

Lineamenti di idrogeologia

Generalità

L'Autorità di bacino del fiume Arno, nella prospettiva della redazione del bilancio idrico, ha ritenuto necessario procedere all'individuazione delle strutture acquifere del bacino stesso, basando tale attività sugli studi, indagini e rilievi esistenti, opportunamente interpretati ed omogeneizzati.

L'individuazione degli acquiferi è basata sulla distinzione e sulla disposizione dei principali massicci sedimentari e massicci rocciosi che li compongono o delimitano.

Le unità litologiche affioranti del bacino sulla base dello strato informativo 'geologia' derivato dalla Carta Geologica d'Italia 1:100.000, sono state classificate per permeabilità relativa e suddivise in riferimento all'intero territorio come segue:

rocce a permeabilità bassa	20,2%
rocce a permeabilità media	49,8%
rocce a permeabilità medio-alta	20,2%
rocce a permeabilità alta	9,8%

Tabella 8 – Ripartizione del territorio in classi di permeabilità

Rapportando tale classificazione ai singoli sottobacini, si può constatare la buona percentuale di litotipi giudicati a permeabilità alta o medio-alta nel Valdarno medio dove infatti, sono presenti importanti acquiferi.

Bacino	Alta	Medio-alta	Media	Bassa
Casentino	6,5	4,5	74,8	14,2
Chiana	3,3	27,1	46,6	22,8
Sieve	10,0	2,4	71,3	16,3
Valdarno inferiore	9,8	26,0	42,1	22,2
Valdarno medio	16,7	27,2	35,5	20,6
Valdarno Superiore	12,3	8,5	61,6	17,6

Tabella 9 - Distribuzione percentuale delle classi di permeabilità relativa per sottobacini

La permeabilità condiziona l'immagazzinamento di acqua nel sottosuolo: essa può essere per porosità primaria o secondaria dovuta alla fatturazione dell'ammasso roccioso.

Sempre dallo strato geologia è stata ricavata una seconda classificazione della permeabilità nella quale le classi di permeabilità sono state suddivise anche per tipologia, tramite degli accorpamenti ottenuti attraverso una tabella di relazione che tiene conto delle caratteristiche di permeabilità delle varie formazioni.

I dati provengono dalla digitalizzazione dei fogli in scala 1:100.000 realizzati dal Servizio Geologico Nazionale. Sono state acquisite come aree le formazioni

geologiche codificate sia utilizzando la codifica presente sui fogli originali, sia utilizzando una codifica mirata all'omogeneizzazione delle varie sigle formazionali in modo da ottenere un'unica legenda per tutto il bacino. Sono stati inoltre acquisiti come elementi lineari le faglie ed i sovrascorrimenti. A seguito di questa operazione è stato effettuato un accorpamento secondo classi di permeabilità.

CLASS E	PERMEABILITÀ	AREA (Kmq)	%
Formazioni geologiche permeabili per porosità primaria			
A	Classe A – Formazioni con permeabilità da praticamente nulla a bassissima	647.51	7.1
B	Classe B – Formazioni con permeabilità medio-bassa	219.48	2.4
C	Classe C – Formazioni con permeabilità medio	1540.27	16.9
D	Classe D – Formazioni con permeabilità medio-alta	2389.83	26.2
E	Classe E – Formazioni con permeabilità alta	145.96	1.6
Formazioni geologiche permeabili per fratture e, dove presente, per carsismo			
I	Classe I – Formazioni con permeabilità da praticamente nulla a bassissima	618.85	6.8
II	Classe II – Formazioni con permeabilità medio-bassa	2115.99	23.2
III	Classe III – Formazioni con permeabilità medio	167.13	1.8
IV	Classe IV – Formazioni con permeabilità medio-alta	1176.53	12.9
V	Classe V – Formazioni con permeabilità alta	88.02	1.0

Tabella 10 - Distribuzione percentuale delle classi di permeabilità suddivise per tipologia

Sulla base della suddivisione in formazioni geologiche permeabili per porosità primaria e per fatturazione, è stata quindi redatta la carta della permeabilità del bacino del fiume Arno. Come si evince dalla tabella sopra riportata le classi più rappresentate sono quelle a permeabilità media.

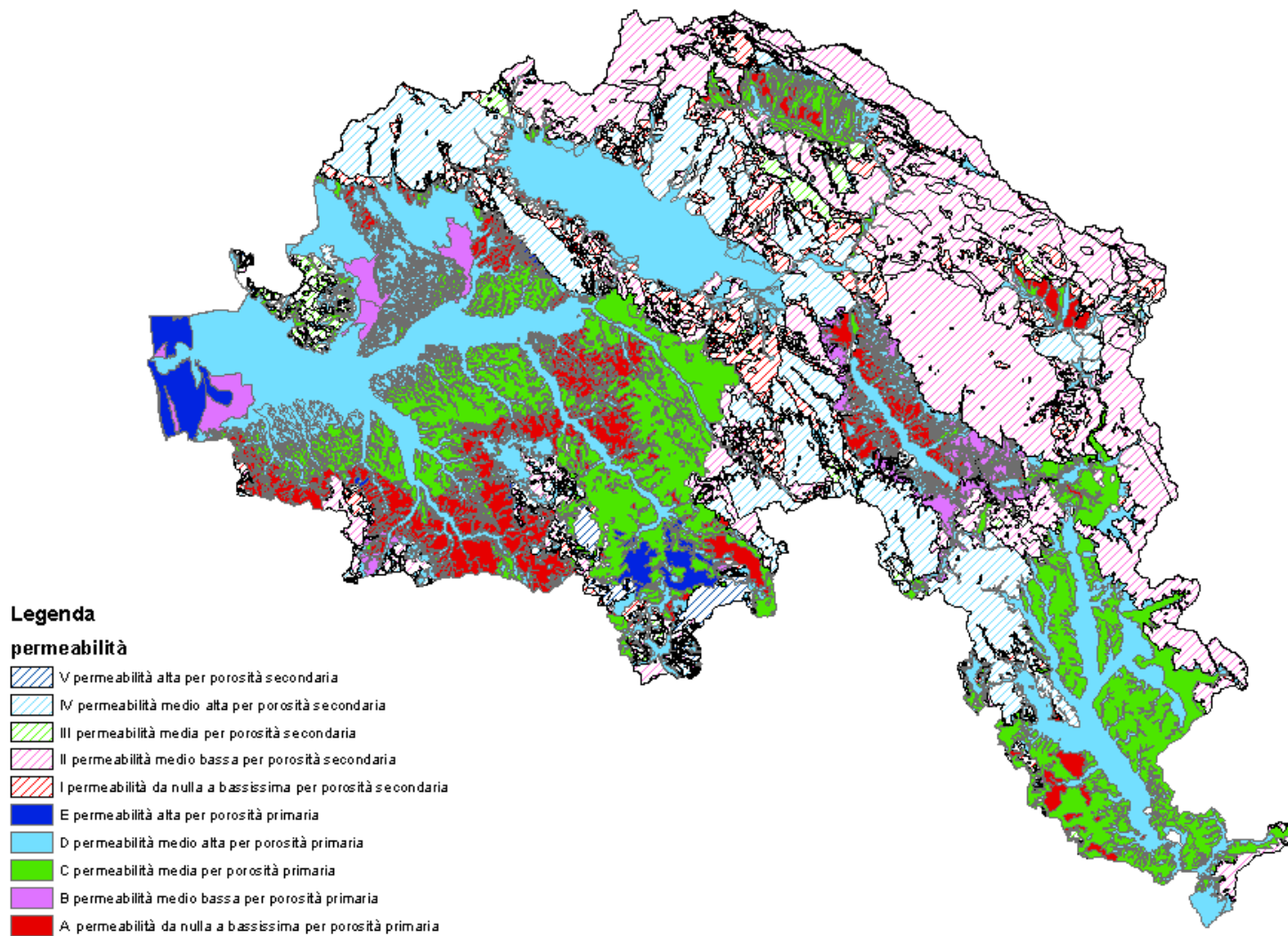


Figura 33 - Carta della permeabilità del bacino dell'Arno

L'infiltrazione efficace, cioè l'acqua che si infila nel sottosuolo e va ad alimentare le falde, dipende sia dalla permeabilità che dall'assetto della formazione geologica (pendenza). Altro fattore che influenza tale parametro è l'uso del suolo.

Nel bacino dell'Arno il litotipo dominante è quello delle rocce arenacee, che affiorano estesamente sulle dorsali che lo delimitano, caratterizzate da permeabilità relativa media e ricoprenti quasi il 50% del bacino, con conseguente l'infiltrazione efficace non elevata. Solo nelle formazioni in cui prevalgono le rocce carbonatiche carsificate l'infiltrazione efficace raggiunge valori elevati: queste formazioni però sono poco diffuse nel bacino dell'Arno (ad esempio la formazione del 'Calcere Cavernoso'). Nei sedimenti pliocenici l'infiltrazione efficace è da considerarsi trascurabile salvo nei litotipi a carattere prevalentemente sabbioso.

I terreni più permeabili sono quelli delle pianure alluvionali anche se, in molte aree, le ghiaie e le sabbie acquifere sono coperte da alcuni metri di limo argilloso di bassa permeabilità.

La bassa portata della grande maggioranza delle sorgenti è una conferma della scarsa permeabilità media delle rocce del bacino. Tra le sorgenti censite solo una, *Vene degli Onci*, nel Calcere cavernoso senese, ha una portata considerevole dell'ordine di 1000 l/s, contro valori medi di pochi litri al secondo. Tale condizione si riflette anche sul reticolo superficiale, caratterizzato in periodo di assenza di piogge da valori bassissimi di portata.

I complessi idrogeologici

Nonostante la prevalenza di rocce a bassa permeabilità nel bacino dell'Arno, le acque sotterranee costituiscono la risorsa più importante e più utilizzata. Infatti, oltre a fornire la maggior parte dell'acqua per usi agricoli ed industriali, i pozzi, ed in parte assai minore le sorgenti, rappresentano la risorsa principale per la maggior parte degli acquedotti civili; tra le principali città, solo Firenze ed Arezzo utilizzano in prevalenza acqua di superficie.

Il bacino è caratterizzato da una grande varietà di rocce e quindi suddiviso in unità idrogeologiche con caratteristiche di permeabilità assai diverse. Generalmente gli affioramenti di rocce permeabili sono poco estesi, il che comporta che gli acquiferi risultano frammentati e separati da rocce poco permeabili, che contengono risorse idriche singolarmente non elevate (salvo alcune eccezioni) ma complessivamente consistenti.

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni del bacino possono essere raggruppate in complessi idrogeologici, che in funzione delle formazioni geologiche affioranti presentano simile assetto idrogeologico, produttività, vulnerabilità e facies idrogeochimica.

I complessi del bacino dell'Arno sono risultati i seguenti:

DQ – depressioni quaternarie: si tratta principalmente dei bacini villafranchiani del Casentino, Valdichiana, Valdarno superiore, Mugello, formatesi durante la fase distensiva post orogenica. Generalmente si tratta di potenti alternanze di sedimenti a permeabilità da media ad alta e porosità di tipo interstiziale. Le falde sono generalmente monostrato e non confinate nella parte alta delle pianure, multistrato e confinate nei settori vallivi.

AV - alluvioni vallive: si tratta di sedimenti alluvionali recenti dell'Olocene, affioranti diffusamente nelle pianure alluvionali del fiume Arno e dei suoi affluenti. La permeabilità, in genere medio – alta, risulta variabile in dipendenza della litologia dei

sedimenti; l'alimentazione avviene in modo diffuso in superficie e per infiltrazione dai fiumi che li attraversano, in particolare nelle zone di chiusura delle pianure alluvionali. La vulnerabilità degli acquiferi è generalmente elevata.

CA – calcari: questo complesso è costituito prevalentemente dalla Formazione di Monte Morello (Alberese), affiorante sui rilievi circostanti la pianura di Firenze Prato Pistoia, fra i quali riveste particolare importanza dal punto di vista idrogeologico il massiccio dei Monti della Calvana, sede di fenomeni di carsismo, sui Monti del Chianti e in Casentino; appartengono a questo complesso anche la formazione del Calcere Cavernoso e i Travertini recenti affioranti nell'area della Montagnola Senese. La permeabilità è di tipo secondario per fratturazione o dissoluzione dovuta a carsismo. L'alimentazione avviene prevalentemente in modo diffuso sull'intera superficie di affioramento; nelle zone con carsismo sviluppato l'alimentazione può avvenire anche in modo concentrato tramite inghiottitoi.

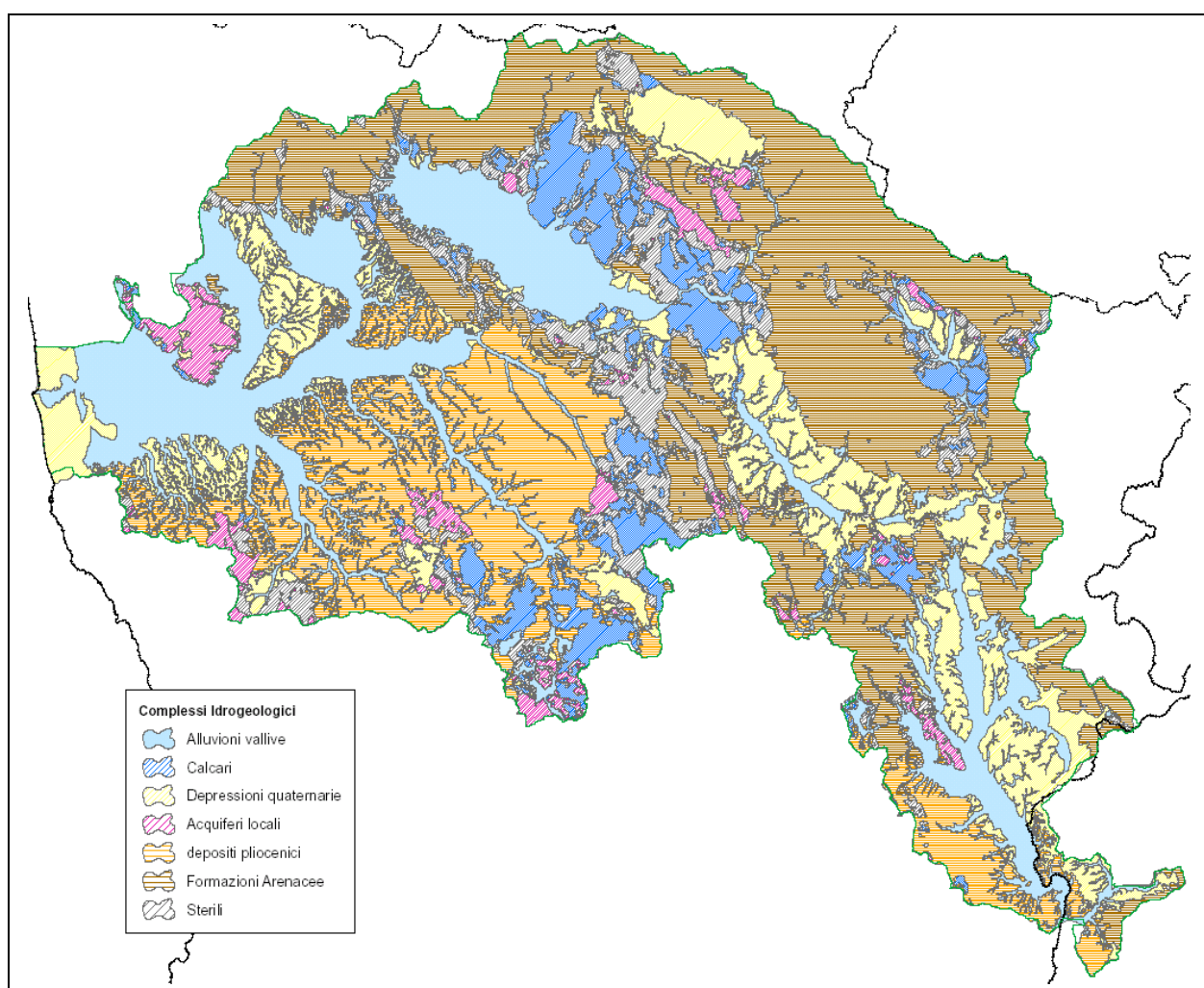


Figura 34 – I complessi idrogeologici del Bacino dell'Arno

LOC acquiferi locali: Sono raggruppati litotipi differenti che ospitano acquiferi di produttività variabile, generalmente sfruttati a livello locale. La permeabilità è generalmente modesta per porosità e/o fratturazione in funzione del litotipo. Poiché la maggior parte del territorio appartiene a questo tipo di complesso idrogeologico, lo

stesso è stato ulteriormente suddiviso, in funzione della rilevanza ai fini dello sfruttamento della risorsa idrica, nei seguenti sub complessi:

- formazioni marine plioceniche sedi di falde confinate multistrato che raggiungono anche notevoli profondità; la permeabilità è generalmente medio bassa, ad eccezione dei termini più sabbiosi;
- formazioni prevalentemente arenacee appartenenti ai flysh terziari del dominio tosco romagnolo, sedi di acquiferi fratturati che localmente vengono sfruttati anche ad uso idropotabile;
- formazioni metamorfiche del Monte Pisano e formazioni arenacee appartenenti al dominio ligure, sede di acquiferi fratturati di importanza locale.

STE zone sterili: sono formazioni a cui appartengono depositi flyschiodi marnoso-argillosi dell'Appennino, con permeabilità da scarsa a nulla.

Gli acquiferi del bacino del fiume Arno

Dal punto di vista della circolazione idrica nel sottosuolo si possono distinguere due grandi gruppi di acquiferi, quelli permeabili per porosità e quelli permeabili per fratturazione.

Gli acquiferi delle pianure alluvionali appartenenti al complesso delle Alluvioni vallive e in parte al complesso delle depressioni quaternarie, sono quelli più produttivi e più sfruttati.

Acquiferi per porosità

A questa categoria appartengono i sedimenti granulari non consolidati che vanno dalle sabbie alle ghiaie e ai ciottolami. Hanno una elevata porosità primaria (formatasi insieme al sedimento, come spazio intergranulare) e quindi possono immagazzinare buone percentuali d'acqua, sino al 40% del volume; la loro permeabilità aumenta con le dimensioni dei granuli. Si tratta di sedimenti marini o continentali (fluviolacustri e fluviali), formatesi dal Miocene all'Attuale.

Gli acquiferi di questa categoria possono essere divisi in due gruppi, in base alla loro importanza.

Gli acquiferi più importanti sono i depositi alluvionali recenti, distribuiti dall'Arno e dai suoi affluenti nel periodo geologico più recente (Pleistocene Superiore - Olocene). Sono costituiti da ghiaie e sabbie, la cui permeabilità varia in funzione della percentuale di limo e argilla. Questi acquiferi sono presenti, anche con spessori di varie decine di metri, nelle pianure dei bacini intermontani ed in quelle costiere, ma se ne trovano anche in corrispondenza delle valli minori, sia pure in strisce sottili e di spessore limitato.

I sedimenti alluvionali sono in genere ben alimentati, sia dall'infiltrazione delle acque di pioggia sia dagli alvei fluviali; in qualche caso usufruiscono anche della ricarica laterale e profonda delle rocce incassanti. Ciò rappresenta un elemento importante, in quanto la buona alimentazione consente di compensare l'acqua estratta dai pozzi (sempre che i pompaggi non superino la ricarica media annuale).

Si deve osservare che, in generale, le ghiaie e le sabbie affiorano solo nei conoidi fluviali, ovvero nelle zone in cui i corsi d'acqua sboccano nelle pianure e/o nella parte alta delle loro valli; nella maggior parte delle pianure gli acquiferi sono coperti da qualche metro di limo argilloso o sabbioso, che corrisponde al materiale sedimentato a

seguito degli eventi alluvionali. Pertanto la litologia affiorante, di solito a bassa permeabilità, non deve essere considerata rappresentativa dell'intero spessore delle alluvioni.

Nelle pianure alluvionali si trovano le falde idriche più importanti e quindi più sfruttate. Ciò dipende da vari fattori: oltre la buona permeabilità dei sedimenti alluvionali, sono fattori importanti la produttività delle falde idriche e la loro facile captazione, con pozzi generalmente poco profondi ed ubicati nelle zone stesse di utilizzazione.

Alla stessa categoria di rocce permeabili per porosità appartengono i sedimenti marini del Pliocene (sabbie e conglomerati), e quelli fluviolacustri dei bacini intermontani. Questi depositi hanno generalmente una permeabilità minore, rispetto a quella dei sedimenti alluvionali, in quanto contengono generalmente una consistente frazione fine (limo ed argilla). Inoltre questi sedimenti presentano spesso una continuità spaziale minore, che impedisce la formazione di falde estese e consistenti e, in alcuni casi, in particolare per i depositi marini del Pliocene, l'acqua non è di buona qualità per la presenza di cloruri e solfati.

Questi acquiferi minori sono sfruttati localmente per i diversi usi tra cui anche quello potabile.

Acquiferi per fratture

In questa categoria sono ricompresi gli acquiferi in rocce consolidate, solitamente di età anteriore al Miocene, nelle quali l'acqua circola in corrispondenza di una rete di discontinuità formatesi successivamente al consolidamento della roccia: in genere si tratta di fratture, originate da movimenti tettonici o da processi di alterazione; nel caso delle rocce carbonatiche può risultare importante la rete di canali carsici, che si forma in seguito alla corrosione della roccia stessa da parte delle acque circolanti.

Le formazioni geologiche permeabili per fratturazione possono essere riunite in tre gruppi in base alla diversa permeabilità media e all'importanza delle falde che contengono.

Gli acquiferi migliori sono le formazioni carbonatiche mesozoiche: si tratta di rocce calcaree o dolomitiche, senza interstrati argillosi o marnosi, nelle quali la carsificazione ha prodotto talvolta una rete di canali di grandi dimensioni (anche grotte esplorabili), in cui l'acqua si muove con velocità dello stesso ordine di grandezza di quella della rete idrica superficiale.

Queste formazioni sono poco estese nel bacino dell'Arno. In Val d'Elsa è il Calcarea Cavernoso che ha una elevata permeabilità e che contiene notevoli quantità di acqua; tuttavia l'elevata durezza e il tenore in solfati la rendono inadatta all'uso potabile, salvo processi di addolcimento o miscelamento con acqua meno dura, quale quella delle sorgenti del Monte Amiata, come viene fatto, ad esempio, per l'acquedotto di Siena. Il Calcarea Cavernoso del Monte Maggio e del Poggio del Comune, nell'alta valle dell'Elsa, è la roccia serbatoio dell'acqua che emerge alla sorgente Vene degli Onci (portata media di $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$); anche se la sorgente è ubicata in corrispondenza delle sabbie del Pliocene, il suo chimismo a solfato di calcio e magnesio indica che l'acqua risale, attraverso una faglia, dal substrato di Calcarea Cavernoso.

Acquiferi per fratture di minore importanza sono alcune formazioni arenacee della Successione Toscana, in particolare il Macigno di età Oligocene-Miocene: alcuni pozzi perforati nel Pratomagno, sul versante del Valdarno Superiore, e nel Monte Albano, fra Carmignano e Serravalle Pistoiese, hanno fornito portate fino a 15 litri al secondo.

Durante lo scavo delle gallerie per la linea ferroviaria ad alta velocità Bologna – Firenze, sono state intercettate delle fratture aperte a direzione appenninica (NW-SE) nella Formazione Marnoso-arenacea della dorsale del Giogo, con flussi idrici fino a 100 l/s, in seguito diminuiti per l'abbassamento del livello piezometrico. Quindi, anche questa formazione, ritenuta a bassa permeabilità, può diventare un acquifero interessante se ci sono le condizioni strutturali favorevoli.

Di minore importanza, rispetto agli acquiferi carbonatici mesozoici, sono quelli delle formazioni calcareo-marnose delle Unità Liguri, quali la Formazione di Monte Morello che affiora abbastanza estesamente nei dintorni di Firenze: nelle zone con poche marne ed argilliti, ed in corrispondenza delle faglie e fratture, i pozzi possono dare portate di qualche litro al secondo.

Gli acquiferi nei mezzi fessurati sono meno utilizzati di quelli alluvionali per motivi essenzialmente legati alla difficoltà di realizzazione delle opere di captazione e alla produttività non elevata.

In conclusione, le falde idriche delle pianure alluvionali rappresentano la risorsa idrica di sottosuolo di gran lunga più importante nel bacino dell'Arno; ma è anche quella più sfruttata e più esposta all'inquinamento, sia per la elevata vulnerabilità intrinseca (le falde sono in genere a piccola profondità, scarsamente protette dal terreno sovrastante), che per la presenza diffusa di fonti di inquinamento potenziale.

Caratterizzazione degli acquiferi significativi delle pianure alluvionali

Ai fini della redazione del Bilancio Idrico è risultato necessario caratterizzare geometricamente gli acquiferi più importanti del bacino. In tale contesto è da inserirsi lo studio relativo alla caratterizzazione degli acquiferi significativi delle pianure alluvionali del bacino dell'Arno, realizzato nel corso del 2005 dalla Segreteria dell'Autorità di bacino.

Tale attività costituisce quindi elemento essenziale per la redazione del bilancio idrogeologico degli acquiferi, così come indicato, tra l'altro nelle *"Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all' art. 22, comma 4 del dlgs 11 maggio 1999, n. 152"* emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con decreto del 28 luglio 2004, nonché integrazione ed aggiornamento del quadro conoscitivo del Piano di Tutela delle Acque, approvato con delibera di GRT n. 6 del 25 gennaio 2005.

L'individuazione dei corpi idrici sotterranei ha preso peraltro avvio dai dati conoscitivi del Piano di Tutela, in base al quale sono considerati significativi i corpi idrici di interesse regionale e/o con caratteristiche ambientali di rilevante importanza contenuti nelle seguenti tipologie di formazioni geologiche:

- depositi alluvionali, lacustri e marini Quaternari (che formano le pianure intermontane e costiere);
- formazioni carbonatiche (Calcari Mesozoici ed Eocenici);
- Vulcaniti Quaternarie.

La perimetrazione dei corpi idrici è stata redatto sulla base della cartografia geologica in scala 1:100.000, integrata con vario materiale bibliografico raccolto.

L'indagine di dettaglio si è limitata ai corpi idrici significativi degli acquiferi delle pianure alluvionali, che peraltro rappresentano la quasi totalità della risorsa idrica sotterranea del bacino.

Per una lettura più snella del dato conoscitivo, relativamente a ciascun acquifero è stata realizzata una scheda informativa generale contenente i dati e le informazioni disponibili, con particolare riferimento alle stratigrafie ed alle caratteristiche idrostrutturali del corpo idrico.

Metodi di indagine sugli acquiferi

L'analisi e la modellazione degli acquiferi è una tematica che ha avuto uno sviluppo notevole negli ultimi anni, anche sulla spinta della necessità di avere una conoscenza quanto più accurata possibile delle falde, della loro sfruttabilità, del loro "grado di salute", nonché come strumento conoscitivo e gestionale. Per tale analisi è basilare la conoscenza dettagliata della conformazione geologica e della disposizione spaziale degli acquiferi, sia in senso orizzontale che verticale, in modo ad esempio da poter localizzare le zone di particolare vulnerabilità e quantificare la diffusione di un eventuale inquinante a partire da un focolaio di contaminazione tramite sondaggi mirati nelle zone a maggior rischio.

Nell'affrontare uno studio delle acque sotterranee occorre innanzitutto individuare le unità idrogeologiche presenti per identificare e delimitare i singoli acquiferi in esse contenuti con il riconoscimento del tipo di falda (libera o confinata).

Una volta identificato l'acquifero, occorre stabilire le formazioni del tetto e quelle del substrato della falda, in modo da poterne stimare l'estensione e lo spessore, estrapolando con criteri geologici i dati puntuali forniti dalle litostratigrafie di pozzi e sondaggi e dalle indagini geofisiche. La ricostruzione della morfologia del substrato ha anche un valore pratico in quanto permette di individuare le aree più favorevoli alla perforazione di pozzi e di programmarne la profondità.

Una volta definito il *contenitore*, tramite misure dei livelli piezometrici nei pozzi, è possibile ricostruire la superficie freatica o piezometrica e quindi determinare l'ubicazione delle zone di ricarica o di drenaggio. Ciò consente un'analisi del deflusso delle acque sotterranee e dell'interazione tra falda e reticolo fluviale. Infine le prove di portata in pozzo permettono la caratterizzazione idrodinamica dell'acquifero (trasmissività e permeabilità) e l'effettiva valutazione dell'entità delle risorse sfruttabili.

Ai fini della ricostruzione geometrica dei livelli acquiferi, rivestono un'importanza sostanziale le indagini di sottosuolo, finalizzate al rilievo delle litostratigrafie. Tali indagini si basano essenzialmente sulla geologia tradizionale, ma utilizzano anche metodi e strumenti della tecnologia moderna, quali le diverse tecniche di prospezione geofisica, le perforazioni, la geochimica e la successiva analisi numerica per il trattamento dei dati e l'elaborazione di modelli matematici.

Le principali tipologie di indagine si dividono in *dirette* e *indirette*.

Le indagini *dirette* danno informazioni più affidabili sulle caratteristiche idrogeologiche delle rocce nel sottosuolo e sulla presenza e qualità dell'acqua contenuta. Si possono effettuare *sondaggi meccanici* che prelevano direttamente campioni di terreno alle diverse profondità, oppure sondaggi geofisici in cui si introduce nel pozzo una sonda che rileva la variazione di alcuni parametri misurabili (elettrici, magnetici).

I campioni di terreno si prelevano di solito al momento della perforazione per un nuovo pozzo di sfruttamento; il tipo di campione e il tipo di indagine di laboratorio dipendono dal metodo di scavo usato. Da campioni indisturbati si possono ottenere informazioni sulla litologia, sulla permeabilità e sulla porosità, mentre campioni disturbati consentono di ottenere informazioni solo di tipo litologico.

Il tipo di indagine diretta più significativa, almeno per il numero e la disponibilità dei dati, deriva dalla perforazione di pozzi; i dati utilizzati per il presente lavoro sono in buona misura relativi alle relazioni redatte a corredo delle richieste di perforazione di pozzi da cui si desumono, oltre alla stratigrafia del sottosuolo e ai livelli acquiferi captati, anche le caratteristiche idrogeologiche del corpo idrico sotterraneo, attraverso l'esecuzione di prove di portata.

Altro tipo di indagine diretto per la ricostruzione del sottosuolo è il *carotaggio geognostico*, attraverso il quale si desume la stratigrafia. Dall'esame di campioni indisturbati delle carote estratte si possono ottenere parametri idrogeologici quali la permeabilità, peraltro ottenibile anche con prove in situ.

In campo ambientale l'adozione di tecniche di indagine indiretta, quali le *prospezioni geofisiche*, si è fortemente diffusa nell'ambito degli studi di contaminazione del sottosuolo e delle acque sotterranee in quanto permette di ottimizzare i tempi e le risorse impiegate grazie a un'immediata caratterizzazione del sito inquinato. Con un'indagine di questo tipo si riesce spesso a individuare e localizzare eventuali focolai di contaminazione (reali o probabili), ad avere un quadro delle situazioni critiche e delle loro priorità di analisi, dove sarà poi decisiva un'indagine diretta.

Le esplorazioni geofisiche maggiormente applicate nel campo dell'idrogeologia sono i *metodi elettrici e elettromagnetici* che si basano sulla misura di differenti grandezze quali:

- la resistività o conducibilità elettrica;
- la permeabilità magnetica;
- la permeabilità elettrica o costante dielettrica;
- le cariche elettriche degli elementi e dei composti, il loro peso atomico e molecolare.

Tra questi i metodi più utilizzati sono quelli elettrici, sia perché richiedono un'attrezzatura relativamente poco costosa, sia perché sono di impiego abbastanza semplice. Sono metodi non invasivi finalizzati a fornire sezioni verticali del sottosuolo, dalle quali poter individuare la presenza di falde acquifere o di evidenti anomalie rispetto al contesto geolitologico circostante, spesso correlate ad aree inquinate, cavità o corpi anomali (fusti metallici, fusti plastici, scorie inquinanti, ecc).

In generale le rocce compatte e prive di porosità hanno un'alta resistività, essendo i minerali dei buoni isolanti, mentre la resistività dei mezzi porosi è molto variabile. Essa infatti dipende in modo sostanziale dalla quantità di acqua presente nei pori e dalla concentrazione dei solidi disciolti in essa, per cui risulta difficile attribuire un valore univoco di resistività a una data litologia senza avere indicazioni più specifiche anche su altri parametri.

Attraverso l'esecuzione di sondaggi elettrici verticali (SEV) si ottiene per ogni verticale di indagine una elettrostratigrafia dalla interpretazione della quale si ottiene la stratigrafia del sottosuolo. Con questo metodo si riesce a distinguere abbastanza fedelmente i livelli più grossolani (ghiaie e sabbie) dai livelli argillosi o limosi e dal substrato roccioso.

Dati utilizzati

Per la ricostruzione geometrica dei livelli acquiferi presenti nel sottosuolo è indispensabile avere la litostratigrafia delle aree di studio.

A tal fine è stata condotta una consistente attività di ricerca, finalizzata alla raccolta e archiviazione delle stratigrafie disponibili.

In particolare sono stati utilizzati gli archivi delle concessioni idriche dell'Autorità di bacino, la banca dati stratigrafica dell'Arpat, gli archivi Visark delle Province, gli archivi e informazioni degli ATO nonché il materiale reso disponibile da Università e studi professionali.

