.7
Rimini	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	2.0	1.1
Totale	19.2	18.4	17.7	16.9	16.2	15.4	14.6	13.9	13.2	12.4	11.6	10.9	10.3	9.5	8.9	16.2	10.3

Riguardo i consumi connessi ai pozzi domestici, presenti anche in molte abitazioni servite da acquedotto e utilizzati essenzialmente per l'annaffiamento di orti o giardini, non risultano disponibili dati o informazioni che permettano stime affidabili; al riguardo sono quindi possibili valutazioni puramente orientative. Si sottolinea che gli usi impropri dei pozzi domestici, ovvero per impieghi irrigui veri e propri, produttivi, o zootecnici, sono comunque già ricompresi nelle relative valutazioni dei fabbisogni e dei prelievi di acque di falda⁷.

Dai dati relativi al censimento ISTAT risulta che sul territorio regionale sono presenti circa 735'000 edifici ad uso abitativo; di questi circa 533'000 non sono contigui con altri edifici. Ipotizzando che gli edifici contigui ad altri siano riferibili ad un contesto di alta densità edilizia e quindi non provvisti di giardini, mentre i 533'000 edifici isolati siano dotati, mediamente, di un giardino di 250 m³, si può stimare in circa 13'300 ha la superficie complessiva delle aree verdi di pertinenza domestica, che possono essere riferibili sia a giardini che a orti. Ipotizzando, ancora, che tutta tale superficie sia irrigata e adottando una dotazione irrigua di 2'500 m³/ha si può stimare complessivamente, e presumibilmente in eccesso, in circa 33 Mm³/anno il fabbisogno irriguo complessivo connesso ai fabbisogni domestici. È verosimile che nel territorio di pianura una significativa quota di tali volumi venga reperita con l'emungimento di acque di falda; nei territori montano collinari le forme di approvvigionamento sono essenzialmente l'acquedottistica civile e le acque superficiali (comprehensive di pozzi di subalveo e sorgenti).

I volumi connessi agli usi domestici di innaffiamento di giardini/orti possono quindi ritenersi modesti, ma non trascurabili, risultando di entità verosimilmente paragonabile a quella riferibile al settore zootecnico. Nel presente lavoro si è scelto di non considerare tali emungimenti essenzialmente in ragione della estrema aleatorietà delle possibilità di stima e del fatto che, comunque, tali volumi dovrebbero risultare inferiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli connessi al settore acquedottistico civile, a quello produttivo e a quello irriguo.

⁷ Si evidenzia, ad esempio, che le valutazioni relative ai prelievi irrigui di acque di falda considerano le colture presenti, le pratiche irrigue, l'infrastrutturazione e la disponibilità di risorsa superficiale; la stima degli emungimenti è quindi indipendente dal fatto che i relativi pozzi siano autorizzati propriamente oppure no.

2.2 SETTORE IRRIGUO

Tutte le valutazioni contenute nel PTA riguardo le necessità irrigue alle colture e ai relativi prelievi di acque superficiali e di falda sono riferite al 2000 per quanto riguarda le superfici colturali impegnate e il contesto infrastrutturale irriguo, e all'anno medio 1991-2001 relativamente alle caratteristiche climatiche e idrologiche. Al 2000 sono infatti riferiti tutti i dati, tratti dai database delle risultanze del censimento ISTAT dell'agricoltura, relativi alle superfici colturali, a quelle irrigate, alle tecniche irrigue e alle forme di approvvigionamento presenti nei diversi comuni regionali e le informazioni relative alla situazione infrastrutturale; è invece stato fatto riferimento alle condizioni climatiche medie del periodo 1991-2001 per quanto riguarda l'impatto delle condizioni climatiche sulle necessità irrigue e la disponibilità di risorsa superficiale appenninica. Si tratta quindi di un orizzonte temporale di riferimento definibile come "*anno medio 2000*".

Obiettivo della presente attività è ricostruire, per ciascun comune regionale, i valori annuali stimati dei prelievi irrigui dalle falde per l'intero periodo 1992-2006, considerando la progressiva evoluzione delle pratiche colturali (superfici impegnate e tecniche irrigue) e della infrastrutturazione (estensione delle aree rifornibili con acque superficiali) ma, anche, la variabilità delle condizioni climatiche relativamente agli effetti sulle necessità irrigue e sulla disponibilità di risorsa superficiale appenninica (si osserva infatti che in molte situazioni una ridotta disponibilità di risorsa irrigua viene compensata, parzialmente, con emungimenti di acque sotterranee). Si ricorda che la finalità non è comunque quella di disporre dei valori relativi ai singoli anni ma piuttosto di avere valori di riferimento per i periodi 1992-2000 e 2002-2006.

La metodologia impostata prevede di fare riferimento ai valori comunali prodotti nell'ambito del PTA, riferibili, come detto, all'"*anno medio 2000*"; gli emungimenti comunali dalle falde relativi ai singoli anni sono ottenuti con l'applicazione di opportuni coefficienti di riproporzionamento, che considerano l'evoluzione delle superfici colturali, delle tecniche e dell'infrastrutturazione irrigua e delle condizioni climatiche.

2.2.1 L'evoluzione delle superfici colturali

Dai database dei censimenti ISTAT del 1990 e del 2000 sono traibili i dati comunali relativi alle superfici impegnate dai principali gruppi colturali. I dati relativi al 2006 sono stati dedotti dalle serie storiche 1996-2006 delle statistiche estimative delle produzioni agricole vegetali prodotte dalla Regione Emilia Romagna⁸ e dai dati congiunturali 1999-2006 sulle coltivazioni prodotti dall'ISTAT⁹. Le statistiche estimative delle produzioni agricole vegetali forniscono le superfici impegnate dalle diverse colture, escluse le foraggere e i prati stabili, con una disaggregazione territoriale per le 45 "regioni a-

⁸ Tratte dal sito: <http://rersas.regione.emilia-romagna.it/statexe/agricoltura.htm>

⁹ <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/coltivazioni/>

grarie” (aggregati di comuni) individuate nella regione; i valori per le singole regioni agrarie sono stati quindi verificati, a livello provinciale, con i corrispondenti valori relativi ai dati congiunturali ISTAT. Poiché dal confronto si sono evidenziate diverse discrepanze, anche significative, i valori al 2006 per le diverse regioni agrarie sono stati utilizzati per valutare le variazioni percentuali rispetto al 2000, ottenendo così dei coefficienti moltiplicativi, che applicati alle superfici colturali ISTAT 2000 permettono di stimare i valori al 2006. Per i prati stabili e le foraggere tali coefficienti moltiplicativi sono stati dedotti, alla scala provinciale, dai dati congiunturali ISTAT 2000 e 2006 (come detto tali colture non sono considerate nelle statistiche estimative della Regione).

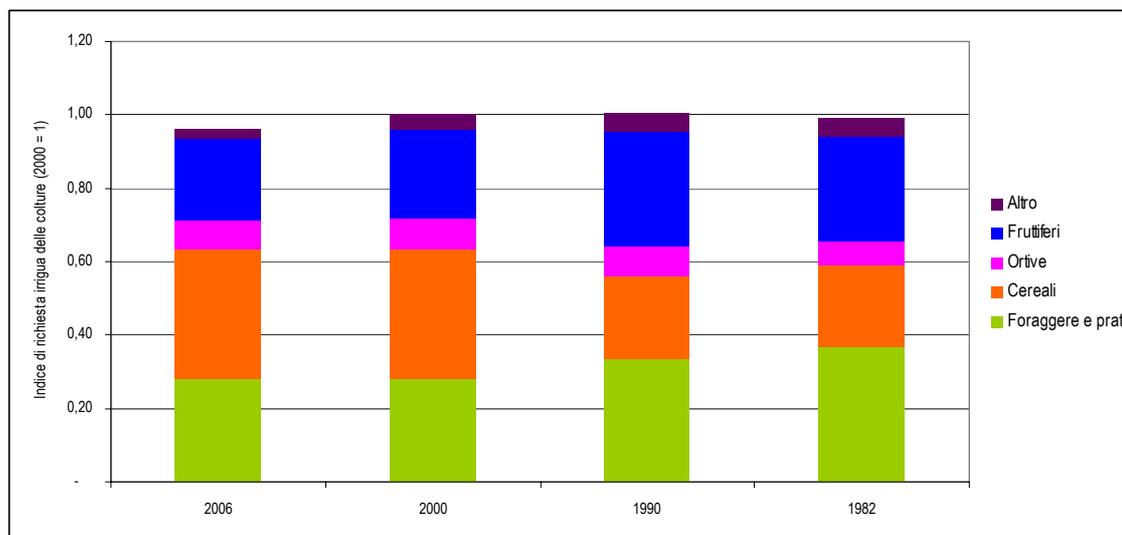
Le variazioni colturali 2006-2000 sono relativamente modeste: a livello regionale si evidenzia un significativo incremento delle superfici impegnate a mais e, per contro, una sensibile diminuzione delle superfici colturali relative a frumento, soia, riso e, soprattutto, barbabietola da zucchero; con riferimento alla barbabietola la forte diminuzione delle superfici impegnate è riferibile in gran parte all’anno 2006 ed è effetto della riorganizzazione del comparto saccarifero italiano.

Tabella 3 Estensioni delle superfici occupate dai principali gruppi colturali al 1990, al 2000 e al 2006 (migliaia di ha)

Provincia	Riso	Barbabietola da zucchero	Foraggiere avvicendate	Frumento	Fruttiferi	Girasole	Granoturco da granella	Ortive	Patata	Soia	Vite	Altre coltivazioni meno il riso	Prato stabile	
1990 (ISTAT)	Piacenza	0.00	2.98	33.29	0.82	0.52	0.09	9.54	9.28	0.02	4.41	3.27	6.01	26.83
	Parma	0.00	4.59	60.67	1.65	0.17	0.05	3.66	3.07	0.02	1.56	1.20	7.87	57.82
	Reggio	0.00	7.23	32.19	0.61	0.84	0.11	6.00	1.11	0.02	2.36	9.09	7.63	29.08
	Modena	0.25	15.09	28.60	1.50	10.38	0.08	5.45	2.64	0.11	6.07	8.58	11.57	24.39
	Bologna	0.23	25.40	23.90	16.09	15.54	0.56	4.56	2.84	3.26	5.96	7.72	21.72	22.34
	Ferrara	5.26	20.02	11.21	21.09	25.60	0.17	25.63	14.92	0.43	24.22	1.56	22.74	9.18
	Ravenna	0.00	12.37	14.50	6.43	27.68	0.57	3.34	1.92	0.06	2.51	16.39	12.14	13.59
	Forlì	0.00	3.98	7.76	0.68	13.73	0.08	0.46	2.60	0.38	0.10	5.15	7.72	7.39
	Rimini	0.00	2.82	3.46	0.47	1.15	0.04	0.41	1.04	0.16	0.00	3.40	2.36	3.36
	TOTALE	5.7	94.5	215.6	49.3	95.6	1.7	59.1	39.4	4.4	47.2	56.4	99.7	194.0
2000 (ISTAT)	Piacenza	0.00	5.53	22.97	0.95	0.44	0.31	11.84	15.97	0.06	2.20	3.05	4.62	17.11
	Parma	0.02	3.91	47.99	0.60	0.12	0.56	8.23	5.22	0.02	1.23	0.93	5.13	46.11
	Reggio	0.07	4.31	27.24	0.32	0.85	0.03	8.37	1.30	0.05	1.35	8.34	5.67	24.89
	Modena	0.37	9.15	21.24	0.49	10.05	0.19	13.27	1.49	0.04	3.77	7.86	9.66	19.51
	Bologna	0.12	19.53	19.64	6.76	10.13	1.14	9.38	2.76	3.27	2.89	6.59	17.49	18.97
	Ferrara	7.28	15.11	14.52	8.53	18.53	1.81	44.81	9.71	0.36	23.45	0.77	17.80	13.20
	Ravenna	0.01	8.81	11.80	3.03	22.23	1.85	6.28	3.03	0.39	1.39	15.41	9.82	11.18
	Forlì	0.00	2.41	6.40	0.31	11.06	0.52	0.60	2.78	0.27	0.03	4.72	5.35	6.36
	Rimini	0.00	1.63	5.04	0.13	0.71	0.34	0.24	0.95	0.07	0.01	2.15	1.37	5.01
	TOTALE	7.9	70.4	176.8	21.1	74.1	6.7	103.0	43.2	4.5	36.3	49.8	76.9	162.3
2006 (da ISTAT 2000 e dati congiunturali Regione ER)	Piacenza	0.00	3.62	17.64	1.02	0.33	0.31	17.15	15.54	0.06	1.05	3.04	4.62	17.30
	Parma	0.02	3.41	46.33	0.60	0.10	0.78	9.14	4.65	0.02	1.03	1.01	5.13	36.74
	Reggio	0.05	1.69	28.18	0.18	0.84	0.04	9.73	1.21	0.05	1.12	8.44	5.67	32.26
	Modena	0.37	2.28	19.17	0.42	9.33	0.32	16.08	0.83	0.04	3.71	8.10	9.66	14.52
	Bologna	0.15	10.14	25.04	6.18	9.33	1.54	11.98	2.70	3.27	4.05	6.27	17.49	24.89
	Ferrara	6.54	10.05	16.42	10.72	15.77	2.76	45.27	9.43	0.36	22.03	0.66	17.80	6.10
	Ravenna	0.01	1.69	11.02	3.42	22.37	2.87	9.57	4.42	0.39	1.94	15.71	9.82	13.90
	Forlì	0.00	0.07	8.49	0.31	9.65	0.57	0.47	2.30	0.27	0.01	4.85	5.35	6.09
	Rimini	0.00	0.02	4.98	0.08	0.62	0.30	0.37	0.73	0.07	0.00	2.11	1.37	2.75
	TOTALE	7.1	33.0	177.3	22.9	68.3	9.5	119.7	41.8	4.5	35.0	50.2	76.9	154.5

Nella Figura 1 è mostrato l'andamento della richiesta irrigua delle colture per l'intero territorio regionale di pianura. Tale indice è stimato sulla base delle superfici colturali impegnate nel territorio di pianura e delle dotazioni utilizzate nel PTA. Si evidenzia nel periodo 1990-2006 una sensibile diminuzione dei volumi connessi alle colture foraggie-re e fruttifere, compensato solo in parte da un incremento relativo a quelle cerealicole (con, in particolare, un consistente incremento delle superfici impegnate a mais); si osserva che le elaborazioni sono compiute con riferimento alle dotazioni PTA 2000, è verosimile che negli anni '80 del secolo scorso la reale propensione all'irrigazione di alcune colture (in particolare quelle frutticole) risultasse inferiore a quella attuale. Si può comunque ritenere che in condizioni climatiche medie i fabbisogni irrigui del territorio di pianura siano risultati, nel periodo 1992-2006, sostanzialmente stazionari o, addirittura, in leggera diminuzione per effetto della progressiva erosione della SAU causata dalla continua espansione delle aree urbane (dal 1982 al 2000 si è verificata una diminuzione della SAU del territorio di pianura di quasi il 5%).

Figura 1 Indice di richiesta irrigua delle colture per gli anni 1982-2006 (2000 = 1.00) nel territorio di pianura della regione Emilia-Romagna



2.2.2 Estrapolazione dei prelievi da falda relativi al comparto irriguo dall'anno medio 2000 PTA all'anno medio 1990 e all'anno medio 2006

Per quanto riguarda la valutazione dei prelievi da acque sotterranee per usi irrigui, lo studio è partito dai dati traibili dal PTA e riferibili, come detto, all' "anno medio 2000", sui volumi d'acqua prelevati dai pozzi (di proprietà delle aziende o dei consorzi) ed utilizzati nell'irrigazione.

Per quanto riguarda il 1990, il calcolo della variazione negli anni degli emungimenti da falda per usi irrigui è stato svolto confrontando ed analizzando i dati disponibili relativamente al tipo di approvvigionamento di acqua delle aziende e all'estensione delle superfici irrigate nel 1990 e nel 2000, traibili dai rispettivi database connessi ai censimenti ISTAT. Per stimare i volumi di acqua prelevati ad uso irriguo nel 1990 si è basato il calcolo sulla variazione delle superfici irrigate e della percentuale di aziende con approvvigionamento indipendente: il volume prelevato al 2000, noto per ogni comune, è stato moltiplicato per il rapporto delle superfici irrigate e per quello delle percentuali di aziende con approvvigionamenti indipendenti al '90 e al 2000. Supponendo che restino invariate le proporzioni tra le superfici irrigate e i volumi utilizzati e quelle tra i volumi utilizzati per l'irrigazione e la percentuale di aziende che emunge acque sotterranee, si è stimato per ogni comune il volume di acqua presumibilmente prelevato da falda. Operativamente per ogni comune i volumi irrigui prelevati dalle falde al 1990 sono stimati con:

$$V_{1990} = V_{PTA} \cdot \%_{Approvv. \text{ indep. } 1990} / \%_{Approvv. \text{ indep. } 2000} \cdot S_{irrigata \ 1990} / S_{irrigata \ 2000}$$

Nel 1990 le aziende agricole furono censite secondo una classificazione che le suddiviseva in base all'approvvigionamento che poteva essere "dipendente" o "indipendente". Considerando quest'ultimo tipo, si presume che le aziende usufruissero principalmente di prelievi da pozzo proprio, quindi quasi totalmente assimilabili a prelievi da acque di

falda. Il censimento del 2000 invece effettuò una suddivisione più dettagliata per quanto riguardava le modalità di approvvigionamento: si specificava infatti se le acque utilizzate derivassero da acquedotto, da acque superficiali, da raccolta pluviale, da impianti di depurazione, da laghi naturali e laghetti artificiali, da acque sotterranee. Per poter risalire ad una relazione con i dati del '90 si sono raggruppate le aziende che nel 2000 avevano un approvvigionamento da acque sotterranee o da laghi e laghetti in un'unica classe, assimilabile alla tipologia "approvvigionamento indipendente". Per ogni comune si sono quindi calcolate le percentuali di aziende con approvvigionamento indipendente al 1990 e al 2000.

Si è dovuto considerare che al 2000 il numero di aziende presenti sul territorio risultava diminuito, ma questa diminuzione è, in gran parte, dovuta all'accorpamento di più aziende che hanno sommato le proprie superfici e i propri prelievi. Volendo ottenere dati significativi si è calcolata quindi anche la percentuale di aziende che nel 2000 avevano prelievi indipendenti, sul totale di aziende presenti al 1990. Come percentuale di calcolo si è poi scelta, per ciascuna provincia, la più rappresentativa in base a conoscenze generali, tra quest'ultima ottenuta e la media tra essa e la precedente sul totale di aziende al 2000 (si veda la Tabella 4); entrambe le percentuali forniscono infatti valori non esatti, ma comunque indicativi sul tipo di approvvigionamento.