Di seguito sono elencate le principali fonti delle stratigrafie utilizzate per aggiornare e completare il database.

Autorità di bacino del fiume Arno – Archivio concessioni ex dlgs 152/99

Autorità di bacino del fiume Arno – Quaderno n. 10 (2001) – Bilancio idrogeologico nel Bacino dell'Arno. Felici ed., Pisa.

Archivio visark – Archivio delle concessioni della Provincia di Firenze

Archivio visark – Archivio delle concessioni della Provincia di Arezzo

Banca dati stratigrafica della Toscana - ARPAT – Agenzia Regionale Protezione Ambientale – Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana

Banca dati ATO 3 – rapporto sui pozzi ad uso acquedottistico anno 2003 Rapporto interno

Baldacci F., Bellini L. & Raggi G. (1994) – Le risorse idriche sotterranee della Pianura Pisana. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., serie A, Vol. CI.

Banchelli A (2004) – Studio degli acquiferi della Val di Chiana. Relazione per l'Autorità di bacino del fiume Arno.

Comune di Firenze - Comune di Firenze - Servizio Geologia - Banca Dati Geologico Tecnici e Stratigrafici

Capecchi F., Guazzone G. & Pranzini G. (1976a) - Ricerche geologiche e idrogeologiche nel sottosuolo della pianura di Firenze. Boll. Soc. Geol. Ital., XCVI (4), 1975, 661-692.

Capecchi F. & Pranzini G. (1986) - Studi geologici e idrogeologici nella pianura di Pistoia. Boll. Soc. Geol. Ital., CIV (4), 1985, 601-620

Consorzio manutenzione acquedotto – Comuni di Peccioli, Capannoni e Terricciola – Ricostruzione tramite prospezione geoelettrica dei depositi alluvionali del F. Era nel territorio circostante la centrale dell'acquedotto – Monzali S., Tarchi O.

Regione Toscana - Criscuolo (in corso) Regione Toscana, Area Tutela delle Acque Interne e Costiere, Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali - Studio per la delimitazione dei corpi idrici significativi - Dr. Renato Criscuolo (in corso)

Gabbani G., Monzali S., Pranzini G. & Tarchi O. (1989) - I depositi alluvionali del Valdarno Superiore Fiorentino. Boll. Ingegneri Prov. di Firenze. n.3, 1989, 3-7

Getas Petrogeo – Ampliamento e ottimizzazione del campo pozzi di Montelupo – indagini idrogeologiche di dettaglio per l'ubicazione dei nuovi pozzi produttivi (rapporto eseguito per PUBLISER 1995)

Getas Petrogeo – Pianura d'Arno tra Montelupo e Sovigliana, Modello idrogeologico degli acquiferi (rapporto eseguito per PUBLISER 1998)

Getas Petrogeo – Campo pozzi Farfalla “Studio per l’ottimizzazione della produttività del campo pozzi” (rapporto eseguito per PUBLISER 1995)

Getas Petrogeo – Campo pozzi Prunecchio “Indagini geoelettriche per il reperimento di nuovi temi di ricerca idrica” (rapporto eseguito per PUBLISER 1998)

Getas Petrogeo – Centrale Sovigliana – indagine idrogeologica per l’ accertamento delle caratteristiche quali – quantitative del campo pozzi e per l’ ubicazione di un nuovo pozzo (rapporto eseguito per PUBLISER 1996)

Getas Petrogeo – Ampliamento e ottimizzazione del campo pozzi di Montelupo – indagini idrogeologiche di dettaglio per l’ ubicazione dei nuovi pozzi produttivi (rapporto eseguito per PUBLISER 1995)

Getas Petrogeo – Campo pozzi di Arnovecchio (rapporto eseguito per PUBLISER 1998)

Getas Petrogeo – Studio idrogeologico per il potenziamento degli acquiferi della Valdinievole (1999)

Getas Petrogeo – Acquedotto di Castelfiorentino – campo pozzi Profeti e zona sportiva – Studio per l’ ottimizzazione della produttività del campo (rapporto eseguito per PUBLISER 1995)

Getas Petrogeo – Centrale acquedotto di Molino di Roglio Comune di Palaia (PI) “Indagine di dettaglio per l’ accertamento delle caratteristiche idrogeologiche all’esterno dell’area della centrale” (rapporto eseguito per PUBLISER 1996)

Francalanci P., Gabbani G., Monzali S., Neroni E., Pranzini G. (1988) – Ricostruzione dei depositi alluvionali del Valdarno Superiore Aretino. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Seria A Vol XCV pagg. 1 –17

Landini F., Pranzini G. & Venturucci E. (1990) - La falda idrica della conoide di Prato (Firenze). Acque Sotterranee, Giugno 1990, 48-70.

Protocollo d’intesa tra AdB e Provincia di Pistoia stipulato in data 8 gennaio 2003 finalizzato allo - Studio sugli acquiferi della pianura dell’Ombrone Pistoiese (in corso)

Protocollo d’intesa tra Autorità di bacino del Fiume Arno, Provincia di Pisa e Acque Ingegneria s.r.l. – Studio stratigrafico deposizionale dei depositi di sottosuolo del Valdarno inferiore finalizzato alla definizione geometrica degli acquiferi a cura di G. SARTI (2006)

Provincia di Lucca - Barsanti Sani & Nolledi 1997 Provincia di Lucca Settore Ecologia - Studio sulla vulnerabilità all’inquinamento della Piana di Lucca - Barsanti Sani & Nolledi, 1997

Provincia di Pisa – Settore Pianificazione del Territorio – Servizio difesa del Territorio – Studio della piana alluvionale del Fiume Era mediante prospezione geoelettrica: analisi dell’ area compresa tra Capannoli e loc. I Cappuccini: Bracci G., Del Tredici F., Montagnani F. (1994)

Scidà S. (2000) – Studio idrogeologico e valutazione del rischio d’inquinamento nel Valdarno Inferiore. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra. Relatore G. Gabbani.

Tarchi V. (1998) – Studio idrogeologico dei depositi alluvionali del Casentino. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra. Relatore G. Pranzini.

Vieri A. (1996) – Studio idrogeologico della pianura di Pisa. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra. Relatore F. Baldacci

Organizzazione dei dati disponibili

L'inserimento, l'organizzazione e l'interpretazione dei dati raccolti è stata condotta utilizzando il progetto su piattaforma Esri ArcView 3.2 Sira_Dbgeo realizzato da ARPAT – Agenzia Regionale Protezione Ambientale – Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana.

La banca dati risulta costituita da:

- coordinate (Gauss-Boaga) e la quota sul livello del mare del punto che identifica la stratigrafia;
- profondità da piano campagna dei singoli strati;
- descrizione litologica dello strato non codificata, riportata in modo fedele a quella originale della perforazione o sondaggio che ha originato la stratigrafia;
- interpretazione del “tipo” idrogeologico dello strato, cioè se sia acquifero, acquifero od acquicludo, in relazione alle sue caratteristiche intrinseche di permeabilità;
- eventuale interpretazione di formazioni geologiche del sottosuolo o, comunque, *in unità idrogeologiche di sintesi del sistema acquifero* (copertura, acquifero in m. s.l., substrato, eventuali interstrati di separazione in sistemi locali multifalda) per le stratigrafie che interessano i CISS (Corpi Idrici Sotterranei Significativi).

I dati sono stati organizzati sotto forma di shapefiles e tabelle e la loro visualizzazione può essere effettuata tramite un apposito progetto su piattaforma ESRI ArcView, che consente la visualizzazione dei dati sia in singole colonne che in sezioni schematiche di correlazione. Ogni strato di una colonna stratigrafica appare con una campitura differente, su sfondo bianco, a seconda della permeabilità che lo caratterizza; quando allo strato è stato associato il codice corrispondente a una certa unità idrogeologica e/o geologica, la campitura appare su sfondo colorato in dipendenza del tipo di formazione geologica o di unità idrogeologica individuata.

Interpretazione idrogeologica – le unità idrogeologiche

Una unità idrogeologica è un dominio dotato di un'unità stratigrafica, strutturale e morfologica, ai cui limiti si verificano delle condizioni idrodinamiche che annullano o comunque ostacolano le possibilità di travasi d'acqua e al cui interno i termini litologici sono complessivamente omogenei nel tipo e nel grado di permeabilità e con comportamento più o meno omogeneo nei riguardi dell'infiltrazione, dell'immagazzinamento e del movimento delle acque sotterranee. L'identificazione della suddetta unità si basa prevalentemente su criteri geologici, idrodinamici e idrochimici.

Gli studi stratigrafici e strutturali a larga scala permettono di individuare le grandi idrostrutture, quali i bacini sedimentari di origine detritica che colmano fosse tettoniche o zone di subsidenza, le conche quaternarie, le pianure alluvionali. Per identificare gli acquiferi nelle pianure alluvionali e nei bacini intermontani si rende però necessaria la ricostruzione degli orizzonti di ghiaie e sabbie che di solito sono intercalati con limi e argille. Per questa ricostruzione non sono sufficienti i dati geologici di superficie, ma occorrono indagini geofisiche o perforazioni che permettano di ottenere stratigrafie di maggior dettaglio.

I limiti delle unità idrogeologiche sono rappresentati da elementi stratigrafici o tettonici che condizionano in modo sostanziale la circolazione idrica sotterranea, sbarrandola

parzialmente o totalmente. Di solito si tratta di contatti fra complessi geologici a permeabilità relativa molto diversa. L'identificazione di massima di questo dominio si effettua con l'ausilio di carte geologiche, sezione geologiche e foto aeree.

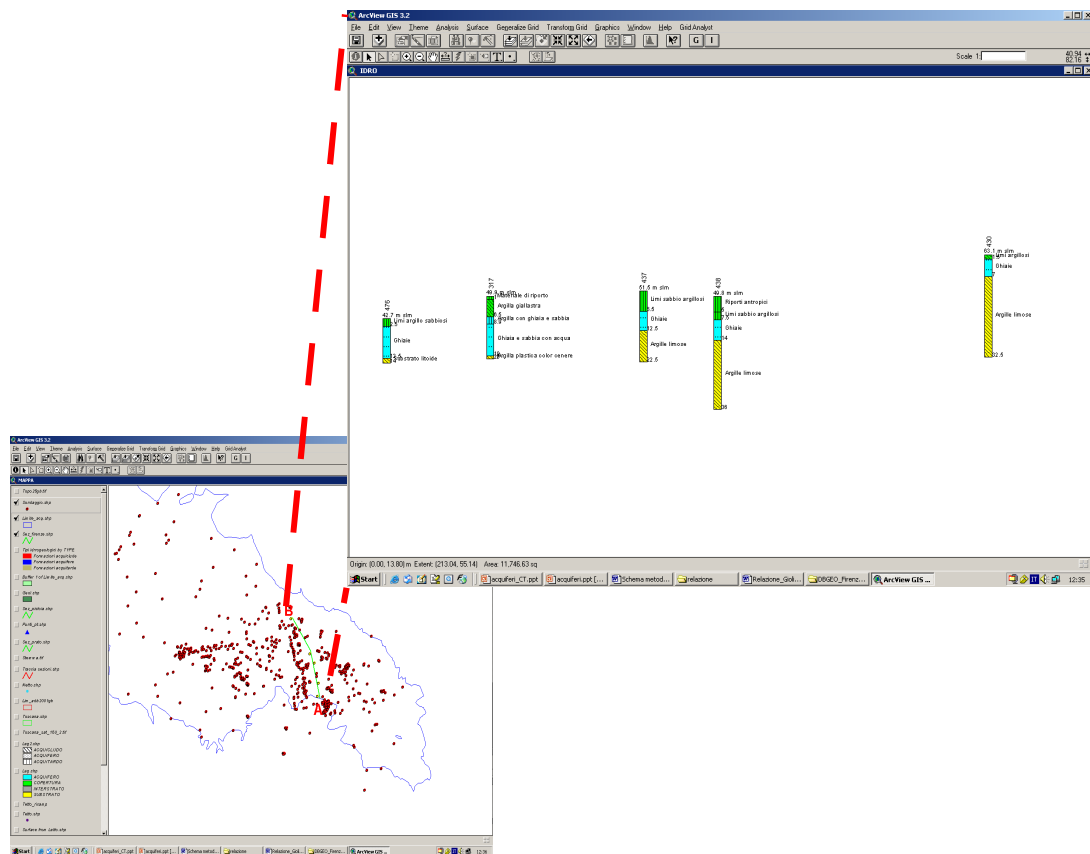
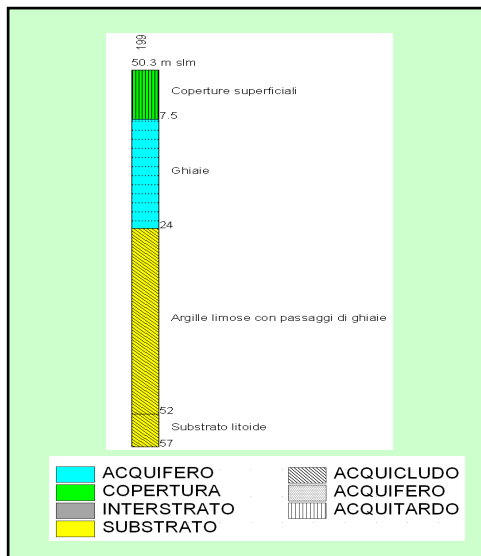


Figura 35 - Archiviazione, interpretazione e visualizzazione dei dati di sottosuolo utilizzati

Attraverso l'interpolazione dei dati disponibili è stato ricostruito l'andamento della base e del tetto del livello acquifero. La successione litostratigrafica dei sedimenti alluvionali è stata divisa in due unità principali: il terreno sovrastante l'acquifero e l'acquifero stesso. La successione stratigrafica ricostruita per il corpo idrico è schematicamente ripartita nelle seguenti unità idrogeologiche principali:

- COPERTURA
- ACQUIFERO
- SUBSTRATO

Caratterizzazione del Corpo Idrico Sotterraneo in termini di delimitazione 3D delle superfici di tetto e di letto

I dati idrogeologici raccolti, inseriti nel progetto GIS e interpretati sono sempre acquisiti sotto forma di osservazioni sparse di tipo puntuale, per cui, sia per un eventuale utilizzo in modelli matematici, sia per elaborare una rappresentazione grafica di sintesi che permetta di evidenziare l'andamento delle grandezze da stimare, devono necessariamente essere trasformati in campi continui.

Tale operazione viene svolta tramite le seguenti operazioni:

- *Interrogazione della banca dati interpretata per le quote di tetto e letto del CIS.* I dati così ottenuti sono stati organizzati sotto forma di shapefiles e tabelle, e la loro visualizzazione può essere effettuata tramite un apposito progetto su piattaforma Esri Arcgis – ArcMap 9.0, dove sono stati eseguiti i passi successivi.
- *Interpolazione delle superfici.* La fase di interpolazione è un'operazione fondamentale, che prevede in primo luogo la scelta dell' interpolatore più corretto da usare e la sua applicazione nella spazializzazione dei dati. Per la produzione delle superfici di tetto e di letto dell'acquifero sono stati quindi utilizzati due diversi interpolatori e cioè l'IDW (deterministico esatto), e il "KRIGING ordinario" (geostatistico inesatto).
- *Produzione di tematismi in formato raster.* attraverso l'uso dei suddetti interpolatori sono state prodotte carte di sintesi in formato raster delle superfici del tetto e del letto dell' acquifero (CARTE IDROSTRUTTURALI). Sono state inoltre prodotte le carte degli spessori totali dell'acquifero e/o dello spessore efficace dei livelli acquiferi.
- *Costruzione di sezioni idrostratigrafiche* (attraverso il progetto su piattaforma Esri ArcView 3.2 Sira_Dbgeo realizzato da ARPAT – Agenzia Regionale Protezione Ambientale – Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana).
- *Stima e interpolazione del parametro della permeabilità degli strati acquiferi,* calcolo della trasmissività: laddove esistevano dati a disposizione circa i parametri idrogeologici, sono state prodotte anche carte della trasmissività dell'acquifero.

Caratterizzazione delle condizioni idrogeologiche al contorno

Questa operazione è stata eseguita impostando la legenda della carta geologica classificando le formazioni contigue al CIS secondo la classe di permeabilità.

La caratterizzazione del tipo idrogeologico di ogni formazione è stata fatta partendo dallo strato informativo della permeabilità, già realizzato dall'Autorità di bacino dallo strato informativo della geologia.

L'attribuzione delle classi di permeabilità è la seguente:

Classe	Descrizione (tipo idrogeologico)	Tipo di permeabilità
A	Formazioni con permeabilità da praticamente nulla a bassissima	primaria
B	Formazioni con permeabilità medio-bassa	primaria
C	Formazioni con permeabilità medio	primaria
D	Formazioni con permeabilità medio-alta	primaria
E	Formazioni con permeabilità alta	primaria
I	Formazioni con permeabilità da praticamente nulla a bassissima	secondaria
II	Formazioni con permeabilità medio-bassa	secondaria
III	Formazioni con permeabilità medio	secondaria
IV	Formazioni con permeabilità medio-alta	secondaria
V	Formazioni con permeabilità alta	secondaria

Tabella 11 – Classi di permeabilità

La rappresentazione delle condizioni a contorno delle aree di affioramento dei corpi idrici sotterranei costituisce uno strumento conoscitivo importante per poter interpretare le piezometrie e, conseguentemente, le direzioni dei flussi idrici all'interno del corpo idrico sotterraneo.

Le condizioni idrogeologiche al contorno sono state classificate tramite procedura GIS secondo gli attributi delle formazioni confinanti, attraverso operazioni di delimitazione, controllo grafico e correzione. La classe di permeabilità attribuita alle formazioni contigue l'acquifero mostra quindi la capacità di scambio idrico delle suddette formazioni con il corpo idrico sotterraneo.

Corpi idrici sotterranei alluvionali significativi del bacino dell'Arno

La metodologia sopra descritta è stata utilizzata per lo studio dei corpi idrici sotterranei significativi alluvionali del bacino dell'Arno.

- Casentino
- Valdichiana
- Pianura di Arezzo
- Valdarno superiore
- Mugello
- Pianura di Firenze Prato Pistoia
 - pianura di Firenze
 - conoide di Prato

- pianura di Pistoia
- Val di Pesa
- Pianura di Empoli
 - Val di Nievole
 - Val d'Elsa
- Pianura di Fucecchio Santa Croce
- Val d' Era
- Pianura di Lucca
- Pianura di Bientina
- Pianura di Pisa.

Per ogni acquifero sono state prodotte le seguenti elaborazioni:

- *Scheda monografica descrittiva* del Corpo Idrico Sotterraneo, contenente il quadro geologico e geomorfologico dell'area. Sono descritte le unità stratigrafiche del sistema acquifero (copertura, acquifero, substrato) ed è sviluppata la parte idrogeologica di dettaglio. La scheda è corredata dalle seguenti cartografie:
 - *Carta delle Isobate della copertura dell'acquifero* - Rappresenta la morfologia del tetto del corpo sedimentario più superficiale, ghiaioso o sabbioso, facente parte del corpo acquifero significativo.
 - *Carta delle Isobate del letto dell'acquifero sfruttato e dello spessore efficace dei livelli acquiferi* - Riporta la morfologia del letto dell'acquifero sfruttato, intendendo con ciò l'acquifero nella sua interezza in senso verticale, o, alternativamente, la porzione di esso delimitata verso il basso dalla massima profondità raggiunta dai pozzi di emungimento; viene inoltre mostrato lo spessore efficace, inteso come sommatoria dei livelli permeabili presenti all'interno dello stesso acquifero sfruttato. Per gli acquiferi in cui il letto dell'acquifero sfruttato coincide con il substrato, viene prodotta la *Carta dello spessore dell' acquifero*
 - *Carta della trasmissività dell'acquifero* - *Prodotta dove esistono dati a disposizione circa i parametri idrogeologici.*
 - *Carta delle condizioni idrogeologiche al contorno* - La carta mostra il comportamento idrogeologico delle formazioni al contorno del corpo idrico sotterraneo, schematizzandole in base alla classe di permeabilità. La classe di permeabilità attribuita alle formazioni contigue l'acquifero mostra la capacità di scambio idrico delle stesse con il corpo idrico sotterraneo.
- *Sezioni idrostratigrafiche* - Sono state ricostruite una o più sezioni idrostratigrafiche significative del corpo idrico sotterraneo.
- *Carte piezometriche* - Redatte ove disponibili piezometrie recenti.

Tutte queste elaborazioni sono disponibili su apposita area dedicata del sito internet dell'Autorità di bacino del fiume Arno (<http://www.adbarno.it/cont/testo.php?id=28>).

2.2 Aree Protette

2.2.1 Il quadro giuridico di riferimento

L'iniziale azione di individuazione di aree naturali di particolare pregio da proteggere si è attuata in modo frammentario mancando un quadro normativo generale di riferimento. In conseguenza dei fenomeni di crescita economica e sociale, che hanno portato l'azione dell'uomo ad incidere in via sempre più marcata sull'ambiente, lo Stato, prendendo coscienza delle possibili conseguenze, ha maturato la necessità di dotarsi di provvedimenti normativi specifici in materia di protezione della natura, bene che assumeva una sempre più importante ed autonoma valenza nella vita di tutti gli individui.

Dallo svilupparsi di tale nuova concezione ha tratto origine la legge 349/1986 che istituisce appunto il Ministero dell'ambiente, il quale, per disposizione della stessa legge ha il compito, tra gli altri, di assicurare *“la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale nazionale”*; oltre a ciò, nello specifico, l'articolo 5 trasferisce in capo al Ministro e al suo dicastero le competenze già individuate da altri provvedimenti normativi in materia di parchi nazionali, zone di importanza naturalistica nazionale, riserve naturali e aree protette di carattere regionale e locale.

Ma è solo con la legge 6 dicembre 1991, n. 394, che lo Stato approva la *“Legge quadro sulle aree protette”* legge che detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese. L'articolo 2 si propone inoltre di classificare le aree naturali protette suddividendole in parchi nazionali, parchi naturali regionali, riserve naturali statali e regionali, lasciando però ai competenti organi individuati dalla legge stessa la possibilità di operare ulteriori classificazioni.

Si riportano di seguito le caratteristiche individuate dalla legge per ogni classificazione.

Parchi nazionali

I parchi nazionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future

Parchi naturali regionali e interregionali

I parchi naturali regionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Riserve naturali

Le riserve naturali sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per le diversità biologiche o per la

conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli interessi in esse rappresentati.

Aree naturali protette

Le altre aree naturali protette sono aree individuate in via residuale (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani, ecc.) che non rientrano nella sopra esposta classificazione. Si dividono in aree a gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.

Rientrano tra queste aree gli ambiti del territorio regionale di interesse naturalistico ed ambientale soggetti all'amministrazione di una provincia o di un comune.

Aree di reperimento terrestri e marine

Le aree di reperimento terrestri e marine, elencate dalle leggi 394 del 1991 e 979 del 1982 (per ciò che concerne le aree marine), costituiscono aree nelle quali si ritiene necessario attuare una forma di conservazione in vista dell'istituzione dell'area naturale protetta, istituzione che si considera prioritaria.

2.2.2 Le zone umide di interesse internazionale e la Convenzione di Ramsar

Tra i vari compiti attribuiti dalla legge quadro, sopra più volte citata, al Comitato per le aree naturali protette (previsto quale organo che svolge tutte le funzioni fondamentali di indirizzo e gestione attese dalla legge medesima in materia di aree naturali protette) vi è quello di operare ulteriori classificazioni allo scopo di rendere efficaci i tipi di protezione previsti da convenzioni internazionali, con particolare riguardo alla *Convenzione di Ramsar*. Ed è appunto per tale motivo che sono da ricomprendersi nella classificazione delle aree naturali protette anche le zone umide.

La *Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici*, firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio del 1971, più comunemente nota come *Convenzione di Ramsar*, è un atto sottoscritto da un insieme di stati, organizzazioni internazionali ed istituzioni scientifiche che, riconoscendo il valore delle zone umide e le funzioni ecologiche fondamentali da queste svolte, evidenziano la necessità di arrestarne l'invasione da parte dell'uomo e la progressiva scomparsa, convenendo una serie di azioni per la loro tutela con specifico riferimento alla loro funzione di habitat per gli uccelli acquatici, i quali vengono riconosciuti quale risorsa internazionale per le loro migrazioni transfrontaliere.

La Convenzione definisce come zone umide le paludi, gli acquitrini, le torbe i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri.

Alla *Convenzione di Ramsar* è stata data esecuzione nel nostro ordinamento tramite il decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448 (Esecuzione della Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio del 1971) il quale ne riporta integralmente il testo.

La Convenzione in parola istituisce l'*Elenco delle zone umide di importanza internazionale* richiedendo a ciascuna parte contraente l'individuazione precisa delle zone umide presenti nel proprio territorio al fine dell'inserimento delle stesse in tale

elenco e riconosce, altresì, agli stati la possibilità di aggiungerne via via delle nuove. Ciascuna parte contraente è ritenuta responsabile sul piano internazionale della tutela, della sistemazione, della sorveglianza e del razionale utilizzo delle popolazioni degli uccelli acquatici migranti. Inoltre i soggetti sottoscrittori si impegnano a favorire tutte le azioni di tutela possibili per le zone umide ancorché queste non siano ancora inserite nell'Elenco ufficiale. La Convenzione resterà in vigore per un periodo indeterminato ed è aperta alla firma di ulteriori parti contraenti senza limitazioni di tempo.

2.2.3 Le Zone di Protezione Speciale (ZPS)

La direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (più volte richiamata come *direttiva uccelli selvatici*) è il primo strumento normativo di cui si è dotata l'allora Comunità Economica Europea per proteggere e conservare, nel lungo periodo, molte specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri.

La *direttiva uccelli selvatici* mira a proteggere, gestire e regolare tutte le specie di uccelli viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri - comprese le uova di questi, i loro nidi e i loro habitat nonché a regolare lo sfruttamento di tali specie. Nel suo articolato prevede che gli stati membri devono adottare le misure necessarie per mantenere o adeguare la popolazione di tutte le specie di uccelli protette ad un livello che corrisponde in particolare alle esigenze ecologiche, scientifiche e culturali, in particolare devono adoperarsi anche per preservare, mantenere o ripristinare i biotopi e gli habitat di questi uccelli istituendo zone di protezione, mantenendo gli habitat esistenti, ripristinando i biotopi distrutti e creando biotopi.

Per talune specie di uccelli identificate dalla direttiva (nel suo allegato I) e le specie migratrici sono previste misure speciali di protezione degli habitat.

La direttiva (con tutte le successive modifiche fino alla nuova versione della direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 che la sostituisce integralmente abrogandola) stabilisce un regime generale di protezione di tutte le specie di uccelli, comprendente in particolare i divieti di uccidere o catturare deliberatamente le specie di uccelli contemplate - fatta salva la possibilità di cacciare talune specie a condizione che i metodi di caccia utilizzati rispettino alcuni principi (saggia ed equa utilizzazione, divieto di caccia durante il periodo della migrazione o della riproduzione, divieto di metodi di cattura o di uccisione in massa o non selettiva) -, di distruggere, danneggiare o asportare i loro nidi e le loro uova, di disturbarle deliberatamente ed infine di detenerle.

La direttiva uccelli selvatici è stata recepita nel nostro ordinamento dalla legge 11 febbraio 1992, n. 157 *Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio*, mediante la quale è stata prevista l'istituzione delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) finalizzate al mantenimento e alla sistemazione, conforme alle esigenze ecologiche, degli habitat interni a tali zone e ad esse limitrofi nonché il ripristino dei biotopi distrutti e la creazione di nuovi. La competenza in tale ambito è affidata dalla stessa legge alle regioni e alle province autonome dello stato.

2.2.5 La Rete natura 2000

Il secondo pilastro messo a fondamento dell'azione comunitaria in materia di protezione ambientale è la direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, posto che tali elementi assieme alla salvaguardia, alla protezione e al miglioramento della qualità ambientale costituiscono un obiettivo essenziale di interesse generale perseguito dall'Unione Europea.

Partendo dal dato oggettivo che nel territorio europeo degli stati membri gli habitat naturali non cessano di degradarsi e che talune specie sono continuamente minacciate la direttiva citata, comunemente conosciuta anche come *direttiva habitat*, si pone lo scopo principale di contribuire a salvaguardare la biodiversità, intento che ritiene di attuare mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche presenti nei territori degli stati membri. Le misure individuate a tal riguardo dalla direttiva sono intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, di una serie di habitat naturali, nonché di alcune specie vegetali ed animali.

In particolare il perseguimento del fine ambizioso di salvaguardare la biodiversità viene attuato mediante la costituzione (articolo 3) di una rete ecologica europea coerente di Zone Speciali di Conservazione (ZSC), denominata *Natura 2000*; questa rete è formata dai siti in cui si trovano alcuni tipi di habitat naturali e habitat delle specie ritenuti di rilevante importanza. La rete *Natura 2000* comprende altresì, per espressa disposizione, le zone di protezione speciale classificate dagli stati membri a norma della direttiva uccelli selvatici (79/409/CEE).

La rete Natura 2000 è quindi la più grande rete ecologica del mondo formata dalle zone di protezione speciale (ZPS) e dalle zone speciali di conservazione (ZSC). Mentre delle prime è stata illustrata l'individuazione nel precedente paragrafo la designazione delle seconde avviene attraverso un procedimento che si articola in tre fasi, previsto dagli allegati III e IV della direttiva in esame. In prima istanza ogni stato membro deve compiere una valutazione a livello nazionale dell'importanza relativa dei siti per ciascun tipo di habitat naturale elencato nell'allegato I e per ciascuna specie dell'allegato II e procedere quindi a classificarli sull'elenco nazionale come siti atti ad essere individuati quali siti di importanza comunitaria, secondo il loro valore relativo per la conservazione di ciascun tipo di habitat naturale o di ciascuna specie. Nella seconda fase, sulla base dell'individuazione svolta dagli stati membri, la Commissione elabora un progetto di elenco di siti di importanza comunitaria nell'ambito di ognuna delle cinque regioni biogeografiche; tutti i siti, individuati dagli stati membri nella fase 1, che ospitano tipi di habitat naturali e/o specie prioritari, sono considerati siti di importanza comunitaria (SIC) mentre la valutazione dell'importanza comunitaria degli altri siti inclusi negli elenchi degli stati membri verrà compiuta dalla Commissione tenendo conto di alcuni criteri previsti dalla direttiva.

L'elenco dei siti selezionati come di importanza comunitaria (SIC) è quindi fissato dalla Commissione; spetta però, in conseguenza, allo stato membro interessato designare tale sito quale zona speciale di conservazione (fase III). In aggiunta a ciò gli stati membri sono tenuti a stabilire nelle proprio ZSC le misure di conservazione necessarie (che, all'occorrenza, possono implicare appropriati piani di gestione specifici o integrati ad altri piani di sviluppo) e le opportune misure regolamentari, amministrative o contrattuali che siano conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali e delle specie presenti nei siti. Gli stati sono altresì tenuti ad adottare le opportune misure per evitare il degrado degli habitat naturali e degli habitat di specie nonché la perturbazione delle specie per cui le zone sono state designate, nella misura in cui tale perturbazione potrebbe avere conseguenze significative al raggiungimento degli obiettivi della direttiva.

Il recepimento della *direttiva habitat* è avvenuto in Italia con il decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357 *Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche* (modificato ed integrato poi dal successivo d.p.r. 12 marzo 2003, n. 120) con il quale le competenze specifiche attribuite agli stati membri dalla direttiva habitat vengono conferite dallo stato alle regioni e alle province autonome.

L'individuazione dei siti da proporre in Italia è stata pertanto realizzata dalle singole regioni e province autonome in un processo coordinato a livello centrale.

Le attività svolte, finalizzate al miglioramento delle conoscenze naturalistiche sul territorio nazionale, vanno dalla realizzazione della ricognizione delle specie alla descrizione della trama vegetazionale del territorio, dalla realizzazione di banche dati sulla distribuzione delle specie all'avvio di progetti di monitoraggio sul patrimonio naturalistico, alla realizzazione di pubblicazioni e contributi scientifici e divulgativi.

In particolare è nell'esecuzione del progetto Bioitaly - cofinanziato dall'Unione Europea con il LIFE e dal Ministero dell'Ambiente – che si è provveduto ad individuare le aree da tutelare. Il progetto Bioitaly, attraverso la raccolta e l'organizzazione dei dati ambientali ha proposto una serie di siti classificabili di importanza comunitaria (SIC) e di interesse nazionale (SIN) e regionale (SIR). I SIC sono suddivisi in tre raggruppamenti:

- SIC: sito classificabile di importanza comunitaria che nella regione o nelle regioni biogeografiche cui appartiene contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di Habitat naturale e seminaturale, flora e fauna selvatica, in uno stato di conservazione soddisfacente e che può contribuire alla coerenza della rete ecologica Natura 2000, al fine di mantenere la diversità biologica nella regione biogeografica.
- SIN: siti classificabili di interesse nazionale.
- SIR: siti classificabili di interesse regionale; per questi ultimi due si tratta di un'area geograficamente definita, la cui superficie sia chiaramente delimitata, che contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di Habitat naturale e seminaturale o di una specie di interesse nazionale o regionale.

Assetto demografico, economico e sociale

Cenni introduttivi

In una Regione quale la Toscana, su cui insiste per la quasi totalità della sua superficie il territorio di competenza dell'Autorità di bacino del fiume Arno, l'aspetto legato alla struttura ed alla dinamica insediativa della popolazione assume un rilievo di tutto rispetto, nella considerazione ormai nota che l'antropizzazione del territorio è all'origine di pressioni dirette sull'ambiente, attraverso il consumo di risorse naturali rinnovabili e non rinnovabili, ed indirette attraverso le varie attività economiche collegate agli insediamenti umani e attraverso i flussi di mobilità.

Pertanto, non si può prescindere da un'analisi demografica non solo da un punto di vista quantitativo, come la presenza numerica della popolazione sul territorio, ma anche da un punto di vista qualitativo che tenga conto delle dinamiche insediative, del processo di antropizzazione, nei termini sopra descritti, degli stili di vita, dei consumi della popolazione ecc.

La crescita demografica ha prodotto nei secoli una sempre maggiore pressione sulle risorse disponibili, divenuta evidente nel contesto europeo, soprattutto a partire dagli anni '60-'70, periodo in cui il cosiddetto "boom" economico, proponendo un nuovo modello di sviluppo economico, ha profondamente inciso sulle variabili demografiche quantitative (incremento delle nascite, aspettativa di vita decisamente più lunga...) e qualitative (cambio degli stili di vita della popolazione). Il benessere economico raggiunto in quegli anni ha modificato i fabbisogni della famiglia media e, di conseguenza anche i consumi, ormai non più rivolti a soddisfare i bisogni primari. In particolare si assiste ad una crescita piuttosto rapida della popolazione urbana, con pesanti conseguenze in termini di consumo di risorse naturali e di produzione di inquinanti e rifiuti.

Tuttavia urge sottolineare come non sia possibile pensare ad una relazione lineare tra incremento della popolazione e scarsità delle risorse naturali, in quanto siffatta relazione, molto complessa, è frutto di una molteplicità di fattori tra cui un ruolo primario rivestono i sopra descritti mutati stili di vita. Ad esempio, nonostante l'ormai consolidato trend demografico negativo comune a tutti i paesi occidentali, il settore domestico eserciti una pressione sempre più rilevante sulla qualità e la quantità di risorse naturali. Si assiste, infatti, ad un generale aumento dei consumi domestici in controtendenza rispetto a quanto avviene nei più tradizionali settori di pressione ambientale, quali l'industria e l'agricoltura, dove si registra complessivamente una spinta alla riduzione della pressione sulle risorse, grazie anche all'adozione di tecnologie più efficienti.

Questi fenomeni, ovviamente, sono differentemente distribuiti all'interno di tutto il territorio regionale su cui insiste la maggior parte della superficie di competenza dell'Autorità di bacino del fiume Arno.

Il Bacino del fiume Arno, infatti, non costituendo ente territoriale, nonostante abbia propri confini entro cui l'Autorità spiega la propria competenza amministrativa, rappresenta una realtà complessa caratterizzata dal fatto di trovarsi situata sul territorio di due Regioni e, nel contempo, di essere limitata al proprio interno dalla presenza di taluni Comuni che sono interessati solamente per porzioni della loro superficie territoriale.

Pertanto, occorre, ai fini di una analisi che sia più puntuale possibile, inquadrare esattamente quale sia il contesto territoriale del Bacino e, quindi, adattare i dati statistici che, di solito, si riferiscono alle classiche ripartizioni territoriali (province e comuni).

I dati statistici a base della presente analisi sono stati calcolati a partire da quelli ISTAT e adattati trascurando quei valori che, riferendosi a Comuni il cui territorio ricade all'interno del Bacino per percentuali di superficie uguale o inferiore al 5%, comportano percentuali prossime allo zero, e quindi ininfluenti, ma che possono dare una visione poco realistica della realtà.

Territorio di riferimento

Il Bacino del fiume Arno, con i suoi 9.100 Km² circa di superficie, rappresenta il 29% circa del territorio totale delle due regioni Toscana e Umbria insistendo per il 28,55% all'interno dei confini amministrativi della Regione Toscana e per lo 0,49% in quelli della Regione Umbria.

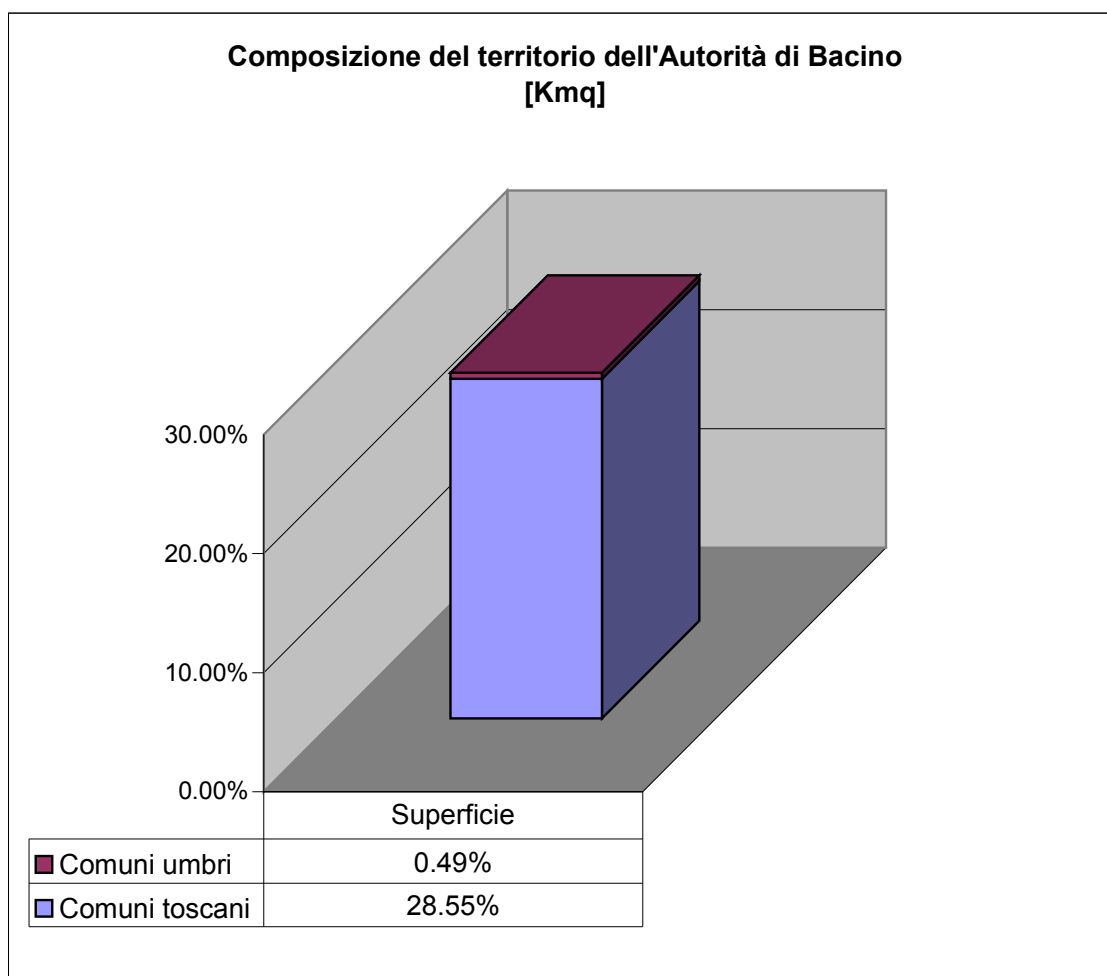


Figura 36 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Può quindi affermarsi che la maggior parte del territorio del Bacino si sviluppa all'interno del territorio toscano.

Infatti, l'estensione dei comuni toscani che ricadono all'interno dei confini del Bacino del Fiume Arno incide per quasi il 40% sull'intera superficie della Regione Toscana (figura 2), mentre solo una quota marginale (1,82%) è rappresentata dai comuni umbri del Bacino insistenti sul territorio regionale umbro.

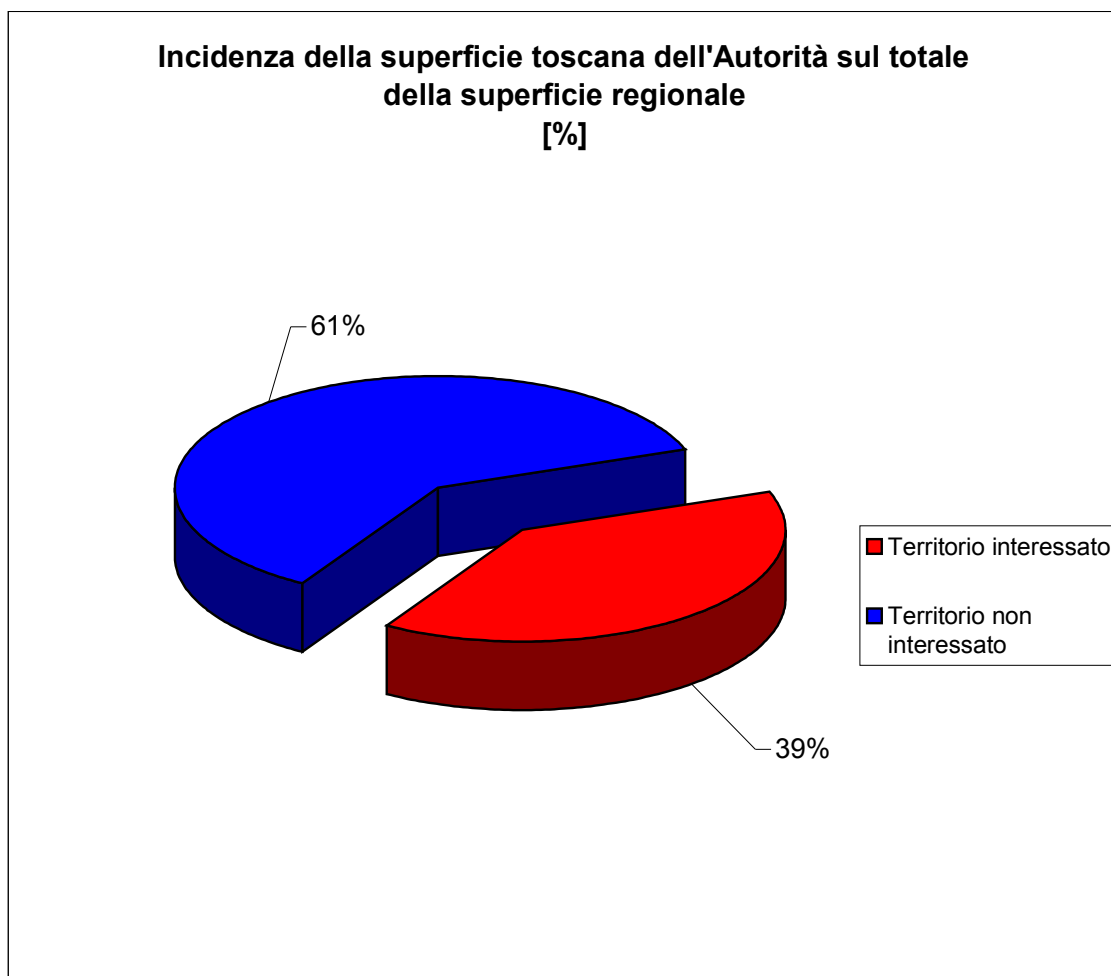


Figura 37 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

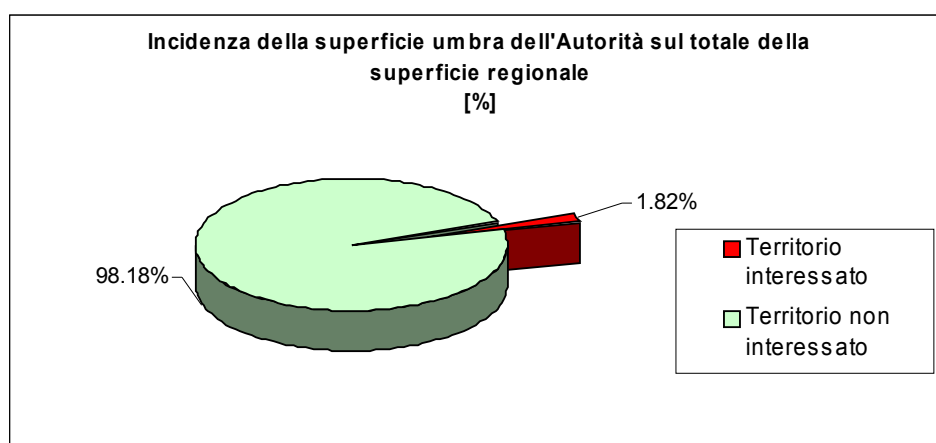


Figura 38 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione Adb

Pertanto, il territorio di riferimento significativo per l'intero bacino, anche alla luce della poca significatività statistica dei dati rapportati a territori comunali che rappresentano percentuali di appartenenza prossimi allo zero, è senz'altro la Regione Toscana.

Questa regione, con i suoi circa 3,5 milioni di abitanti ed una densità di 158 Ab/Kmq, sebbene al di sotto di quella nazionale (pari a 195 Ab/Kmq) presenta, tuttavia, una concentrazione di popolazione lungo una fascia situata a nord-ovest del territorio

regionale ove sono situate le 7 province più densamente popolate delle 10 province toscane, con medie decisamente superiori a quella nazionale.

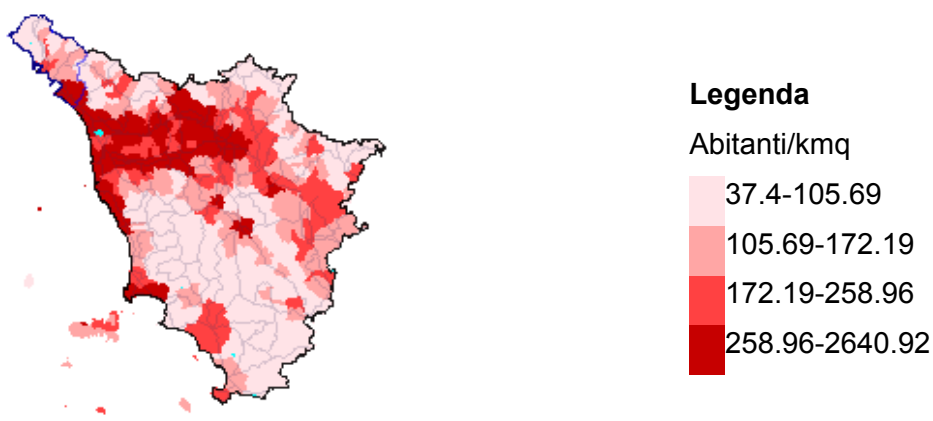


Figura 39 - Fonte ISTAT anno 2005

Nelle province di Prato, Pistoia, Livorno e Firenze, infatti, la densità supera notevolmente i 250 Ab/Kmq, con Prato, in particolare, che da sola ha una densità pari a 663 Ab/Kmq, costituendo la provincia più densamente popolata della Regione. Le province di Massa Carrara e Pisa si attestano su valori superiori alla media regionale ma inferiori a quelle nazionali; mentre le province di Arezzo, Siena e Grosseto registrano densità al di sotto della media regionale, con la provincia di Grosseto che con i suoi 48 Ab/Kmq rappresenta la meno popolata della Regione.

A livello comunale, invece, le maggiori densità abitative riguardano:

- la provincia di Arezzo (104 Ab/Kmq) con i comuni di San Giovanni Valdarno (794 Ab/Kmq), Montevarchi (403 Ab/Kmq), Pian di Scò (309 Ab/Kmq) e Arezzo (247 Ab/Kmq);
- la provincia di Firenze (275 Ab/Kmq) con i comuni di Firenze (3.587 Ab/Kmq), Campi Bisenzio (1.375 Ab/Kmq), Sesto Fiorentino (959 Ab/mq), Signa (898 Ab/Kmq), Scandicci (831 Ab/Kmq), e Montelupo Fiorentino (503 Ab/Kmq);
- la provincia di Pisa (162 Ab/Kmq) con i comuni di Santa Croce sull'Arno (1.110 Ab/Kmq), Calcinaia (645 Ab/Kmq), Pontedera (585 Ab/Kmq), Pisa (473 Ab/Kmq), S. Giuliano Terme (336 Ab/Kmq) e Montopoli Valdarno (347 Ab/Kmq);
- la provincia di Pistoia (289 Ab/Kmq) con i comuni di Agliana (1.315 Ab/Kmq), Montecatini Terme (1.171 Ab/Kmq), Pieve a Nievole (757 Ab/Kmq), Monsummano Terme (620 Ab/Kmq), Chiesina Uzzanese (591 Ab/Kmq), Buggiano (540 Ab/Kmq), Massa e Cozzile (467 Ab/Kmq), Pistoia (364 Ab/Kmq), Montale (323 Ab/Kmq) e Pescia (238 Ab/Kmq);
- la provincia di Prato (663 Ab/Kmq) con i comuni di Prato (1.884 Ab/Kmq), Poggio a Caiano (1.559 Ab/Kmq), Montemurlo (581 Ab/Kmq), Carmignano (338 Ab/Kmq) e Vaiano (284 Ab/Kmq);
- la provincia di Siena (68 Ab/Kmq) con i comuni di Poggibonsi (405 Ab/Kmq), Colle di Val d'Elsa (220 Ab/Kmq) e Chianciano Terme (196 Ab/Kmq).

In siffatto contesto territoriale di appartenenza, il Bacino del fiume Arno racchiude nel suo ambito di competenza oltre il 60% della popolazione totale residente in Toscana. Con i suoi circa 2.256.000 abitanti e una superficie di circa 9.100 Km², presenta una

densità di popolazione pari a 248 Ab/Kmq e quindi ben al di sopra sia di quella regionale (158 Ab/Kmq) che di quella nazionale (194 Ab/Kmq). Ciò è dovuto alla presenza sul suo territorio dei comuni, capoluoghi di provincia, più densamente popolati della Regione quali Firenze, Prato, Pisa, Arezzo e Pistoia, ove, infatti, è concentrato il 34% della popolazione totale del Bacino.

Firenze costituisce, indubbiamente, la città più popolata dell'intero territorio sia regionale che del bacino del Fiume Arno. Con i suoi 367.000 abitanti circa, infatti, rappresenta, in termini di popolazione il 16,3% di quella residente all'interno del territorio di competenza del Bacino del Fiume Arno ed il 48% circa dell'intera popolazione residente nei suddetti capoluoghi di provincia più densamente popolati dell'intera Regione Toscana.

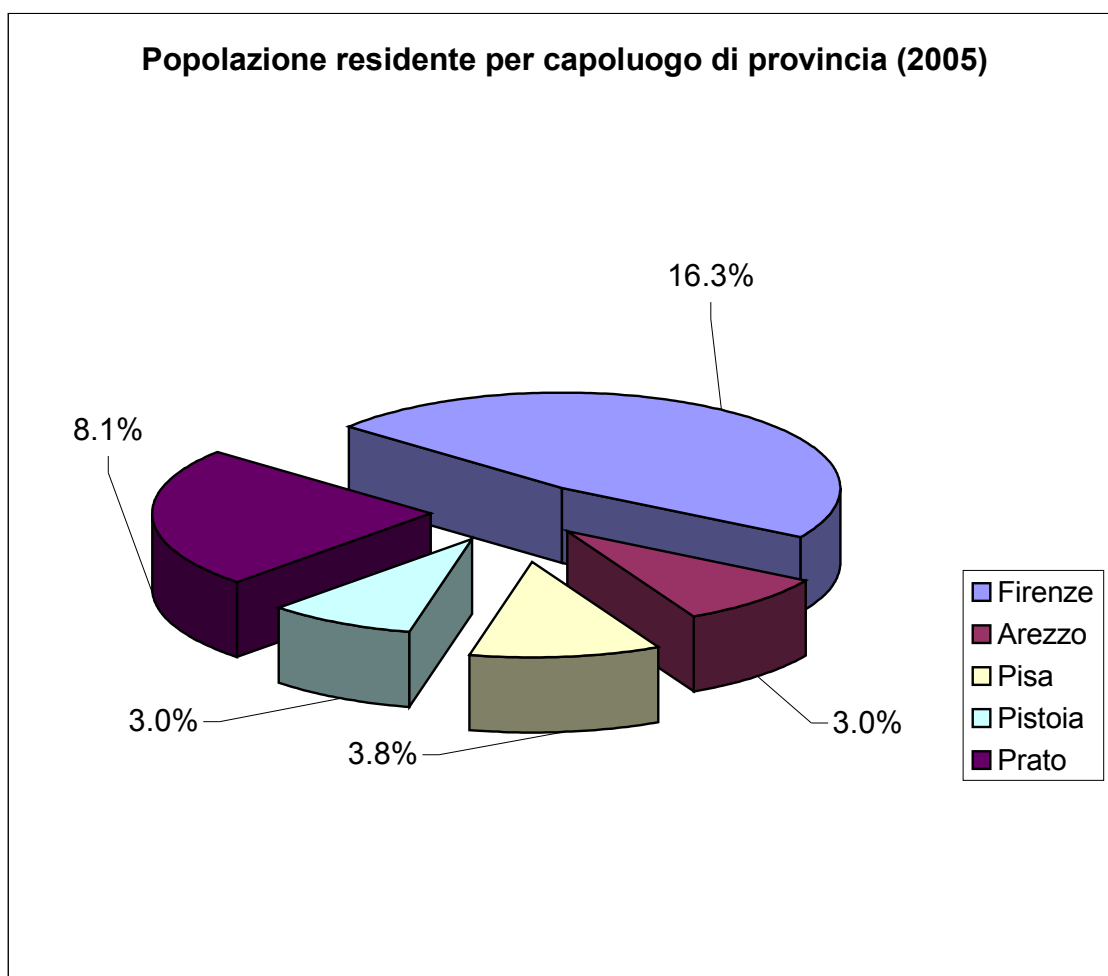


Figura 40 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione Adb

Oltre i confini amministrativi comunali, ai fini di una maggiore conoscenza del territorio su cui insiste la superficie di competenza dell'Autorità, occorre anche considerare come si distribuiscono i fenomeni demografici all'interno delle suddivisioni per differenti ambiti territoriali sovracomunali. Ciò in quanto, non solo l'elevata concentrazione di popolazione, ma anche la distribuzione della stessa possono rappresentare un fattore di pressione sulle risorse naturali, sia che si tratti di aumento della densità nelle aree storicamente e per definizione densamente popolate (come le aree urbane, le zone di pianura e le fasce costiere), sia che si tratti di una sua diminuzione per le aree marginali di montagna e di collina interna.

Alla luce di quanto sopra, i fenomeni demografici debbono essere considerati anche dal punto di vista della zona di riferimento che, per quanto riguarda la Regione Toscana sono state individuate in:

- pianura;
- collina interna;
- collina litoranea;
- montagna interna.

Dalla suddivisione nelle zone altimetriche di cui sopra si nota come la maggior parte del territorio del Bacino del Fiume Arno sia costituito da zone collinari interne (71,37%), da zone di montagna interna (17,08%) e in minor percentuale (9,60%) da pianura (si considera trascurabile la collina litoranea – i cui valori si attestano, infatti, a poco meno del 2% - e i cui comuni ricadono con superfici ridotte e marginali nel Bacino).

ZONE ALTIMETRICHE	Superficie [Kmq]	%
Collina Interna	6.503,44	71,37
Collina Litoranea	177,83	1,95
Montagna Interna	1.556,15	17,08
Pianura	874,52	9,60
Totale Bacino	9.111,95	100,00

Tabella 12 - Fonte: ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

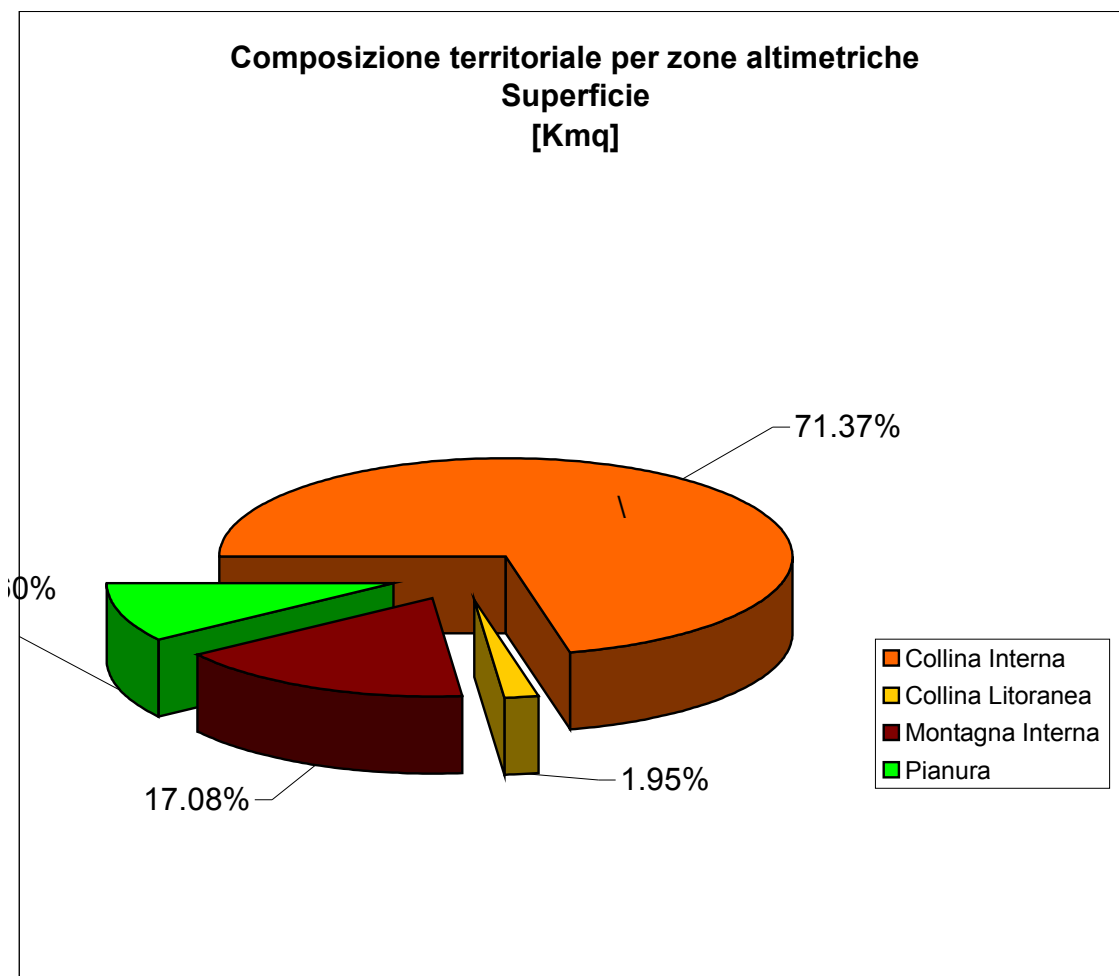


Figura 41 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

La popolazione risulta distribuita per il 74,42% nelle zone collinari, per il 16,48% in pianura e solo per valori marginali nei territori montani e litoranei.

ZONE ALTIMETRICHE	Abitanti	
	[num.]	%
Collina Interna	1.679.169	74,42
Collina Litoranea	36.795	1,63
Montagna Interna	168.539	7,47
Pianura	371.938	16,48
Totale Bacino	2.256.442	100,00

Tabella 13 - Fonte ISTAT anno 2005, Elaborazione AdB

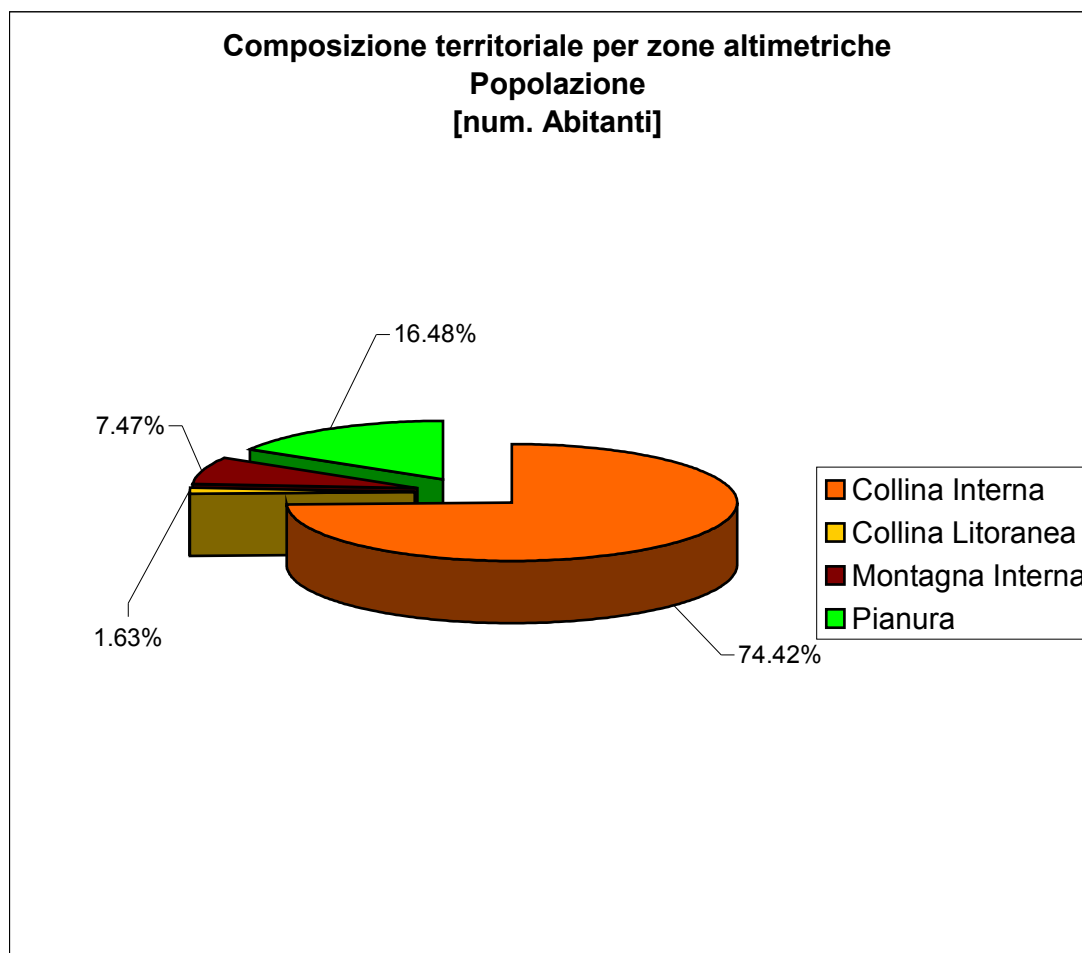


Figura 42 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Nonostante, in valori assoluti e percentuali, il territorio maggiormente rappresentativo sia costituito dalle zone collinari – maggiore estensione e maggior presenza di abitanti residenti - la pressione demografica risulta, tuttavia, essere maggiore in pianura. Infatti la densità abitativa delle zone pianeggianti risulta essere pari a 425 Ab/Kmq, quindi ben al di sopra di quella dell'intero territorio del bacino del Fiume Arno (248 Ab/Kmq), mentre nei territori collinari interni si registrano densità (258 Ab/Kmq) poco al di sopra di quella dell'intero Bacino del fiume Arno.