Tabella 4 Aziende presenti e percentuale di quelle che hanno approvvigionamento d'acqua indipendente nel 1990 e nel 2000

	Numero aziende		Aziende con approv. indipendente		% Aziende con approvvigionamento indipendente ¹			
	1990	2000	1990	2000	% Aziende con approv. indep. nel 1990	% Aziende con approv. indep. nel 2000	% Aziende con approv. indep. Nel 2000 rispetto al totale 1990	% scelta come più rappresentativa per il 2000
Piacenza	4716	3607	2125	2424	45%	67%	51%	59%
Parma	4799	3524	2698	2400	56%	68%	50%	68%
Reggio-Emilia	10293	5905	2214	2343	22%	40%	23%	40%
Modena	8647	5348	2967	2469	34%	46%	29%	46%
Bologna	7000	4875	3710	2324	53%	48%	33%	48%
Ferrara	8724	5968	644	614	7%	10%	7%	8%
Ravenna	5106	4720	3369	1936	66%	41%	38%	41%
Forlì-Cesena	4805	4801	4397	3438	92%	72%	72%	72%
Rimini	2927	2783	2809	2580	96%	93%	88%	93%
TOTALE	57'017	41'531	24'933	20'528	44%	49%	36%	

¹ Qui sono riportate le percentuali calcolate a livello provinciale sul numero complessivo di aziende. Il valore dei volumi prelevati al 1990 è stato invece calcolato per i comuni utilizzando le singole e rispettive percentuali; si sono poi riportati i totali dei prelievi a livello provinciale dei volumi così ottenuti. Pertanto il valore che si legge in tabella non è matematicamente corrispondente a quello che si potrebbe calcolare con queste percentuali

Con riferimento ai valori per l'anno 2006 si è operato con la seguente procedura di stima, ancora basata sui dati PTA 2000:

- si è calcolato il rapporto, per ogni comune e per ogni gruppo colturale di interesse, delle superfici coltivate al 2000 e al 2006;
- si è considerato, per ogni comune e per ogni gruppo colturale, il rapporto esistente al 2000 fra la superficie irrigata e quella totale; supponendo che tale rapporto sia rimasto invariato nel 2006 si sono calcolate le superfici irrigate per ogni comune e per ogni gruppo colturale sulla base delle variazioni 2006/2000 delle su-

perfici totali; è quindi stata stimata la superficie complessiva irrigata al 2006 per i singoli comuni;

- sono state effettuate le medesime operazioni descritte al punto precedente pesando in questo caso le diverse superfici in relazione al fabbisogno irriguo dei diversi gruppi colturali (ad esempio una diminuzione di 10 ha di superficie coltivata a riso viene a pesare molto di più di una analoga diminuzione di superficie coltivata a frumento); con questo procedimento sono stati stimati i fabbisogni alle aziende al 2006 per i singoli comuni;
- per ciascun comune sono stati stimati i prelievi dalle falde al 2006 sulla base dei valori PTA 2000 relativi ai consumi alle aziende e ai prelievi dalle falde:
 - o se il rapporto 2006 su 2000 dei volumi complessivi alle aziende è minore o uguale a 1 si assume una variazione analoga per i prelievi da falda;
 - o se il rapporto 2006 su 2000 dei volumi complessivi alle aziende è superiore a 1 si considera la porzione comunale servita da acque consorziali approvvigionate da Po, supponendo che per essa i prelievi da falda al 2006 non si incrementino rispetto ai valori PTA 2000; per la parte non servita da Po si ipotizza un incremento dei prelievi da falda proporzionale all'incremento dei volumi alle aziende;

Nella Tabella 5 sono riportati i valori ottenuti sommati per provincia relativi alla stima delle superfici irrigate e ai prelievi da falda relativi agli anni 1990 e 2006; si ricorda che tali valori sono da considerarsi riferibili alle condizioni climatiche medie del periodo 1991-2001.

Tabella 5 Estensione delle superfici irrigate e volumi dei prelievi da falda in condizioni climatiche medie 1991-2001 (dati relativi ai soli comuni che ricadono almeno in parte nell'acquifero di pianura)

	Superficie Irrigata (10 ³ ha)			Prelievi da falde in condizioni di anno climatico medio (Mm ³ /anno)		
	1990	2000	2006	1990	2000	2006
Piacenza	39.2	41.6	41.5	40.3	54.1	54.6
Parma	31.8	26.5	25.5	37.1	34.5	30.3
Reggio- Emilia	41.0	29.1	31.2	24.5	35.3	39.2
Modena	30.8	22.5	20.9	14.6	12.9	11.9
Bologna	27.0	22.5	22.1	24.6	20.7	21.4
Ferrara	64.8	68.3	63.3	2.6	3.1	2.8
Ravenna	26.2	26.2	27.0	37.0	25.6	27.0
Forlì-Cesena	7.3	9.2	8.0	14.6	14.6	14.4
Rimini	2.2	1.9	1.4	6.1	5.1	3.7
TOTALE	270	248	241	201	206	205

2.2.3 Le richieste irrigue e la disponibilità di acque superficiali in relazione alle condizioni meteorologiche

Come già accennato, le valutazioni contenute nel PTA riguardo le necessità irrigue alle colture e ai relativi prelievi di acque superficiali e di falda sono riferite all' "anno medio 2000". Anche a parità di superfici colturali impegnate nei singoli anni sono verosimili scostamenti anche significativi dei prelievi da falde e da acque superficiali rispetto ai valori relativi all'anno medio 2000; ciò in relazione alle effettive necessità irrigue delle colture e delle disponibilità di acque superficiali da fonte appenninica connesse alle specifiche condizioni climatiche. Al riguardo è da considerarsi che le necessità irrigue dipendono sostanzialmente dalla climatologia del periodo irriguo (precipitazioni e temperature tardo primaverili ed estive), mentre la disponibilità di risorsa irrigua appenninica è condizionata dalla climatologia di un arco temporale più esteso (indicativamente da inizio anno a fine estate).

2.2.3.1 Le richieste irrigue delle colture

Per valutare in che misura le necessità irrigue alle colture valutate nel PTA e riferibili alle condizioni climatiche dell'anno medio 1991-2001 sono variabili nei singoli anni, si è proceduto con le modalità descritte nei punti seguenti.

- per ciascun territorio provinciale si sono individuate alcune stazioni pluviometriche localizzate nel territorio di pianura per le quali risultassero disponibili dati mensili delle precipitazioni cumulate per gli anni 2002-2006; si ricorda che nell'ambito della redazione del PTA sono state messe a sistema le registrazioni pluviometriche relative ad un gran numero di stazioni (oltre 250) per gli anni 1991-2001, tuttavia la necessità di estendere la serie storica fino a tutto il 2006¹⁰ ha reso opportuno ridurre il numero di stazioni di riferimento per ogni areale di pianura provinciale ad un numero di 3-4;
- ancora con riferimento ai singoli areali provinciali di pianura, si sono individuate alcune stazioni termometriche per le quali risultassero disponibili dati mensili delle temperature minime e massime per gli anni 2002-2006; al riguardo valgono le considerazioni riportate con riferimento alle stazioni pluviometriche;
- per ciascun areale provinciale è stata valutata la media della piovosità mensile nei singoli anni 1992-2006, sulla base della media aritmetica dei valori registrati nelle diverse stazioni pluviometriche di pertinenza;
- per ciascun areale provinciale è stata valutata l'evapotraspirazione potenziale mensile nei singoli anni 1992-2006, sulla base della temperatura media deducibile dai valori registrati nelle stazioni termometriche di pertinenza; per la valutazione dell'evapotraspirato potenziale è stata utilizzata la formula di Thornthwaite¹¹;

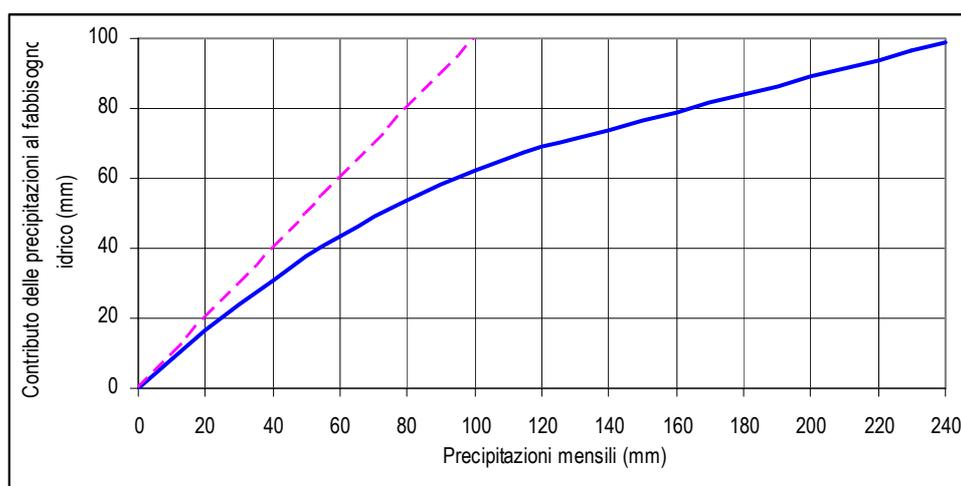
¹⁰ Per tali anni i dati disponibili non riguardano infatti, per molte stazioni, annate intere; sarebbero quindi necessarie onerose attività di ricostruzione dei dati mancanti, che sono state effettuate per gli anni 1991-2001 nell'ambito della redazione del PTA.

¹¹ La formula di Thornthwaite è: $ET_p = 16 (10 T / ITA)^{\alpha}$, dove ET_p è l'evapotraspirato potenziale (in mm/mese), T è la temperatura media mensile (in °C), ITA è l'indice termico annuo (calcolato sulla base delle temperature medie mensili di lungo periodo con: $ITA = \sum_{1,12} (T/5)^{1,514}$ e viene calcolato con $\alpha = 675 \cdot 10^{-9} ITA^3 - 771 \cdot 10^{-7} ITA^2 + 1792 \cdot 10^{-5} ITA + 0.49329$.

Per la stima di ET_p esistono anche altre formulazioni più accurate (ad esempio quelle proposte da Penman o da Hargreaves), quella di Thornthwaite è quella meno "onerosa" in termini di informazioni richieste e nel contempo fornisce stime affidabili.

- si è preso quindi in esame il semestre relativo alla stagione irrigua, ovvero da aprile a settembre¹²; per ogni anno, per ogni areale provinciale e per ogni mese irriguo si sono messi a confronto precipitazioni e evapotraspirato potenziale, stimando la necessità irrigua potenziale con la seguente metodologia:
 - il fabbisogno idrico delle colture è stato assunto pari all'80% del valore dell'evapotraspirato potenziale;
 - il contributo al fabbisogno idrico connesso alle precipitazioni è stato individuato con la relazione graficata nella Figura 2;

Figura 2 Stima contributo delle precipitazioni al fabbisogno idrico delle colture



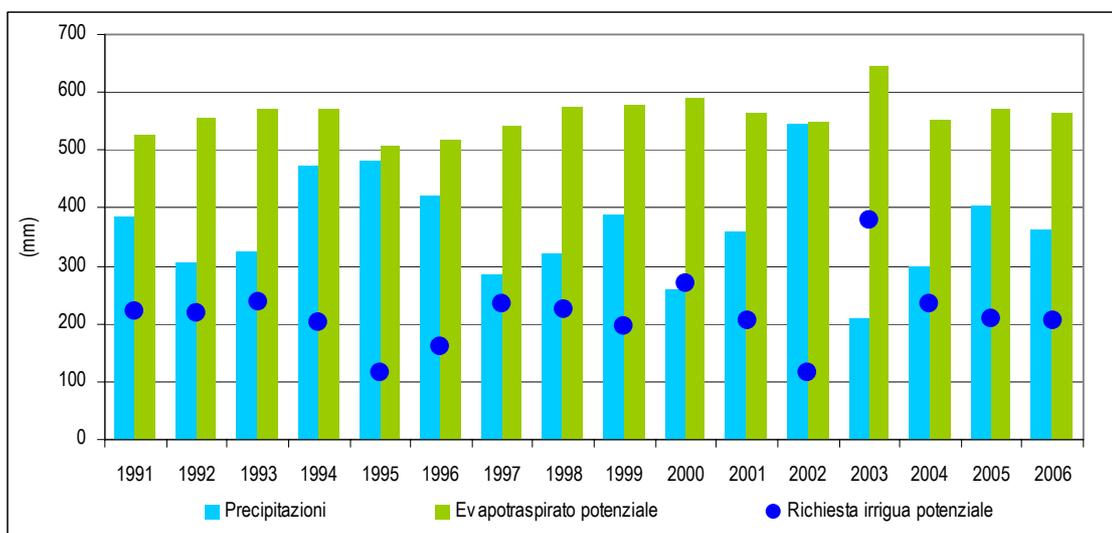
- è stato assunto che, mese per mese, la differenza fra il fabbisogno idrico e il contributo delle precipitazioni sia connesso alla richiesta irrigua.

Si sono così stimate le richieste irrigue potenziali per i singoli areali provinciali e i singoli anni; a livello medio provinciale si ottiene, con riferimento al periodo 1991-2001 un valore di 210 mm/anno, corrispondente a 2'100 m³/ha¹³ e sostanzialmente allineato con le dotazioni irrigue utilizzate nel PTA per le colture più assimilabili al prato (a cui fa riferimento la formula di Thornthwaite per la stima dell'ETp). Nei singoli anni la variabilità degli apporti irrigui stimati risulta significativa; nella Figura 3 sono graficati i valori medi annui regionali (media aritmetica dei valori provinciali) di precipitazione, evapotraspirato potenziale e richiesta irrigua potenziale.

¹² in effetti aprile in diversi areali provinciali non è un mese irriguo, se non negli anni più "secchi", tuttavia si è valutato che le condizioni climatiche relative a tale mese producano apprezzabili effetti sulla stagione irrigua complessiva.

¹³ Prendendo in esame l'intero periodo 1991-2006 si ottiene un fabbisogno irriguo potenziale leggermente superiore, pari a 220 mm/anno (2200 m³/ha); l'ultimo quinquennio (2002-2006) è stato infatti sensibilmente più caldo e siccitoso del periodo precedente

Figura 3 Precipitazioni, evapotraspirato potenziale e richiesta irrigua potenziale nella stagione irrigua per il semestre aprile – settembre (valori medi regionali da media aritmetica singole province)

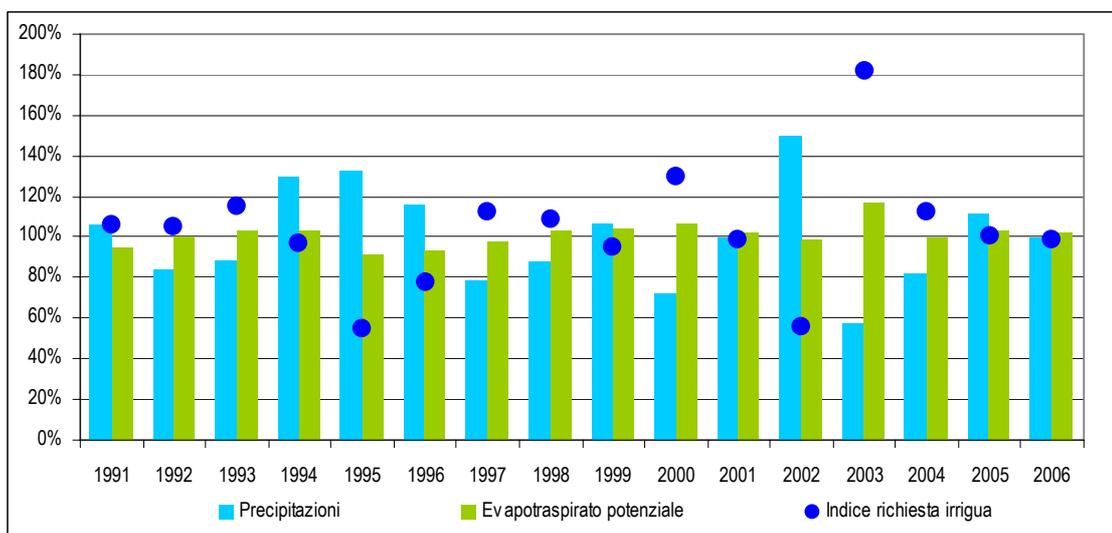


Poiché l’obiettivo delle elaborazione è permettere di differenziare i valori medi indicati nel PTA in relazione alle caratteristiche climatiche dei singoli anni, le necessità irrigue potenziali individuate per ogni anno e ogni areale provinciale sono state riparametrate sulla base delle rispettive medie provinciali 1991-2001, ottenendo gli indici proposti nella Tabella 6; dall’esame della tabella si evidenzia come, ovviamente, le condizioni meteoroclimatiche del periodo 1992-2000 siano risultate sostanzialmente allineate a quelle del periodo “PTA” (1991-2001), mentre il successivo periodo 2002-2006 è risultato significativamente più siccitoso. Nella Figura 4 sono graficati i valori regionali (medie aritmetiche dei valori provinciali) relativi a precipitazioni, evapotraspirato potenziale e necessità irrigue potenziali.

Tabella 6 Indici di richiesta irrigua delle colture (media 1991-2001 = 100%)

	1992 %	1993 %	1994 %	1995 %	1996 %	1997 %	1998 %	1999 %	2000 %	2001 %	2002 %	2003 %	2004 %	2005 %	2006 %	Media 1992-2000 %	Media 2002-2006 %
Piacenza	89	106	96	77	90	105	105	91	107	94	76	183	106	99	100	96	113
Parma	93	110	86	67	100	123	108	92	125	94	72	197	90	111	127	101	119
Reggio-Emilia	86	103	78	67	76	116	98	113	138	111	63	190	79	148	105	97	117
Modena	88	118	110	53	74	120	119	100	120	97	40	167	122	105	114	100	110
Bologna	103	124	95	61	71	115	112	102	124	90	50	157	99	80	96	101	96
Ferrara	116	108	104	54	72	111	106	115	135	83	71	148	109	98	95	103	104
Ravenna	118	110	99	59	82	117	92	88	136	98	53	176	109	90	81	100	102
Forlì-Cesena	113	127	108	49	59	102	106	77	147	121	56	187	129	91	89	99	110
Rimini	112	136	108	29	78	115	114	80	129	117	57	188	145	78	77	100	109
Media aritmetica	89	106	96	77	90	105	105	91	107	94	76	183	106	99	100	100	109
Media pesata	98	113	95	66	84	115	106	97	127	101	64	184	103	107	103	100	112

Figura 4 Valori medi regionali di precipitazioni, evapotraspirato potenziale e indici di richiesta irrigua per il semestre aprile – settembre (valori da media aritmetica singole province)



Riguardo l'affidabilità delle elaborazioni sopra descritte e delle relative risultanze si portano le seguenti considerazioni:

- le elaborazioni relative alla stima di precipitazioni mensili ed evapotraspirato potenziale sono state relativamente spedite: il numero delle stazioni pluviometriche e termometriche considerate è limitato; la valutazione delle necessità irrigue potenziali è avvenuta alla scala mensile, mentre valutazioni accurate dovrebbero essere effettuate con bilanci idrici del suolo alla scala temporale giornaliera e considerando il tipo di coltura presente;
- in relazione al tipo di curva adottato per definire il contributo delle precipitazioni al soddisfacimento del fabbisogno idrico le risultanze delle elaborazioni, ovvero le necessità irrigue potenziali, possono variare apprezzabilmente (anche se in misura non particolarmente significativa);
- si sottolinea tuttavia che le finalità delle elaborazioni sono quelle di riproporzionare i fabbisogni relativi alle condizioni climatiche medie 1991-2001 sui singoli anni del periodo 1992-2006; è quindi importante cogliere le variazioni relative rispetto ai singoli anni mentre è meno critico individuare il valore assoluto delle necessità irrigue;
- il valore di 220 mm/anno di necessità irrigua potenziale è allineato alle dotazioni irrigue alle colture utilizzate nel PTA per il mais;
- si osserva infine che le variazioni delle necessità irrigue potenziali nei singoli anni sono risultate considerevoli: ad esempio il 2003 ha evidenziato una necessità irrigua potenziale quasi doppia di quella media, ciò in relazione alle temperature molto elevate e, soprattutto, alla ridottissima piovosità.