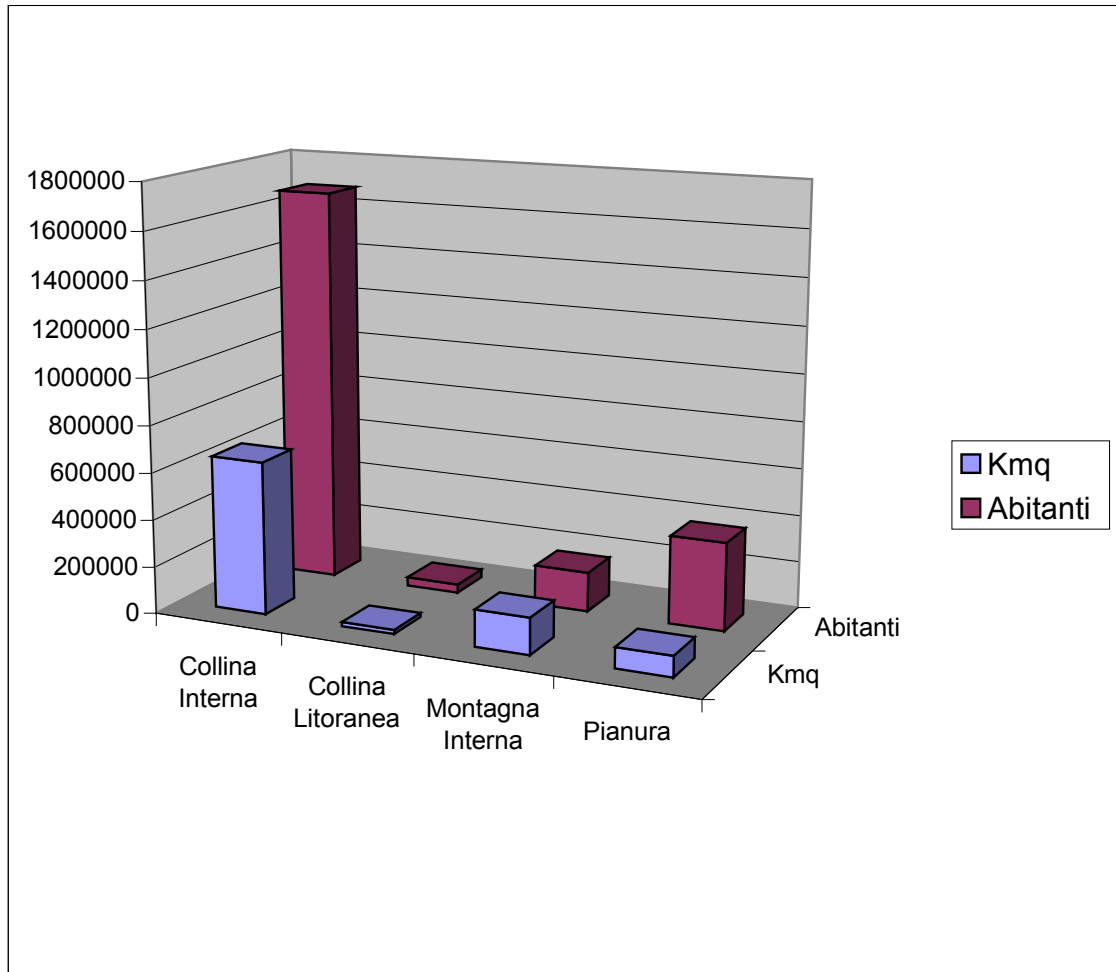


Figura 43 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

La pressione demografica è esercitata sul territorio del bacino anche a causa della presenza, come sopra accennato, dei Comuni di Firenze e Prato che, con oltre 500 mila abitanti su una superficie di poco inferiore ai 200 Km², presentano densità decisamente elevate (2.756 Ab/Km²) e dai Comuni con un numero di abitanti compreso tra i 30 e i 50 mila, quali Campi Bisenzio, Cascina, Empoli, Scandicci e Sesto Fiorentino (con densità di circa 636 Ab/Km²).

AMPIEZZA DEMOGRAFICA	Superficie [Kmq]	%
Fino a 1000	277,38	3,04
Da 1001 a 3000	1.064,20	11,68
Da 3001 a 5000	1.086,51	11,92
Da 5001 a 10000	2.072,14	22,74
Da 10001 a 20000	2.645,45	29,03
Da 20001 a 30000	718,31	7,88
Da 30001 a 50000	405,81	4,45
Da 50001 a 100000	642,29	7,05
Oltre 100000	199,86	2,19
Totale Bacino	9.111,95	100,00

Tabella 14 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

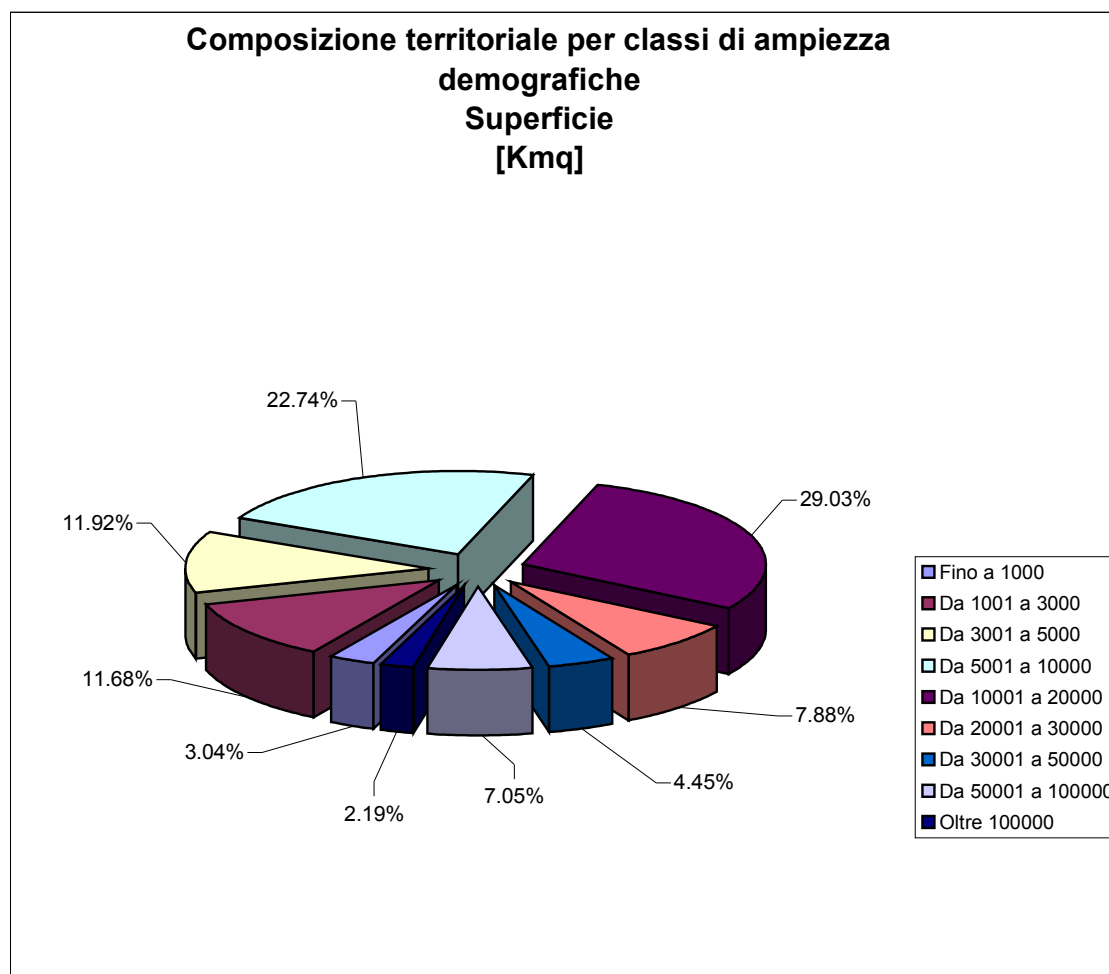


Figura 44 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

AMPIEZZA DEMOGRAFICA	Abitanti [num.]	%
Fino a 1000	8.697	0,39
Da 1001 a 3000	39.828	1,77
Da 3001 a 5000	85.849	3,80
Da 5001 a 10000	301.978	13,38
Da 10001 a 20000	530.580	23,51
Da 20001 a 30000	259.456	11,50
Da 30001 a 50000	257.955	11,43
Da 50001 a 100000	221.376	9,81
Oltre 100000	550.724	24,41
Totale Bacino	2.256.442	100,00

Tabella 15 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

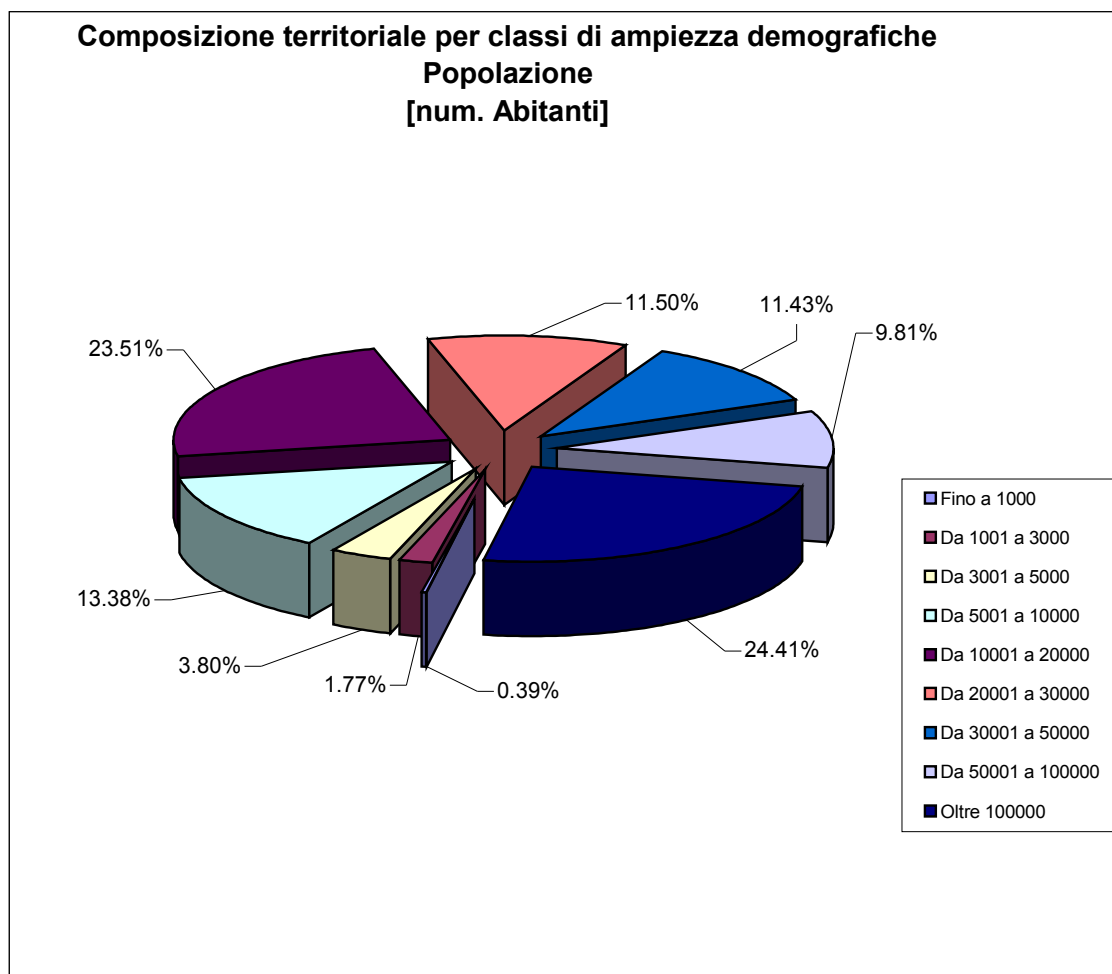


Figura 45 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Analisi della concentrazione insediativa

Come accennato in precedenza, un'analisi dei fenomeni demografici, seppur con i limiti derivanti dagli aspetti che si è intesi porre in evidenza e dalla pretesa di non essere esaustiva, deve comunque necessariamente andare oltre l'inquadramento statico dei fenomeni stessi, per rivolgere l'attenzione all'elemento dinamico dei medesimi, al fine di capirne l'andamento e di poter avanzare stime in merito al futuro.

Per dare al fenomeno in esame un significato più comprensibile nello spazio e soprattutto nel tempo, occorre esaminare il trend evolutivo della popolazione attraverso il confronto delle elaborazioni effettuate sui Comuni ricadenti nel territorio del Bacino del Fiume Arno con quelle svolte a livello regionale.

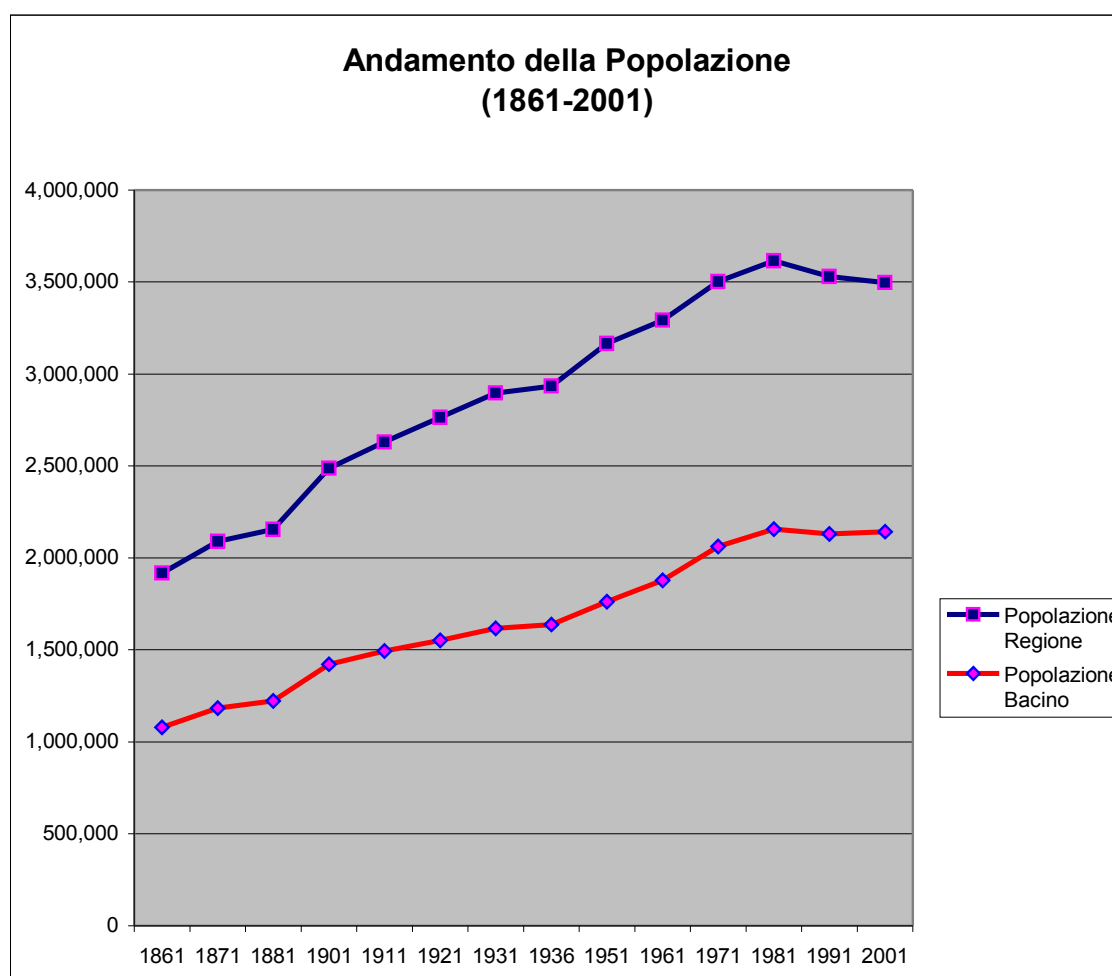


Figura 46 - Popolazione residente in Toscana 1861-2001 (Fonte: ISTAT, elaborazioni Regione Toscana ARPAT e AdB)

Se si confrontano i dati relativi alla popolazione residente alle date censuarie degli ultimi 140 anni, si può subito notare come la popolazione regionale è cresciuta in maniera lenta e graduale raggiungendo il suo culmine nel 1981.

In seguito a tale data si è registrata una inversione di tendenza come conseguenza del forte calo della natalità, non compensato da un pari incremento del saldo migratorio. Oggi la popolazione sembra essersi stabilizzata, in linea con le tendenze nazionali, e la sua variazione dipende unicamente dalle oscillazioni dei flussi migratori, provenienti in gran parte dai paesi esteri.

In linea con siffatta tendenza regionale, non si notano rilevanti divergenze quando si rivolge l'attenzione ai Comuni ricadenti nell'ambito del Bacino, sebbene, a differenza di quanto avviene a livello regionale, nel territorio su cui insiste il Bacino del fiume Arno l'inversione di tendenza che si riscontra a partire dall'anno 1981 è molto più lieve, subendo la popolazione residente, così come rilevata alle date censuarie 1981-2001, una riduzione più moderata e costante rispetto a quella interessante l'intera Regione Toscana.

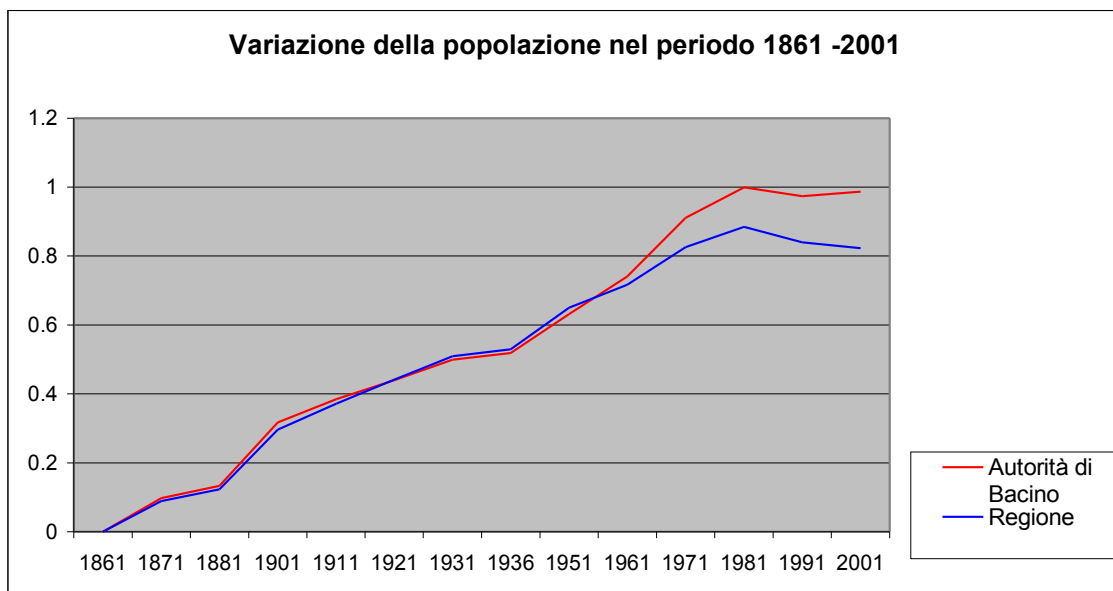


Figura 47 - Fonte: ISTAT anno 2001, elaborazione AdB

Infatti, fino al 1961 si nota un andamento pressoché identico e coincidente tra la popolazione regionale e quella interessante il Bacino del fiume Arno.

A partire dal 1961, si nota, tuttavia, che la crescita delle due popolazioni subisce una differenziazione a vantaggio di quella inerente il Bacino del fiume Arno, che aumenta consistentemente il trend evolutivo (siamo negli anni del cosiddetto boom economico) e differenzia di quella a livello regionale che sostanzialmente mantiene il trend del passato.

Ciò quindi dimostra la vivacità di quella parte del territorio regionale costituita dal Bacino del fiume Arno che, come detto, racchiude in sé quelle zone che hanno ricevuto i maggiori benefici dal cambiamento avvenuto negli anni '60.

Quanto sopra è spiegabile anche se si guarda ai movimenti di popolazione all'interno delle zone altimetriche del Bacino.

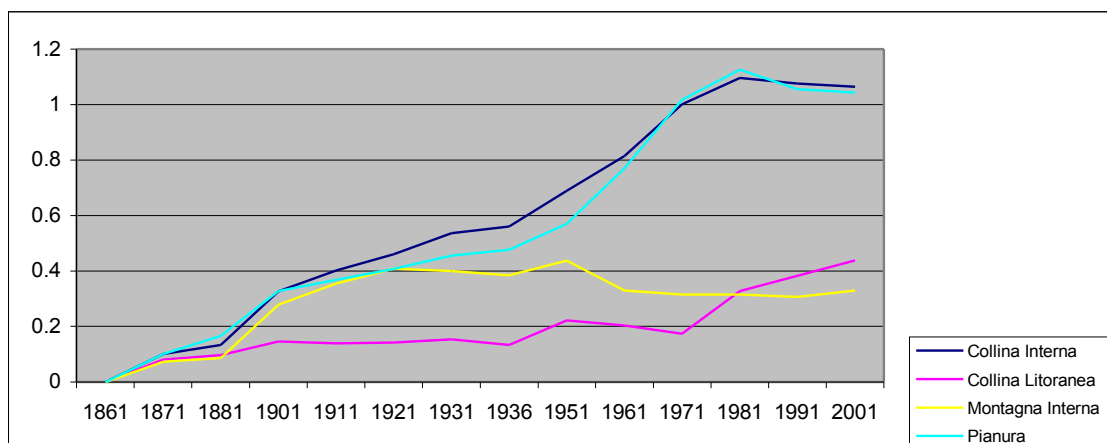


Figura 48 - Andamento della popolazione del Bacino del Fiume Arno per zone altimetriche alle date censuarie Fonte ISTAT anno 2001, elaborazione Adb

È proprio negli anni a cavallo tra il 1950 ed il 1960, infatti, che si ha un brusco aumento della popolazione residente nelle zone collinari interne e soprattutto di pianura, a discapito delle zone litoranee e soprattutto montagnose.

Il boom economico attira la popolazione verso i grandi centri urbani in collina e in pianura: si assiste all'abbandono delle montagne. Questo fenomeno, durato un ventennio, termina nel 1981, anno che, come accennato in precedenza, costituisce il punto di svolta. A partire da tale anno, si assiste, infatti, ad una diffusa diminuzione dei tassi di crescita della popolazione, sebbene in misura differente ai due livelli di analisi.

A livello regionale il calo della popolazione nel periodo 1981-2001 fa registrare tassi medi di crescita negativi intorno all'1,6%; nel territorio del Bacino del fiume Arno, invece, i tassi di crescita negativi della popolazione residente sono decisamente più lievi, attestandosi in media nel medesimo periodo di tempo considerato intorno allo 0,8%.

I centri urbani presenti nelle zone collinari interne e in pianura, hanno visto ridursi la propria popolazione al momento in cui si sono fatti evidenti gli effetti di congestione urbana, a tutto vantaggio delle zone costiere e di montagna che tornano a popolarsi.

Comunque entrambi i livelli di analisi restano in linea con il trend evolutivo decrescente lineare che caratterizza la "crescita zero" del nostro Paese.

Ciò è confermato anche se si restringe l'orizzonte temporale di riferimento. Seppur con le dovute cautele che un'analisi di breve periodo comporta, subendo la serie storica di breve periodo maggiori influenze stagionali e residue e, pertanto, rappresentando margini di errore più rilevanti, si può notare come, anche nel periodo di tempo considerato (1995-2005) i valori assoluti sia la popolazione regionale che quella del Bacino del fiume Arno si distribuiscono in maniera pressoché lineare, con una leggera ripresa a partire dall'anno 2003.

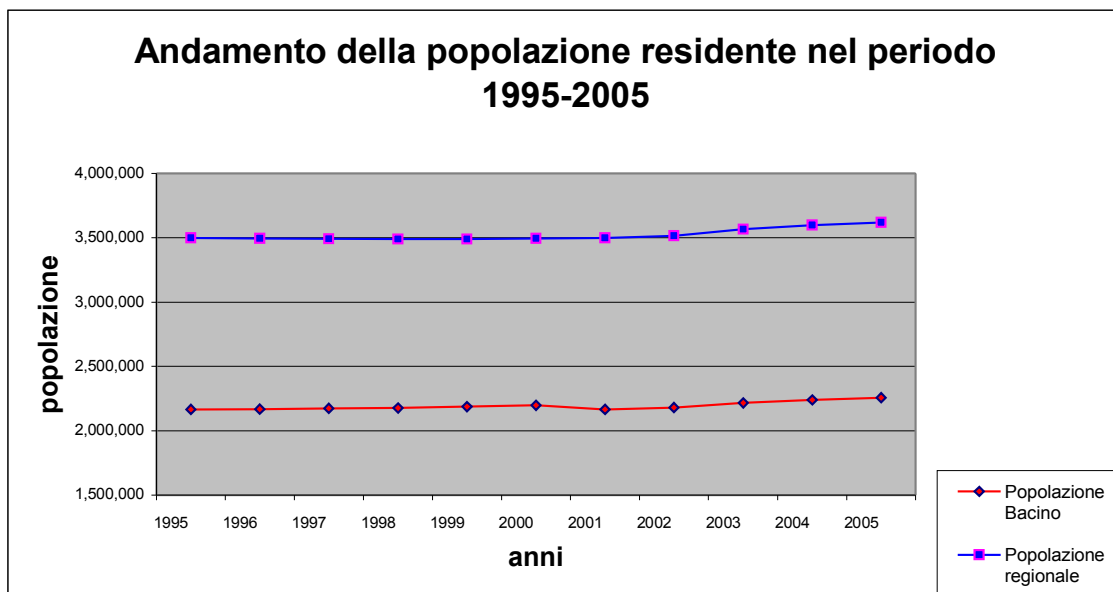


Figura 49 - Fonte: ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

In termini di variazione, nel periodo di tempo considerato (1995-2005) si assiste ad un trend inizialmente decrescente negli anni 1995 – 1998 per quanto riguarda l'intera popolazione regionale (si registrano valori negativi), a cui corrisponde, a livello di bacino, una lieve variazione di tipo lineare con valori compresi tra 0 e 0.01.

Gli anni dal 1999 al 2002 sono invece caratterizzati, sia a livello regionale che di bacino da una ripresa della crescita, marcatamente lineare per quanto riguarda la popolazione del bacino (valori tra lo 0.01 e lo 0.02) e meno evidente per quanto concerne la popolazione regionale (si recuperano i valori negativi).

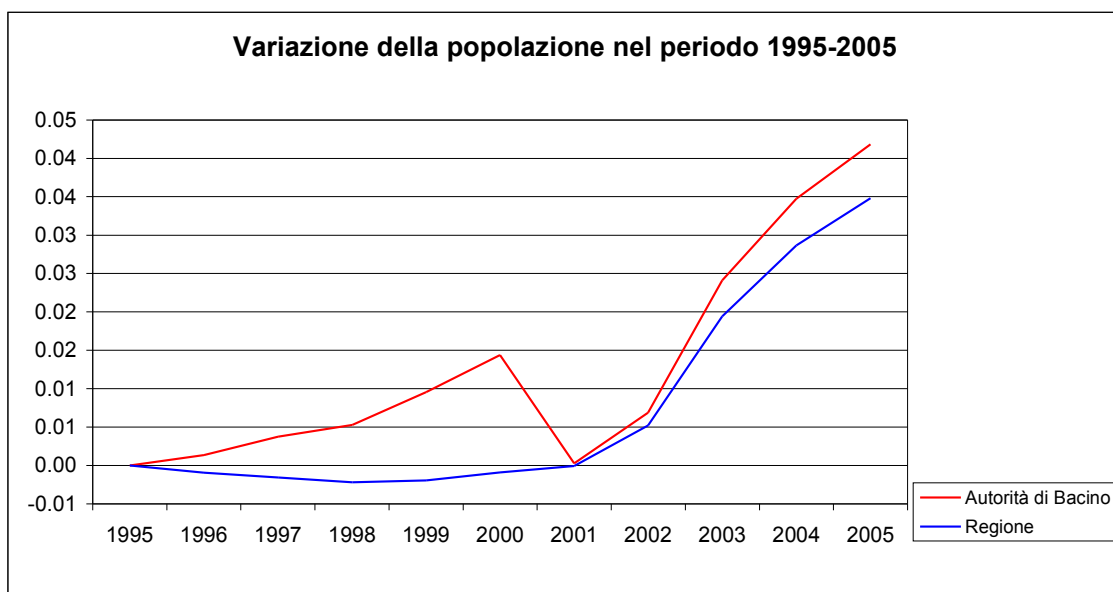


Figura 50 - Fonte: ISTAT anno 2005 - Elaborazione AdB

L'anno 2001 corrisponde alla data relativa al 14° censimento generale della popolazione. I dati relativi hanno il limite di essere poco confrontabili con quelli degli anni di riferimento di una indagine basata sui dati trasmessi dagli enti territoriali all'ISTAT e che si basano principalmente sulle risultanze anagrafiche.

Le operazioni censuarie si basano, infatti, sulla rilevazione fisica della popolazione eliminando quelle distorsioni che caratterizzano le rilevazioni statistiche basate solo sui documenti dell'anagrafe dei comuni.

Queste ultime, infatti, registrando la popolazione residente al 31 dicembre di ciascun anno, come somma algebrica della popolazione dell'anno precedente e delle nascite e delle morti, quindi del saldo naturale a cui si aggiunge quello migratorio, forniscono risultati il più delle volte sovrastimati, in quanto non tengono conto dei fenomeni temporanei legati alla presenza della popolazione (cittadini residenti in un comune ma domiciliati in altri per motivi di lavoro, di studio, ovvero dimoranti in case di detenzione o in istituti di ricovero ecc..).

Ciò spiega perché, quando si parla in termini di variazione, si assiste a picchi molto forti nella rappresentazione grafica dei fenomeni, proprio in relazione alla data censuaria.

Tenendo ben presenti le limitazioni suddette, si può comunque affermare che è proprio a partire dall'anno 2002 (il dato è confermato dai valori assoluti) si ha una ripresa della crescita della popolazione e che il divario esistente tra i territori storicamente più popolati (collina interna e pianura) e quelli meno popolati (montagna e collina litoranea) tende a diminuire.

In particolare, anche nel breve periodo, si assiste ad una espansione, in termini di popolazione, dei territori di collina litoranea e di montagna interna, in linea con il trend centennale evidenziato alle date censuarie degli ultimi 140 anni tranne la forte ascesa dei valori relativi alla popolazione della montagna interna nell'anno 2005.

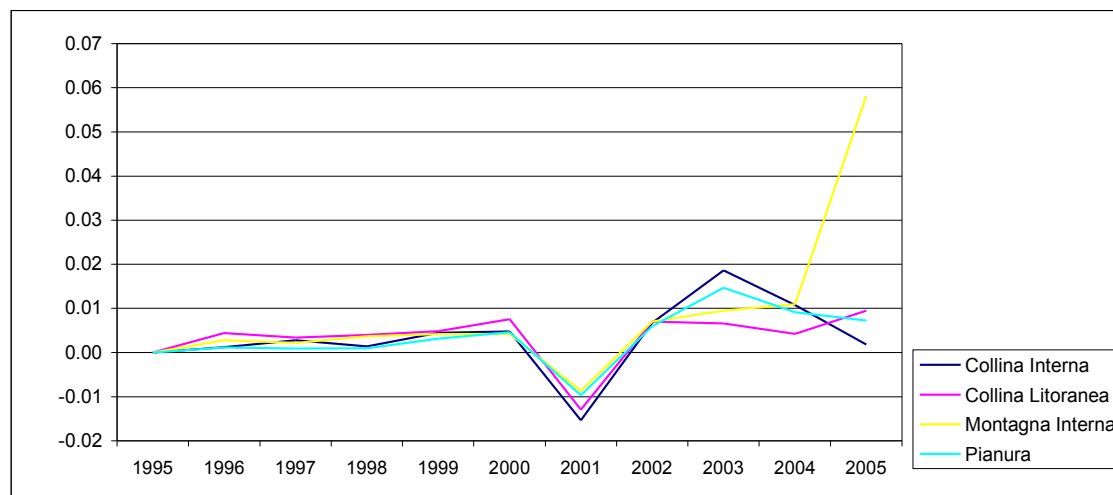


Figura 51 - Fonte: ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Oramai la mortalità risulta decisamente superiore alla natalità anche nel territorio del bacino, confermando la tendenza nazionale.

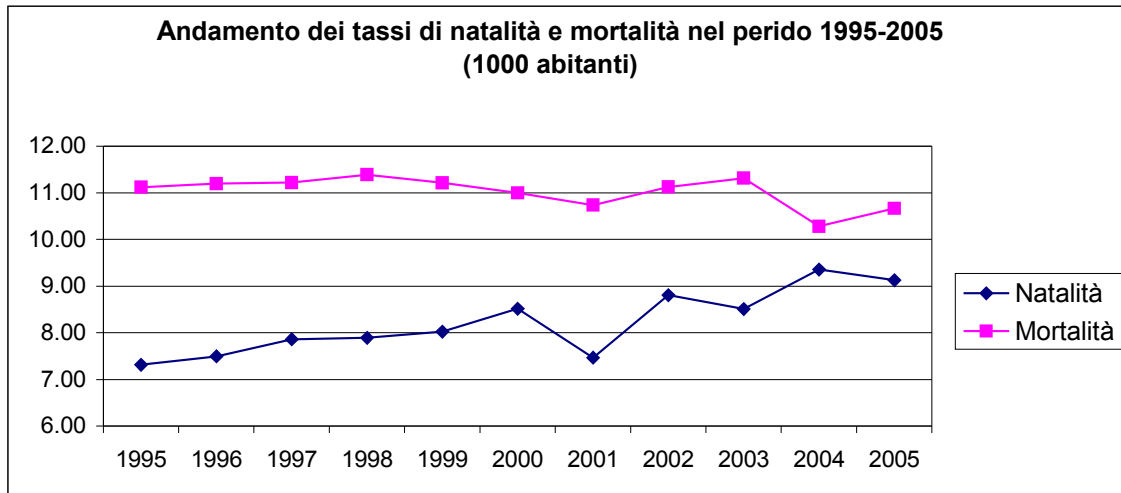


Figura 52 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

l'andamento dei tassi fa emergere, nel breve periodo, un fenomeno interessante a partire dal 1998, anno in cui, la forbice natalità-mortalità subisce una drastica riduzione a causa della diminuzione della prima a fronte di un aumento della seconda. Tuttavia, a partire proprio dal 1998 si assiste ad un nuovo andamento della suddetta forbice con una diminuzione della mortalità ed un incremento della natalità che fanno sì che la forbice assuma una forma divergente.

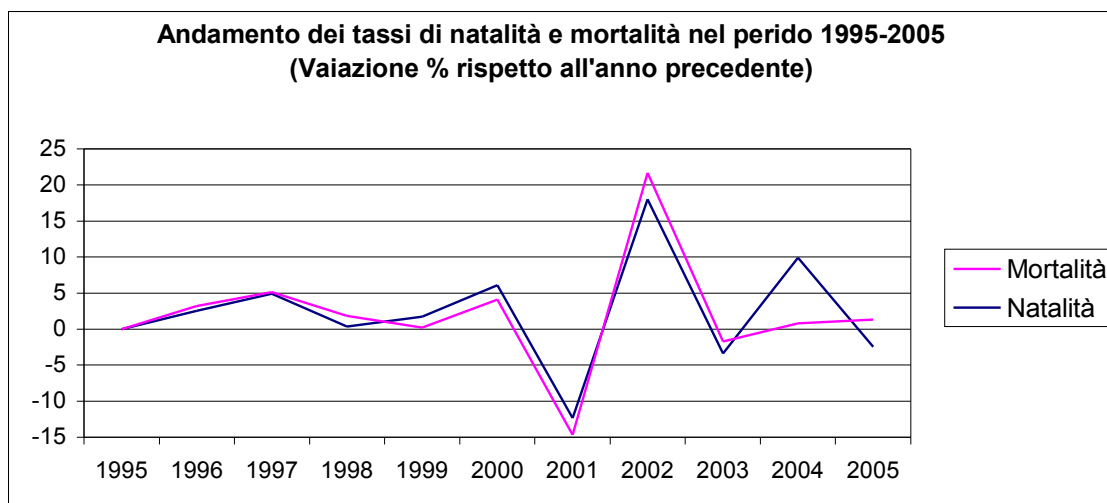


Figura 53 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Se si pongono in relazione gli andamenti dei due indici di natalità e mortalità (vedasi figura 18) si osserva come i medesimi hanno un andamento pressoché identico sovrapponendosi l'uno all'altro. Il 1998 è l'anno in cui si registra un sensibile calo della natalità che comincia a recuperare solo nel biennio successivo. L'anno 2004 è invece l'anno in cui il saldo naturale fa registrare i minimi storici del decennio, attestandosi su un valore di - 2083. Ciò è dovuto principalmente al numero molto elevato di nascite (circa 21 mila nuovi nati).

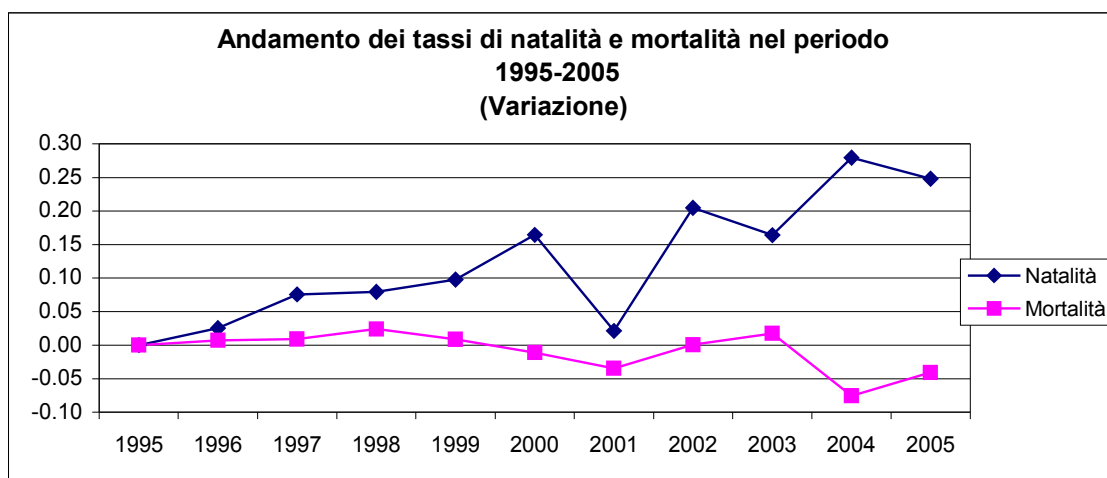


Figura 54 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

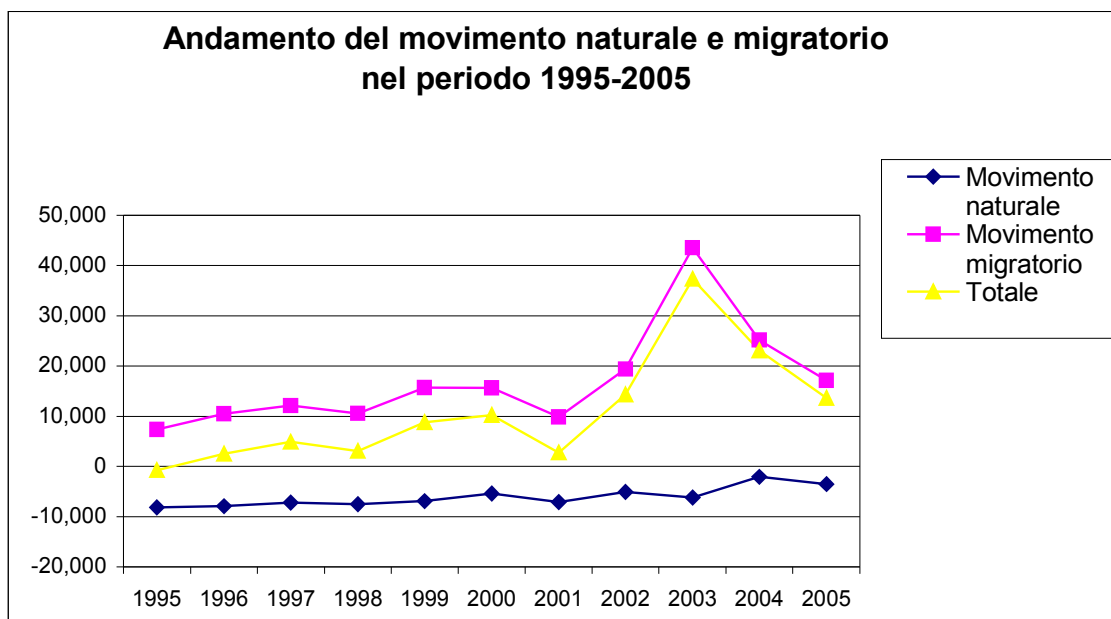


Figura 55 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Il trend evolutivo della popolazione residente nel Bacino del fiume Arno, alla luce delle considerazioni sopra svolte, risulta essere, pertanto, decrescente in modo lineare.

Ciò permette, seppur con i limiti che ogni modello di previsione ancorché basati su serie storiche ampie, come quelle utilizzate ai fini della presente indagine, di poter effettuare delle stime di popolazione per i prossimi anni.

La Regione Toscana, utilizzando i dati e le previsioni di stima fornite dall'Istituto Nazionale di Statistica, è giunta alla formulazione di una serie che ha un trend lineare decrescente.

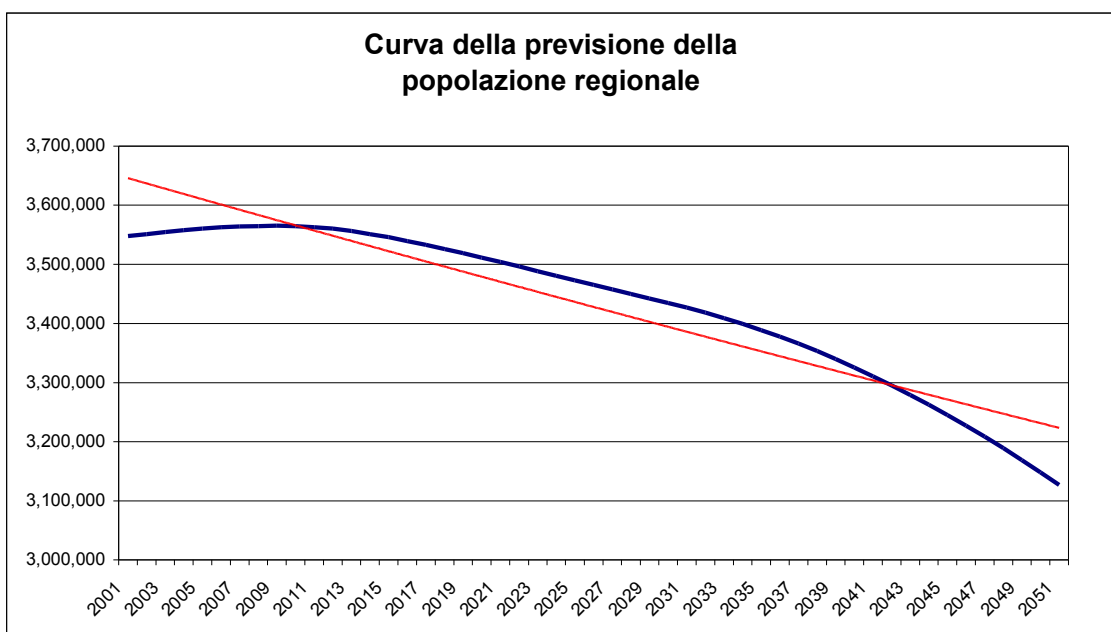


Figura 56 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Le nostre elaborazioni partono dai dati di partenza di siffatta analisi per giungere alla conclusione che anche all'interno del territorio del Bacino del fiume Arno, visto e considerato che negli ultimi 140 anni la popolazione ivi residente ha sostanzialmente ricalcato l'andamento di quella regionale, le previsioni di stima della popolazione nell'arco di tempo considerato (2002-2051) possono basarsi su di una dinamica lineare decrescente del trend evolutivo.

Pertanto, la stima della popolazione residente sul territorio di competenza dell'Autorità di bacino del fiume Arno avrà similamente un andamento curvilineo costante.

Dopo un breve periodo di crescita costante della popolazione (fino al 2011) si prevede che la medesima cominci a decrescere sensibilmente. In particolare la popolazione dovrebbe rimanere al di sopra dei 2.000.000 di abitanti sino al 2023, data in cui le stime indicano che essa scenderà al di sotto mantenendosi per ancora un ulteriore decennio circa intorno a 1.900.000 abitanti, per poi attestarsi intorno a 1.700.000-1.800.000 negli anni a seguire.

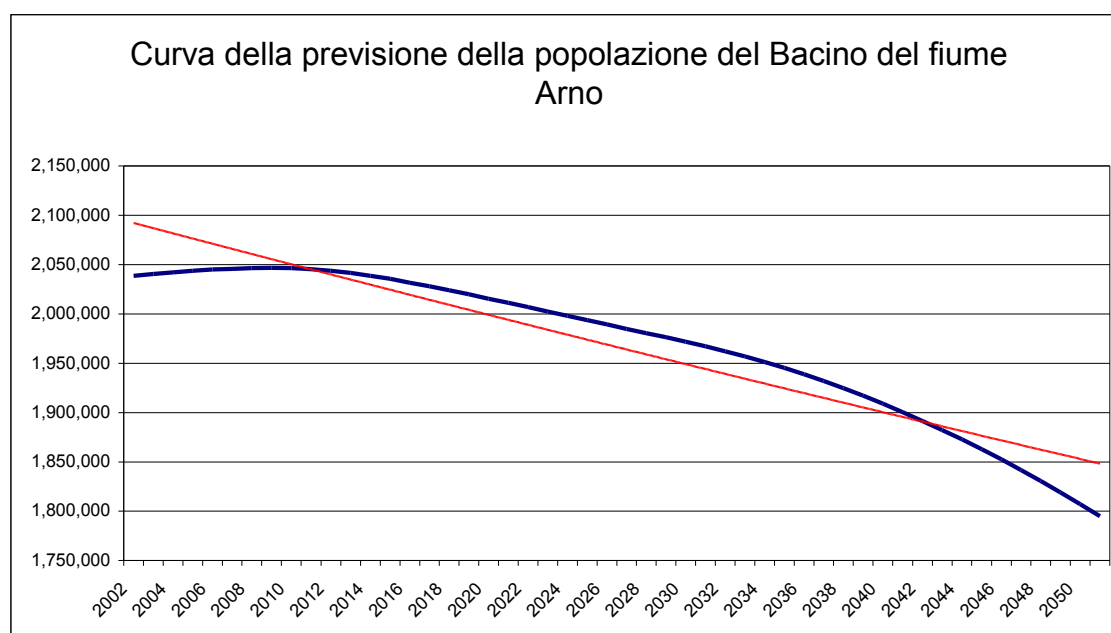


Figura 57 - Fonte Regione Toscana su dati ISTAT 2005, elaborazione AdB

Struttura economico-produttiva

Inquadramento generale

All'interno del territorio del bacino del Fiume Arno, oltre alla pressione a carico del sistema della risorsa idrica, sia essa sotterranea che superficiale, dovuta all'uso idropotabile, non è certo trascurabile la pressione dovuta alla struttura economico-produttiva.

A differenza di quanto emerso in sede di analisi degli aspetti antropici, seppur valendo la limitazione relativa alla superficie di territorio interessante il bacino rispetto a quella delle due Regioni di appartenenza amministrativa, si può innanzitutto affermare che sul territorio del bacino insiste mediamente oltre il 70% delle unità locali attive, rappresentanti quasi l'80% degli addetti.

Nel territorio del bacino, almeno considerando come territorio di riferimento la Regione Toscana in cui, come detto precedentemente, estende la sua maggior superficie, è concentrata la maggior parte della struttura economico-produttiva regionale.

Sono infatti operanti sul bacino il 76% delle imprese industriali, il 72% delle imprese di servizi e il 54% delle imprese agricole totali registrate nella intera Regione.

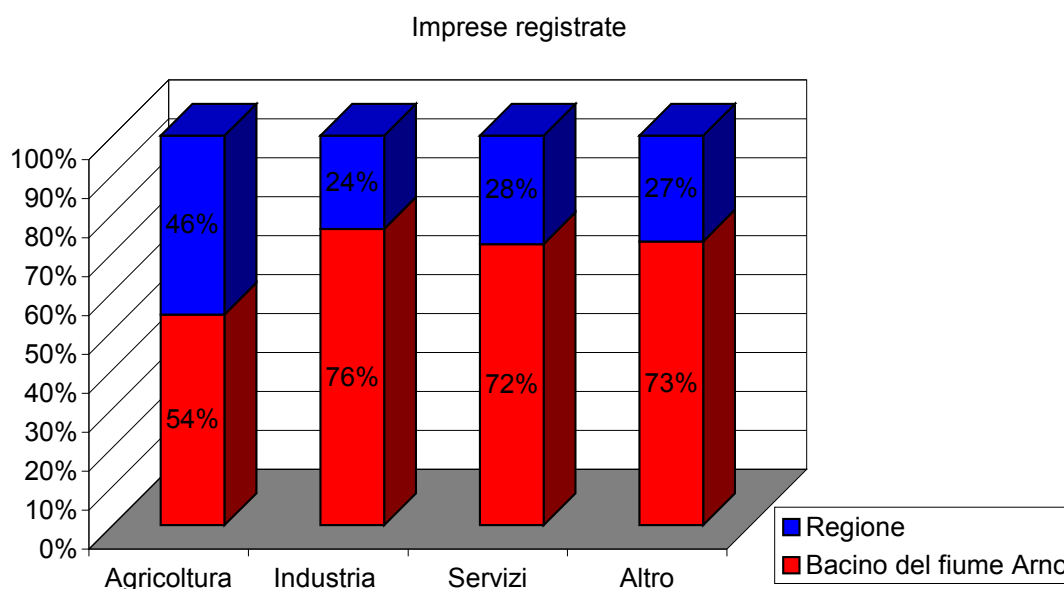


Figura 58 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Dimensione che viene ulteriormente confermata dal numero degli addetti alle unità locali attive; difatti, con circa l'80% degli occupati il Bacino del fiume Arno costituisce il motore dell'economia di tutta l'intera regione.

Imprese attive

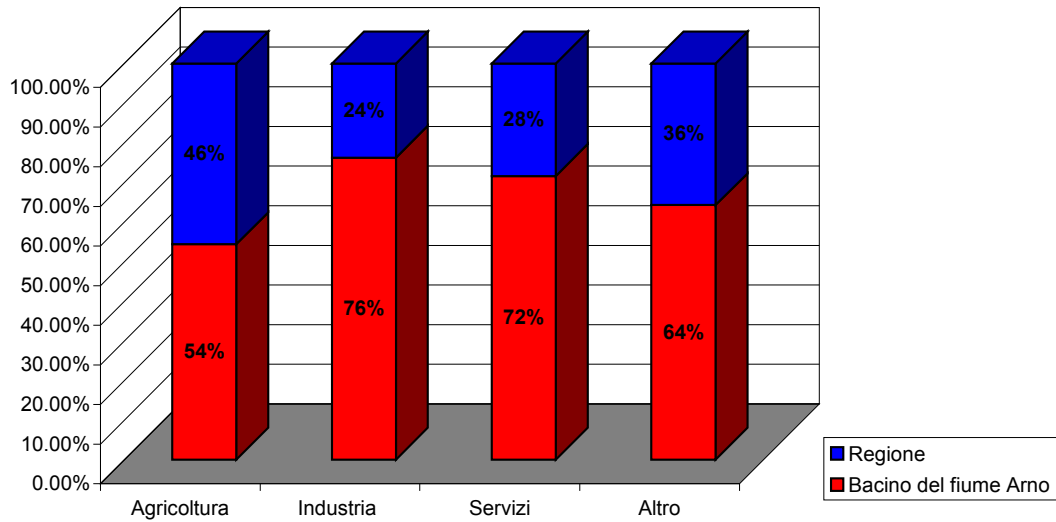


Figura 59 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Unità Locali attive

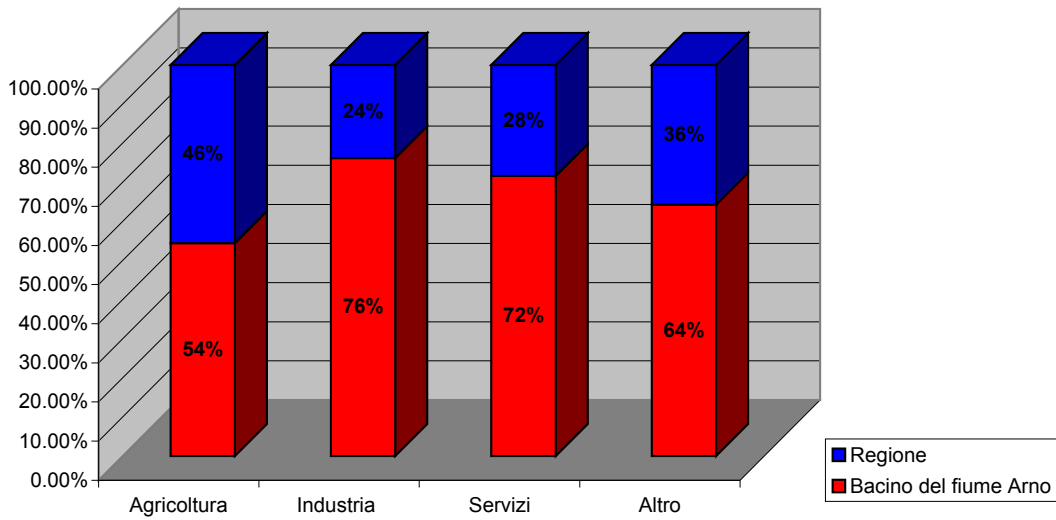


Figura 60 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Addetti alle Unità Locali attive

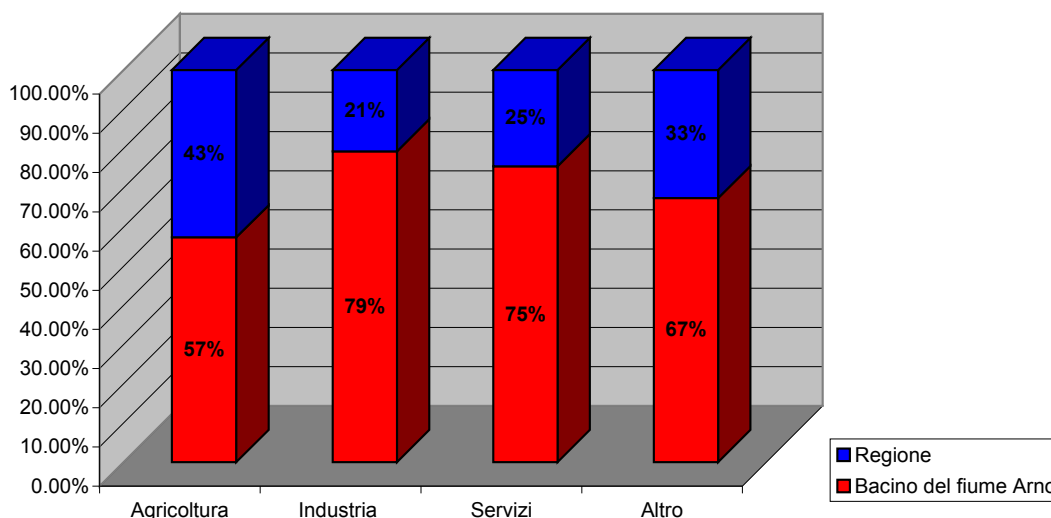


Figura 61 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

La Regione Toscana rappresenta circa l'8 % della forza produttiva dell'intero Paese producendo circa il 7% del Valore aggiunto nazionale; di quest'ultimo, l'82% viene realizzato all'interno del territorio di competenza del Bacino del fiume Arno, facendo sì che esso si attesti, da solo, a poco più del 5% del Valore aggiunto nazionale.

La struttura economico produttiva del Bacino del fiume Arno risulta composta per la maggioranza dalle imprese operanti nel settore dei servizi (53,49% delle imprese registrate e il 55,05% di quelle attive), segue il settore industriale (33,33% delle imprese registrate e 34,40% di quelle attive) e l'agricoltura (8,98% delle imprese registrate e 10,40% di quelle attive).

SETTORE	IMPRESE	
	Registrate	Attive
Agricoltura	26.495	26.074
Industria	98.284	86.273
Servizi	157.761	138.041
Altro	12.374	375
Totale	294.914	250.763

Tabella 16 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

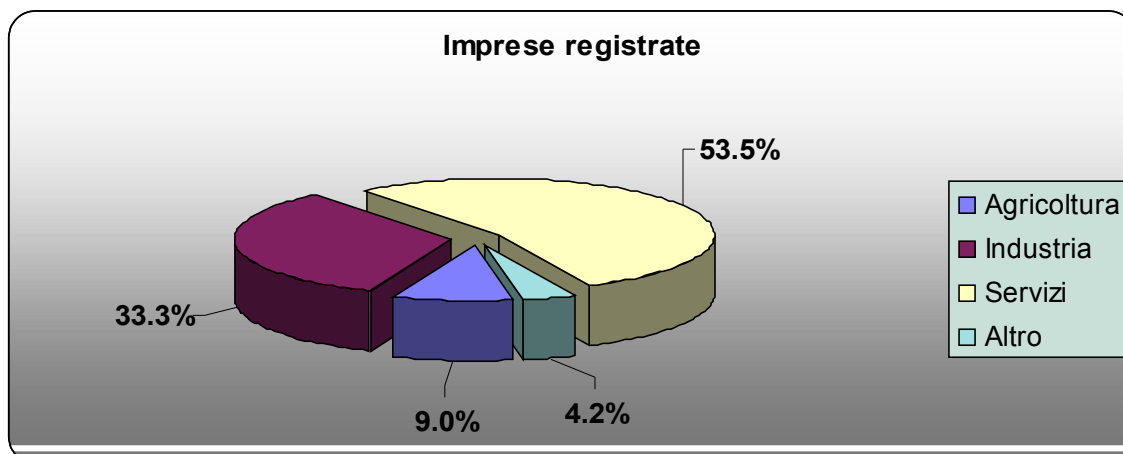


Figura 62 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

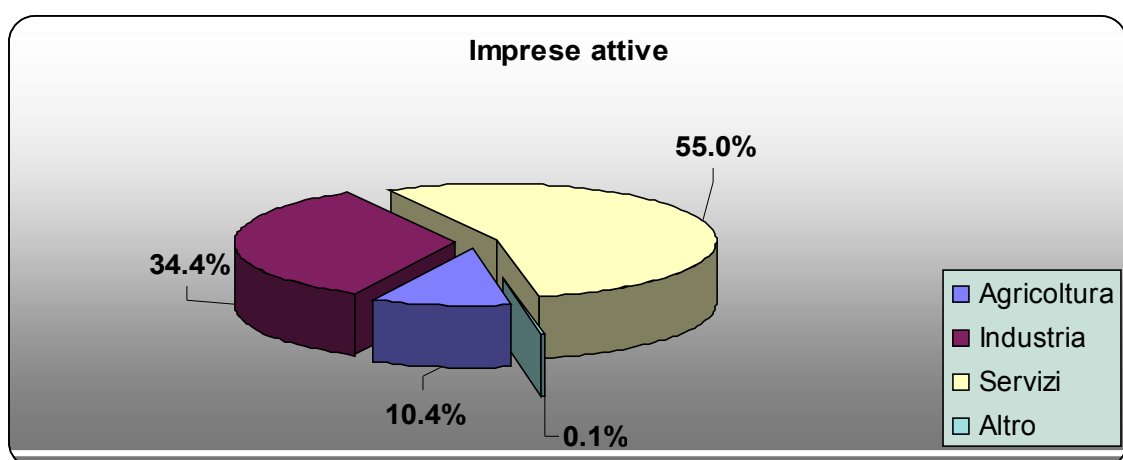


Figura 63 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Siffatto peso varia se si considerano le unità locali attive.

SETTORE	UNITÀ LOCALI Attive		di cui Artigiane	
	Num.	Addetti	Num.	Addetti
Agricoltura	27.384	23.511	1.394	1.206
Industria	101.615	282.001	73.971	124.559
Servizi	176.065	301.607	28.722	44.789
Altro	4.217	8.511	400	659
Totale	309.281	615.630	104.487	171.213

Tabella 17 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Il settore dei servizi, subisce un incremento (56,93%) a discapito dei settori industriali ed agricoli (rispettivamente 32,86% e 8,85%)

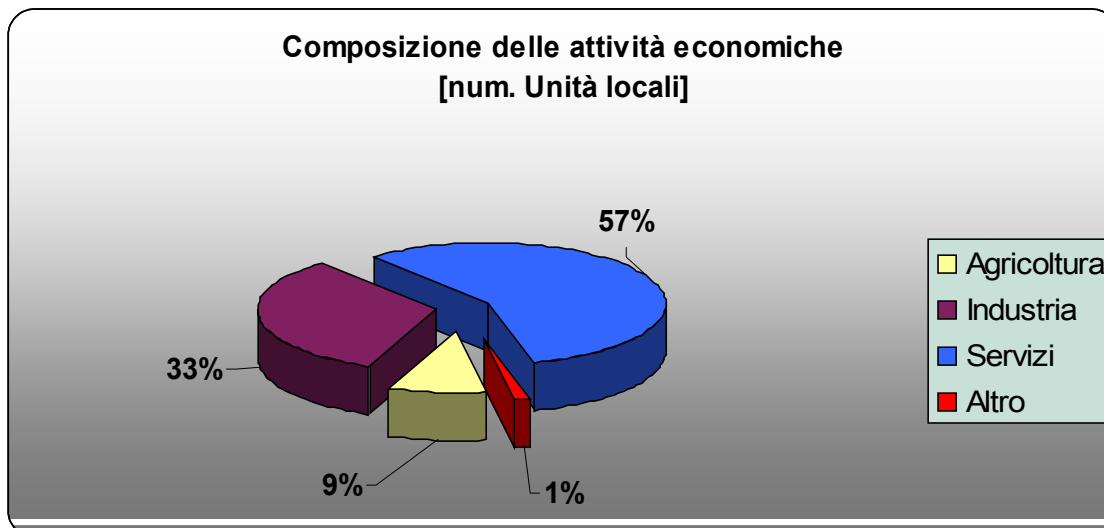


Figura 64 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Tale dato è confermato anche dal numero degli addetti i quali rendono il settore dei servizi settore trainante dell'economia del bacino con il 48.99% degli addetti; seguono il settore dell'industria con il 45,81% e dell'agricoltura con il 3,82%

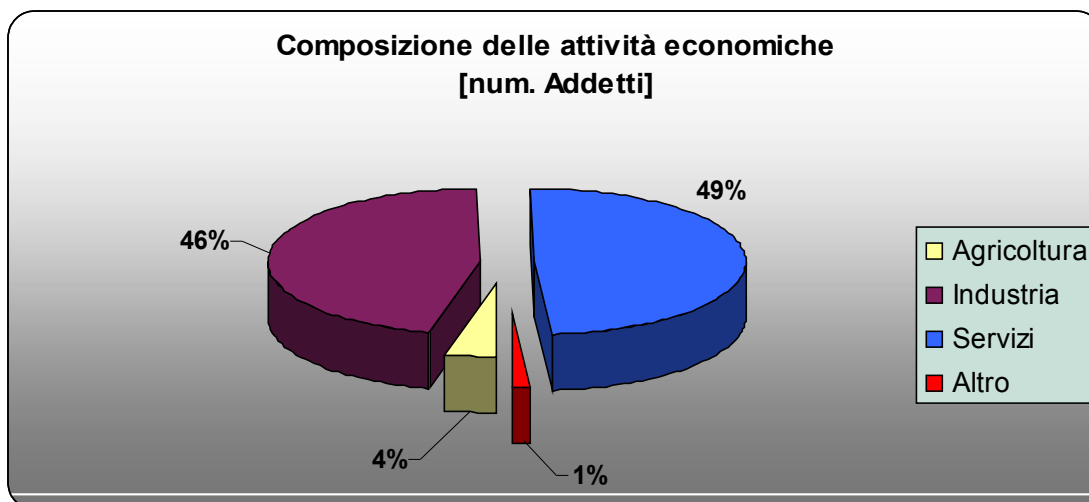


Figura 65 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

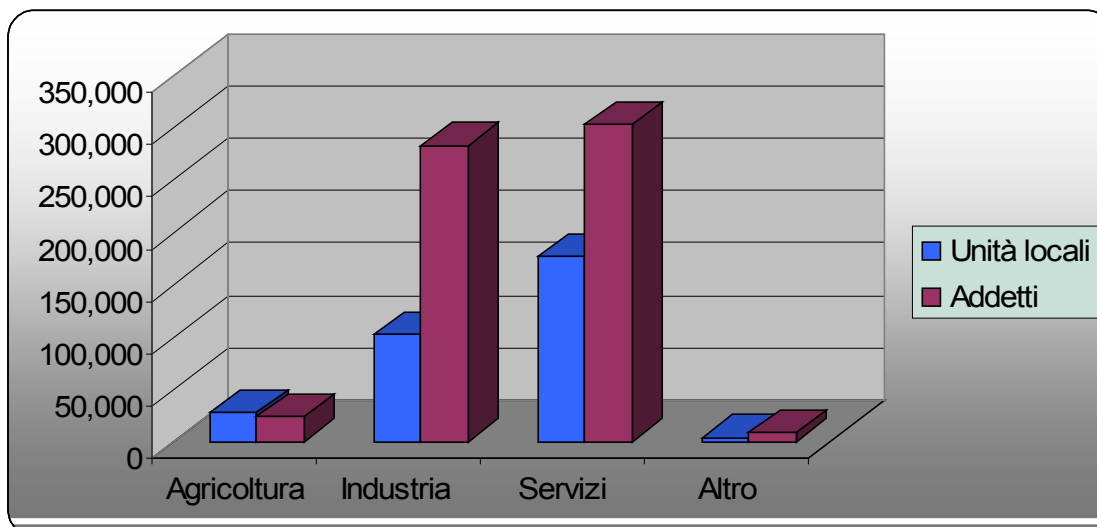


Figura 66 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Il 30% delle Unità locali attive totali che occupa il 33% degli addetti totali è situato nella provincia di Firenze. Seguono le province di Lucca (12% delle U.L. e 12% degli addetti); di Pisa (11% delle U.L. e 12% degli addetti); di Arezzo (11% delle U.L. e 11% degli addetti); di Pistoia (10% delle U.L. e 9% degli addetti); di Prato (9% delle U.L. e 9% degli addetti); di Siena (9% delle U.L. e 9% degli addetti).