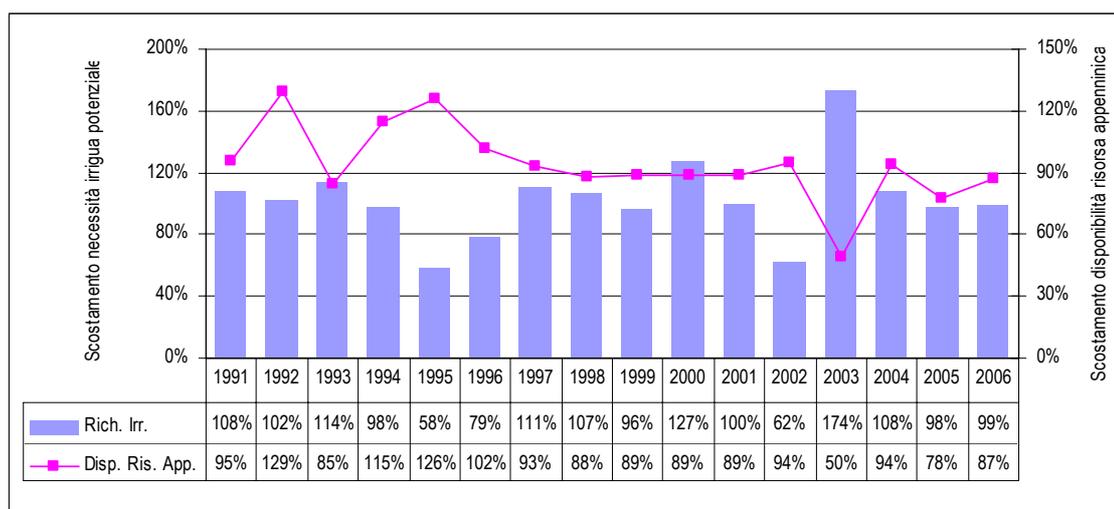
2.2.3.2 La disponibilità di risorsa superficiale appenninica

La disponibilità di risorsa irrigua superficiale appenninica incide, sia pure in misura non particolarmente significativa, sull'entità dei prelievi dalle falde. Infatti, negli areali consortili approvvigionati con acque prelevate dai corsi d'acqua appenninici, diverse delle utenze presenti hanno la possibilità di integrare le forniture irrigue con pozzi privati, utilizzati nelle situazioni di scarsa disponibilità di risorsa consortile. Nelle annate con minore disponibilità di risorsa appenninica gli emungimenti di acque di falda per integrare le forniture consortili sono quindi più elevati.

Purtroppo non esistono sistematiche informazioni relative alla disponibilità di risorsa irrigua da acque superficiali appenniniche. Solo per le derivazioni sul T. Enza, sul F. Trebbia e sul F. Secchia risultano disponibili serie storiche annuali dei prelievi relativamente estese; peraltro solo per la derivazione sul T. Enza i dati coprono tutto il periodo 1992-2006.

Preliminarmente sono state tentate alcune elaborazioni finalizzate a stimare la disponibilità di risorsa irrigua appenninica sulla base dei dati meteorologici che, tuttavia, nel confronto fra i valori stimati e quelli reali, non hanno fornito risultati soddisfacenti. Si è quindi deciso di utilizzare quale riferimento, per l'intero territorio regionale, la serie storica di dati di prelievo relativi alla derivazione sul T. Enza. I valori annui sono quindi stati normalizzati rispetto alla media 1991-2001 e sono stati ottenuti gli scostamenti percentuali annui rispetto a tali valori, utilizzati quindi come indici di disponibilità della risorsa appenninica per l'intero territorio regionale. Nella Figura 5 sono mostrati gli indici di disponibilità di risorsa appenninica, messi a confronto con quelli di necessità irrigua potenziale.

Figura 5 Indici di disponibilità della risorsa irrigua da fonte appenninica e richiesta irrigua



Si evidenzia che la scelta di utilizzare le derivazioni dal T. Enza come indice della disponibilità di risorsa appenninica per l'intero territorio regionale comporta notevoli approssimazioni. Nonostante il T. Enza risulti infatti relativamente baricentrico rispetto

all'areale appenninico le effettive disponibilità di risorsa possono essere anche significativamente differenziate sui diversi corsi d'acqua, ad esempio in relazione all'entità del manto nevoso accumulatosi nei rispettivi bacini montani nel periodo invernale.

Una ulteriore considerazione riguarda la criticità connessa al considerare i prelievi effettuati sul T. Enza rappresentativi della disponibilità di risorsa: nelle stagioni irrigue particolarmente "umide" le derivazioni possono infatti risultare contenute in relazione alla scarsa richiesta irrigua, nonostante la risorsa sia in realtà disponibile in abbondanza.

2.2.4 I prelievi irrigui di acque di falda

Primariamente è stato calcolato con una interpolazione lineare fra i valori 1990, 2000 e 2006 dei prelievi da falda per ciascun comune e per ogni singolo anno del periodo 1992-2006; tale valore è riferibile alle condizioni climatiche medie 1991-2001. Per correggere i prelievi così ottenuti in relazione alle specifiche condizioni climatiche dei singoli anni si è fatto riferimento agli indici della Tabella 6.

Si sono poi stimati gli extra prelievi connessi a situazioni climatiche siccitose che comportano una disponibilità di risorsa da fonti appenniniche inferiore a quella media degli anni 1991-2001. Si è in particolare stimato, per ogni anno e per ogni comune, l'eventuale deficit al campo connesso ad approvvigionamenti da acque appenniniche (dati PTA 2000) nel caso che la risorsa da fonti appenniniche risulti inferiore a quella media (indici di Figura 5 minori di 100%); si è quindi ipotizzato che il 50% degli eventuali deficit al campo per mancanza di risorsa appenninica venga ripianato con extra prelievi da falda. In base a tali stime, molto sommarie, si vanno ad indicare extraprelievi da falda massimi, relativi al 2003, pari a 35 Mm³.

Nella Tabella 7 sono forniti i valori provinciali annui e quelli medi relativi ai periodi 1992-2000 e 2002-2006 relativi ai prelievi irrigui da falda stimati. Si evidenzia che il significativo incremento dei prelievi medi negli anni 2002-2006, rispetto agli anni 1992-2000, è riferibile generalmente alle condizioni meteorologiche sensibilmente più siccitose e non ad un incremento dell'estensione delle colture idroesigenti.

Tabella 7 Prelievi connessi agli approvvigionamenti irrigui da falda per i comuni che ricadono almeno in parte nell'acquifero regionale di pianura (Mm³/anno)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Media 1992- 2000	Media 2002- 2006
Piacenza	36	47	41	34	41	51	53	48	57	52	42	109	59	58	57	45.4	64.9
Parma	35	44	31	24	36	45	41	35	46	35	26	77	31	41	43	37.5	43.6
Reggio-Emilia	21	28	21	18	22	35	31	37	47	39	23	72	29	57	41	28.9	44.3
Modena	13	18	16	7	10	17	17	14	17	14	6	25	16	15	15	14.5	15.3
Bologna	25	31	23	14	16	27	26	23	27	20	11	37	21	19	21	23.7	21.8
Ferrara	3	3	3	1	2	3	3	3	4	3	2	5	3	3	3	2.9	3.2
Ravenna	44	40	34	20	27	37	28	26	38	27	14	47	29	24	22	32.5	27.1
Forli-Cesena	17	19	16	7	9	15	16	11	21	18	8	27	19	13	13	14.4	16.1
Rimini	7	8	6	2	4	6	6	4	7	6	3	9	7	4	3	5.8	5.2
Totale	200	237	191	129	167	237	221	202	265	212	134	409	213	233	218	206	241

2.3 SETTORE INDUSTRIALE

Per il settore industriale non risulta possibile effettuare delle valutazioni dirette finalizzate alla ricostruzione dei consumi e dei prelievi 1992-2006; i dati di consumo e prelievo disponibili riguardano complessivamente i consumi (peraltro generalmente riferibili ad un solo o pochi anni) relativi a circa 1'000 imprese. È quindi inevitabile fare ampiamente ricorso a procedure di stima per integrare la modesta base dati disponibile e ricostruire il quadro complessivo regionale. Nell'ambito della redazione del PTA era stata effettuata tale attività di ricostruzione del quadro conoscitivo, con riferimento ai prelievi industriali riferibili all'anno ~2000; per il presente lavoro i consumi e i prelievi industriali sono stati nuovamente stimati con riferimento all'anno ~2004 ma, come meglio esplicitato nei paragrafi successivi, i due dataset non sono direttamente confrontabili.

Nel PTA era fatto riferimento ai consumi e ai prelievi relativi alle imprese inserite nella Sezione D ("Attività manifatturiere") della classificazione ATECO delle attività produttive¹⁴, nonché all'orizzonte temporale costituito dall'anno 2000 (anche se in effetti i dati occupazionali erano riferibili sostanzialmente agli anni 1998-'99). Molto sinteticamente, la stima dei fabbisogni industriali e dei relativi prelievi era stata condotta con la seguente metodologia:

- era stato acquisito un database (catasto "CERVED") contenente una serie di informazioni (in particolare ragione sociale, localizzazione, tipologia di attività e numero di addetti) per tutte le Unità Locali (UL nel seguito del documento) manifatturiere localizzate nel territorio regionale;

¹⁴ Si erano escluse dall'indagine i settori relativi alle attività estrattive (Sezione C, "Estrazione di minerali") per i quali i quantitativi idrici impiegati sono restituiti generalmente in prossimità del prelievo, e quelli energetici (Sezione E, "Produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua calda"). Si ricorda che la codifica ATECO, sviluppata e adottata dall'ISTAT, rappresenta sostanzialmente la trasposizione italiana della codifica NACE individuata dall'Unione Europea; le attività produttive sono classificate con una codifica che, a partire da un grado di dettaglio minimo relativo alla "Divisione", individuata con 2 cifre, classificano ulteriormente le attività aggiungendo progressivamente cifre a destra del codice, definendo così il "Gruppo" (3 cifre), la "Classe" (4 cifre), giungendo infine alla codifica completa individuando la "Categoria" (5 cifre).

- sulla base di studi pregressi, di fonti bibliografiche, nonché di dati di consumo documentati per un consistente numero di imprese regionali, si erano definite dotazioni idriche per addetto per tutte le divisioni, i gruppi e le classi relative alla Sezione D della classificazione ATECO delle attività economiche;
- sulla base di dette dotazioni e del catasto occupazionale CERVED si era quindi stimato, in relazione al numero di addetti e alla codifica dell'attività produttiva indicati nel database, il fabbisogno per ognuna delle UL censite;
- i valori di consumo stimati erano stati corretti in relazione ai dati noti per quelle UL per cui risultavano disponibili informazioni (provenienti da Dichiarazioni ambientali EMAS, dalle concessioni di autorizzazione al prelievo, dalle aziende che gestivano la depurazione degli scarichi, dalle autorizzazioni allo scarico in corpo idrico superficiale, da specifiche indagini dirette);
- ciascuna delle aziende censite nel database era stata poi associata ad una delle quasi 1'600 località georeferenziate sul territorio regionale (relative sia a capoluoghi comunali che ai principali abitati);
- i fabbisogni determinati per ogni singola UL erano stati attribuiti alla tipologia di approvvigionamento (acquedottistica civile, approvvigionamento autonomo da acque superficiali/sorgenti/subalveo o da pozzi di falda) in relazione alle informazioni disponibili e alla localizzazione della stessa; in particolare veniva ipotizzato che le imprese localizzate sull'areale interessato dall'acquifero regionale si approvvigionassero con acque di falda nel caso di fabbisogni superiori a 5'000 m³/anno, salvo la disponibilità di informazioni riguardo le concessioni di derivazione da acque superficiali.

Nell'ambito del presente lavoro viene effettuata una analoga attività di stima dei consumi e dei prelievi, utilizzando il database occupazionale ASIA 04 prodotto dal Servizio Controllo Strategico e Statistica della Regione Emilia-Romagna datato 2004. Tale database risulta di "qualità" significativamente migliore rispetto al "CERVED", precedentemente disponibile, riguardo la completezza e la correttezza dei dati contenuti ma, a differenza di questo, non contiene informazioni che permettano la diretta associazione delle UL ad una località (per ciascuna UL è infatti riportato l'indirizzo, ma non indicazioni relative a località/toponimi). Le aziende sono quindi state associate al centroide del capoluogo comunale di riferimento; per ottenere una distribuzione spaziale maggiormente realistica si è provveduto a georeferenziare, singolarmente, le circa 430 UL caratterizzate dai consumi idrici (noti o stimati) maggiori di 50'000 m³/anno.

Le modalità di stima dei prelievi sono sostanzialmente analoghe a quelle implementate nell'ambito del PTA. Rispetto a tali elaborazioni sono state inoltre utilizzate le informazioni contenute nella documentazione allegata alle AIA, che hanno permesso di disporre di dati di consumo e prelievo diretti per un considerevole numero di siti produttivi localizzati sul territorio regionale e soggetti alla normativa IPPC. Nel presente lavoro si sono inoltre considerati i più significativi usi connessi ai settori del lavaggio e lavorazione inerti (circa 5 Mm³/anno di prelievi sul territorio regionale), alla produzione di energia, gas e acqua (circa 4 Mm³/anno di prelievi sul territorio regionale, non sono considerate le centrali ENEL e gli usi idroelettrici), alle costruzioni (circa 1 Mm³/anno di prelievi sul territorio regionale) al commercio (circa 1 Mm³/anno di prelievi sul territorio regionale) e allo smaltimento dei rifiuti (circa 4 Mm³/anno di prelievi sul territorio

regionale); si sottolinea che per tali usi è stato fatto riferimento ai soli dati relativi alle concessioni al prelievo e allo scarico censite nei database disponibili, non si può escludere una significativa sottostima degli impieghi reali.

Come già accennato, la base dati PTA 00 e quella relativa al presente lavoro non sono confrontabili in termini di distribuzione spaziale dei prelievi:

- nella base dati PTA 00 risultavano disponibili circa 830 “punti di prelievo” (da acque superficiali o sotterranee) relativi ad altrettante località georeferenziate alle quali erano riferibili una o più UL che emungevano acqua dalle falde;
- nella base dati ASIA 04 sono disponibili complessivamente circa 1'100 punti di prelievo, relativi a singole Unità Locali o a centroidi comunali.

Per migliorare la rappresentazione spaziale dei dati PTA 00 si è provveduto a georeferenziare, singolarmente, le circa 270 UL caratterizzate da prelievi superiori a 100'000 m³/anno; dopo tale operazione la base dati PTA 00 risulta quindi disporre di circa 1000 punti di prelievo.

2.3.1 Il numero di addetti al comparto manifatturiero

Relativamente al numero di addetti al comparto manifatturiero sono disponibili diverse fonti dati:

- i database relativi ai censimenti ISTAT 1991 e 2001;
- il database CERVED 00 (dati 1998-1999) utilizzato nella redazione del PTA;
- il database ASIA 04

In fase di redazione del PTA non risultavano ancora disponibili i dati ISTAT 01 e quindi, ritenendo, giustamente, troppo datati i dati ISTAT 91, era stato fatto riferimento unicamente al database CERVED 00. Nella redazione del presente lavoro si sono resi disponibili i dati ISTAT 00 e ASIA 04 ed è quindi possibile un confronto delle informazioni, in relazione al quale emergono alcune discrepanze, non sempre spiegabili in relazione al differente orizzonte temporale di riferimento:

- la consistenza occupazionale da ISTAT 01 risulta sensibilmente superiore a quella deducibile da CERVED 00 e da ASIA 04, in entrambi i casi di circa il 3% a livello regionale; è inoltre da considerarsi che i catasti CERVED 00 e ASIA 04 non considerano gli addetti atipici (“cococo” e interinali) ai quali ISTAT 01 attribuisce oltre 20'000 unità (4% degli addetti “tradizionali” a livello regionale) e che risultano verosimilmente in progressiva espansione;
- il catasto CERVED 00 sottostima fortemente (di oltre il 25%) gli occupati per il settore agroalimentare (idroesigente e molto consistente nel territorio regionale), per quello petrolchimico (molto idroesigente ma poco consistente) e per quello della fabbricazione di mezzi di trasporto (a bassa idroesigenza); riguardo le province si evidenzia una sottostima del 18% per Forlì-Cesena, dell'8% per quella di Parma e del 5% per quella di Reggio-Emilia;
- il catasto ASIA 04 sottostima significativamente (del 22%) gli occupati per il settore tessile (consistente nel territorio regionale ma solo in parte idroesigente), an-

che se al riguardo non si esclude una reale tendenza alla diminuzione del numero di addetti intercorsa nel periodo 2001-2004; per quello petrolchimico (molto idroesigente ma poco consistente) e per quello della fabbricazione di mezzi di trasporto (a bassa idroesigenza); riguardo le province solo per Ferrara si evidenzia un significativo scostamento in negativo rispetto ai dati ISTAT 01 (-6%).

Le differenze in termini di consistenza occupazione riscontrate dal confronto dei diversi database possono essere riconducibili ad una diversa assegnazione del numero di addetti alle UL censite e/o all'aver ignorato UL esistenti. In effetti nel corso delle elaborazioni connesse alla redazione del PTA il catasto CERVED aveva mostrato alcune lacune, connesse alla mancanza di imprese di proporzioni anche significative, evidenziata dal confronto dei dati disponibili relativi a scarichi, autorizzazioni al prelievo, ecc; con riferimento al database ASIA 04 sono stati evidenziati pochissimi casi in cui una UL di significative proporzioni risulta assente¹⁵.

È da osservarsi che le discrepanze CERVED 00 - ISTAT 01 non inficiano sostanzialmente l'affidabilità delle valutazioni contenute nel PTA: le possibili sottostime dei prelievi risultano verosimilmente apprezzabili solo per la provincia di Parma (dove è molto importante il settore agroindustriale) e per quella di Forlì-Cesena (dove la sottovalutazione degli addetti CERVED 00 è più elevata). Il database ASIA 04 risulta significativamente più "robusto" del CERVED 00: le discrepanze rispetto ad ISTAT 01 sono di minore entità per le diverse province e le diverse tipologie di attività produttive. Peraltro il database ASIA 04 rappresenta lo stato dell'arte relativamente ai database occupazionali disponibili: non necessariamente scostamenti rispetto ai dati ISTAT 01 sono da ritenersi connessi ad errori di ASIA 04. È inoltre da ricordare che le elaborazioni di stima sono condotte sulla base di dotazioni idriche per addetto calcolate sulla base del numero di addetti indicato dai database CERVED 00 e ASIA 04; eventuali sistematiche sottovalutazioni del numero di occupati attribuiti alle aziende censite in tali database (anche relativi a cococo e ad interinali) non produrrebbero quindi significative distorsioni: le dotazioni stimate risulterebbero superiori a quelle reali e andrebbero applicate ad un numero di addetto proporzionalmente inferiori a quelli reali (evidentemente più problematico è il caso di aziende esistenti ma non censite).