Settore	Province							
	Arezzo	Firenze	Livorno	Lucca	Pisa	Prato	Pistoia	Siena
Agricoltura	2,06%	2,00%	0,86%	0,94%	1,21%	0,18%	1,07%	1,67%
Industria	3,31%	9,69%	2,08%	3,93%	3,41%	3,83%	3,23%	2,25%
Servizi	5,10%	17,85%	6,26%	6,86%	6,56%	4,61%	4,92%	4,77%
Altro	0,12%	0,53%	0,13%	0,15%	0,14%	0,09%	0,08%	0,10%
Totale	10,59%	30,07%	9,33%	11,89%	11,31%	8,70%	9,30%	8,80%

Tabella 18 - Composizione delle attività economiche (Unità locali per provincia) Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

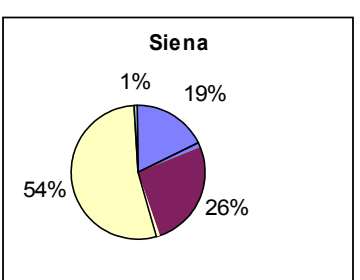
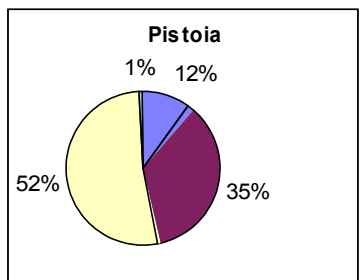
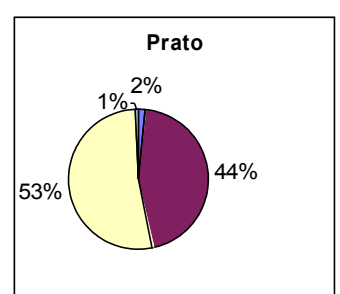
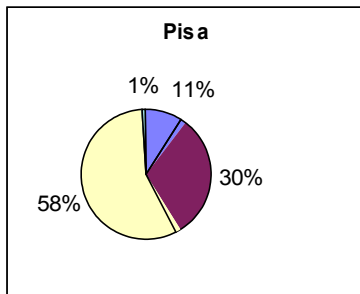
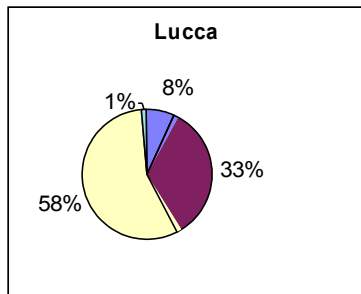
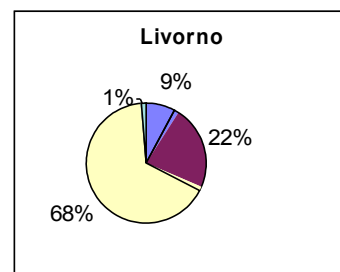
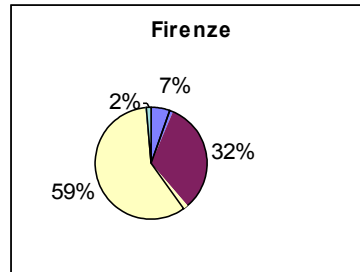
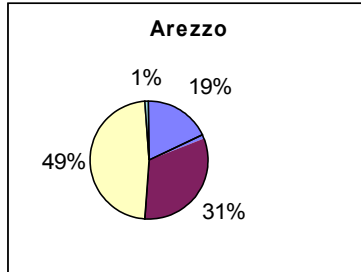
Settore	Province							
	Arezzo	Firenze	Livorno	Lucca	Pisa	Prato	Pistoia	Siena
Agricoltura	0,73%	0,96%	0,29%	0,38%	0,44%	0,07%	0,55%	0,99%
Industria	5,38%	14,19%	2,88%	5,27%	5,22%	5,11%	3,75%	3,15%
Servizi	4,58%	17,32%	4,87%	5,48%	5,87%	3,50%	3,78%	3,87%
Altro	0,11%	0,66%	0,15%	0,08%	0,10%	0,14%	0,07%	0,06%
Totale	10,79%	33,12%	8,19%	11,22%	11,64%	8,82%	8,14%	8,07%

Tabella 19 - Composizione delle attività economiche (Addetti per provincia) Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Settore	Province							
	Arezzo	Firenze	Livorno	Lucca	Pisa	Prato	Pistoia	Siena
Agricoltura	19,48%	6,66%	9,22%	7,94%	10,66%	2,03%	11,54%	19,02%
Industria	31,24%	32,21%	22,29%	33,07%	30,14%	43,99%	34,68%	25,61%
Servizi	48,14%	59,37%	67,12%	57,73%	57,95%	52,95%	52,94%	54,27%
Altro	1,14%	1,76%	1,38%	1,27%	1,25%	1,03%	0,83%	1,10%
Totale	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabella 20 - Composizione delle attività economiche (Addetti per provincia) Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Legenda:



L'Agricoltura e la zootecnia

Il territorio toscano si estende per circa 2.290.000 ha e a seguito del V Censimento Generale dell'Agricoltura (ISTAT, 2000) sono state rilevate 139.872 Aziende agricole, zootecniche e forestali, la cui Superficie totale (ST) ammonta a 1.627.461 ha con una Superficie effettivamente utilizzata dalle colture (SAU) pari a 857.699 ha.

Le coltivazioni maggiormente praticate, 63% della SAU, rientrano nell'ampia categoria dei seminativi (cereali, leguminose da granella, ortive, girasole, tabacco, foraggiere, ecc.) seguono abbastanza distanziate (21%) le colture legnose (soprattutto olivo, vite, fruttiferi) e i prati permanenti-pascoli (16%). I boschi (643.000 ha) conservano ancora un rilevante ruolo nella definizione del paesaggio regionale che, oggi, vede anche altri 11.000 ha occupati nella arboricoltura da legno. Per contro la superficie coperta dagli impianti aziendali di irrigazione consiste in poco più di 47.000 ha: grosso modo soltanto il 6% della SAU.

	2000	1990	Variazione
N° Aziende dotate di impianti irrigui	24.352	29.684	- 18%
Superficie coperta dagli impianti irrigui aziendali (ha)	47.286	58.091	- 19%

Tabella 21 - N° Aziende e superfici (ha) interessate all'irrigazione in Toscana (Fonte: Censimenti ISTAT)

La significativa diminuzione delle superfici registrata negli ultimi anni, e verificatasi soprattutto a carico delle colture di mais e foraggiere, ha dunque ricondotto l'espansione della irrigazione a livelli inferiori non solo alla media complessiva italiana ma anche a quelli raggiunti dalle altre regioni centrali del nostro Paese. Nonostante ciò risulta ancora connessa alla pratica irrigua oltre il 50% della Produzione Lorda Vendibile toscana: vivaismo, floricoltura e orticoltura, sono i comparti di maggiore rilievo.

ITALIA	19.9 %
Nord	34.9 %
Centro	9.8 %
Sud e Isole	12.5 %
TOSCANA	6.0 %

Tabella 22 - Superficie coperta da irrigazione/SAU in Italia e in Toscana (Fonte: MATINA, P. e NUVOLI, S. "Agricoltura sostenibile e consumi idrici" in Atti della VII Conferenza Regionale sull'Ambiente, Firenze 2003)

Le attività zootecniche sono ugualmente da tempo in contrazione, come avviene nell'intero ambito nazionale, ma vengono ancora praticate dal 36% delle Aziende: in generale le difficoltà incontrate negli ultimi anni hanno favorito una certa specializzazione territoriale con l'aumento, progressivo, del numero medio dei capi per Unità produttiva.

L'allevamento bovino conta 100.000 capi complessivi con 15.000 vacche da latte; quello suino 170.000; quello equino 19.000 e quello ovi-caprino 570.000. Diffuse sul territorio toscano sono sempre l'avicoltura, poco meno di 3.5 milioni di capi, e la cunicoltura con 500.000.

Il bacino dell'Arno comprende circa la metà della superficie regionale toscana e una sua porzione (1,6%) ricade nella Regione Umbria, più precisamente nella provincia di Perugia dove risultano interessati, essenzialmente, i Comuni di Castiglione del Lago, Città della Pieve e Paciano. A confronto con il dato medio toscano la pratica irrigua qui risulta più diffusa attestandosi infatti, il rapporto tra Superficie aziendale coperta da irrigazione e SAU, intorno al 15%. Sul piano zootecnico è soprattutto lo sviluppo tumultuoso dell'allevamento suinicolo intensivo che, dall'ultimo dopoguerra, caratterizza tutta quanta la zona intorno al Lago Trasimeno.

Allo scopo di focalizzare la realtà dei consumi irrigui e zootecnici, a scala di bacino, non è possibile avvalersi immediatamente dei risultati censuari. Ricordiamo infatti che il Rilevamento ISTAT ha interessato le Aziende agricole e forestali, individuate entro i confini comunali, con riferimento alla data del 22 ottobre 2000. Le Aziende con le relative superfici sono sempre attribuite al Comune dove è situato il Centro aziendale oppure, in sua mancanza, a quello dove si ritrova la maggior parte della Superficie totale: possono in primo luogo allora essere attribuite a un Comune delle Aziende collocate, interamente o anche solo in parte, in un altro. È poi ancora necessario tenere presente che le delimitazioni dei bacini idrografici stabilite ai sensi della L. n.183/89 non sono congruenti con quelle censuarie essendo legate, le prime, ai criteri morfologici già richiamati e non a quelli propri dell'articolazione amministrativa del Paese.

Questi limiti verranno superati solo al momento in cui saranno resi disponibili alla consultazione i dati georeferenziati delle superfici aziendali: un altro ambizioso obiettivo, stabilito per la prima volta, di questo V Rilevamento. Per quanto riguarda i 166 Comuni ricadenti nel bacino del Fiume Arno si osserva però come il territorio di 110 tra questi sia interamente compreso mentre, i consumi attribuibili ad altri 22, potranno essere trascurati senza che l'errore conseguente sia in grado di influenzare significativamente le nostre conclusioni di larga massima.

Territorio comunale interessato al bacino	Numero dei Comuni	Percentuale (%)
100 %	110	66
> 90 %	15	9
> 66 %	12	7
> 33 %	9	5
> 20 %	4	2
>10%	2	1
> 5 %	5	3
> 0 %	11	7
	166	100

Tabella 23 - Territori comunali interessati al bacino del fiume Arno (Fonte: elaborazione AdB)

In definitiva ai Comuni ricadenti nel bacino del Fiume Arno per una superficie superiore al 66% del loro territorio sono stati attribuiti, per intero, i risultati del V Censimento Generale dell'Agricoltura (ISTAT- 2000). Per i Comuni interessati con una superficie inferiore al 66% si è scelto, invece, di considerare i risultati del Censimento al 50%. I Comuni ricadenti nel bacino del Fiume Arno per una superficie inferiore al 33% del loro territorio, infine, sono stati trascurati. Queste nostre stime di prima approssimazione

depongono per una Superficie totale occupata dalle Aziende agricole (ST) di circa 673.000 ha con 252.000 ha coperti da boschi.

Grosso modo il 55% di questa superficie, 367.000 ha, è oggi utilizzato dalle colture (SAU) e si è quindi verificata, rispetto alla rilevazione del 1990, una riduzione di circa 65.000 ha.

	Superficie (ha)	% SAU
<i>Seminativi</i>	209.000	57
<i>Coltivazioni Legnose agrarie</i>		
Olivo: 60.300 ha	112.000	31
Vite: 38.400 ha		
Fruttiferi: 13.300 ha		
<i>Prati permanenti e pascoli</i>	46.000	12
Tot.	367.000	100

Tabella 24 - Superficie Agricola Utilizzata (SAU) nel bacino del Fiume Arno. Fonte: elaborazione AdB in base ai risultati del V Censimento Generale dell'Agricoltura, 2000

L' approssimazione circa le conoscenze sull'uso effettivo del suolo, l'ampia variabilità delle strutture aziendali, delle tipologie e dei cicli colturali come degli ambienti di coltivazione, la crescente instabilità degli andamenti meteorologici stagionali, sono tutti elementi che concorrono a rendere ardua la determinazione dei prelievi irrigui. Una quantificazione più precisa necessiterebbe in primo luogo della costituzione di una fitta Rete di rilevamento in grado di monitorare, almeno annualmente, l'andamento delle superfici irrigate. Sarebbe anche utile potere disporre di informazioni aggiornate, per tutte le diverse aree del bacino, circa i volumi usualmente somministrati alle singole coltivazioni. La loro entità, principalmente connessa alle specie e alle varietà, all'ambiente climatico e agronomico, rimane comunque sempre molto fortemente condizionata dalle scelte operate dalle singole Imprese: sia riguardo al sistema di irrigazione adottato che alle concrete modalità di gestione degli interventi.

In relazione alle difficoltà di reperimento di queste informazioni la stima dei consumi per aree vaste viene ottenuta, di norma, attraverso una valutazione a priori di quelli che sono i fabbisogni delle colture. Nel nostro lavoro abbiamo scelto di tenere conto anche dei risultati di indagini condotte presso gli Agricoltori, direttamente, o tramite le loro Organizzazioni Professionali.

Pure per quanto riguarda la stima dei consumi attribuibili alla zootecnia sono necessarie alcune precisazioni. Sempre su base comunale il Censimento ISTAT fornisce il dato numerico della consistenza delle diverse specie sia che si tratti di bestiame in dotazione all'Azienda sia che si tratti di bestiame da questa allevato o in affidamento; rimangono escluse solo le femmine eventualmente presenti per la monta e, in genere, tutti gli animali compresi nella categoria cosiddetta di passaggio. Altri aspetti utili come ad esempio la razza, oppure le tecniche di stabulazione adottate, non vengono compiutamente affrontati.

	Bovini	Equini	Suini	Ovi Caprini	Avicoli	Cunicoli
Val di Chiana	4.987	1.021	79.156	22.670	609.372	165.817
Ombrone P.se	710	756	3.351	2.621	38.415	9.986
Val di Nievole	3.414	893	2.208	3.672	97.896	26.264
Altri Comprensori della Toscana	23.244	4.643	40.899	76.603	1.656.777	116.503
Parte Umbra del bacino	1.145	87	14.786	2.034	98.840	2.430
	33.500	7.400	140.400	107.600	2.501.300	321.000

Tabella 25 - Consistenza (n° capi) dei principali allevamenti nei diversi Comprensori del bacino (stima AdB condotta su dati ISTAT, 2000)

L'Industria

Per quanto riguarda specificatamente l'industria, occorre innanzitutto precisare che la struttura produttiva del Bacino del fiume Arno si caratterizza per la massiccia presenza di piccole imprese.

Difatti oltre il 90% delle unità locali attive presenti sul territorio è costituito da imprese che hanno al massimo 5 addetti, mentre le grandissime imprese (cioè quelle con oltre 100 dipendenti) rappresentano mediamente percentuali inferiori all'1%.

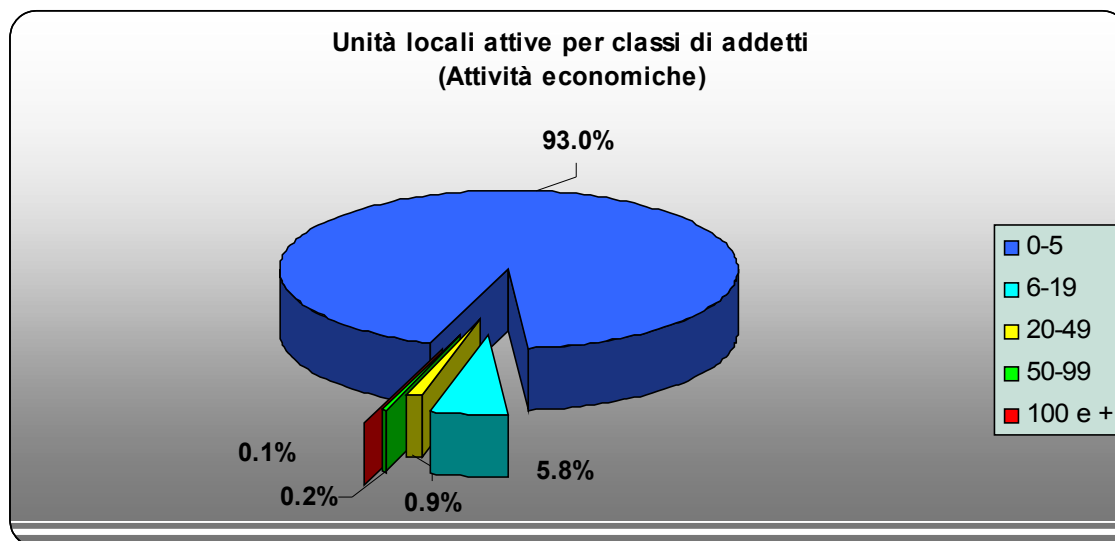


Figura 67 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

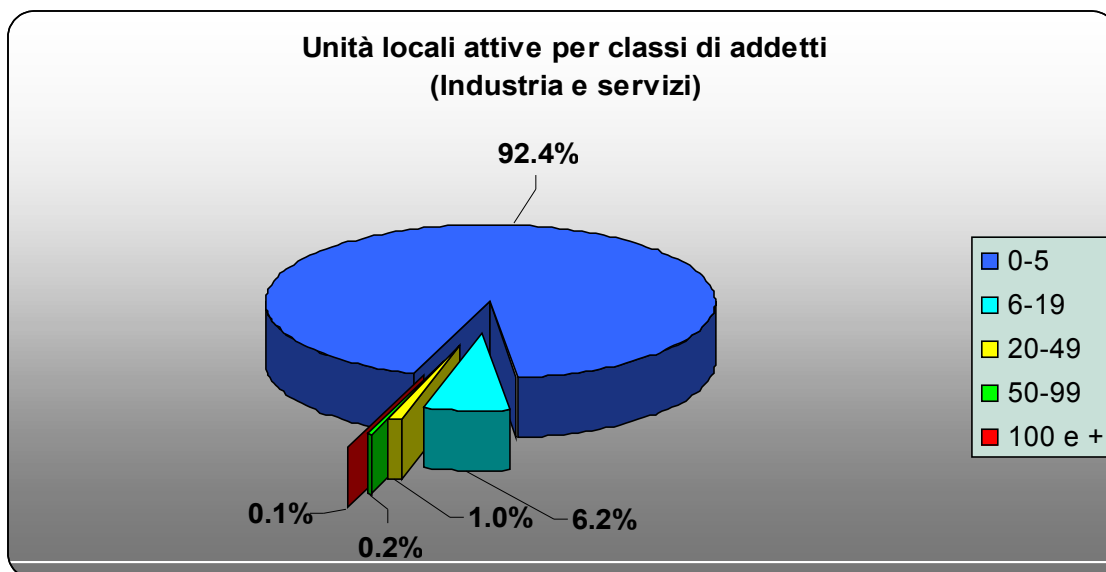


Figura 68 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Inoltre un cospicuo peso nella struttura economica del Bacino è dato anche dal carattere artigianale delle imprese presenti. Difatti le imprese artigiane rappresentano il 34% circa delle Unità locali attive con il 28% degli addetti.

Le attività "industriali" rappresentano il 73% delle imprese artigiane con il 44% degli addetti, seguono le attività dei servizi con il 16% e il 15% degli addetti.

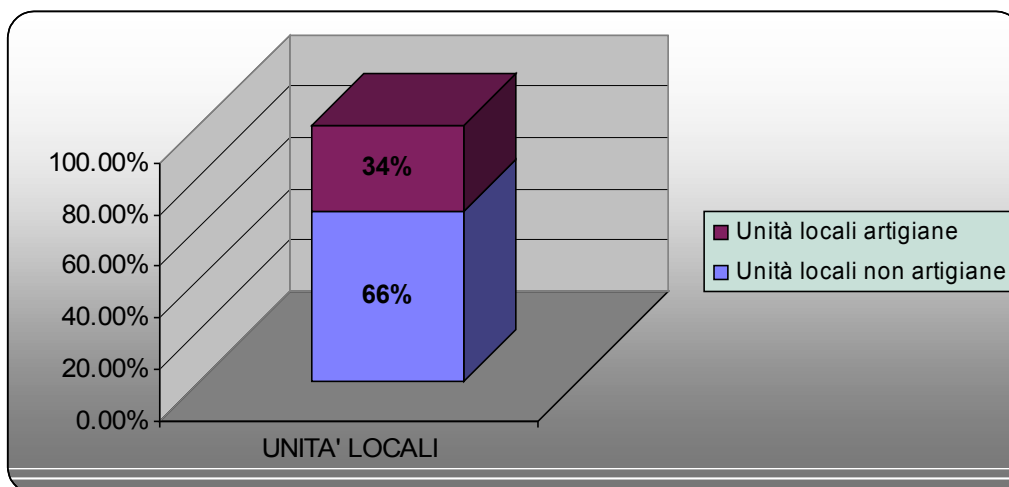


Figura 69 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

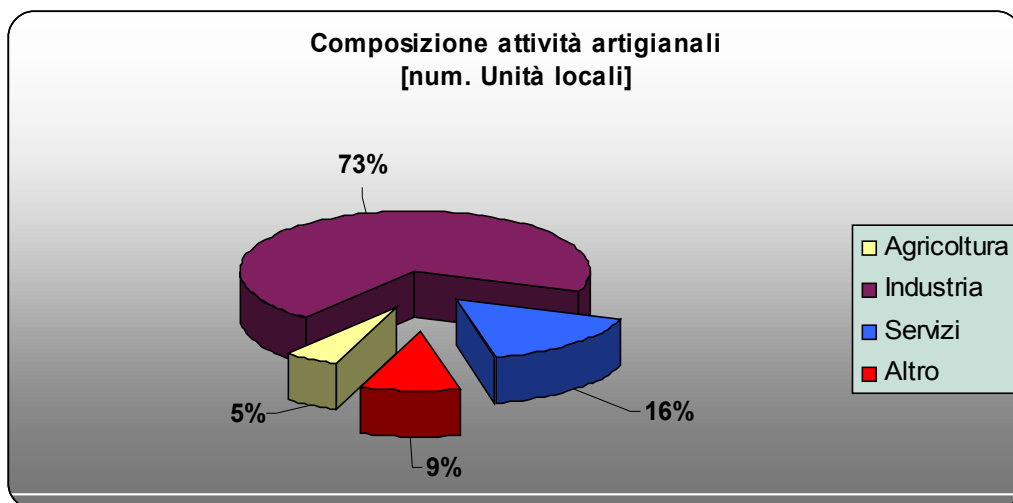


Figura 70 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

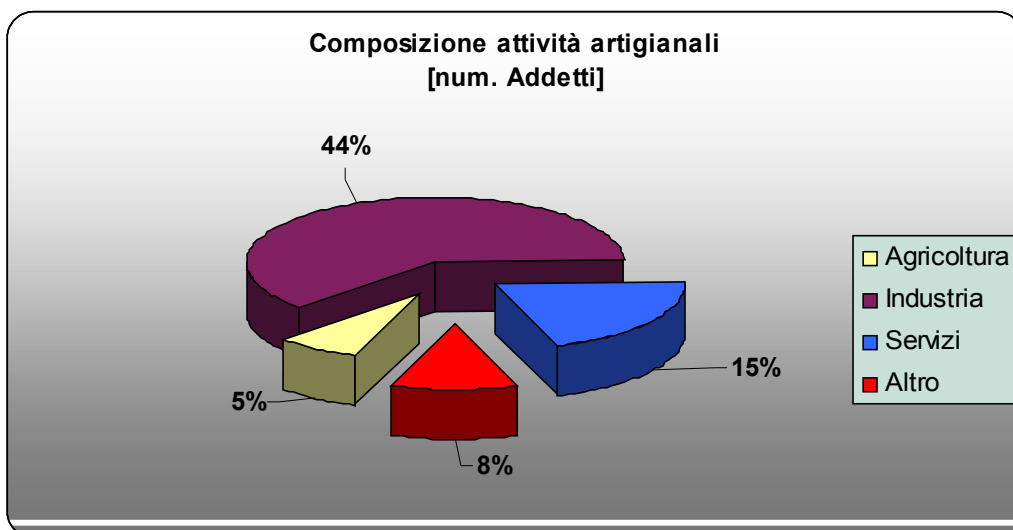


Figura 71 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

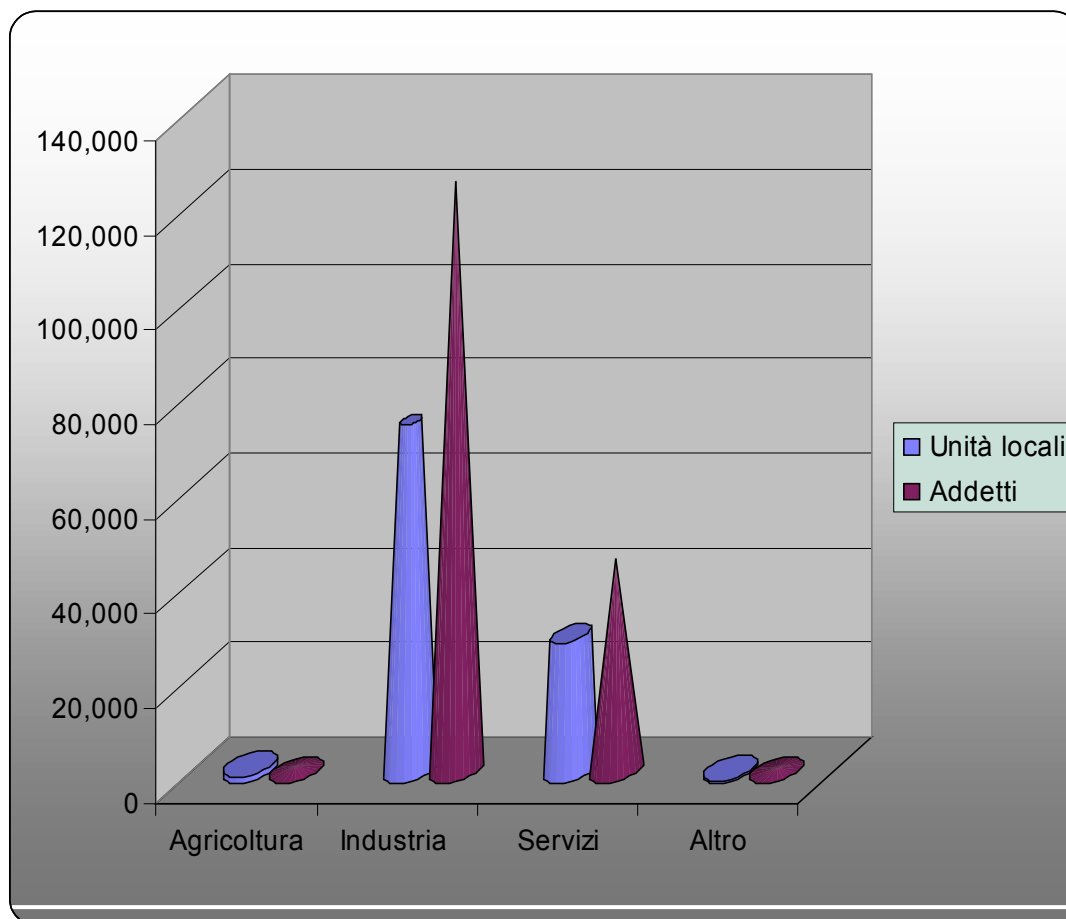


Figura 15 Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Analisi della distribuzione e consistenza degli insediamenti industriali

Un esame della consistenza del settore industriale del Bacino del fiume Arno evidenzia come la forte vocazione industriale si manifesta diversamente per gruppo caratteristico di attività economica e per distribuzione spaziale.

Infatti, a livello provinciale, si denotano le seguenti "specializzazioni"

Attività	AR	FI	LI	LU	PI	PO	PT	SI
Industrie tessili	5,41%	13,49%	0,36%	2,53%	2,81%	58,86%	15,46%	1,08%
Abbigliamento	22,98%	39,77%	0,99%	5,25%	9,97%	8,86%	8,47%	3,71%
Pelle e cuoio (calzature)	9,39%	39,80%	0,23%	8,61%	29,03%	0,60%	8,46%	3,87%
Metalmecchanica	10,88%	37,76%	12,22%	12,82%	11,20%	5,27%	2,02%	7,84%
Carta e editoria	5,18%	35,25%	2,69%	30,06%	5,58%	4,66%	12,17%	4,43%
Legno e mobili	11,72%	28,24%	2,91%	10,82%	16,02%	3,05%	13,78%	13,45%
Costruzioni	1,31%	32,79%	8,33%	17,32%	12,94%	7,93%	9,04%	10,33%
Oreficeria e gioielleria	81,64%	14,36%	0,67%	0,42%	1,12%	0,28%	0,35%	1,16%

Tabella 26 - Composizione delle attività industriali delle province, per addetti. Fonte ISTAT su dati Unioncamere anno 2005, elaborazione AdB

Innanzitutto Firenze risulta essere la più industrializzata dell'intero territorio di riferimento anche se i settori trainanti dell'economia della zona fiorentina sono senza dubbio quello relativo all'industria conciaria (39,80% del totale degli addetti nel settore industriale dell'intero Bacino), all'abbigliamento (39,77%) anche se quote non trascurabili sono rappresentate dall'industria metalmeccanica (37,76%), dall'industria della carta ed dall'editoria (35,25%), dall'industria delle costruzioni (32,79%) e dall'industria del mobilio per l'arredamento (28,24%).

Nelle altre province, a differenza di quanto si assiste nella zona fiorentina, la specializzazione delle zone economiche è maggiore.

Nell'aretino primeggia l'industria dell'oreficeria e gioielleria (82%), seguita da quella dell'abbigliamento (23%), seconda solo a Firenze; nel lucchese il settore della carta e dell'editoria rappresenta il 30% del totale degli addetti nel medesimo settore dell'intero territorio del Bacino del fiume Arno; nel pisano i settori che caratterizzano l'economia della zona sono certamente la concia e la lavorazione della pelle e del cuoio (29%) e la lavorazione del legno (16%); nel pratese è il tessile il settore trainante dell'economia (59%), mentre la zona in parola risulta essere al quarto posto (9%) per quanto riguarda la produzione di abbigliamento, settore quest'ultimo ovviamente connesso con il primo; nel pistoiese, a differenza delle altre zone, non si assiste ad una specializzazione così marcata: il tessile, il legno e la carta costituiscono i settori più forti dell'economia pistoiese; nel senese primeggia l'industria del legno e del mobilio d'arredamento (13%).

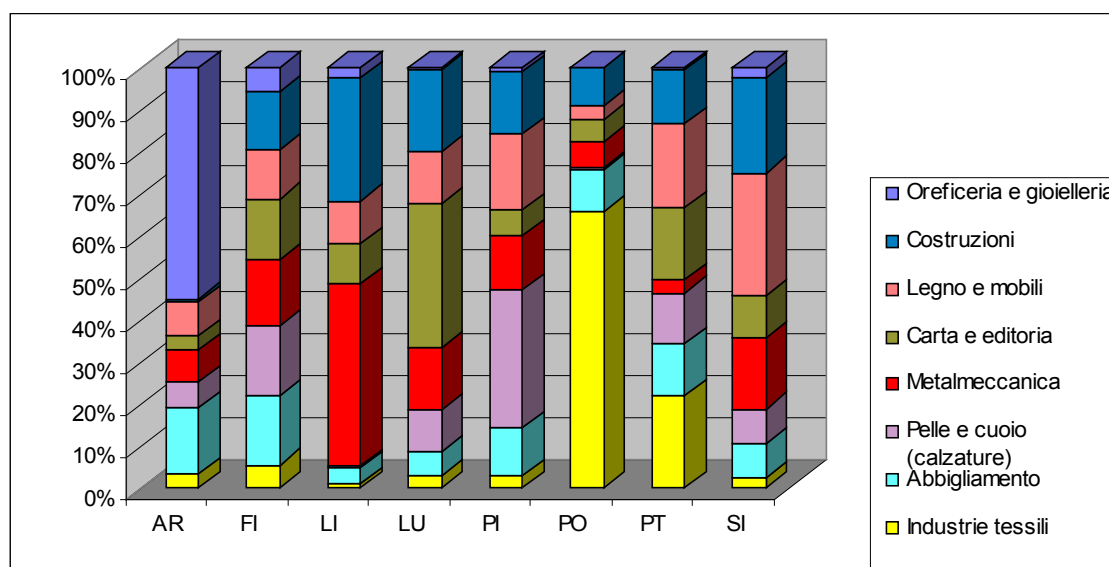


Figura 72 - Fonte ISTAT su dati Unioncamere, anno 2005, elaborazione AdB

Analisi della consistenza del terziario

Il settore cosiddetto terziario comprende numerose attività quali il commercio in senso stretto, i servizi alle imprese ed alle famiglie, il settore alberghiero turistico ecc..

Una suddivisione puntuale delle attività operanti in siffatto settore appare difficile e poco significativa sul piano anche della rappresentatività delle singole attività.

Tuttavia appare chiaro come nei singoli settori che compongono il terziario talune attività sono preponderanti rispetto ad altre sia da un punto di vista quantitativo sia da un punto di vista di localizzazione geografica, andando a caratterizzare zone in cui la prevalenza di una attività può anche avere natura storica.

A differenza di quanto avviene per l'industria, la presenza dei grandi centri urbani, soprattutto dei capoluoghi di provincia e di regione, influisce certamente sulla localizzazione delle attività del terziario; la presenza di esercizi al dettaglio, di intermediari finanziari quali le banche e le compagnie di assicurazione, di società che operano nel mercato immobiliare, di ristoranti e locali pubblici, di scuole ed ospedali nonché di attività libero professionali è certamente maggiore nei grandi centri urbani piuttosto che nella periferia.

All'interno delle singole province, un ulteriore fattore di localizzazione delle attività del terziario, come sopra accennato, può essere anche quello dovuto a ragioni storiche ovvero di specializzazione industriale. In effetti, sebbene a differenza di quanto visto per il settore industriale, non si può affermare una netta differenziazione tra commercio e servizi nelle province appartenenti al territorio del Bacino del fiume Arno, tuttavia alcune attività sono maggiormente presenti in determinate zone piuttosto che in altre.

Attività	AR	FI	LI	LU	PI	PO	PT	SI
Commercio	9,54%	34,00%	9,42%	12,57%	12,13%	5,97%	8,32%	8,05%
Servizi	9,69%	35,37%	9,78%	9,87%	11,43%	8,55%	7,41%	7,90%

Tabella 27 - Composizione delle attività del terziario delle province, per addetti. Fonte ISTAT su dati Unioncamere anno 2005, elaborazione AdB

Nelle città d'arte si assiste, infatti ad una maggior presenza di attività turistico ricettive, quali bar, ristoranti, locali notturni e diurni, attività tutte rientranti nella categoria del commercio in senso stretto, nelle città più legate all'industria, la presenza di attività di servizi è leggermente preponderante.

Ad esempio, Livorno si caratterizza per la massiccia presenza di imprese di trasporto e di ausilio al trasporto marittimo; Prato per quella degli intermediari finanziari, dei servizi alle imprese oltre che delle attività libero professionali.

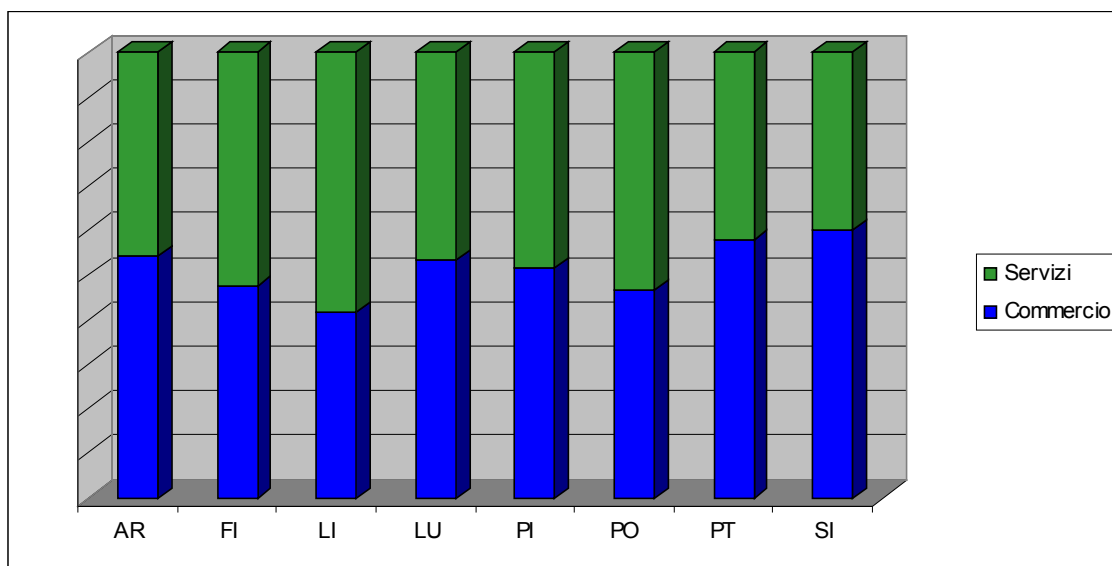


Figura 73 -Fonte ISTAT, anno 2005 su dati Unioncamere, elaborazione AdB

Il fenomeno turistico, data l'importanza che riveste in una regione quale la Toscana, merita qualche riflessione maggiore.

Innanzitutto occorre dare una definizione di arrivi e presenze.

Secondo il glossario Istat per arrivi si intende il numero dei cittadini italiani e stranieri che sono ospitati nelle strutture ricettive, mentre per presenze il numero di notti trascorse nelle strutture medesime.

Gli arrivi e le presenze di turisti sono state, secondo i dati ISTAT, nell'anno 2005, le seguenti:

Italia

- arrivi 88.338.564

- presenze 355.255.172

Regione Toscana

- arrivi 10.398.948

- presenze 38.106.293

Bacino del fiume Arno

- arrivi **7.323.010**

- presenze **21.991.560**

La Regione Toscana rappresenta quindi il 12% circa degli arrivi e l'11% circa delle presenze di turisti in Italia.

Il Bacino del fiume Arno, rappresentando il 70% circa degli arrivi e il 58% circa delle presenze di turisti nella regione, incide con circa l'8% degli arrivi e circa il 6% delle presenze di turisti sul totale a livello nazionale.

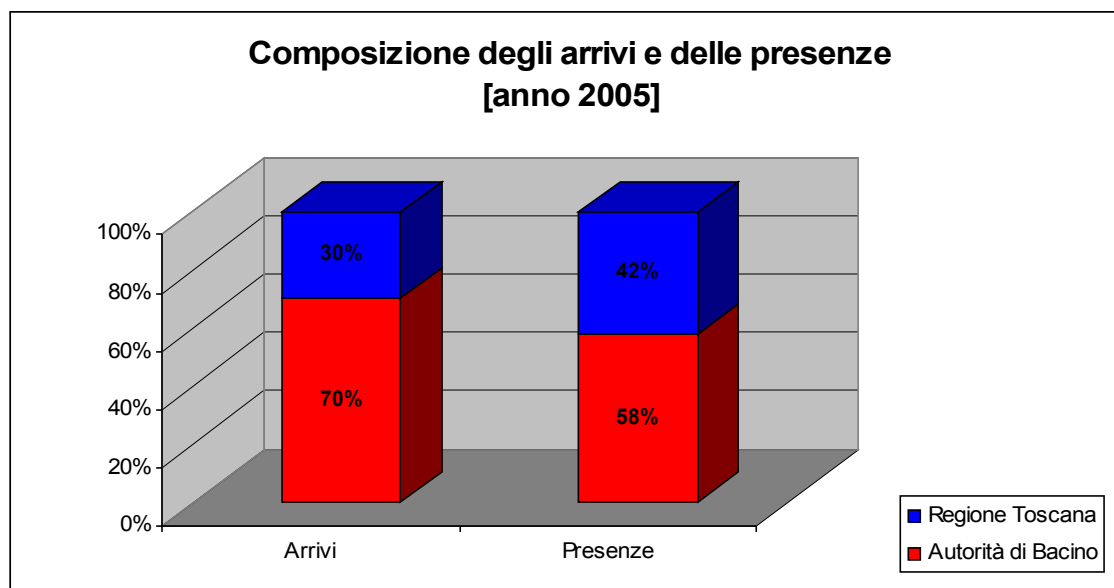


Figura 74 - Fonte ISTAT, anno 2005, elaborazione AdB

La composizione degli arrivi e delle presenze nel territorio del Bacino del fiume Arno denota che gli stranieri costituiscono il 60,23% degli arrivi e il 58,15% delle presenze negli esercizi alberghieri e il 68,13% degli arrivi ed il 61,20% delle presenze negli esercizi extra-alberghieri.

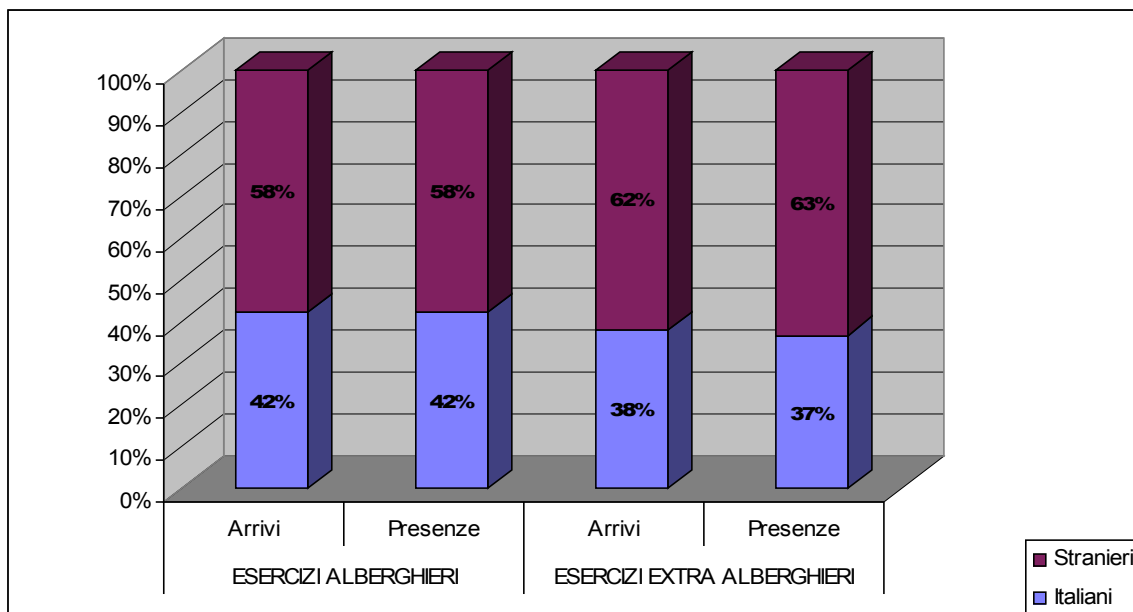


Figura 75 - Fonte ISTAT, anno 2005, elaborazione AdB

All'interno delle province, Firenze costituisce la meta più ambita con 10 milioni circa di presenze durante l'intero arco dell'anno. Seguono Siena con circa 3 milioni, Pisa e Pistoia con circa 2,5 milioni di presenze durante l'anno.

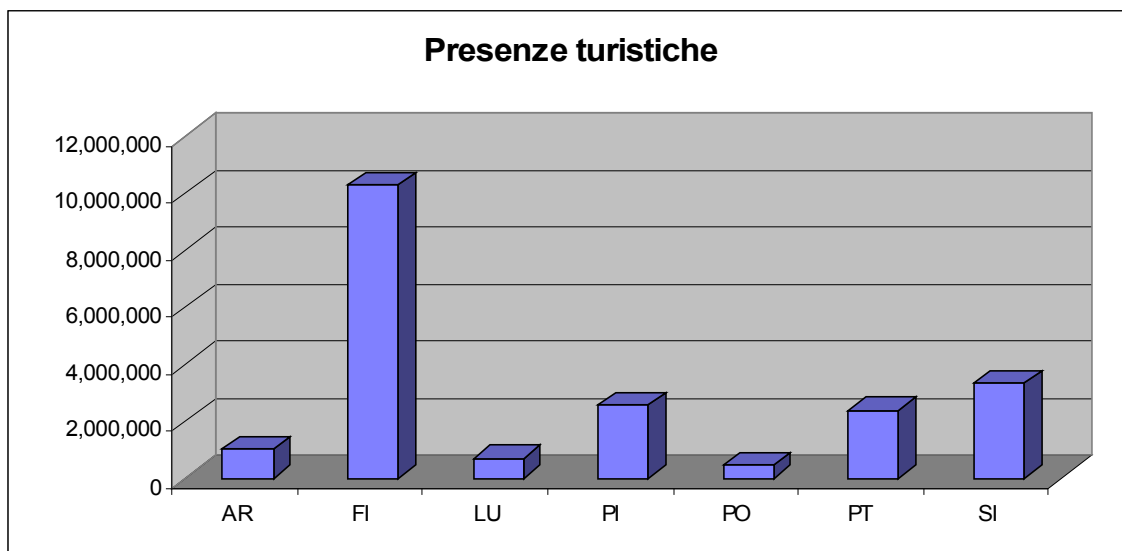


Figura 76 - Fonte ISTAT, anno 2001, elaborazione AdB

Gli arrivi e le presenze hanno carattere stagionale e presentano dei picchi nella stagione estiva ove le presenze subiscono impennate molto forti. Ciò comporta che a parità di arrivi durante l'estate, gli stranieri soggiornano per periodi molto più lunghi

rispetto agli italiani i quali, di contro, prediligono le città d'arte durante i mesi primaverili ed autunnali e per brevi periodi di soggiorno.

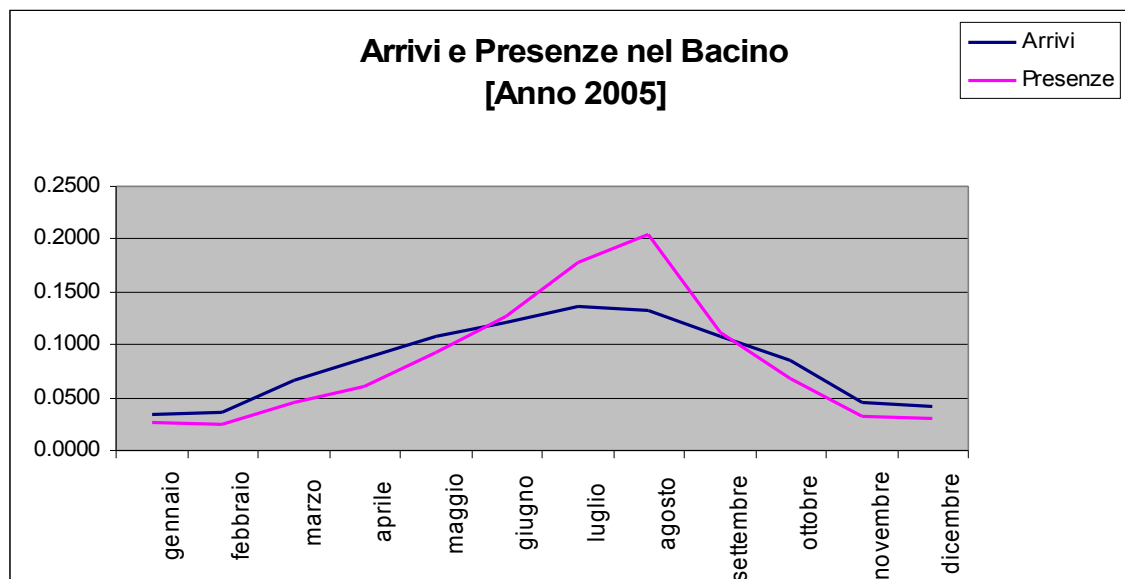


Figura 77 - Fonte ISTAT, anno 2005, elaborazione AdB

Anche all'interno del bacino del fiume Arno, a causa della presenza della maggiori città d'arte della Toscana, si assiste allo stesso trend stagionale che si registra nella regione. A differenza, invece, del dato nazionale esiste una certa anche se non molto evidente continuità durante l'intero arco dell'anno.

In valori assoluti si può affermare, con un buon grado di approssimazione, che, gli arrivi e le presenze di turisti all'interno del bacino si attestano, nei primi due mesi dell'anno, come negli ultimi due, su valori inferiori ai 300 mila gli arrivi e i 500 mila per le presenze.

Differente discorso nei mesi centrali dell'anno (da maggio a settembre) ove si registrano medie superiori ai 3 milioni di presenze con picchi di oltre 4 milioni di nel mese di agosto.

Analisi dei fabbisogni idrici suddivisi per tipologia d'uso**La Popolazione**

La popolazione complessiva dei 160 Comuni toscani e dei 6 umbri che ricadono nel bacino ammonta realisticamente a 2.256.442 abitanti con una densità pari a 248 ab/Kmq.

La popolazione è così distribuita all'interno delle province di appartenenza:

Provincia	Num. Comuni	Abitanti	Densità
Arezzo	33	269.024	117,09
Firenze	42	954.576	328,27
Livorno	2	16.756	174,98
Lucca	6	62.066	279,64
Pisa	32	339.455	240,94
Prato	7	240.093	735,97
Pistoia	18	247.201	390,79
Siena	20	116.614	109,28
Perugina	6	10.657	69,44
Bacino del fiume Arno	166	2.256.442	232,46

Tabella 28 - Fonte ISTAT anno 2005, elaborazione AdB

Prato è la provincia del Bacino del fiume Arno più densamente popolata; seguono Pistoia, Firenze, Lucca, Pisa, Livorno, Arezzo, Siena e Perugia.

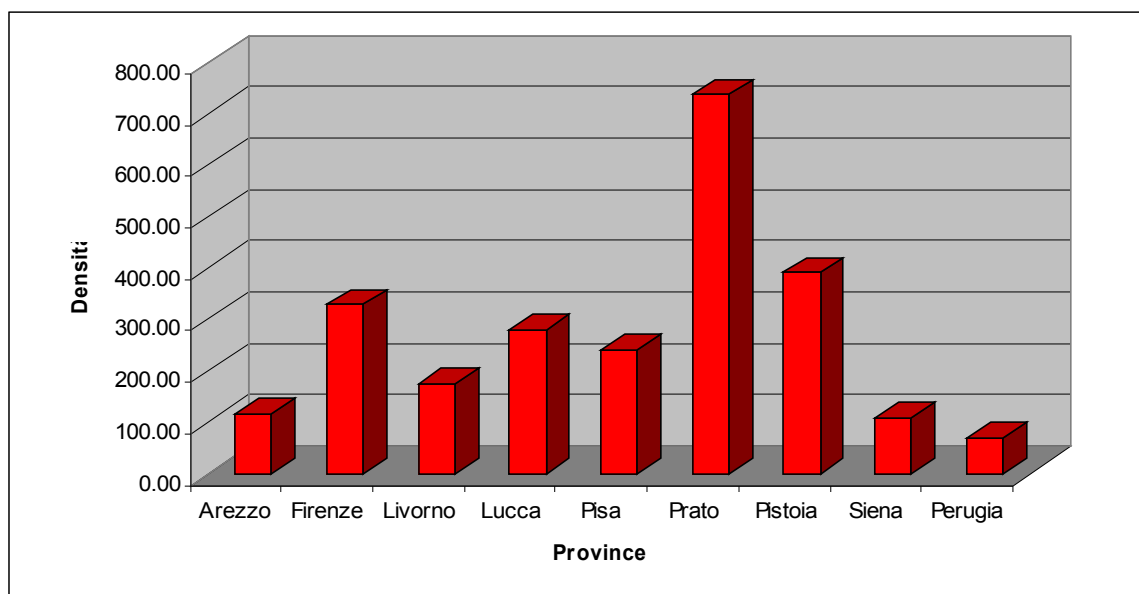


Figura 78 - Fonte ISTAT, anno 2005, elaborazione AdB

Per una stima del fabbisogno idrico per usi legati al consumo umano ci si è riferiti alla dotazione idrica per provincia secondo i dati forniti dal Centro Tematico Nazionale Acque Interne e Marino Costiere che, sebbene parziali, forniscono un utile riferimento.

Pertanto, supponendo i consumi distribuiti mediamente in modo omogeneo all'interno delle singole province si può assumere che essi corrispondano ai valori riportati in tabella:

Provincia	L/ab/g
Arezzo	150
Firenze	384
Livorno	285
Lucca	279
Pisa	258
Pistoia	234
Prato	184
Siena	205

Tabella 29 - Dotazione idrica per provincia. Fonte Federgasacqua

Per cui, tenuto conto dei comuni ricadenti nel bacino la stima del fabbisogno idrico annuo risulta pari a quanto riportato nella seguente tabella.

Provincia	Mc/anno
Arezzo	14.729.064
Firenze	133.793.372
Livorno	1.743.087
Lucca	6.320.491
Pisa	31.966.494
Pistoia	21.113.437
Prato	16.124.628
Siena	8.725.643
Perugina	583.445
Totale	235.099.661

Tabella 30 - Dotazione idrica per provincia. Fonte Federgasacqua

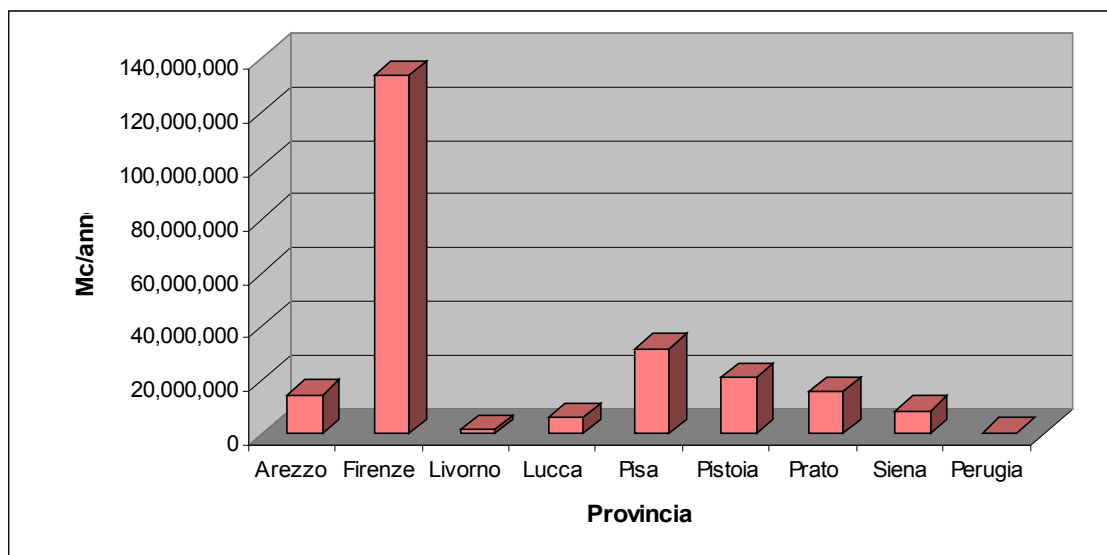


Figura 79 - Dotazione idrica per provincia Fonte: Federgasacqua, elaborazione AdB

Il fabbisogno per usi acquedottistici relativamente all'intero bacino risulta essere pari a 285 litri per abitante al giorno.

L'Agricoltura e la zootecnia

È a partire dagli anni '50 del secolo scorso che le importanti trasformazioni seguite allo sviluppo demografico, urbano, industriale, e alla grande diffusione dell'irrigazione, hanno cominciato ad evidenziare uno squilibrio sempre più profondo tra domanda e disponibilità d'acqua. Secondo stime FAO, infatti, ancora all'inizio del '900 i bisogni umani necessitavano soltanto di circa il 5% della risorsa disponibile: il 90% era destinato all'agricoltura, il 7% all'industria e il 3% agli usi civili. Oggi si calcola che il prelievo sia invece salito al 35% della disponibilità: il 71% viene assorbito dall'agricoltura, il 20% dall'industria e il 9% dal settore civile. Quello agricolo da sempre è stato e continua ad essere, dunque, il settore che a livello mondiale utilizza la maggior quantità d'acqua. Anche l'idea di conservare l'acqua nei periodi di abbondante pioggia per poi distribuirla alle colture durante le siccità estive è assai antica ma è sempre solo dai primi anni successivi all'ultimo conflitto mondiale che l'introduzione delle grandi macchine per i lavori di modifica della morfologia dei suoli ha veramente consentito, anche nel nostro Paese, la diffusione dei laghetti collinari ad uso irriguo.

La loro prima espansione venne incoraggiata mediante contribuzioni in conto capitale, oppure tramite prestiti agevolati, proprio a condizione che venissero predisposti anche gli impianti di irrigazione. Così tra gli anni '50 e i primi anni '60 per la grande utilità e semplicità di realizzazione, oltre che appunto per la disponibilità di notevoli contributi, si contavano in tutta Italia almeno 5.000 Invasi: soprattutto in Toscana, Piemonte ed Emilia-Romagna. Sempre a livello nazionale il Ministero LL.PP. stimava pochi anni dopo, agli inizi degli anni '70, l'esistenza di ben 8.300 serbatoi collinari per una capacità di invaso di 270 milioni di mc. Da allora l'interesse cominciò a diminuire e, ormai, i costi di gestione superano normalmente i maggiori ricavi ottenibili con l'irrigazione delle colture. Questi laghetti collinari, invece, vengono ancora frequentemente realizzati all'Estero: per esempio nelle aree arido-siccitose del Mediterraneo.

Negli ultimi tempi i piccoli invasi vanno però sempre più acquisendo altre interessanti funzioni. Consentono sempre disponibilità per l'irrigazione ma insieme favoriscono il mantenimento e l'incremento della biodiversità, rappresentano un'attrattiva per l'agriturismo e la pesca sportiva. Non mancano ancora esempi di utilizzazione in campo zootecnico, e in itticultura, oppure nell'approvvigionamento di acqua ad uso

potabile e industriale. Molte di queste riserve sono anche utilizzabili nella lotta agli incendi.

Riguardo all'impatto ambientale stiamo generalmente parlando di piccoli specchi d'acqua che bene si inseriscono nel paesaggio e che diventano oasi di fresco, e di verde, durante i mesi estivi, spesso veri punti di richiamo per la popolazione. In conclusione queste riserve oggi sono importanti proprio per la loro multifunzionalità e per la dislocazione strategica sul territorio: cioè in quelle zone dove l'acqua non è facilmente reperibile mentre l'adduzione dai grandi Invasi sarebbe troppo costosa. Secondo i risultati del recente Censimento svolto in Toscana a cura dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARISA) più della metà dei 2.500 laghetti ad uso irriguo presenti ha una dimensione inferiore ai 20.000 mc e, quasi il 20%, ha una superficie che non supera i 1.000 mq.

Nel territorio del bacino una prima prudenziale ricognizione in corso di ulteriore affinamento condotta anche nell'ambito dei lavori del Gruppo appositamente costituitosi presso la Regione Toscana dir. Sviluppo Economico, a cui con altri Enti competenti l'Autorità partecipa, attesta la situazione illustrata nella seguente tabella.

REGIONE	PROVINCIA	N° Laghetti	Volume invasato (mc)
	AREZZO	310	5.155.000
	FIRENZE	540	21.105.000
	LIVORNO	10	205.000
	LUCCA	15	5.000
TOSCANA	PISA	80	3.180.000
	PISTOIA	65	345.000
	PRATO	30	1.650.000
	SIENA	85	3.200.000
UMBRIA	PERUGIA	20	610.000
		1.155	35.455.000

Tabella 31 - Piccoli Invasi ricadenti nel territorio del bacino del Fiume Arno e loro capacità (ns. stima di prima approssimazione ottenuta dall'elaborazione di dati di varia fonte)

Diversamente a quanto accade sia nelle regioni settentrionali (Lombardia, Emilia-Romagna) che meridionali (Puglia, Basilicata) in tutta quanta la Toscana però, nella grande maggioranza dei casi, per l'approvvigionamento di acque ad uso irriguo vengono sfruttate le falde sotterranee. Soprattutto in forma autonoma poiché la gestione collettiva, operata dai Consorzi di bonifica e irrigazione, non arriva a coprire il 10% delle Aziende interessate.

D'altra parte la limitata disponibilità di risorse idriche ha probabilmente contribuito a promuovere un miglioramento più rapido, in confronto a quello verificatosi in altri comprensori agricoli d'Italia, sul piano tecnologico: i meno efficienti metodi per scorrimento, o per sommersione, risultano infatti relegati in aree davvero marginali mentre il sistema a pioggia copre ormai il 70% delle superfici irrigate.

L'irrigazione è un fattore essenziale per lo sviluppo dell'agricoltura ma può avere anche rilevanti impatti ambientali: soprattutto in relazione alle caratteristiche del prelievo stesso e, poi, all'inquinamento delle acque. I dati censuari mostrano da questo punto di vista, a livello complessivo nazionale, una situazione allarmante: già nel 1991 circa il

64% delle aziende irrigue si riforniva da fonti indipendenti e i $\frac{3}{4}$ erano costituiti da approvvigionamenti da falda. L'utilizzo di tale fonte è risultato ancora in significativo aumento nel corso di tutti gli anni novanta e così fino ad oggi. Ciò, da un lato, ha comportato fenomeni di abbassamento delle falde, dall'altro seri danni all'ambiente sono venuti dall'aumento della salinità, dall'inquinamento delle falde e dalla perdita di fertilità dei terreni.

Il territorio toscano, in particolare, da questo punto di vista è certamente assai fragile. Prevalentemente collinare, o addirittura montuoso, è caratterizzato dalla scarsità di corsi d'acqua significativi come di importanti invasi utilizzabili a scopo irriguo. Anche nel bacino del fiume Arno l'agricoltura si è quindi storicamente orientata verso le colture di ambiente mediterraneo meno esigenti come vite, olivo e cereali; al contempo la esiguità delle superfici pianeggianti ben dotate di risorsa idrica ha generalmente ostacolato lo sviluppo del tipo più avanzato di agricoltura, quello grosso modo definibile di stile padano, veramente intensivo e più redditizio.

Se è vero che questo modello padano caratteristico di ampie zone dell'Italia settentrionale permette una importante attività zootecnica allo stesso tempo lamenta, però, un più forte impatto sul territorio in termini di prelievi idrici e di carico inquinante. È in tale contesto che l'irrigazione può allora rappresentare una pratica colturale davvero in grado di influenzare i parametri ambientali: soprattutto quando sui terreni vengono distribuiti elevati volumi capaci di veicolare nelle falde gli elementi fertilizzanti lautamente distribuiti, o i residui dei presidi fitosanitari.

L'elaborazione dei dati censuari precedentemente illustrata conferma come qualcosa di paragonabile a questa evoluzione padana si sia verificata, nel nostro bacino, soltanto nelle limitate pianure alluvionali della Val di Chiana, dell'Ombrone pistoiese e della Val di Nievole. In tali aree, alla ridotta disponibilità di acque sotterranee, si possono effettivamente sovrapporre fenomeni di inquinamento da nitrati dovuti a una gestione poco oculata delle deiezioni animali. Anche se la consistenza degli allevamenti si è andata in generale riducendo risultano, pertanto, ancora troppo numerosi i casi in cui l'attività zootecnica viene condotta in situazioni di irregolarità.

D'altra parte è avvenuto in tutto quanto il nostro Paese, e per lo meno ormai dagli anni settanta, il forte allentamento o addirittura la rottura dell'antico legame tra l'allevamento e la terra, quello stretto legame che ha sempre reso sostenibili, dal punto di vista ecologico, tutti i sistemi agricoli storicamente affermatasi. Per molte nostre imprese zootecniche la gestione delle deiezioni è andata diventando così uno dei problemi prioritari e ciò che una volta rappresentava la fonte primaria per il mantenimento della fertilità dei terreni, con il passare del tempo, viene sempre più percepito come una semplice voce di costo o addirittura un fastidio da cui liberarsi in qualunque modo.

Se è però evidente che per quanto riguarda il consumo idrico riconducibile alle necessità zootecniche non è l'aspetto quantitativo che desta preoccupazione, si ritengono, comunque, assolutamente da incoraggiare tutti gli accorgimenti utili per incrementare la sostenibilità complessiva del Comparto e tra questi ricordiamo adesso almeno:

- la riconversione dei sistemi di allontanamento dei liquami che fanno uso di acqua a sistemi di asportazione a secco;
- il miglioramento della qualità dei reflui;
- la riconversione degli allevamenti suini, ove possibile, alla stabulazione con paglia.

<i>Allevamento</i>	<i>N° capi</i>	<i>Consumo unitario (mc x Capo x anno)</i>	<i>Consumo annuale (mc)</i>
Bovini	33.500	16.3	550.000
Equini	7.400	14.6	110.000
Suini	140.400	9.1	1.280.000
Ovi - Caprini	107.600	1.5	162.000
Avicoli	2.501.300	0.09	225.000
Cunicoli	321.000	0.18	58.000
			2.385.000

Tabella 32 - Consumi idrici dei principali allevamenti ricadenti nel bacino del Fiume Arno. Il consumo unitario da noi attribuito, ottenuto anche tenendo conto in larghissima approssimazione delle diverse categorie di animali in allevamento, soddisfa le necessità derivanti dalla gestione complessiva

Fra le tecniche di gestione dei liquami lo spandimento, preceduto dal puro e semplice stoccaggio, in effetti rimane sempre la più conveniente e la più facile da applicare; solo dove il reperimento dei terreni adatti risulta impossibile si ricorre a tecniche, più sofisticate, finalizzate a diminuire il carico di nutrienti e in particolare dell'azoto. A tale proposito l'allevamento suinicolo intensivo potrebbe risultare meglio sostenibile mediante l'adozione di razioni a ridotto contenuto d'azoto: nella fase di ingrasso, soprattutto, sono infatti generalmente impiegate diete alimentari con contenuti azotati del 15% o anche superiori. Questo comporta la produzione di liquami particolarmente ricchi e, conseguentemente, la necessità di ampie superfici di terreno per la distribuzione a fini agronomici: il dlgs 152/99 di recepimento della direttiva nitrati 91/676/Cee stabiliva, più precisamente, il rapporto di un ettaro di terreno ogni 31 capi allevati anche per le zone definite non vulnerabili.

Parlando sempre di inquinamento localizzato il nostro territorio presenta alcune peculiarità rispetto ad altre situazioni agro-zootecniche nazionali e, in generale, l'inquinamento da noi si sovrappone ad altri fenomeni di rilievo. Fra tutti citiamo di nuovo lo sfruttamento eccessivo ed incontrollato delle falde, la permeabilità dei suoli, la scarsa protezione degli acquiferi e la concentrazione di scarichi derivanti dagli insediamenti urbani. Importante può risultare anche l'impatto delle colture florovivaistiche, soprattutto quelle in serra, qualora si verifichi il percolamento delle soluzioni nutritive: è principalmente in tale settore che una razionalizzazione degli impieghi irrigui potrebbe conseguire un controllo significativo sul rilascio di elementi fertilizzanti nel sottosuolo. In Val di Nievole, comunque, si sono verificati nel recente passato inquinamenti della falda riconducibili anche a mal condotte disinfestazioni delle superfici aperte destinate alla coltivazione dei fiori.