Nella Tabella 8 sono riepilogate le diverse informazioni disponibili riguardo la consistenza occupazionale del comparto manifatturiero.

¹⁵ In entrambi i database CERVED 00 e ASIA 04 risultano assenti diverse aziende (generalmente di piccole proporzioni) relative al comparto agroalimentare; queste situazioni sono riferibili non tanto ad errori quanto ad una oggettivamente incerta/ambigua attribuzione del codice ATECO: si tratta spessissimo di aziende casearie (classificate verosimilmente nella Divisione ATECO 01 – Agricoltura, Caccia e Pesca) o di imprese che si occupano di lavorazione e commercializzazione di vegetali (classificate in questo caso nelle Divisioni ATECO 50 – Commercio o 60 – Magazzinaggio).

Tabella 8 Consistenza occupazionale del comparto manifatturiero in relazione ai diversi database disponibili

Province	ISTAT		CERVED	ASIA	Sottosezione (Divisioni)	ISTAT 2001	CERVED 2000	ASIA 2004
	1991	2001	1999	2004				
Piacenza	26372	26197	27066	25824	DA (15, 16) Alimentari, bevande tabacco	69021	51459	69393
Parma	51596	53501	49610	54603	DB (17, 18) Tessili e abbigliamento	50512	54603	44260
Reggio Emilia	75360	82406	78147	80637	DC (19) Concia, pelletteria e calzature	11233	13343	9578
Modena	118655	121012	119209	113279	DD (20) Legno e prodotti in legno	14563	15332	14066
Bologna	129477	122676	121653	116296	DE (21, 22) Carta e editoria	23101	22388	22416
Ferrara	34774	32017	32715	29379	DF (23) Coke, petrolchimica	578	452	624
Ravenna	36494	34490	34094	33965	DG (24) Chimica	16343	15921	16917
Forlì-Cesena	37358	45013	38292	46192	DH (25) Prodotti in gomma/materie plastiche	19422	16963	18771
Rimini	21295	21505	21452	21895	DI (26) Vetro, ceramiche e refrattari	48615	51128	46149
Totale	531381	538817	522238	522070	DJ (27, 28) Produzione metallo/prodotti in metallo	92220	92277	93253
					DK (29) Macchine meccaniche	106307	102404	102653
					DL (30,31,32,33) Macchine elettriche	45163	44838	44077
					DM (34,35) Mezzi di trasporto	21658	17675	19743
					DN (36,37) Altre industrie manifatturiere	20081	23455	20169

2.3.2 L'andamento della produzione industriale

Dalle banche dati Unioncamere Emilia-Romagna sono stati estratti i database relativi all'andamento della produzione manifatturiera regionale¹⁶. Sono in particolare disponibili gli indici congiunturali relativi all'andamento della produzione manifatturiera per le singole province e, con riferimento all'intera regione, per le principali tipologie di attività produttive, per gli anni 1988-2006.

Nella Tabella 9 sono mostrati gli indici di produzione manifatturiera relativi alle diverse province; i valori sono stati riscaliati in maniera da avere valore 100 per l'anno 2000, che costituisce l'orizzonte temporale di riferimento per la valutazione dei consumi effettuata nel PTA. Si osserva come, a livello regionale, la produzione industriale sia risultata sostanzialmente stagnante nell'intero periodo 2000-2006; si evidenzia inoltre come, a livello provinciale, gli andamenti non siano sempre concordi con quello medio regionale.

¹⁶ I dati sono disponibili al sito <http://www.rer.camcom.it/datiecon/guida/>

Tabella 9 Andamento degli indici provinciali della produzione manifatturiera (2000 = 100)

Anno	Piacenza	Parma	Reggio Emilia	Modena	Bologna	Ferrara	Ravenna	Forlì-Cesena	Rimini	Regione
1992	70	76	61	72	73	75	77	77	79	72
1993	69	76	63	72	73	73	77	74	74	72
1994	73	80	69	78	78	81	80	79	81	77
1995	78	84	80	85	87	91	87	85	88	85
1996	81	87	83	85	88	92	84	87	89	86
1997	80	89	86	89	93	94	86	91	89	90
1998	85	93	91	91	96	93	90	93	94	93
1999	89	98	92	93	95	95	94	95	96	94
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2001	107	104	102	101	102	99	100	106	105	102
2002	110	105	100	102	102	97	99	108	107	102
2003	109	104	99	99	101	96	98	107	104	101
2004	108	103	99	98	101	95	98	106	105	100
2005	109	102	98	96	100	94	95	105	105	99
2006	112	104	101	98	102	97	97	108	105	102

Nella Tabella 10 sono mostrati gli indici regionali dell'andamento della produzione per le diverse tipologie di attività; si sottolinea come, nonostante il grado di dettaglio della tabella sia quello della Divisione, in realtà i dati sono disponibili con una disaggregazione di minore dettaglio: le serie storiche eguali fra loro in evidenza per diverse delle Divisioni tabellate, derivano dal fatto che esse derivano da una stessa categoria di attività considerata nei database Unioncamere.

Tabella 10 Andamento degli indici regionali della produzione manifatturiera suddivisi per Divisione ATECO (2000 = 100)

Anno	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1992	82	72	71	71	71	84	76	76	72	69	63	105	65	65	65	65	65	65	65	73	73	69	65
1993	83	72	68	68	68	83	72	72	72	68	65	93	65	65	65	65	65	65	65	71	71	65	65
1994	84	77	75	75	75	92	72	72	77	72	67	96	72	72	72	72	72	72	72	78	78	65	72
1995	85	85	81	81	81	97	81	81	85	81	78	102	84	84	84	84	84	84	84	90	90	72	84
1996	88	86	84	84	84	94	84	84	86	84	77	98	85	85	85	85	85	85	85	91	91	75	85
1997	89	90	88	88	88	98	91	91	90	90	87	98	88	88	88	88	88	88	88	99	99	80	88
1998	93	93	91	91	91	100	92	92	93	94	91	95	92	92	92	92	92	92	92	100	100	87	92
1999	97	94	94	94	94	94	95	95	94	95	94	98	93	93	93	93	93	93	93	100	100	92	93
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2001	104	102	103	103	103	101	104	104	102	101	104	104	103	103	103	103	103	103	103	94	94	104	103
2002	110	102	100	100	100	102	107	107	102	105	104	106	103	103	103	103	103	103	103	91	91	104	103
2003	110	101	95	95	95	101	107	107	101	104	104	105	102	102	102	102	102	102	102	90	90	103	100
2004	110	100	94	94	94	105	107	107	100	105	104	106	102	102	102	102	102	102	102	91	91	107	100
2005	109	99	95	95	95	104	106	106	99	104	104	105	103	103	103	103	103	103	103	91	91	106	98
2006	110	102	100	100	100	103	108	108	102	106	106	107	106	106	106	106	106	106	106	94	94	105	102

Per ciascuna provincia e ciascuna tipologia di attività produttiva (con un grado di dettaglio alla scala di Divisione) si sono quindi individuati dei coefficienti che, per ogni anno, forniscono l'incremento o la diminuzione della produzione rispetto ai valori al 2000.

2.3.3 I fabbisogni industriali

Oltre all'andamento della produzione, i fabbisogni idrici connessi al comparto manifatturiero sono legati all'efficienza dei processi produttivi nell'uso dell'acqua, ovvero dei

consumi specifici (m^3 /unità di prodotto o di materia prima lavorata). In effetti dai dati e dalla bibliografia di settore disponibile¹⁷ si evidenzia come nel corso dell'ultimo trentennio l'efficienza dei processi produttivi nell'utilizzo dell'acqua sia migliorata anche molto significativamente; si osserva, ad esempio come nell'industria saccarifera i consumi medi per unità di materia prima lavorata (barbabietola) siano passati dai quasi $4 m^3/t$ della seconda metà degli anni '70 del secolo scorso a meno di $1 m^3/t$ al 2000.

È quindi verosimile che nel periodo 1992-2006 i consumi specifici per unità di prodotto si siano progressivamente ridotti in misura apprezzabile. Nel PTA erano contenute una serie di valutazioni riguardo l'entità del miglioramento dell'efficienza dell'uso dell'acqua per un certo numero di processi produttivi particolarmente significativi, ed erano effettuate delle previsioni di ulteriore riduzione dei consumi specifici con riferimento agli orizzonti temporali di piano. Sulla base di tali indicazioni si sono stimate delle variazioni dei consumi specifici per unità di prodotto rispetto ai valori relativi all'anno 2000; nella Tabella 11 sono in particolare indicati gli indici di efficienza nel consumo idrico individuate per le diverse Divisioni al 1992 e al 2006; per gli anni intermedi si è operato con opportune interpolazioni. Evidentemente tali variazioni sono rappresentative delle situazioni medie riferibili alle diverse tipologie di attività produttive riscontrabili nelle singole Divisioni, che peraltro possono risultare anche molto differenti in termini di idroesigenza¹⁸; le incertezze e le possibili imprecisioni connesse alle elaborazioni effettuate non possono quindi essere ritenute marginali.

Tabella 11 Indici dei consumi idrici specifici nei processi produttivi per le diverse Divisioni (2000 = 100)

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1992	148	132	141	141	141	141	148	132	141	132	132	148	141	141	126	126	126	126	126	126	126	126	126
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2006	87	91	89	89	89	89	87	91	89	91	91	87	89	89	93	93	93	93	93	93	93	93	93

2.3.4 I prelievi industriali di acque di falda

Contrariamente a quanto effettuato con riferimento agli usi civili, irrigui e zootecnici non si ritiene possibile per gli usi industriali ricostruire una serie storica dei consumi annui: le due valutazioni dei consumi e dei prelievi, ovvero la PTA 00 e quella effettuata nel presente lavoro (ASIA 04) non sono direttamente confrontabili e peraltro non risulterebbe praticabile operare ricostruzioni annue per l'intero periodo 1992-2000 sulla sola base di informazioni datate ~1999-2000.

¹⁷ Si evidenziano in particolare l'analisi effettuata con riferimento all'agroindustria nel lavoro: REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (2002): *Supporto per il bilancio idrico regionale, predisposizione di una analisi di sintesi a livello regionale, sui bilanci idrici, con disaggregazione per gli areali appartenenti alle diverse Autorità di Bacino*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale; le valutazioni compiute nell'ambito del PTA descritte nel documento: REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ARPA (2003): *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province ed alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Art. 44 del D.Lgs. 152/99 e Art. 15 L.R. 3/99) – Bilanci idrici: aggiornamento dello stato attuale, scenari evolutivi e di azioni e misure di razionalizzazione, risparmio e riutilizzo*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

¹⁸ Si evidenzia, ad esempio, come la Divisione 15, relativa all'agroindustria, sia caratterizzata da attività che si differenziano anche molto fortemente in termini di idroesigenza dei processi produttivi.

Si ritiene quindi preferibile considerare le stime PTA 2000 rappresentative del periodo 1992-2000 (con le opportune correzioni) e quelle effettuate per il presente lavoro sulla base del catasto ASIA 04 rappresentative del periodo 2002-2006.

Con riferimento al periodo 1992-2000 si evidenzia che i dati PTA 2000 sono rappresentativi degli ultimi anni dell'arco temporale di interesse; si rende pertanto necessario un tentativo di correzione che possa renderli temporalmente baricentrici al periodo d'interesse.

Operativamente per ogni industria censita nel database CERVED 2000, appartenente ad una specifica provincia "PR" e riferibile ad una attività produttiva appartenente ad una Divisione "i", i consumi "C_{ij}", relativi ad ogni anno "j" sono stati determinati sulla base dei consumi valutati nel PTA per l'anno 2000 (C_{PTA2000}), con:

$$C_{1992-2000ij} = C_{PTA2000} \cdot K_{PROD\ PR,i,j} \cdot K_{CONS\ j}$$

Dove:

$K_{PROD\ PR,i,j}$ è il coefficiente di incremento/diminuzione dei volumi produttivi relativi all'anno "i", alla provincia "PR" e alla Divisione "j" rispetto ai valori relativi al 2000;

$K_{CONS\ j}$ è il coefficiente di incremento/diminuzione dei consumi specifici per unità di prodotto per la Divisione "j" rispetto ai valori relativi al 2000.

Si osserva che la metodologia utilizzata considera, per ipotesi, che il dataset delle imprese rimanga immutato nell'intero arco temporale 1992-2000. Tale assunzione, ovviamente non corretta, può essere causa di errori anche significativi riguardo i punti di prelievo relativi a singoli, importanti, insediamenti; con riferimento ai punti di prelievo associati a località, sulle quali si considerano accentrati diversi emungimenti relativi ad aziende di medie e piccole proporzioni, permette di compensare, alla scala di località, la chiusura o la apertura di insediamenti produttivi.

Con riferimento alle elaborazioni di stima dei prelievi effettuate per il presente lavoro si osserva che il catasto occupazionale ASIA 04 è datato 2004 e i dati di consumo utilizzati sono riferibili, essenzialmente, agli anni 2003-2005; si può pertanto ritenere che le elaborazioni effettuate siano temporalmente baricentriche al periodo di interesse 2002-2006. Si ricorda che in relazione alla corrente ristrutturazione del comparto saccarifero nazionale, nel corso del 2005-2006, 6 degli zuccherifici presenti nel territorio hanno cessato le attività: Russi, Bondeno, Finale Emilia, Forlimpopoli, Ostellato e San Pietro in Casale (peraltro anche per quello di Ferrara la chiusura appare prossima).

Nella Tabella 12 sono sintetizzati i prelievi provinciali connessi al comparto manifatturiero nel periodo 1992-2006. Si osserva che sono indicati solo i valori che ricadono nella perimetrazione dei diversi gruppi acquiferi significativi, leggermente diversa da quella utilizzata per le medesime elaborazioni nel PTA; conseguentemente i valori riportati nella tabella si discostano leggermente dai corrispondenti valori indicati nel PTA.

Tabella 12 Prelievi provinciali dalle falde connessi al comparto manifatturiero per gli anni 1992-2006 (Mm³/anno)

Provincia	1992-2000	PTA 2000	ASIA 2004 (2002-2006)
Piacenza	14.0	14.2	11.2
Parma	46.0	41.7	45.8
Reggio-Emilia	24.1	21.1	16.2
Modena	35.0	31.6	25.5
Bologna	25.1	24.0	14.6
Ferrara	7.2	7.3	6.9
Ravenna	17.0	16.4	14.8
Forlì-Cesena	8.2	8.9	8.1
Rimini	3.1	3.1	1.9
Totale	180	168	145

Riguardo le risultanze delle elaborazioni prodotte per la valutazione dei prelievi connessi al comparto manifatturiero di seguito si riportano alcune considerazioni:

- i prelievi industriali da falda sono valutati particolarmente consistenti nella provincia di Parma, soprattutto, e nelle province di Reggio-Emilia, Modena e Bologna, risultando invece marginali in quella di Ferrara (per la disponibilità e l'utilizzo di acque superficiali per le necessità industriali) e di Rimini (per la ridotta consistenza del comparto);
- l'agroindustria risulta la tipologia di attività produttiva maggiormente idroesigente, risultando ad essa riferibili oltre il 45% dei prelievi complessivi regionali di acque di falda;
- l'andamento dei prelievi industriali dalle falde si può ritenere in sensibile diminuzione in tutto il periodo considerato, anche se localmente si segnalano incrementi degli emungimenti connessi a nuovi insediamenti e/o a potenziamenti di impianti esistenti;
- le incertezze connesse alle elaborazioni prodotte e le eventuali imprecisioni non possono essere ritenute marginali; in particolare con riferimento all'estrapolazione dei dati di consumo specifico relativi al 2000, si è necessariamente fatto riferimento alle valutazioni effettuate in fase di redazione del PTA;
- in relazione alle elaborazioni effettuate i prelievi risulterebbero diminuiti di quasi il 20% dal valore 1992-2000 al 2004; si tratta questa di una diminuzione consistente; i fabbisogni complessivi (comprensivi di approvvigionamenti da acque superficiali e da acquedotto civile ed industriale) sono valutati in 295 Mm³/anno per la media 1992-2000 e 271 Mm³/anno per il 2004; la diminuzione dei prelievi dalle falde appare quindi più elevata della diminuzione dei fabbisogni industriali complessivi;

Si ricorda e si sottolinea che le valutazioni 1992-2000 e 2004 (rappresentativa degli anni 2002-2006) non sono completamente omogenee e derivano, almeno in parte, da stime sulla base di dotazioni idriche per addetto e di informazioni relative alle concessioni al prelievo e allo scarico; i margini di incertezza complessivi delle elaborazioni relativi sono verosimilmente non molto inferiori alle variazioni dei consumi e dei prelievi nelle diverse province individuati nelle elaborazioni stesse: va quindi posta una

dovuta cautela nell'interpretare, in particolare alla scala provinciale, la differenza fra i valori di prelievo quale effettiva tendenza all'incremento o alla diminuzione dei prelievi. Entro il prossimo biennio, con la messa a regime del sistema autorizzatorio connesso alla normativa IPPC, si renderanno sistematicamente disponibili, annualmente, dati di consumo e prelievo documentati per tutte le aziende maggiormente idroesigenti; si ridurrà quindi il numero delle Unità Locali per le quali risulta indispensabile procedere ad una stima dei consumi, e le informazioni disponibili permetteranno in ogni caso una migliore accuratezza delle stime stesse.

2.4 SETTORE ZOOTECNICO

Per la stima dei fabbisogni connessi al settore zootecnico è stato fatto riferimento alla consistenza delle diverse specie di bestiame allevate e a dotazioni idriche per capo specifiche per ogni specie allevata e, per alcune specie, differenziate nelle diverse province.

Riguardo la consistenza delle diverse specie allevate è stato fatto primariamente riferimento ai dati ISTAT provenienti dai censimenti dell'agricoltura del 1990 e del 2000. I dati al 2006 sono stati preliminarmente stimati alla scala regionale sulla base delle serie storiche 1996-2005 relativi alla consistenza delle diverse specie allevate deducibili dalle banche dati Unioncamere Emilia-Romagna¹⁹; quindi, i dati regionali sono stati disaggregati sui singoli comuni, in relazione agli andamenti evidenziabili dal confronto dei censimenti ISTAT del 1990 e del 2000. Nella Tabella 13 sono mostrati i totali provinciali relativi al 1990, al 2000 e quelli stimati per il 2006.

¹⁹ I dati sono tratti dal sito <http://www.rer.camcom.it/datiecon/guida/> e sono di fonte ISTAT. La serie storica completa è dagli anni 1986 al 2005; per le previsioni delle tendenze evolutive al 2006 è stato considerato solo l'ultimo decennio.

Tabella 13 Consistenza del comparto zootecnico al 1990, al 2000 e stime al 2006 (migliaia di capi)

		Avicoli	Bovini	(di cui vacche da latte)	Bufalini	Caprini	Cunicoli	Equini	Ovini	Struzzi	Suini
1990	Piacenza	3273	133	50	0.01	1.6	56	1.4	3.4	0.0	125,5
	Parma	24954	191	107	0.01	2.8	114	2.6	6.2	0.0	265,1
	Reggio-Emilia	3873	216	106	0.00	0.8	101	1.7	8.5	0.0	482,3
	Modena	6976	157	72	0.03	1.7	178	2.1	7.6	0.0	564,2
	Bologna	4321	69	22	0.00	3.5	156	3.2	16.9	0.0	85,2
	Ferrara	25465	47	7	0.00	1.2	92	1.3	9.5	0.0	28,9
	Ravenna	3373	22	4	0.02	0.6	329	1.6	8.2	0.0	152,0
	Forlì-Cesena	4040	28	4	0.00	1.8	123	1.9	25.7	0.0	169,5
	Rimini	265	7	1	0.01	1.1	61	0.8	7.8	0.0	23,9
Totale	76540	871	374	0.08	15.3	1211	16.6	94	0	1897	
2000	Piacenza	1421	92	35	0.02	1.2	33	1.5	4.7	0.2	123,7
	Parma	38246	157	87	0.52	1.7	81	2.5	6.6	0.2	180,4
	Reggio-Emilia	4857	161	80	0.29	0.7	52	2.1	7.6	0.3	411,9
	Modena	4493	109	51	0.00	1.1	91	2.0	5.8	0.5	491,6
	Bologna	3338	42	13	0.02	2.4	67	2.7	10.8	1.7	63,1
	Ferrara	4109	26	4	0.33	0.4	37	1.0	7.7	0.3	29,6
	Ravenna	7300	10	3	0.01	0.7	155	1.3	6.6	0.4	82,1
	Forlì-Cesena	1234	22	1	0.00	1.9	382	1.7	23.8	1.1	154,9
	Rimini	407	4	1	0.00	0.5	47	0.8	5.9	1.3	15,7
Totale	65405	622	275	1.18	10.5	945	15.7	79	6	1553	
2006	Piacenza	1294	89	35	0.01	1.0	29	2.2	5.6	0.2	178,1
	Parma	40069	155	87	0.37	1.5	70	3.7	7.5	0.2	182,9
	Reggio-Emilia	4977	157	79	0.21	0.6	45	4.2	7.9	0.3	387,6
	Modena	4274	107	50	0.00	1.0	79	2.7	6.0	0.5	478,1
	Bologna	3241	40	13	0.01	2.1	58	3.4	10.6	1.7	75,0
	Ferrara	3349	25	4	0.23	0.4	32	1.1	8.2	0.3	41,2
	Ravenna	7949	9	2	0.01	0.6	134	1.3	6.5	0.4	52,2
	Forlì-Cesena	1080	21	1	0.00	1.7	330	1.8	23.8	1.1	196,3
	Rimini	427	3	1	0.00	0.5	41	1.4	5.8	1.3	15,2
Totale	66659	607	272	0,84	9,3	817	21,8	82	6	1607	

Una volta definita la consistenza del comparto zootecnico alla scala comunale si sono calcolati i fabbisogni idrici, sempre alla scala comunale, sulla base delle seguenti dotazioni idriche, tratte dal PTA e dai diversi studi di settore disponibili²⁰:

- 12 m³/capo/anno per i bovini (escluse le vacche da latte);
- 42 m³/capo/anno per le vacche da latte e i bufalini;
- 15 m³/capo/anno per gli equini;
- 1 m³/capo/anno per ovini e caprini;

²⁰ REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (1996): *Definizione del bilancio idrico per il territorio di Parma e Reggio-Emilia*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

ARPA EMILIA-ROMAGNA & AUTORITÀ DEI BACINI CONCA E MARECCHIA (2000): *Progetto di Piano del bacino interregionale Conca e Marecchia – Settore Uso e tutela della risorsa idrica*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (1999): *Supporto per il bilancio idrico del territorio della provincia di Bologna e della restante porzione del bacino del Fiume Reno*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (2001): *Supporto per il bilancio idrico dei territori delle province di Piacenza, Modena e Ferrara*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (2002): *Supporto per il bilancio idrico regionale – Supporto per il bilancio idrico dei territori della provincia di Forlì e della porzione ravennate esterna al bacino Reno – Destra Reno*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ARPA (2002): *Supporto per il bilancio idrico regionale - Predisposizione di una analisi di sintesi a livello regionale, sui bilanci idrici, con disaggregazione per gli areali appartenenti alle diverse Autorità di Bacino*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ARPA (2003): *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province ed alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Art. 44 del D.Lgs. 152/99 e Art. 15 L.R. 3/99) – Bilanci idrici: aggiornamento dello stato attuale, scenari evolutivi e di azioni e misure di razionalizzazione, risparmio e riutilizzo*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

ARPA EMILIA-ROMAGNA & PROVINCIA DI PARMA (2005): *Supporto tecnico e stesura di alcune attività per l'elaborazione del Piano Provinciale di Tutela delle Acque*, Bologna, ARPA – Struttura di Ingegneria Ambientale.

- 0.05 m³/capo/anno per i cunicoli e avicoli;
- 0.5 m³/capo/anno per gli struzzi;
- 5 m³/capo/anno per i suini nelle province di BO e 6 m³/capo/anno in quelle di RA, MO, FE, FC e RN, 7.3 m³/capo/anno in quella di PC e 7.5 m³/capo/anno in quelle di PR e RE.

Tali dotazioni sono state considerate per la stima dei fabbisogni comunali al 2000 e al 2006; per il 1990 si sono considerate dotazioni maggiorate del 10%.

È stato quindi ipotizzato che i fabbisogni comunali siano ripartiti uniformemente sui singoli territori di pertinenza e che, nella porzione di territorio comunale ricadente nell'areale dell'acquifero regionale, l'approvvigionamento idrico avvenga per il 80% in forma autonoma, con l'emungimento tramite pozzi di falda. I valori stimati per gli anni 1990, 2000 e 2006 sono quindi stati interpolati linearmente per ottenere la serie storica completa 1992-2006 dei prelievi comunali connessi al settore zootecnico. Al riguardo nella Tabella 14 sono sintetizzati i valori provinciali.

Tabella 14 Prelievi provinciali nei comuni interessati almeno in parte dall'acquifero regionale di pianura connessi al comparto zootecnico dal 1992 al 2006 (Mm³/anno)

Provincia	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Media 1992-2000	Media 2002-2006
Piacenza	2.8	2.7	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.3
Parma	5.3	5.1	4.9	4.8	4.6	4.5	4.3	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.6	4.0
Reggio-Emilia	6.1	5.9	5.7	5.5	5.3	5.2	5.0	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	5.3	4.5
Modena	4.2	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6	3.5	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.7	3.2
Bologna	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
Ferrara	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
Ravenna	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.6	0.4
Forlì-Cesena	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	0.9	1.1
Rimini	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Totale	22	21	21	20	19	19	18	17	19	17							

Riguardo le risultanze delle elaborazioni prodotte, di seguito si riportano alcune considerazioni:

- i prelievi zootecnici risultano di entità apprezzabile solo nelle province di Parma, Reggio-Emilia e Modena, risultando comunque, anche in queste province, inferiori di circa un ordine di grandezza rispetto agli emungimenti dalle falde connessi ai settori civile, industriale e irriguo;
- quasi l'80% dei fabbisogni idrici del settore zootecnico è connesso all'allevamento di suini e alle vacche da latte; i consumi connessi alle altre specie allevate sono esigui, con l'eccezione di quelli connessi ai bovini (che risultano comunque relativamente modesti);
- l'andamento dei prelievi zootecnici dalle falde si può ritenere in apprezzabile diminuzione fino circa al 2000, ciò in relazione alla diminuzione della consistenza delle specie allevate maggiormente significative in termini di idroesigenza e di

dotazioni idriche per capo verosimilmente in leggera diminuzione; nel periodo successivo, fino al 2006, i prelievi sono valutati sostanzialmente stazionari;

- in relazione ai ridotti volumi idrici in gioco le incertezze connesse alle elaborazioni prodotte ed eventuali imprecisioni risultano marginali in termini di impatto sulle risultanze del presente lavoro.

2.5 SINTESI DEI PRELIEVI

Nei punti seguenti sono sintetizzati i risultati conseguiti nella attività di definizione del quadro conoscitivo riguardo i prelievi connessi ai settori civile, irriguo, industriale e zootecnico.

- **Settore civile**

- si è pervenuti a disporre dei prelievi annuali 1992-2006 per ciascun pozzo/campo pozzi, nonché delle informazioni che permettono una georeferenziazione degli stessi; si sono inoltre stimati gli emungimenti autonomi, sempre con riferimento al periodo 1992-2006, con un grado di dettaglio in questo caso alla scala comunale;
- i prelievi civili acquedottistici possono ritenersi sostanzialmente non affetti da imprecisioni, derivando essenzialmente dalle serie storiche di dati misurati trasmessi dai gestori; imprecisioni del $\pm 10\%$ possono essere generalmente riferibili alle situazioni nelle quali si è dovuti operare con stime per la ricostruzione di lacune nelle serie storiche;
- eventuali imprecisioni connesse alle valutazioni degli approvvigionamenti dei residenti non serviti da acquedotto sono da considerarsi marginali, data la ridotta entità dei prelievi; più difficile da valutare è l'entità dei prelievi connessi ai pozzi domestici relativi ai residenti serviti da acquedotto, non si ritengono comunque tali volumi di entità tale da pregiudicare l'affidabilità delle elaborazioni prodotte.

- **Settore irriguo**

- si è pervenuti a disporre dei prelievi annuali 1992-2006 con un grado di dettaglio alla scala comunale;
- i prelievi irrigui possono ritenersi affetti da imprecisioni dell'ordine del $\pm 15\%$ alla scala provinciale, con un sensibile incremento del margine di imprecisione all'incrementarsi del dettaglio territoriale, risultando prevedibile una incertezza mediamente del $\pm 30\%$ alla scala subcomunale (tale grado di dettaglio è connesso alla ripartizione dei prelievi comunali in relazione alla densità di pozzi irrigui).

- **Settore industriale**

- per il settore industriale manifatturiero si è pervenuti a disporre dei prelievi annuali medi 1992-2002 in corrispondenza di ciascuna delle località georeferenziate; si sono inoltre georeferenziate singolarmente (con una precisione

dell'ordine dei 300 m) gli insediamenti produttivi caratterizzati da prelievi valutati superiori a 100'000 m³/anno;

- per gli anni 2002-2006 si è pervenuti a disporre dei prelievi comunali medi; si sono inoltre georeferenziati singolarmente (con una precisione dell'ordine dei 300 m) gli insediamenti produttivi caratterizzati da prelievi valutati superiori a 50'000 m³/anno;
- i prelievi industriali possono ritenersi affetti da imprecisioni dell'ordine del $\pm 20\%$ alla scala provinciale, con un sensibile incremento del margine di imprecisione all'incrementarsi del dettaglio territoriali, risultando prevedibile una incertezza mediamente del $\pm 30\%$ a livello singola località o comune e per gli insediamento produttivi considerati singolarmente del $\pm 10\%$ nei casi di disponibilità di dati documentati o del $\pm 30\%$ nel caso di prelievi derivanti da stime; non si possono tuttavia escludere errori anche fortemente superiori in specifiche situazioni.

• **Settore zootecnico**

- per il settore zootecnico si è quindi pervenuti a disporre dei prelievi annuali 1992-2006 con un grado di dettaglio alla scala comunale;
- i prelievi zootecnici possono ritenersi affetti da imprecisioni dell'ordine del $\pm 20\%$ alla scala provinciale; eventuali maggiori imprecisioni connessi alla discesa di scala nel dettaglio locale risultano comunque marginali, in relazione alla ridotta entità dei prelievi.

Nella Tabella 15 sono sintetizzati i prelievi provinciali complessivi dalle falde negli anni 1992-2006; nella Figura 6 gli stessi dati sono graficati. A livello regionale si osserva una sostanziale stabilità: le condizioni climatiche degli anni 2002-2006, sensibilmente più secche degli anni 1992-2000 hanno comportato emungimenti irrigui significativamente superiori che hanno compensato la riduzione degli usi industriali. Con riferimento alle singole province il confronto 2002-2006 verso 1992-2000, evidenzia:

- Piacenza: è stimato un significativo incremento essenzialmente riferibile agli emungimenti irrigui (in questo caso oltre all'effetto delle condizioni climatiche è valutato anche un aumento delle superfici irrigate con acque di falda); sono valutati sostanzialmente stazionari gli emungimenti civili e in diminuzione quelli industriali;
- Parma: è stimato un apprezzabile incremento dei prelievi connesso agli emungimenti civili e irrigui (per questi ultimi per effetto delle condizioni climatiche), mentre i consistenti usi industriali appaiono stazionari;
- Reggio-Emilia: viene valutato un apprezzabile incremento dei prelievi, connesso intermente agli emungimenti irrigui (in questo caso viene stimato un sensibile incremento dei prelievi anche a condizioni climatiche medie), mentre appaiono stazionari gli usi civili e in significativa riduzione quelli industriali;
- Modena: i prelievi vengono stimati in leggera diminuzione; ad un sensibile incremento degli emungimenti civili, corrisponde una significativa diminuzione per gli usi stimati per il settore industriale, mentre quelli irrigui appaiono stazionari (per effetto delle condizioni climatiche, mentre le colture irrigate con acque di falda risulterebbero in diminuzione)

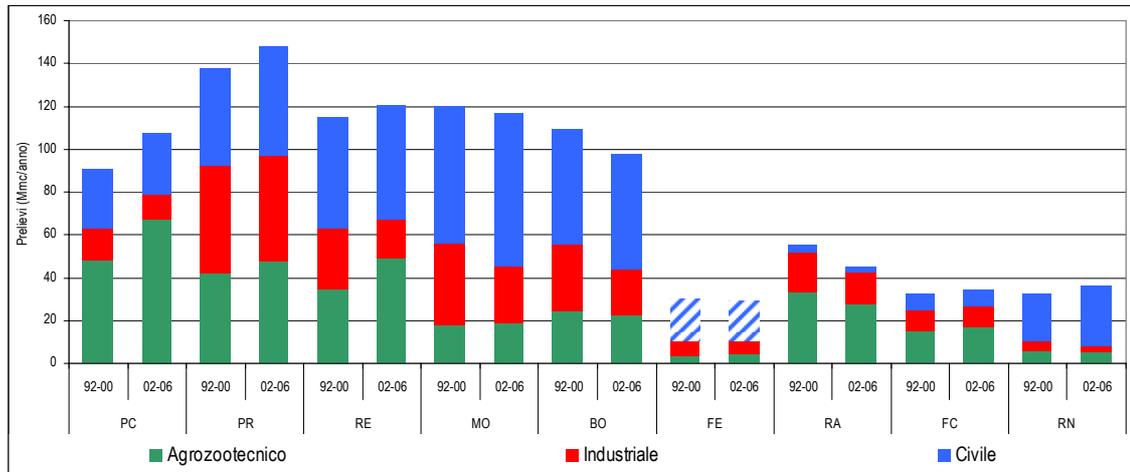
- Bologna: viene valutata una apprezzabile diminuzione dei prelievi, essenzialmente riferibile al settore industriale mentre gli emungimenti civili e appaiono costanti e quelli irrigui in leggera diminuzione (per essi l'effetto delle condizioni climatiche maschera in parte la diminuzione delle colture irrigate con acque di falda);
- Ferrara: i prelievi appaiono stazionari e quantitativamente modesti, con riferimento agli emungimenti civili si sottolinea come gli stessi siano riferibili a falde strettamente connesse al fiume Po;
- Ravenna: i prelievi vengono valutati in consistente diminuzione, connessa essenzialmente ad un calo degli emungimenti industriali e di quelli irrigui (nonostante le condizioni climatiche significativamente più siccitose dell'ultimo periodo);
- Forlì-Cesena: i prelievi complessivi sono indicati in sensibile incremento per effetto dell'aumento degli emungimenti irrigui (connessi alle condizioni climatiche e non ad un incremento delle colture irrigate con acque di falda) mentre stazionari appaiono gli usi civili e industriali;
- Rimini: i prelievi complessivi sono stimati in significativo incremento per effetto del considerevole aumento degli emungimenti civili (che costituiscono oltre il 75% del totale), non compensato dalla modesta diminuzione (in termini di valori assoluti) degli usi industriali e irrigui.

Tabella 15 Prelievi provinciali dalle falde connessi agli usi civile, irriguo, industriale e zootecnico dal 1992 al 2006 ($10^6 \text{ Mm}^3/\text{anno}$)

Provincia	Civile (aziende ed autonomo)			Industriale			Irriguo e zootecnico			Totale		
	Media 1992-2000	Media 2002-2006	2002-2006 vs 1992-2000	Media 1992-2000	Media 2002-2006	2002-2006 vs 1992-2000	Media 1992-2000	Media 2002-2006	2002-2006 vs 1992-2000	Media 1992-2000	Media 2002-2006	2002-2006 vs 1992-2000
Piacenza	27.6	28.4	3%	15.3	11.6	-24%	47.9	67.3	41%	91	107	18%
Parma	45.8	50.8	11%	50.1	49.5	-1%	42.1	47.6	13%	138	148	7%
Reggio-Emilia	52.1	53.3	2%	28.6	18.2	-37%	34.2	48.9	43%	115	120	4%
Modena	64.3	71.4	11%	38.0	27.0	-29%	18.2	18.6	2%	121	117	-3%
Bologna	54.2	53.5	-1%	30.8	21.4	-30%	24.5	22.5	-8%	109	97	-11%
Ferrara¹	19.5	18.7	-4%	7.1	7.0	-1%	3.6	3.8	6%	30	29	-2%
Ravenna	3.8	2.6	-31%	18.7	14.9	-20%	33.1	27.6	-17%	56	45	-19%
Forlì-Cesena	7.9	8.1	3%	9.9	9.6	-3%	15.3	17.1	12%	33	35	5%
Rimini	22.0	28.2	28%	4.5	2.9	-35%	6.0	5.3	-12%	32	36	12%
Totale	297	315	6%	203	162	-20%	225	259	15%	725	736	1%

¹ I prelievi acquedottistici civili sono relativi a falde sostanzialmente connesse all'alveo del Fiume Po

Figura 6 Evoluzione dei prelievi provinciali dalle falde nel 1992-2000 e 2002-2006



3. VALUTAZIONI SUI LIVELLI PIEZOMETRICI DI FALDA NEL PERIODO 1992-2006

Lo scopo dell'attività è quello di valutare i livelli medi dei livelli piezometrici nonché le relative variazioni nel periodo di riferimento per il presente lavoro (1992-2006). In particolare sono utilizzati i dati di piezometria rilevati sui pozzi appartenenti alla rete regionale di controllo nel periodo 1992-2006. Poiché i dati relativi alla subsidenza riguardano gli anni 1992-2000 (estremi compresi) e gli anni 2002-2006, nelle analisi relative alla piezometria si considerano, se possibile, i medesimi archi temporali.

Si sottolinea che non è obiettivo dell'attività effettuare analisi riguardo i trend evolutivi dei livelli di falda sui diversi pozzi e acquiferi ma, più semplicemente, ricostruire la distribuzione spaziale delle piezometrie medie negli anni 1992-2000 e 2002-2006, nonché valutare l'entità degli abbassamenti/innalzamenti rilevati in detti periodi nei pozzi monitorati.

In relazione alle perimetrazioni effettuate nell'ambito della redazione del PTA, nel territorio di pianura della regione Emilia-Romagna si individuano circa 11'700 km² di acquifero, dei quali 3'500 km² relativi a conoidi (maggiori e minori). Al 1992 venivano attivamente monitorate, nell'ambito della rete regionale di controllo, le piezometrie in 495 pozzi (in media un pozzo per 24 km² di acquifero), mentre al 2006 tale numero scendeva a 411 pozzi (in media un pozzo per 28 km² di acquifero); tuttavia se si circoscrivono le analisi ai pozzi che presentano un numero di misurazioni "adeguato" per garantire una certa rappresentatività e stabilità delle elaborazioni negli anni 1992-1998 e 2002-2006, il numero dei pozzi utilizzabili è sensibilmente inferiore:

- per il periodo 1992-2000 si è scelto di utilizzare solo i pozzi per i quali erano state effettuate più di 4 misure piezometriche sia negli anni 1992-1993 che negli anni 1997-1998 (per diversi areali provinciali negli anni 1999-2001 il numero di rilievi effettuati è estremamente limitato e quindi si è scelto di limitare l'arco temporale di riferimento al periodo 1992-1998); con questo criterio il numero di pozzi utilizzabili è pari a 419;
- per il periodo 2002-2006 si è scelto di utilizzare solo i pozzi per i quali erano state effettuate più di 2 misure piezometriche sia negli anni 2002-2003 che negli anni 2005-2006; con questo criterio il numero di pozzi utilizzabili è pari a 306.

Con riferimento ai pozzi della rete di controllo attuale sono in corso attività²¹ che, fra gli altri obiettivi, hanno quello di valutare il grado di rappresentatività dei livelli piezometrici misurati; si evidenzia infatti che, in condizioni di acquifero confinato, le piezo-

²¹ ARPA Emilia-Romagna, *Progetto per l'implementazione della direttiva 2000/60/CE - Prima fase - LP1.3 - Acque sotterranee* (in corso di elaborazione)

metrie dei diversi gruppi acquiferi sovrapposti possono differenziarsi anche significativamente. Dai risultati, ancora non definitivi, di dette attività emerge che dei 306 pozzi considerati nel presente lavoro con riferimento agli anni 2002-2006 circa 200 sono riferibili a condizioni di acquifero confinato; di essi viene valutato che 6 raggiungano solo l'acquifero più superficiale (A0), complessivamente circa 155 siano riferibili ai quattro acquiferi del gruppo A (A1, A2, A3 e A4), 35 raggiungano i gruppi B e C (filtrando in diversi casi anche gli acquiferi sovrastanti) e per 6 non siano disponibili adeguate informazioni. Volendo fornire elaborazioni più correttamente rappresentative degli acquiferi più intensivamente sfruttati (riferibili al gruppo A) si potrebbe pensare di considerare i circa 100 pozzi localizzati in aree con acquifero non confinato e i circa 155 pozzi associabili al gruppo A in aree con acquifero confinato. In relazione alla attuale non disponibilità di dati definitivi circa l'attribuzione dei diversi pozzi della rete di monitoraggio ai relativi acquiferi di riferimento (come detto le attività sono ancora in corso di svolgimento) e al carattere preliminare e di scala di lettura regionale del presente lavoro non appare essenziale effettuare tale cernita, che potrà risultare opportuna per successive analisi di dettaglio.

3.1.1 La distribuzione spaziale dei livelli piezometrici medi

Per i due archi temporali di riferimento (1992-1998 e 2002-2006) è stata calcolata la piezometria media dei due diversi periodi, e quindi ricostruita la distribuzione spaziale della stessa con procedimenti di kriging. Nella Figura 7 e nella Figura 8 è presentata, a titolo puramente esemplificativo, la distribuzione spaziale della piezometria media negli anni 1992-1998 e 2002-2006 sull'acquifero regionale di pianura; nonostante la scala estremamente elevata, si può notare come per gli anni 2002-2006 gli areali con piezometria inferiore a 0 m slm si siano significativamente ridotti rispetto il precedente periodo 1992-1998.

Figura 7 Distribuzione media delle piezometrie negli anni 1992-1998: dal verde scuro al verde chiaro valori (progressivamente decrescenti) superiori a 0 m slm, dal giallo al fucsia valori (progressivamente decrescenti) inferiori a 0 m slm

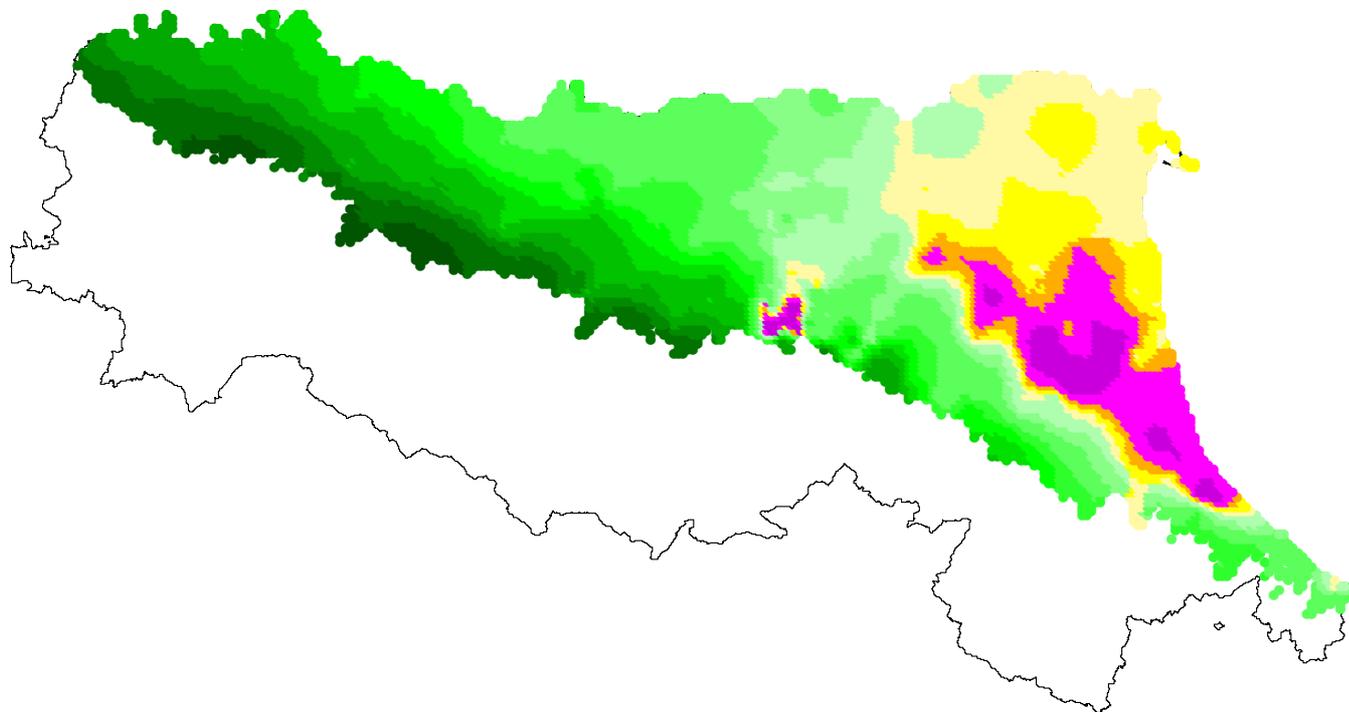
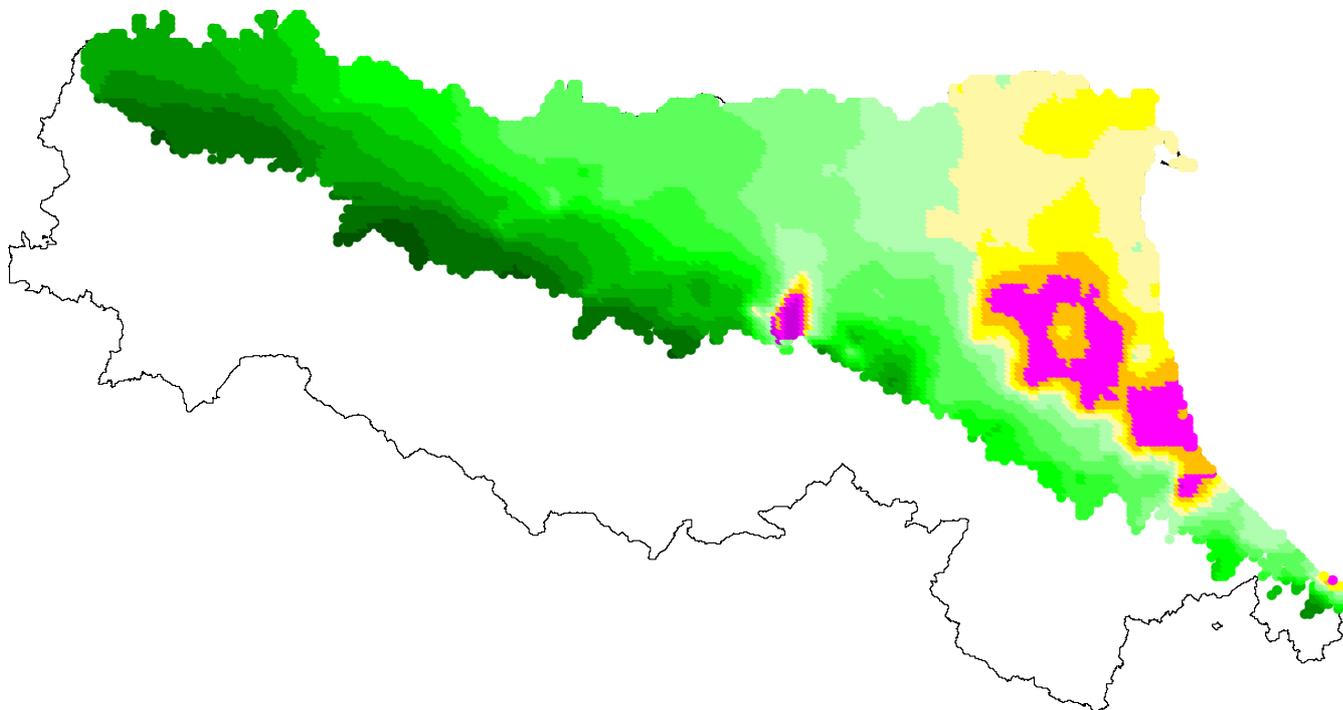


Figura 8 Distribuzione media delle piezometrie negli anni 2002-2006: dal verde scuro al verde chiaro valori (progressivamente decrescenti) superiori a 0 m slm, dal giallo al fucsia valori (progressivamente decrescenti) inferiori a 0 m slm



Si sottolinea come la base dati 1992-1998 non è omogenea a quella 2002-2006 in termini di numero e distribuzione spaziale dei punti monitorati; tale circostanza può avere indotto, in alcuni areali, differenze nelle diverse ricostruzioni spaziali legate non a reali differenze dei livelli di falda nei due periodi, ma piuttosto alla presenza o meno di pozzi monitorati nei periodi stessi.

3.1.2 Le variazioni delle piezometrie

Per i due archi temporali di riferimento (1992-1998 e 2002-2006) è stata calcolata la piezometria media dei due bienni estremi (1992-1993 e 1997-1998, 2002-2003 e 2005-2006) e quindi valutato l'abbassamento medio annuo in relazione alla differenza fra i valori rilevati per i bienni estremi. È da osservarsi come per il periodo 1992-1998 la mediana dei valori di variazione evidenziati sui 419 pozzi considerati (media 1997-1998 meno media 1992-1993) risulti pari a +2 cm/anno; nei diversi pozzi si è quindi evidenziato più frequentemente un innalzamento del livello piezometrico piuttosto che un abbassamento (tuttavia il valore mediana è negativo per le province di Piacenza, Parma, Ravenna e Rimini). Per il periodo 2002-2006 lo stesso valore della variazione mediana sui 306 pozzi considerati è pari a +21 cm/anno; si può quindi evidenziare come tale periodo è risultato maggiormente favorevole rispetto al precedente in termini di recupero dei livelli di falda (per tale periodo il valore mediana è negativo per la sola provincia di Piacenza).

Una ulteriore elaborazione potenzialmente di interesse, è la valutazione delle variazioni annue dei livelli di falda, che non sono evidenziabili dall'esame delle piezometrie medie annue ma che, se significative, possono costituire una causa di subsidenza; infatti, anche in condizioni di livelli medi annui sostanzialmente stazionari, se si evidenziano localmente elevate fluttuazioni interannuali dei livelli, si possono innescare compressioni degli acquitardi nei mesi con le piezometrie maggiormente depresse. Evidentemente per effettuare tali elaborazioni è indispensabile disporre di un numero annuo di misure consistente: di fatto solo per 30-35 pozzi della rete regionale di controllo viene effettuato un monitoraggio mensile (a partire dagli anni 2000~2002) e quindi dette valutazioni possono venire effettuate solo a scala locale e non si ritengono proponibili nell'ambito del presente lavoro.

4. CONFRONTO TRA PRELIEVI DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE PIEZOMETRIE E SUBSIDENZA

Obiettivo dell'attività è effettuare un confronto qualitativo fra le distribuzioni spaziali dei prelievi, della piezometria (e delle relative variazioni) e della subsidenza. Non si scende quindi nel dettaglio nell'indagare le specifiche, complesse, relazioni causa – effetto esistenti localmente fra entità e andamento dei prelievi e livelli piezometrici e velocità di abbassamento. Viene effettuata unicamente una analisi a scala regionale, finalizzata ad evidenziare gli areali per i quali il legame prelievi/piezometria – subsidenza appare più evidente, per i quali potranno risultare proponibili successive indagini di maggiore dettaglio.

4.1 LA DISAGGREGAZIONE TERRITORIALE DEI PRELIEVI

Tutte le forme di prelievo dalle falde hanno, evidentemente, un carattere puntuale, avvengono cioè mediante pozzi che è possibile, disponendo delle informazioni necessarie, localizzare puntualmente sul territorio. Tuttavia un'analisi cartografica alla scala regionale sulla base di migliaia di punti di prelievo risulta difficilmente praticabile. Peraltro per i prelievi acquedottistici civili i dati, derivanti essenzialmente da misure dirette, sono effettivamente riferibili ai punti georeferenziati rappresentativi dei pozzi; per i prelievi irrigui e zootecnici le informazioni relative ai pozzi esistenti sono state utilizzate unicamente per distribuire all'interno dei singoli territori comunali i prelievi complessivi stimati. Si evidenzia inoltre che, in termini di “leggibilità” delle elaborazioni cartografiche, il confronto dei relativamente pochi punti di prelievo idropotabile a cui sono riferibili singolarmente ingenti volumi idrici e dei moltissimi punti di prelievo irriguo, singolarmente di ridotta entità, risulta sconsigliabile.

Si è quindi scelto di individuare sul territorio di pianura riferibile all'acquifero regionale un grid di lato 2 km sui cui nodi, identificabili con i valori “pari” delle coordinate UTM chilometriche, localizzare i prelievi relativi ai diversi settori. Operativamente si è proceduto con la seguente metodologia:

- i prelievi civili relativi alle aziende acquedottistiche sono stati georeferenziati puntualmente in relazione alle coordinate relative ai diversi pozzi / campi pozzo;
- i prelievi civili autonomi stimati per i singoli comuni sono considerati uniformemente distribuiti sui pozzi censiti presenti nei rispettivi territori comunali: ad ogni

nodo del grid è associato un prelievo determinato sommando i prelievi unitari relativi ai pozzi approssimabili al nodo stesso²²;

- i prelievi industriali per gli anni 1992-2000 sono stati attribuiti a oltre 900 punti di prelievo: circa 390 relativi ai singoli insediamenti produttivi caratterizzati dai maggiori prelievi e circa 520 relativi a località ISTAT; con riferimento agli anni 2002-2006 si sono invece individuati 1800 punti di prelievo: circa 370 ai singoli insediamenti produttivi caratterizzati dai maggiori prelievi e i restanti 1450 relativi ai nodi del grid di lato 2 km; i valori dei prelievi attribuiti ai nodi del grid sono ottenuti con la medesima metodologia descritta per i prelievi civili autonomi;
- i prelievi irrigui stimati per i singoli comuni sono stati distribuiti sui relativi territori comunali in relazione alla densità dei pozzi presenti: ad ognuno dei pozzi è associato un prelievo determinato suddividendo il prelievo complessivo comunale per il numero di nodi ricadenti nel comune stesso; ogni pozzo è quindi associato al nodo del grid più prossimo, con la medesima metodologia descritta per i prelievi civili autonomi;
- i prelievi zootecnici stimati per i singoli comuni sono stati distribuiti sui relativi territori comunali in relazione alla densità dei pozzi presenti; ad ognuno dei pozzi è associato un prelievo determinato suddividendo il prelievo complessivo comunale per il numero di nodi ricadenti nel comune stesso; ogni pozzo è quindi associato al nodo del grid più prossimo, con la medesima metodologia descritta per i prelievi civili autonomi.

In conclusione, per ciascuno dei 2874 nodi del grid individuato sul territorio di pianura interessato dall'acquifero regionale, sono determinati i valori 1992-2000 e 2002-2006 dei prelievi per gli usi civili autonomi, irrigui e zootecnici; i prelievi industriali maggiori sono georeferenziati singolarmente (con una precisione di 300 m), mentre quelli minori sono riferiti alle località-centri comunali (1992-2000) oppure ai nodi del grid 2 km x2 km (2002-2006); infine i prelievi civili 1998-2000 e 2002-2006 sono localizzati singolarmente per pozzo / campo pozzi.

4.2 IL CONFRONTO PRELIEVI – SUBSIDENZA PER LE AREE A MAGGIORE CRITICITÀ

Sono stati individuati e circoscritti un certo numero di areali che presentano le situazioni di maggiore criticità per fenomeni di subsidenza. Per tali areali sono state evidenziate le caratteristiche dei prelievi di acque di falda presenti.

²² Se in un dato comune è valutato il prelievo P e sono erano presenti np pozzi, ad ognuno di essi è attribuito un prelievo pari a P/np ; i pozzi sono poi associati ad un nodo del grid (il più prossimo); se il numero di pozzi associati al nodo vale npg il prelievo complessivo associato al nodo vale $npg \cdot P/np$ (a taluni nodi sono associati pozzi appartenenti a comuni diversi quindi con un diverso valore P/np)

4.2.1 La base dati predisposta

Sono stati organizzati in un progetto Arcview Gis 3.2 i dati raccolti e organizzati nell'ambito del presente lavoro; i dati sono georeferenziati e strutturati in opportuni layer e relativi archivi DB III.

Relativamente ai prelievi idrici:

- prelievi connessi alle aziende acquedottistiche: valori medi negli anni 1992-2000 e 2002-2006 riferiti ai diversi pozzi o centroidi dei campi pozzi, georeferenziati;
- prelievi connessi agli emungimenti industriali manifatturieri: valori medi stimati/documentati per gli anni 1992-2000 e 2002-2006 riferiti ai nodi di una rete di maglia quadrata a passo 2 km, nonché valori puntuali per gli insediamenti caratterizzati dai maggiori prelievi;
- *prelievi connessi agli emungimenti civili autonomi: valori medi stimati per gli anni 1992-2000 e 2002-2006 riferiti ai nodi di una rete di maglia quadrata a passo 2 km;*
- *prelievi connessi agli usi zootecnici: valori medi stimati per gli anni 1992-2000 e 2002-2006 riferiti ai nodi di una rete di maglia quadrata a passo 2 km;*
- *prelievi connessi agli usi irrigui: valori medi stimati per gli anni 1992-2000 e 2002-2006 riferiti ai nodi di una rete di maglia quadrata a passo 2 km;*
- per una maggiore "leggibilità" della sovrapposizione cartografica, e anche in considerazione della circostanza che quasi ovunque i prelievi civili autonomi e zootecnici risultano marginali rispetto a quelli connessi agli altri usi si è creato un unico layer relativo agli emungimenti civili autonomi, zootecnici e irrigui, sempre riferito ai nodi di una maglia quadrata a passo 2 km.

Relativamente alla piezometria:

- valore medio della piezometria e variazione di livello intercorrente fra i due bienni estremi per i periodi 1992-1998 e 2002-2006 relativamente ai pozzi della rete regionale di controllo che presentavano un numero di misure ritenuto adeguato per le elaborazioni;
- valore medio della piezometria per i periodi 1992-1998 e 2002-2006 relativamente ai nodi di una rete a maglia quadrata di passo 1 km e relativo contour di linee di eguale livello.

Relativamente alla subsidenza:

- poligoni delle velocità di abbassamento del suolo medie per i periodi 1992-2000 e 2002-2006.

4.2.2 L'individuazione delle aree a maggiore criticità

Sono state realizzate due basi cartografiche regionali (Figura 9 e Figura 10) relative, rispettivamente, al periodo 1992-2000 e 2002-2006 che propongono la sovrapposizione dei seguenti tematismi:

- distribuzione spaziale delle velocità di abbassamento (tematizzata con una mappatura di aree a diverso cromatismo);
- distribuzione delle piezometrie medie ricostruite (tematizzata con linee di eguale livello);
- localizzazione pozzi della rete di monitoraggio utilizzati per le ricostruzioni della distribuzione spaziale della piezometria;
- prelievi connessi ai diversi usi (tematizzati con un cromatismo per individuare la tipologia e un simbolo di area proporzionale all'entità del prelievo).

Dall'esame (su supporto digitale) delle basi cartografiche proposte nelle due figure suddette sono quindi stati individuati degli areali che si ritengono di maggiore criticità e interesse per possibili ulteriori approfondimenti. Segnatamente, per due areali considerati particolarmente critici, è stato realizzato, per ciascun periodo, un ingrandimento cartografico (scala 1: 200.000) nel quale i succitati tematismi vengono proposti con maggiore evidenza: l'**areale bolognese** (Figura 11 e Figura 12) e l'**areale cesenate** (Figura 13 e Figura 14).

Si sottolinea che le perimetrazioni effettuate non sono da considerarsi fisicamente delimitanti specifiche aree, ma piuttosto circoscrivono, indicativamente, porzioni di territorio nelle quali i legami prelievi – piezometria – subsidenza appaiono maggiormente evidenti e per le quali sono proponibili maggiori approfondimenti. Tali approfondimenti potranno essere primariamente conoscitivi, in particolare finalizzati a migliorare le valutazioni di quegli emungimenti (in particolare irrigui e industriali) che derivano, completamente o in parte, da metodologie di stima, nonché a ricostruire con maggiore dettaglio la distribuzione e la variazione locale delle piezometrie; successivamente si potranno indagare, anche con strumenti modellistici, le specifiche relazioni prelievi – piezometria – subsidenza in relazione alle caratteristiche dei diversi strati del sottosuolo.

Si evidenzia inoltre che non necessariamente le cause (prelievi, piezometrie) dei fenomeni di subsidenza sono spazialmente sovrapponibili agli areali territoriali che evidenziano i fenomeni di subsidenza stessi (si veda in particolare il caso dell'areale di Bologna). Nella perimetrazione delle aree di interesse si è cercato di includere sia le zone caratterizzate dai maggiori abbassamenti, sia gli areali sui quali sono localizzati i prelievi che, ad un primo esame sommario, possono essere verosimilmente ritenuti le cause principali degli abbassamenti stessi; evidentemente tali perimetrazioni sono da ritenersi del tutto indicative e possibili di revisioni anche sostanziali nei successivi approfondimenti.

Riguardo le sovrapposizioni digitali effettuate si ritiene opportuno portare le seguenti considerazioni:

- in talune zone (in particolare nel ravennate) i fenomeni di subsidenza sono essenzialmente connessi all'estrazione di gas metano; in tali situazioni la cartografia predisposta non è, ovviamente, in grado di fornire elementi utili per interpretare i fenomeni di subsidenza;
- la rete regionale di controllo, pur contando su di un elevato numero di pozzi, risulta spesso non adeguata, in relazione al carattere “regionale” della rete stessa, a

fornire valutazioni di dettaglio riguardo la distribuzione locale delle piezometrie, rendendo in diverse situazioni difficoltosa la “lettura” cartografica delle relazioni piezometria – subsidenza;

- i prelievi industriali 1992-1998 relativi ad insediamenti “minori” sono stati considerati accentrati sulle località ISTAT di riferimento; si osservano pertanto diverse situazioni (es. Bologna) in cui in corrispondenza del centroide di un centro comunale (o di una località) sono attribuiti consistenti prelievi industriali, quando gli stessi risultano verosimilmente dispersi nelle periferie o nelle aree industriali circostanti;
- le variazioni delle piezometrie rilevate sui pozzi della rete regionale di controllo (differenza dei valori medi nei bienni estremi dei periodi 1992-1998 e 2002-2006) non appaiono, generalmente, fornire significativi elementi utili per la “lettura” dei fenomeni di subsidenza;
- si evidenziano talune situazioni locali nelle quali si osservano più che apprezzabili fenomeni di subsidenza senza che siano possibili “letture” degli stessi in relazione alle piezometrie e ai prelievi di acque di falda; tale circostanza può essere legata sia alla mancanza di pozzi monitorati localizzati in corrispondenza o in prossimità delle aree di interesse e/o ad errori connessi alla valutazione di alcune tipologie di prelievo (in particolare industriale).

Nei paragrafi seguenti sono sinteticamente descritti gli elementi più salienti che caratterizzano le due aree di maggiore criticità e le restanti aree critiche di minore rilievo.

Areale bolognese

La maggiore criticità è evidentemente quella connessa alla provincia di Bologna (Figura 9 e 10); si tratta di un ampio areale, di circa 600 km² di estensione, delimitato dai centri urbani di Bologna, San Giovanni in Persiceto, Pieve di Cento, San Pietro in Casale Budrio e San Lazzaro di Savena e interessa le conoidi del Reno-Lavino, del Savena e dell'Idice-Zena, oltre all'acquifero di pianura indifferenziato appenninico (quello del Po è interessato solo marginalmente). Le velocità di subsidenza 2002-2006 risultano dell'ordine dei 10 mm/anno nelle fasce circostanti il perimetro per raggiungere i 25 m/anno in una ampia fascia centrale che interessa anche parte del capoluogo di Bologna, superando tale valore in prossimità di Cadriano, Anzola dell'Emilia e in un esteso areale nei comuni di San Giovanni in Persiceto, Argelato e Sala Bolognese; nel periodo 1992-2000 la differenziazione delle diverse velocità di abbassamento risultava qualitativamente sostanzialmente analoga, ma le stesse presentavano valori molto più accentuati, superando in diverse zone i 40 mm/anno.

I prelievi 2002-2006, localizzati principalmente in prossimità del capoluogo provinciale, sono complessivamente stimati in circa 55 Mm³/anno (circa 62 Mm³/anno nel periodo 1992-2000) e sono primariamente riferibili agli usi civili (74%); significativi sono valutati gli emungimenti industriali (17%) mentre di minore rilievo sono stimati quelli agrozootecnici (9% complessivamente). Il confronto 2002-2006 contro 1992-2000 mostra una sostanziale invarianza degli usi civili, mentre sono valutati in diminuzione quelli agrozootecnici e, in misura maggiore, quelli industriali.

Areale cesenate

Una seconda area a significativa criticità, seppur molto meno estesa, circa 140 km², la si trova compresa nel quadrilatero Cesena – Cesenatico – Bellaria – Savignano sul Rubicone e interessa le conoidi minori del Rubicone, del Pisciatello e dell'Uso oltre all'acquifero di pianura indifferenziato appenninico (Figura 11 e 12). Le velocità di subsidenza 2002-2006 risultano dell'ordine dei 10 mm/anno nelle fasce circostanti il perimetro dell'area, per raggiungere i 20 mm/anno in una ampia fascia centrale, superando i 25 mm/anno in limitati areali; nel periodo 1992-2000 la differenziazione delle diverse velocità di abbassamento risultava sostanzialmente analoga, ma le velocità stesse presentavano valori più accentuati.

I prelievi 2002-2006 sono complessivamente stimati in circa 12 Mm³/anno (circa 11 Mm³/anno nel periodo 1992-2000) e sono primariamente riferibili agli usi agrozootecnici (61%), mentre di minore rilievo sono gli emungimenti per gli usi civili (28%) e quelli stimati industriali (11%); riguardo questi ultimi non si può escludere una sottostima degli stessi, risultando le valutazioni dei prelievi connessi agli insediamenti produttivi presenti generalmente ottenute con stime e non con valori documentati. Il confronto 2002-2006 contro 1992-2000 mostra un leggero incremento dei prelievi per tutti gli usi agrozootecnici e industriali e un aumento più sensibile per quelli civili.

Altri areali

Di seguito sono elencati e sinteticamente descritti, procedendo da ovest verso est, altri areali che, pur evidenziando situazioni di criticità di magnitudo decisamente inferiore agli areali del bolognese e del cesenate, risultano comunque di significativo interesse. In generale, si sono considerati gli areali di apprezzabile estensione che al 2002-2006 mostrano velocità di abbassamento superiori a 15 mm/anno e le relative zone circostanti; non si sono considerate alcune aree costiere dove la subsidenza è verosimilmente legata essenzialmente all'estrazione di gas naturale.

A nord del centro abitato di Reggio-Emilia è possibile delimitare una zona di circa 100 km² di estensione dove le velocità di subsidenza risultano dell'ordine dei 10 mm/anno e non si evidenziano significative differenze fra le mappe degli abbassamenti 1992-2000 e 2002-2006. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 14 Mm³/anno (in leggero incremento rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi principalmente al settore civile (oltre 50% di incidenza, osservandosi peraltro una diminuzione nel 2002-2006 rispetto al precedente 1992-2000, mentre gli altri settori mostrano un incremento).

In corrispondenza del centro abitato di Correggio (RE) è possibile delimitare una zona di circa 190 km² di estensione dove le velocità di abbassamento risultano dell'ordine dei 10 mm/anno e in alcune limitate zone superano i 15 mm/anno; il confronto 1992-2000 e 2002-2006 mostra la "scomparsa" nel secondo periodo di una zona con elevata velocità di abbassamento (superiore a 25 mm/anno) che, in relazione alle informazioni disponibili, non appare legata a prelievi idrici. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 5 Mm³/anno (in lieve diminuzione rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi principalmente al settore industriale (80% di incidenza).

In corrispondenza e a ovest del centro abitato di Crevalcore (BO) è possibile delimitare una zona di circa 25 km² di estensione, dove le velocità di abbassamento risultano dell'ordine dei 10 mm/anno, e in alcuni punti superano i -15 mm/anno. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 1.2 Mm³/anno e risultano connessi, principalmente, al settore industriale (con particolare riferimento alla zona con velocità di abbassamento maggiore).

In corrispondenza di San Lazzaro (BO) è possibile delimitare una zona di circa 50 km² di estensione, dove le velocità di abbassamento risultavano nel 1992-2000 dell'ordine dei -20 mm/anno (con limitate aree con velocità anche sensibilmente superiore); al 2002-2006 le velocità di abbassamento risultano fortemente ridotte (in relazione ad esse l'area non risulterebbe quindi "di interesse"). I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 6 Mm³/anno (in diminuzione rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi principalmente al settore civile (quasi 60% di incidenza).

In corrispondenza e a sud di Budrio (BO) è possibile delimitare una zona di circa 30 km² di estensione dove le velocità di abbassamento risultavano nel 2002-2006 dell'ordine dei 10 mm/anno (con limitate aree con velocità anche superiore a -15 mm/anno); non si evidenziano significative differenze fra le mappe degli abbassamenti 1992-2000 e 2002-2006. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 0.6 Mm³/anno (in diminuzione rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi principalmente al settore agrozootecnico e industriale.

Fra i centri abitati di Medicina (BO) e Castel San Pietro Terme (BO) è possibile delimitare una zona di circa 40 km² di estensione dove le velocità di abbassamento risultano dell'ordine dei 10 mm/anno e in alcune limitate zone superano i 25 mm/anno; non si evidenziano significative differenze fra le mappe degli abbassamenti 1992-2000 e 2002-2006. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 1.5 Mm³/anno (in incremento rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi principalmente al settore civile e agrozootecnico.

A nord di Imola (BO) è possibile delimitare una zona di circa 40 km² di estensione dove le velocità di abbassamento risultava nel 2002-2006 dell'ordine dei 10 mm/anno (con una limitata area con velocità anche superiore a 15 mm/anno); il confronto 1992-2000 e 2002-2006 mostra una sensibile riduzione delle velocità di abbassamento nel secondo periodo. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 2.2 Mm³/anno (sostanzialmente stazionari rispetto ai valori 1992-2000).

In corrispondenza e a nord di Faenza (RA) è possibile delimitare una zona di circa 170 km² di estensione dove le velocità di abbassamento risultava nel 2002-2006 dell'ordine dei 10 mm/anno (con limitate aree con velocità anche superiore a 15 mm/anno); non si evidenziano significative differenze fra le mappe degli abbassamenti 1992-2000 e 2002-2006. I prelievi complessivi sono valutati al 2002-2006 in 17 Mm³/anno (sostanzialmente stazionari rispetto ai valori 1992-2000) e risultano connessi al settore agrozootecnico (62%) e industriale (37%).

Infine in corrispondenza della città di Rimini si evidenzia come le velocità di abbassamento del periodo 2002-2006 si siano apprezzabilmente incrementate rispetto al precedente periodo 1992-2000, raggiungendo i 15 mm/anno nell'immediato entroterra riminese. Si osserva un corrispondente incremento dei prelievi civili dalla conoide del Marecchia, da circa 18.5 Mm³/anno negli anni 1992-2000 a circa 23.5 Mm³/anno negli anni 2002-2006.

5. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha permesso di definire un quadro conoscitivo dei prelievi di acque di falda, relativo alla serie storica 1992-2006 degli emungimenti e alla localizzazione degli stessi, più aggiornato e più dettagliato rispetto a quello realizzato nell'ambito del PTA regionale. Riguardo la qualità delle basi dati prodotte si evidenzia che:

- i dati reperiti dalle ATO e dai Gestori relativamente alla localizzazione e agli emungimenti dei pozzi acquedottistici, sono risultati, generalmente, soddisfacenti; ricostruzioni dei prelievi sono risultate necessarie per alcuni areali provinciali o sub-provinciali; le maggiori incertezze sono connesse alle stime dei prelievi civili autonomi, la cui entità è tuttavia di minore rilievo;
- i prelievi industriali di maggiori proporzioni sono localizzati singolarmente, considerando invece in forma aggregata quelli di minore entità; i margini di incertezza risultano non trascurabili data l'assenza di sistematiche rilevazioni degli emungimenti, tale criticità dovrebbe essere progressivamente superata con l'entrata a regime della normativa IPPC;
- la stima dei prelievi irrigui è basata, essenzialmente, sui dati del PTA, apportando opportune correzioni per considerare l'evoluzione delle superfici colturali irrigate e le condizioni climatiche dei diversi anni; l'assenza di affidabili dati di prelievo dai pozzi irrigui ha reso imprescindibile operare con procedure di stima sulla base delle richieste irrigue delle colture e della disponibilità di acque superficiali, tale criticità non appare ad oggi superabile;
- i prelievi zootecnici sono valutati con procedure di stima sulla base dell'evoluzione della consistenza delle diverse specie allevate; le incertezze connesse alle procedure di stima non costituiscono una significativa criticità in relazione alla modesta entità dei prelievi stessi.

Con riferimento ai due periodi 1992-2000 e 2002-2006 è stata prodotta una sovrapposizione cartografica digitale dei tematismi relativi alla subsidenza, alla piezometria media deducibile dai rilievi sui pozzi della rete regionale di controllo e ai prelievi connessi ai diversi usi. Dall'analisi dei prodotti cartografici si possono trarre le seguenti considerazioni:

- in diverse situazioni si nota una notevole correlazione spaziale e temporale fra emungimenti, piezometrie e subsidenza;
- localmente, lungo la costa e, talvolta, nell'entroterra, fenomeni di subsidenza di rilievo non appaiono connessi ai prelievi idrici;
- in taluni areali il dettaglio del quadro conoscitivo delle piezometrie e dei prelievi non appare adeguato per un'analisi locale dei fenomeni di subsidenza: le criticità sono legate alla densità dei pozzi della rete regionale di controllo per quanto riguarda le piezometrie, alle incertezze sugli emungimenti irrigui e industriali per quanto riguarda i prelievi.

Sono state definite le caratteristiche dei prelievi connessi ai due areali regionali che attualmente presentano le maggiori criticità per i fenomeni di subsidenza (areale bolognese e quadrilatero Cesena – Cesenatico – Bellaria – Savignano sul Rubicone), nonché ad altre zone a criticità minore. Per i due areali a maggiore criticità, si reputa opportuno procedere alla realizzazione di studi più approfonditi, finalizzati sia ad affinare il quadro conoscitivo relativo agli emungimenti derivanti da stime sia alla ricostruzione di dettaglio della distribuzione / variazione delle piezometrie sia, infine, ad indagare, anche con strumenti modellistici, le specifiche relazioni prelievi – piezometria – subsidenza in relazione alle caratteristiche geologiche del sottosuolo.

Figura 9 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 1992-2000.

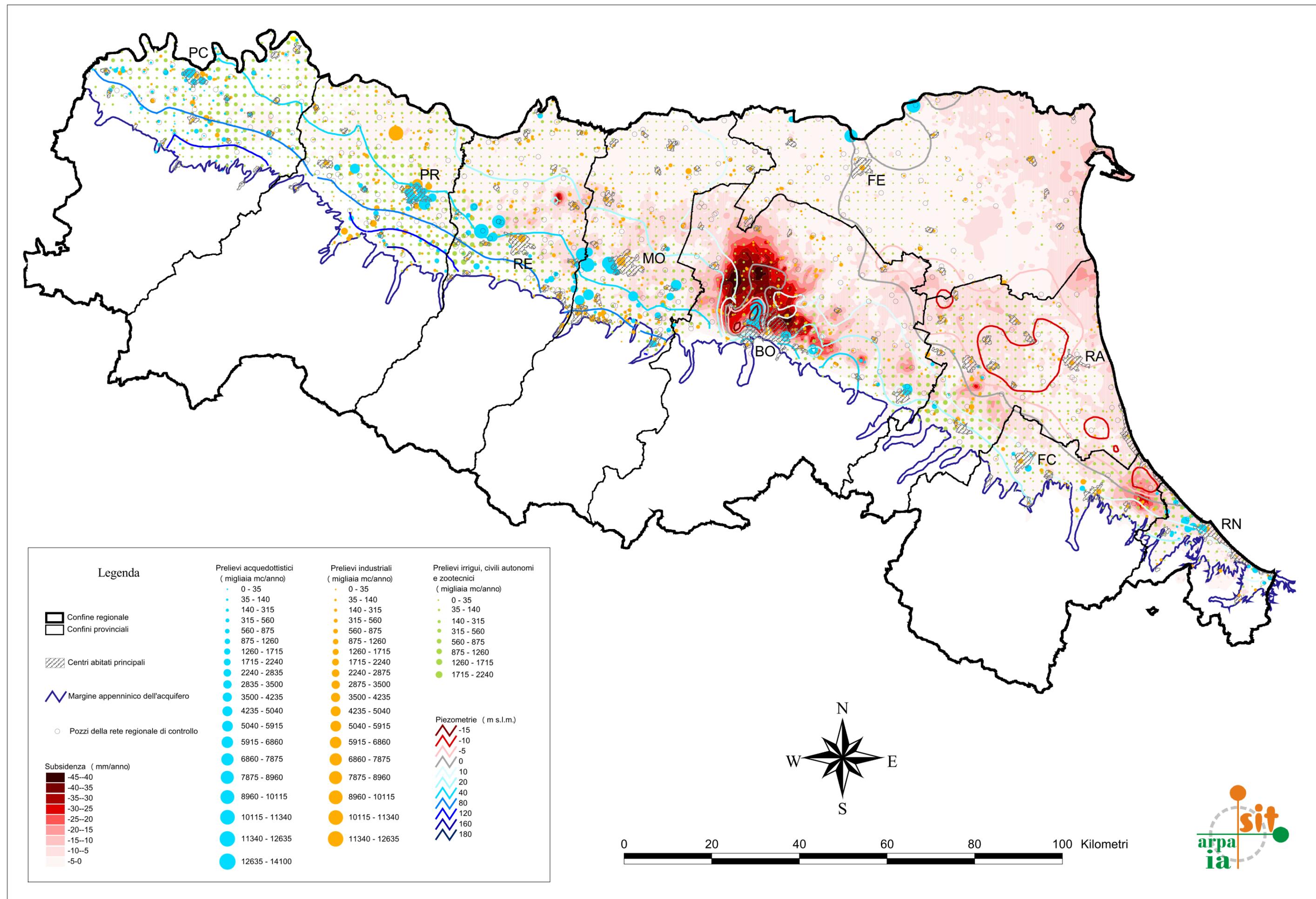


Figura 10 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 2002-2006.

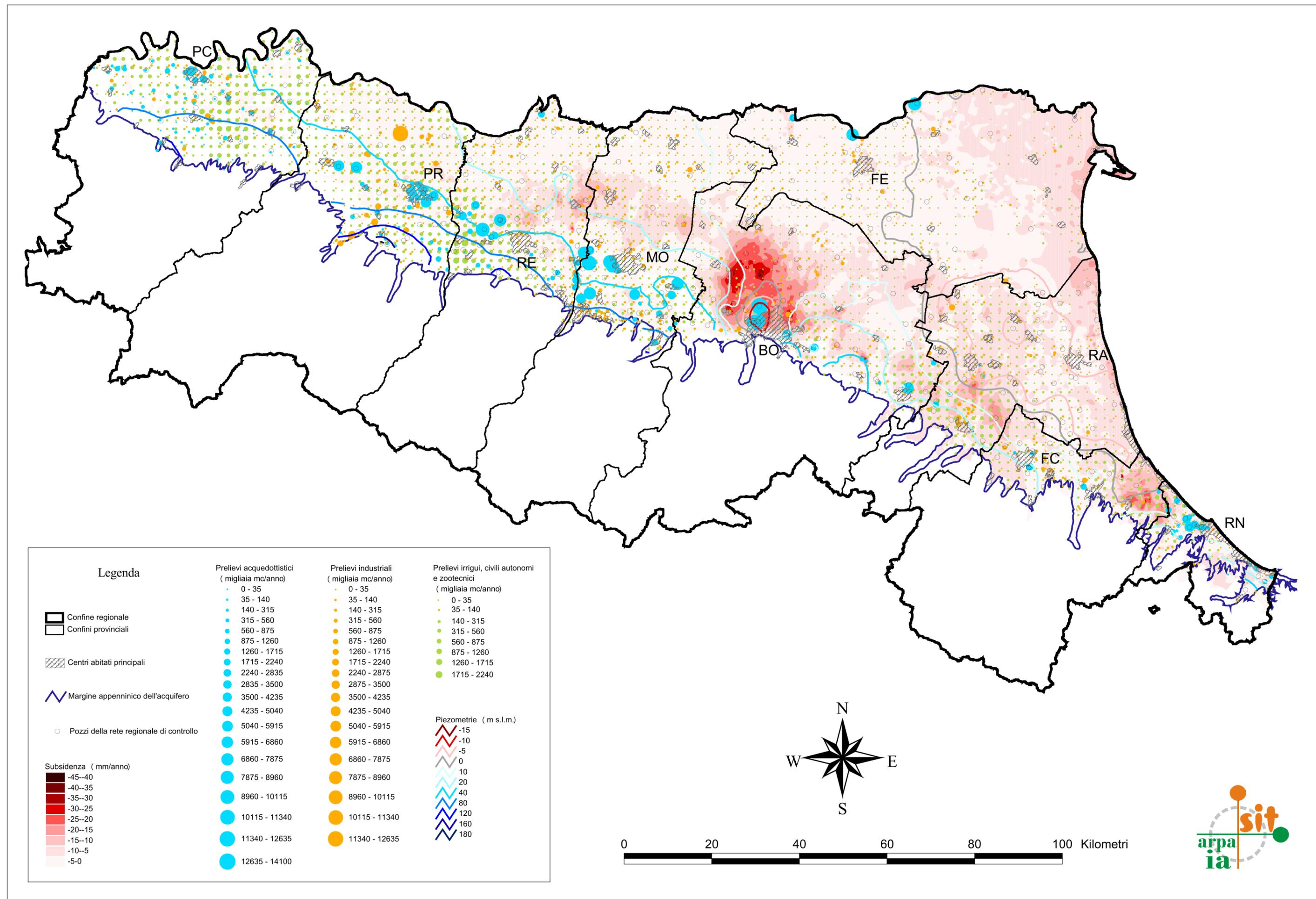


Figura 11 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 1992-2000. Aree bolognese.

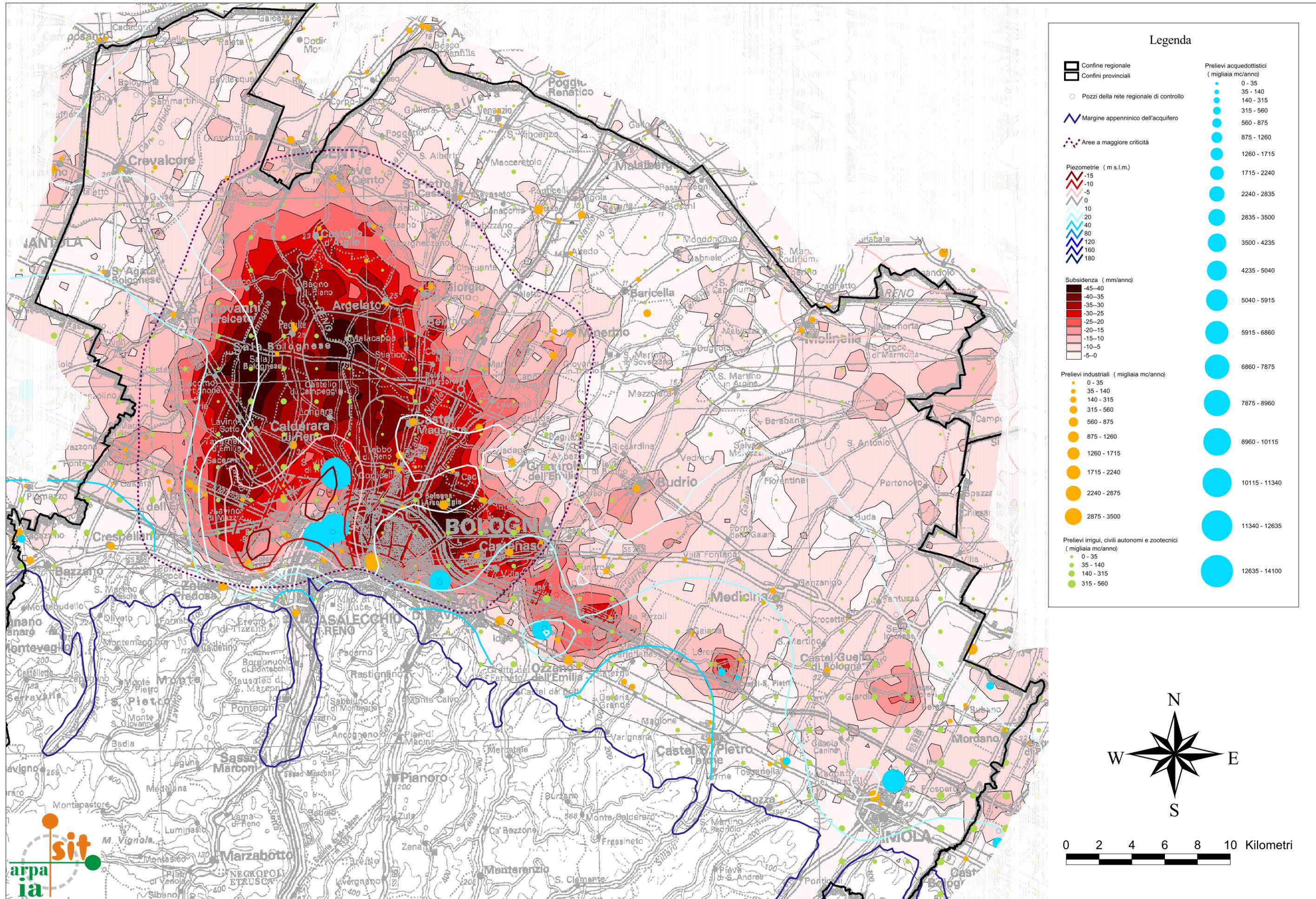


Figura 12 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 2002-2006. Areale bolognese.

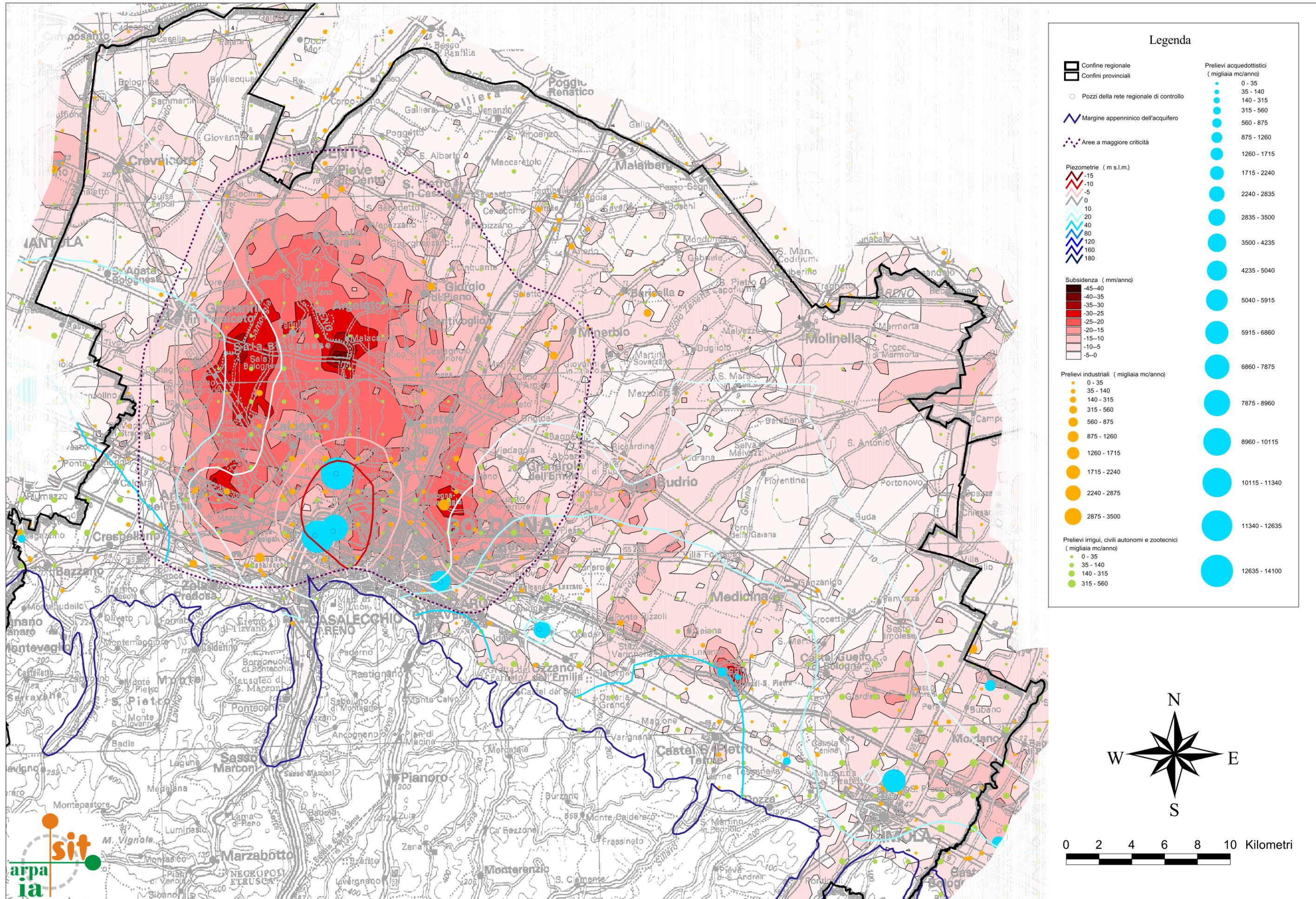


Figura 13 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 1992-2000. Aree cesenate.

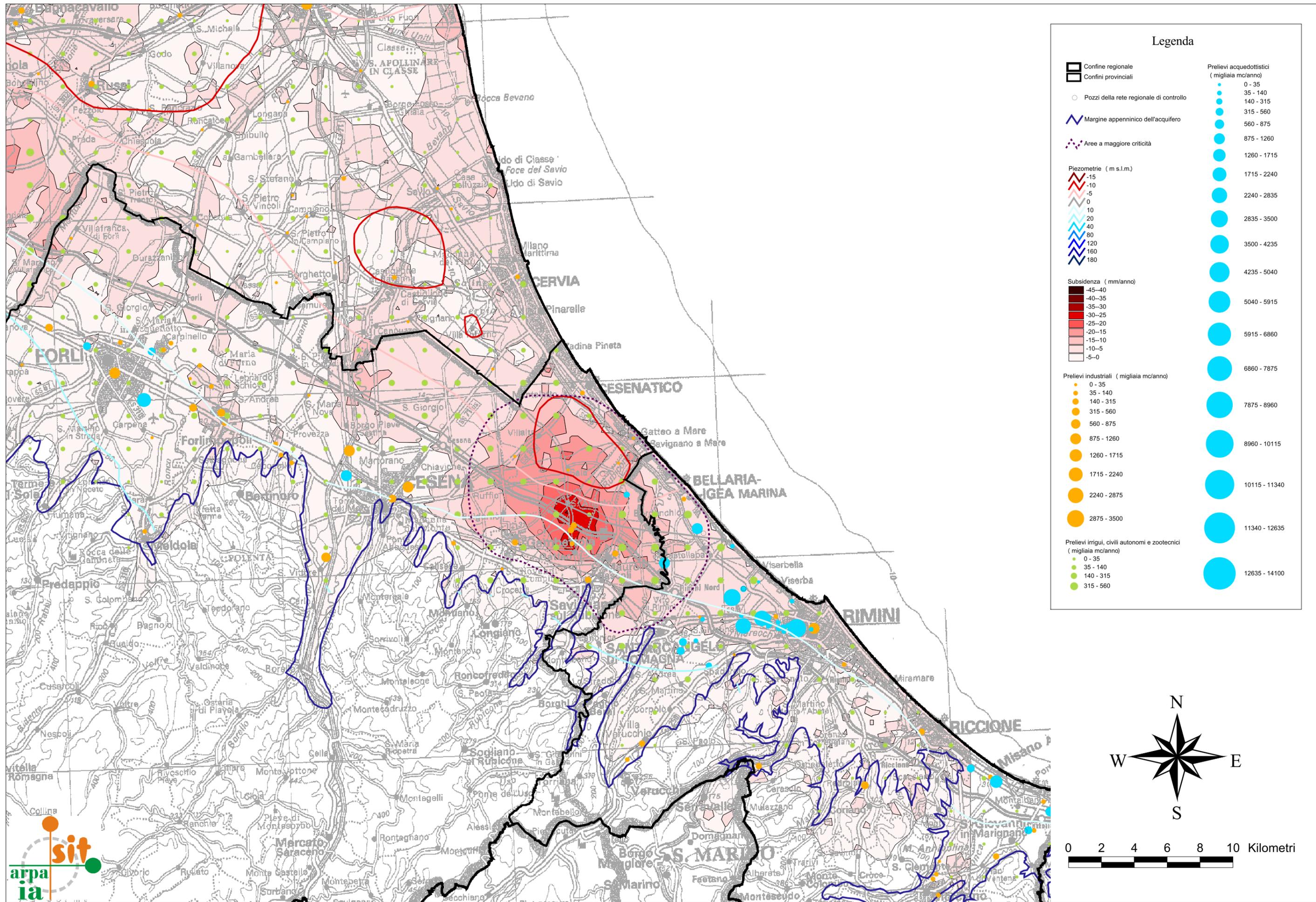


Figura 14 - Carta di sintesi delle distribuzioni spaziali della subsidenza, della piezometria e dei prelievi di acque sotterranee nel periodo 2002-2006. Areale cesenate.