Passando invece all'inquinamento di tipo diffuso, più legato all'agricoltura di pieno campo, questo assume connotazioni diverse a seconda delle concrete combinazioni climatico-colturali. La lisciviazione dei nitrati può essere allora almeno in parte controllata attraverso l'adozione di appropriate tecniche agronomiche e, tra queste, è essenzialmente proprio la gestione dell'irrigazione mediante corrette tecnologie e modalità di intervento che può significativamente contribuire ad una più razionale distribuzione degli elementi fertilizzanti. In tal senso per quanto concerne almeno le colture ortive primaverili-estive, servite da impianti "a goccia" e gestite tramite fertirrigazione, ormai si può realizzare la somministrazione dell'acqua e dei nutrienti senza eccedere di molto gli effettivi fabbisogni delle piante. Secondo i risultati delle indagini di massima condotte dall'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione

nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) il fabbisogno idrico complessivo regionale stimato per le colture irrigate in Toscana secondo i risultati ISTAT, escludendo le superfici classificate a frumento, ammonterebbe a circa 150 milioni di mc. Questo valore ragguagliato ad ettaro si avvicina, in effetti, ai 3.000 mc ritenuti ordinariamente necessari nei nostri ambienti per le più diffuse coltivazioni irrigue. Al fine di arrivare a valutare i reali prelievi annui, però, occorre prevedere una ulteriore quota in grado di tenere conto del livello generalizzato di inefficienza riscontrabile nella concreta gestione degli impianti: i tecnici del settore, a tale proposito, suggeriscono prudentemente di considerare almeno un ulteriore 15-20%.

La riduzione delle superfici irrigate, che si è registrata negli ultimi anni, sembrerebbe comunque accompagnarsi a una diminuzione generalizzata dei prelievi e le possibili spiegazioni si ritrovano non solo nell'andamento dei mercati agricoli, che non remunera adeguatamente l'investimento, ma anche nella diminuzione delle dotazioni di buona qualità. Nel nostro bacino in particolare, passando in dieci anni dai circa 25.000 ha ai 20.000 ha da noi oggi grosso modo stimati, la diffusione dell'irrigazione risulterebbe ancora in linea con il dato medio regionale toscano

	Sup. irrigata (ha) ricadente nel bacino	% SAU del bacino	% ST del bacino	Consumi per uso irriguo (.000 mc)
Val di Chiana	7.748	2.10	0.85	47.900
Ombrone Pistoiese	2.554	0.70	0.30	8.100
Val di Nievole	1.285	0.35	0.15	3.855
Altri Comprensori della Toscana	7.543	2.04	0.75	26.640
Parte Umbra del bacino	1.335	0.36	0.20	8.000
TOTALE	20.465	5.55	2.25	95.295

Tabella 33 - Irrigazione nel Bacino del Fiume Arno e relativi consumi (ns. stima condotta su dati ISTAT, 2000 e indagini di Fonte ARSIA – Reg. Toscana)

Irrigazione e allevamento: aspetti critici dell'impatto su suolo e falde

L'irrigazione è un fattore essenziale per lo sviluppo dell'agricoltura ma può avere anche rilevanti impatti ambientali: soprattutto in relazione alle caratteristiche del prelievo stesso e, poi, all'inquinamento delle acque. I dati censuari mostrano da questo punto di vista, a livello complessivo nazionale, una situazione allarmante: già nel 1991 circa il 64% delle aziende irrigue si riforniva da fonti indipendenti e i $\frac{3}{4}$ erano costituiti da approvvigionamenti da falda. L'utilizzo di tale fonte è risultato ancora in significativo aumento nel corso di tutti gli anni novanta e così fino ad oggi: i motivi si possono ricondurre ai costi crescenti del rifornimento, alla crescente aleatorietà dello stesso, alla competizione nell'uso della risorsa. Ciò, da un lato, ha comportato fenomeni di abbassamento delle falde superficiali; dall'altro seri danni all'ambiente sono venuti dall'aumento della salinità, dall'inquinamento delle falde e dalla perdita di fertilità dei terreni.

Il territorio toscano, in particolare, è certamente assai fragile. Prevalentemente collinare, o addirittura montuoso, è caratterizzato dalla scarsità di corsi d'acqua significativi come di importanti invasi utilizzabili a scopo irriguo. Anche nel bacino del Fiume Arno l'agricoltura si è quindi storicamente orientata verso le colture di ambiente mediterraneo meno esigenti come vite, olivo e cereali; al contempo la esiguità delle superfici pianeggianti ben dotate di risorsa idrica ha generalmente ostacolato lo

sviluppo del tipo più avanzato di agricoltura, quello grosso modo definibile di stile padano, veramente intensivo e più redditizio.

Se è vero che questo modello padano caratteristico di ampie zone dell'Italia settentrionale permette una importante attività zootecnica allo stesso tempo lamenta, però, un più forte impatto sul territorio in termini di prelievi idrici e di carico inquinante. È in tale contesto che l'irrigazione può allora rappresentare una pratica colturale davvero in grado di influenzare i parametri ambientali: soprattutto quando sui terreni vengono distribuiti elevati volumi capaci di veicolare nelle falde gli elementi fertilizzanti lautamente distribuiti, o i residui dei presidi fitosanitari. Proprio l'Autorità di bacino del Fiume Po intervenne così su questo delicato tema, per prima, adottando già alcuni anni or sono il "Piano stralcio per il controllo dell'Eutrofizzazione". Con tale strumento si illustrarono alle Amministrazioni locali (appunto la gran parte del nord-ovest del Paese) i criteri per la omogeneizzazione delle metodologie d'individuazione delle zone vulnerabili ai sensi dell'art.19 del D.Lgs.152/99. Inoltre, per il comparto agro-zootecnico, si indicarono le linee di intervento finalizzate alla limitazione della diffusione di inquinanti nelle acque superficiali e in quelle profonde. Nelle aree vulnerabili vennero allora applicate le indicazioni del Codice di Buona Pratica Agricola (MiPA, 1999) e il limite massimo annuo ad ettaro di 170 Kg per l'N di origine animale: valore operativamente riconducibile a un carico di bestiame (in termini di peso vivo) pari a 25 q per i bovini da latte, 34 q per i vitelloni e 23 q per i suini.

L'elaborazione dei dati censuari conferma come qualcosa di paragonabile a questa evoluzione padana si sia verificata, nel nostro bacino, soltanto nelle limitate pianure alluvionali della Val di Chiana, dell'Ombrone pistoiese e della Val di Nievole. In tali aree, alla ridotta disponibilità di acque sotterranee, si possono effettivamente sovrapporre fenomeni di inquinamento da nitrati dovuti a una gestione poco oculata delle deiezioni animali. Anche se la consistenza degli allevamenti si è andata in generale riducendo risultano, pertanto, ancora troppo numerosi i casi in cui l'attività zootecnica viene condotta in situazioni di irregolarità.

Passando invece all'inquinamento di tipo diffuso, più legato all'agricoltura di pieno campo, questo assume connotazioni diverse a seconda delle concrete combinazioni climatico-colturali. La lisciviazione dei nitrati può essere allora almeno in parte controllata attraverso l'adozione di appropriate tecniche agronomiche e, tra queste, è essenzialmente proprio la gestione dell'irrigazione mediante corrette tecnologie e modalità di intervento che può significativamente contribuire ad una più razionale distribuzione degli elementi fertilizzanti. In tal senso per quanto concerne almeno le colture ortive primaverili-estive, servite da impianti "a goccia" e gestite tramite fertirrigazione, ormai si può realizzare la somministrazione dell'acqua e dei nutrienti senza eccedere di molto gli effettivi fabbisogni delle piante. Secondo i risultati delle indagini di massima condotte dall'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale (ARSIA) il fabbisogno idrico complessivo regionale stimato per le colture irrigate in Toscana secondo i risultati ISTAT, escludendo le superfici classificate a frumento, ammonterebbe a circa 150 milioni di m³. Questo valore ragguagliato ad ettaro si avvicina, in effetti, ai 3.000 m³ ritenuti ordinariamente necessari nei nostri ambienti per le più diffuse coltivazioni irrigue. Al fine di arrivare a valutare i reali prelievi annui, però, occorre prevedere una ulteriore quota in grado di tenere conto del livello generalizzato di inefficienza riscontrabile nella concreta gestione degli impianti: i tecnici del settore, a tale proposito, suggeriscono prudentemente di considerare almeno un ulteriore 15-20%.

La riduzione delle superfici irrigate, che si è registrata negli ultimi anni, sembrerebbe ad ogni modo accompagnarsi a una diminuzione generalizzata dei prelievi e le possibili spiegazioni si ritrovano non solo nell'andamento dei mercati agricoli, che non remunerano l'investimento, ma anche nella diminuzione delle dotazioni di buona qualità. Nel nostro bacino in particolare, passando in dieci anni dai circa 25.000 ha ai 20.000 ha da noi

oggi grosso modo stimati, la diffusione dell'irrigazione risulterebbe ancora in linea con il dato medio regionale toscano.

Tabella 34 - Irrigazione nel Bacino del Fiume Arno e relativi fabbisogni (ns. stima condotta su dati ISTAT, 2000 e indagini di Fonte ARSIA – Reg. Toscana)

	Fabbisogni irrigui (m ³)
Ombrone Pistoiese	12.500.000
Val di Nievole	4.750.000
<i>Val di Chiana</i>	17.750.000
Comprensorio costiero	5.300.000
Comprensorio entroterra	12.850.000
TOTALE	53.150.000

I grandi Comprensori irrigui del bacino del fiume Arno: Ombrone Pistoiese

Comuni interessati: Agliana, Montale, Pistoia, Piteglio, Quarrata, Serravalle, Carmignano, Montemurlo, Poggio a Caiano, Prato.

Questo comprensorio presenta un alto indice di antropizzazione nella zona pianeggiante tanto da risultare un'unica area metropolitana l'insieme di Firenze, Prato e Pistoia. Il consumo di terreno agrario a favore della utilizzazione urbana è stato molto cospicuo soprattutto nelle zone limitrofe ai capoluoghi, Pistoia e Prato, che hanno conosciuto nel tempo un notevole sviluppo dell'industria e dell'artigianato. Nella zona collinare si può considerare ancora importante, invece, la destinazione rurale del territorio.

Siamo in presenza di un'agricoltura davvero specializzata, maggiormente nella pianura pistoiese, che è riuscita tutto sommato ad integrarsi con il tessuto urbano ed industriale. Tra Agliana, Montale, Pistoia, Serravalle e Quarrata, la pianura è in gran parte orientata verso quelle attività vivaistiche che rappresentano più o meno il 75% del vivaismo toscano e il 25% di quello nazionale. Sempre in base ai dati INEA nel 1998 la superficie vivaistica complessiva della nostra Regione assommava a circa 2.750 ettari, di cui il 90% a "pieno campo" e il 10% "in vaso".

Tra Carmignano, Montemurlo, Prato e Poggio a Caiano invece prevalgono nettamente i comuni seminativi e le colture più diffuse tornano così ad essere mais, girasole e barbabietola.

Le aree collinari si sviluppano ai lati della pianura: ad ovest il versante Pistoiese delle colline del Montalbano con agricoltura indirizzata, soprattutto, verso l'olivicoltura e la viticoltura; a nord le colline pistoiesi e pratesi presentano anche una modesta cerealicoltura. Nella zona montana si rinviene ancora oggi qualche attività zootecnica (bovini da latte e ovini) che spiega la presenza di coltivazioni foraggere avvicendate e prati permanenti. A parte la modesta superficie occupata dalla frutticoltura la maggior parte del territorio, qui, è coperta da boschi e foreste.

Il clima dell'area è di tipo appenninico-mediterraneo con notevoli differenze in rapporto all'altitudine e all'esposizione dei territori; le isoiete e le isoterme seguono fedelmente l'andamento orografico sovrapponendosi, quasi integralmente, alle curve di livello. La piovosità media varia dai 1000–1200 mm in pianura avvicinandosi ai 2000 mm nella

zona montana. Anche la temperatura varia ed è possibile, così, individuare due microclimi diversi:

- sul versante interno insiste un tipo climatico continentale, con inverni rigidi ed estati calde, mediamente piovoso. Il periodo secco va dalla fine di Luglio a Settembre e dunque, sul piano agronomico, in bassa collina e pianura l'irrigazione riguarderà i seminativi e i fruttiferi. Le colture vivaistiche in vasetto necessitano, invece, di irrigazione continua anche nel periodo invernale.
- nella zona montuosa il periodo irriguo si restringe a Luglio e metà Agosto poiché i frequenti temporali di fine estate sopperiscono, generalmente, alle successive necessità delle colture.

I seminativi e le orticole hanno esigenze che rientrano nelle medie regionali. L'attività vivaistica rappresenta per contro una fonte di rischio potenziale per l'ecosistema in quanto, come forma di agricoltura specializzata ed intensiva concentrata in un ristretto territorio, implica l'esteso sfruttamento di risorse ambientali non facilmente reintegrabili come le acque di falda. Occorre però distinguere a questo proposito, appunto, fra vivaio tradizionale e vasetteria.

Nel vivaismo tradizionale l'irrigazione è essenzialmente di soccorso e, quindi, praticata in annate particolarmente siccitose o nei suoli meno "freschi". Gli interventi annui di consuetudine variano da 1 a 4 con volumi compresi tra 400 e 4000 m³/ha. Nel secondo caso l'acqua è invece sistematicamente distribuita nel corso dell'intero ciclo produttivo e i consumi conseguenti, arrivati anche intorno ai 16.000 m³/ha, giustificavano ampiamente l'apprensione circa la progressiva riduzione delle risorse idriche della zona. La prima elaborazione dei questionari relativi ai dati del 1999 compilati dalle Aziende vivaistiche aderenti al Progetto Closed (studio sugli ecodistretti produttivi finanziato dalla CE nell'ambito del LIFE II e curato da ARPAT) ha però più recentemente permesso di stimare un ordinario consumo annuo, seppure ampiamente variabile, complessivamente inferiore ai 3.200 m³. I consumi idrici più ridotti si confermano per le Aziende specializzate nel pieno campo mentre i consumi più consistenti, fino a 12.000 m³, sono attribuiti alle Aziende orientate alla vasetteria. In definitiva il consumo di acqua di falda da parte dell'attività vivaistica riveste notevole importanza poiché, come avviene ad esempio nel comune di Pistoia, questa contribuisce in maniera prevalente (85%) all'approvvigionamento idropotabile. La sostanziale stabilità dei livelli di falda, verificatasi nel corso degli ultimi anni, ha permesso di accertare come l'emungimento a scopo irriguo e a scopo potabile non abbia superato ancora la capacità di ricarica naturale dell'acquifero. Anche alla luce dell'eccezionale andamento climatico dell'anno 2003, con il conseguente abbassamento verificatosi nel periodo estivo e l'aumento dei prelievi, si impone comunque con urgenza la necessità di meglio governare l'uso della risorsa.

Tabella 35 - Stima della distribuzione dei fabbisogni irrigui (m³) nell'arco dell'anno. Fonte: elaborazione AdB su dati ARSIA

MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	Altri Mesi
1.189.000	2.480.000	3.825.000	2.528.000	1.222.000	1.189.000

I grandi Comprensori irrigui del bacino del fiume Arno: Valdinievole

Comuni interessati: Montecarlo, Villa Basilica, Cerreto Guidi, Fucecchio, Castelfranco di sotto, Santa Croce, Santa Maria a Monte, Buggiano, Chiesina Uzzanese, Lamporecchio, Larciano, Massa e Cozzile, Monsummano Terme, Montecatini Terme, Pescia, Pieve a Nievole, Ponte Buggianese, Uzzano.

Questo comprensorio si presenta in buona parte pianeggiante ed è costituito essenzialmente dalla pianura alluvionale delimitata a nord dai rilievi antiappenninici della Svizzera pesciatina, ad ovest dalle colline delle Cerbaie, a sud dalla bassa valle dell'Arno e ad est dai rilievi del Montalbano. Notevole parte del territorio di pianura si presenta come campagna urbanizzata in quanto al di fuori dei centri abitati si sono sviluppate intense attività, soprattutto artigianali o industriali ma anche commerciali, che hanno sottratto all'agricoltura i terreni migliori. Le coltivazioni dunque, più spesso cereali ma anche vite e olivo, si ritrovano maggiormente sui rilievi. La zona montana a nord di Pescia ha subito un abbandono generalizzato a partire dagli anni successivi al secondo conflitto mondiale e la principale risorsa agricola, qui, è legata alla castanicoltura estensiva e alla raccolta spontanea dei prodotti del sottobosco. Il più recente sviluppo delle coltivazioni di fiori e piante ornamentali, a pieno campo o protette, trova la sua massima espressione nei Comuni di Pescia, Uzzano e Chiesina Uzzanese. Intorno al Padule di Fucecchio la più importante coltura irrigua è il mais seguita da girasole e ortive mentre, soprattutto tra Montecatini e Pieve lungo il torrente Nievole, ritroviamo interessanti impianti orto-frutticoli.

Il clima è di tipo appenninico – mediterraneo con precipitazioni irregolarmente distribuite. I periodi di maggiore piovosità (intorno ai 1100 mm annui) si registrano in autunno e primavera mentre l'estate può decorrere assai siccitosa. Le temperature sono caratterizzate da notevoli escursioni.

Tabella 36 - Stima della distribuzione dei fabbisogni irrigui (m^3) nell'arco dell'anno. Fonte: elaborazione AdB su dati ARSIA

	Giugno	Luglio	Agosto	Resto anno
m^3	925.000	2.115.000	1.405.000	300.000

I grandi Comprensori irrigui del bacino del fiume Arno: Val di Chiana

Comuni interessati: Arezzo, Bucine, Capolona, Castiglion Fibocchi, Castiglion Fiorentino, Civitella, Cortona, Foiano, Lucignano, Marciano della Chiana, Monte San Savino, Asciano, Chianciano, Chiusi, Montepulciano, Rapolano, Sinalunga, Torrita di Siena, Trequanda

Quest'area ha subito una antropizzazione intensa e di antica origine; residuale dunque la presenza del bosco che è, ormai, relegato là dove il terreno è più superficiale. L'agricoltura spesso risulta collegata alle attività agrituristiche e prevalgono i seminativi semplici, o irrigui, alternati a vigneti e oliveti. La parte senese è soprattutto destinata alle colture erbacee con prevalenza di frumento duro e tenero; i rinnovi tradizionali sono mais, girasole, pomodoro, barbabietola e tabacco. Per quanto riguarda l'insediamento la Val di Chiana può definirsi a macchia di leopardo: caratterizzata, cioè, da una estrema diffusione puntuale. Anche la struttura fondiaria delle Aziende, in particolare quelle ubicate nell'area pianeggiante che circonda Arezzo, appare estremamente frammentata o addirittura polverizzata.

Il clima è tendenzialmente continentale con estati lunghe e calde, inverni freddi, autunno e primavera brevi. Le precipitazioni sono di tipo mediterraneo con estate asciutta e concentrazione autunno-invernale. Il regime dei suoli è xerico: caratterizzato, cioè, dal verificarsi di un deficit idrico estivo per le colture superiore anche ai 45 giorni consecutivi. La pioggia, spesso irregolarmente distribuita, si limita a circa 800 mm l'anno e i mesi più siccitosi sono generalmente luglio e agosto. La ventosità, per quanto anch'essa irregolare, raramente assume caratteristiche tali da intralciare seriamente la pratica irrigua. Nei periodi estivi particolarmente siccitosi gli Agricoltori ricorrono a pozzi, o più comunemente ad attingimenti da corsi d'acqua, determinando in alcuni casi un eccessivo abbassamento del livello (con i problemi biologici che ne conseguono) e un minore apporto agli altri corpi idrici fino al Canale Maestro.

L'irrigazione assume un grande rilievo nel processo produttivo di questa zona ma la Val di Chiana è anche l'area più interessata, nell'ambito del bacino, alla zootecnia. È avvenuta però anche qui, negli ultimi anni, una diminuzione della consistenza per la specie bovina (il decremento è stato decisamente più alto nelle vicinanze di Arezzo e per le razze da latte) mentre appare più stazionaria la consistenza dell'allevamento ovino. Per la migliore definizione dell'ordinamento colturale complessivo si pone inoltre il problema di prevedere il nuovo quadro che si presenterà al momento in cui saranno a pieno regime gli impianti di Montedoglio.

Si sottolinea inoltre che i mutamenti climatici succedutisi negli ultimi anni non hanno certo risparmiato anche questo Comprensorio. In particolare è proprio l'andamento delle precipitazioni, già documentato in altro Capitolo del presente lavoro, che concorre ad aumentare l'urgenza tecnica ed economica delle realizzazioni.

Tabella 37 - Stima della distribuzione dei fabbisogni irrigui (m³) nell'arco dell'anno. Fonte: elaborazione AdB su dati ARSIA

	Giugno	Luglio	Agosto	Resto CUMULATO
m ³	5.500.000	8.500.000	3.750.000	TRASCURABILE

Valutazioni sull'impatto degli usi irrigui

Malgrado l'esigenza di "energia pulita" sia sempre più avvertita nel nostro Paese nuove dighe non vengono da tempo realizzate mentre quelle ottimisticamente definite "in costruzione", in realtà, vanno avanti stentatamente e "a singhiozzo" dagli anni '70. In generale comunque il rallentamento degli investimenti pubblici per la costruzione di nuovi Invasi, assieme alla crescita industriale che tende a localizzarsi sempre più nelle aree di pianura, stanno provocando da un lato la riduzione dei terreni agricoli irrigui e dall'altro l'aumento della competizione per l'uso delle risorse idriche. Anche il miglioramento delle condizioni di vita e di reddito contribuiscono ad incrementare considerevolmente l'utilizzo, sempre crescente, della risorsa. Non vanno poi trascurati certi particolari fenomeni di urbanizzazione diffusisi nelle aree rurali soprattutto negli ultimi anni. Risultando in buona parte riconducibili allo sviluppo di attività economiche volte alla valorizzazione del territorio (artigianato, agriturismo, turismo rurale, ecc.) essi pongono ancora grossi problemi: non solo in relazione al consumo ma anche alla creazione delle infrastrutture necessarie al trasporto dell'acqua. Da questo punto di vista la legge n. 36 del 1994, che dà la priorità all'uso per il consumo umano, limiterà seriamente la destinazione agricola dell'acqua per cui diventerà sempre più necessario fare affidamento a fonti alternative e in particolare a quelle derivanti dal riutilizzo dei reflui.

Passando a concludere questa ricognizione di alcune tra le maggiori problematiche relative all'influenza delle pratiche irrigue e zootecniche sul bilancio quantitativo e sulla qualità della risorsa idrica, alla scala di bacino del Fiume Arno, diventa allora possibile abbozzare un elenco essenziale almeno dei primi tra gli obiettivi più immediati che è necessario perseguire.

La Toscana presenta una situazione idrica complessa e, soprattutto per talune aree e taluni comparti, piuttosto critica. La competizione esistente per l'acqua impone pertanto, anzitutto, la necessità di attuare efficaci politiche di pianificazione e di gestione. Queste solo potranno agevolare, avvalendosi della buona conoscenza dei dati territoriali in materia di consumi e disponibilità, lo sviluppo e la diffusione di appropriate tecnologie per la razionalizzazione dell'uso e la valorizzazione della preziosa risorsa.

In prospettiva le funzioni dell'irrigazione dovranno in ogni caso modificarsi, ed adattarsi, in relazione ai nuovi interventi di pianificazione delle risorse territoriali ai quali si

riconosce ormai una forte valenza di tipo strategico. L'assetto fisico del territorio, la sua conoscenza e il suo monitoraggio, rappresenteranno gli elementi di riferimento in relazione ai quali approntare interventi di sviluppo territoriale impostati su criteri di multifunzionalità e di sostenibilità. L'esercizio dell'irrigazione è destinato così a perdere il ruolo esclusivo di fattore produttivo e a diventare, invece, un attivo elemento per la regolazione di equilibri ambientali più complessivi. In tal senso il Regolamento CE n.1257/99 già contiene alcune misure finalizzate a dare impulso ad una nuova politica di sviluppo a carattere multifunzionale e destinate a finanziare attività, per quanto diverse da quelle agricole, sempre legate al contesto rurale. I Piani di Sviluppo Rurale che ne rappresentano lo strumento attuativo a livello regionale recepiscono questa impostazione, anche in materia di impiego delle risorse idriche, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza promuovendo il risparmio, l'utilizzo plurimo, la salvaguardia e la valorizzazione del territorio agrario e del paesaggio. In particolare nel Piano di Sviluppo Rurale della Regione Toscana 2000-2006 sono previsti alla Misura 1, che comprende gli investimenti nelle aziende agricole, interventi per "la realizzazione, l'adeguamento e la sostituzione delle opere di derivazione, accumulo e distribuzione, gestite da Enti pubblici o Consorzi a partecipazione pubblico privata". La misura finanziata a partire dal 2003 contempla anche la possibilità di adattare impianti preesistenti, o di realizzare nuovi acquedotti per la distribuzione delle acque reflue, in vista di una imminente applicazione delle Norme che regolamentano l'utilizzo di reflui depurati per l'irrigazione (DM 185/2003).

In relazione a tali problematiche è oggetto dei Piani di tutela regionali la definizione delle necessità di intervento per la prevenzione dell'inquinamento delle acque e la bonifica delle aree inquinate. I Piani, muovendosi dalla individuazione di aree specifiche di crisi ambientale, individuano oltre alle "zone vulnerabili", le "aree sensibili" e i "limiti allo scarico" di sostanze pericolose a tutela dall'inquinamento agricolo, civile e industriale, andando così a specificare e ad articolare nei bacini idrografici di riferimento la Normativa ed i limiti fissati dalla Comunità Europea e dallo Stato.

Anche per quanto riguarda il nostro bacino irrigazione e zootecnia non risultano certo i settori produttivi più idroesigenti ma gli stessi eventi climatici che nel nostro Paese hanno caratterizzato la recente annata 2003 hanno ugualmente evidenziato la necessità, da un lato, di tesaurizzare le acque di pioggia e dall'altro di realizzare una ottimizzazione degli impieghi attraverso l'eliminazione di ogni forma di spreco. In definitiva possono anch'essi contribuire, in termini significativi, al risparmio e alla tutela.

Intanto tramite una razionalizzazione nella gestione degli allevamenti e con la loro riconversione, ove possibile, verso forme di conduzione estensive. Appare fondamentale, però, il contributo atteso dal miglioramento generalizzato dell'efficienza irrigua. Considerando la netta prevalenza della gestione autonoma dell'irrigazione questo miglioramento dovrà essere strettamente legato all'ammodernamento a livello aziendale e a questo proposito è da guardare con favore quanto l'ulteriore evoluzione dei sistemi di irrigazione a pioggia verso la "distribuzione localizzata", avviatasi dagli anni '90 a partire dalle aree costiere della Regione, stia progressivamente diffondendosi. Una recente indagine evidenzia tuttavia come tale incoraggiante evoluzione comporti un risparmio idrico davvero significativo solo se gli impianti innovativi vengono progettati, e soprattutto poi gestiti, correttamente.

In definitiva ciò che caratterizza il prelievo irriguo rimane ancora, essenzialmente, la rigida stagionalità estiva: l'indispensabile incremento dell'efficienza dovrà, allora, accompagnarsi al controllo della qualità delle acque senza perdere di vista la migliore armonizzazione con le necessità delle altre Utenze e la valorizzazione degli usi plurimi. A tale ultimo proposito vi è forse qualcosa da precisare sul piano del migliore e coerente governo della risorsa: da una parte accade infatti che le Norme dettate dalla Regione Toscana, fra il luglio 2003 e il gennaio 2004, impongono ai Gestori del

Servizio idrico integrato e ai Consorzi di bonifica un accordo finalizzato all'ordinato recapito finale delle acque reflue. Dall'altra parte la legge finanziaria 2004 ha assicurato un significativo investimento sul Programma nazionale per l'approvvigionamento idrico in agricoltura, e per lo sviluppo dell'irrigazione, riportando il settore nelle priorità delle politiche agricole.

Riguardo però alle modalità di intervento più efficaci per ottenere l'auspicata razionalizzazione degli impieghi irrigui, ritornando sul piano strettamente tecnico, va considerato che diversamente a quanto accade per esempio con la riduzione del consumo di fitofarmaci il risparmio idrico non produce un immediato e tangibile ritorno economico per l'Operatore. Ancora oggi infatti il prelievo individuale da falda, o da corpo idrico superficiale, rappresenta soprattutto un costo solo in termini energetici. Non sorprende dunque come gli Agricoltori, fino a quando hanno potuto contare su disponibilità idriche di buona qualità, abbiano tendenzialmente distribuito alle colture l'acqua ritenuta necessaria al migliore risultato produttivo senza porsi limitazioni.

Se è vero che nella situazione odierna i vantaggi ambientali derivanti da una ottimizzazione della gestione dell'acqua ricadranno invece sull'intera Collettività rimane ugualmente indubbio che, qualunque intervento finalizzato al risparmio, dovrà vedere il coinvolgimento diretto e l'adesione convinta degli Imprenditori agricoli. La responsabilizzazione degli Operatori e il miglioramento delle conoscenze circa le reali necessità delle colture potranno solo così accompagnarsi all'installazione, anche a livello Aziendale, di sistemi di misurazione per mezzo dei quali avviare quella necessaria politica di penalizzazione degli sprechi ormai inderogabile.

L'Industria

Al fine di stimare il fabbisogno idrico delle attività produttive ci si è basati su di uno studio svolto dall'IRRES nell'anno 1996 attinente l'individuazione del fabbisogno idrico teorico delle varie industrie, basato sulle consistenze occupazionali delle attività produttive, nonché sulle caratteristiche del fabbisogno idrico delle singole attività industriali. I parametri tecnici atti a descrivere la quantità e la qualità delle acque prelevate dalle diverse attività produttive sono stati, a loro volta, tratti da uno studio (Contardi et al., 1990) dove vengono forniti i coefficienti unitari di 106 tipi di industria manifatturiera, ciascuno comprendente una o più categorie di attività ISTAT.

Le varie attività considerate e raggruppate per settori presentano una idroesigenza fortemente variabile. Si va, infatti, da un fabbisogno unitario minimo di 40-50 metri cubi annui per addetto ad un massimo di circa 30.000.

In sintesi le attività produttive industriali sono state raggruppate in 15 settori ciascuno dei quali possiede differenti esigenze idriche:

- *Estrazione*: il prelievo unitario è minimo, attestandosi in media intorno a 50 mc/anno/addetto;
- *Alimentari e del tabacco*: il prelievo unitario varia all'interno di un intervallo molto ampio a partire dal valore minimo fino ad un massimo di 5.480 mc/anno/addetto;
- *Tessile*: presenta coefficienti di prelievo unitari oscillanti tra i 100 e i 1400 mc/anno/addetti;
- *Abbigliamento*: il prelievo unitario è molto basso attestandosi intorno al minimo dei 50 mc/anno/addetto;
- *Pelle, cuoio (calzature)*: i coefficienti variano molto all'interno del settore da un minimo di 50 ad un massimo di 1700 mc/anno/addetto;

- *Petrolio*: è uno dei settori più idroesigenti e presenta dei coefficienti unitari pari ai 4.700 mc/anno/addetti per le cokerie ai 27.300 mc/anno/addetto delle raffinerie;
- *Chimica*: il settore comprende molte attività con livelli di idroesigenza molto differenziati. Si va da un minimo di 150 mc/anno/addetto ad un massimo di 29.000 mc/anno/addetto;
- *Gomma e materie plastiche*: tradizionalmente non è un settore particolarmente idroesigente;
- *Metalmeccanica*: il settore comprende la produzione e la lavorazione di materiali metallici e presenta coefficienti unitari compresi tra gli 800 e i 1300 mc/anno/addetto;
- *Vetro, ceramica e materiali da costruzione*: i coefficienti unitari variano molto all'interno del settore da 1.250 a 3.800 mc/anno/addetto;
- *Carta ed editoria*: la produzione di carta e pasta carta presenta coefficienti unitari abbastanza elevati da un minimo di 2.800 mc/anno/addetto ad un massimo di 9.200 mc/anno/addetto, mentre l'editoria si attesta su consumi unitari molto bassi;
- *Meccanica*: comprende molti settori dalla produzione di veicoli a quella degli strumenti ottici di precisione. Comunque è un settore poco idroesigente i cui coefficienti variano tra i 50 ed i 150 mc/anno/addetto;
- *Legno e mobilio*: è un settore a bassa richiesta di acqua, attestandosi intorno ai 65-80 mc/anno/addetto;
- *Costruzioni*: presenta medi coefficienti unitari (circa 600 mc/anno/addetto);
- *Oreficeria e gioielleria*: settore fortemente presente nel territorio con consumi unitari intorno ai 100 mc/anno/addetto;

Per avere una stima dei consumi annui di acqua del settore industriale occorre far riferimento al numero degli addetti per ciascuna unità locale appartenente al dato settore cui si applicano i summenzionati coefficienti unitari di fabbisogno idrico.

Questi ultimi, infatti moltiplicati per il suddetto numero di addetti fornisce, seppure a livello teorico, un significativo indice di quanta risorsa idrica il settore industriale deve disporre per mantenere il livello produttivo - occupazionale del dato momento.

A tale dato, occorre eliminare il consumo medio di acqua per addetto per usi diversi da quelli prettamente legati al ciclo produttivo. Ci si riferisce in particolare agli usi classificati come Servizi degli addetti dell'industria, stimati, mediante le richieste di adduzione, in circa 4,90 milioni di metri cubi annui.

La situazione risulta, pertanto quella descritta nella seguente tabella:

Settore	Fabbisogno [mc/anno]
Estrazione	49.550
Industrie alimentari e del tabacco	49.175.070
Industrie tessili	22.773.600
Abbigliamento	1.028.100
Pelle e cuoio (calzature)	26.251.850
Industria del petrolio e derivati	2.780.000
Industria chimica	8.251.800
Industria della gomma e della plastica	289.650
Metalmeccanica	27.633.800
Industria del vetro, ceramica e materiali da costruzione	19.002.500
Carta e editoria	25.242.000
Industria meccanica	14.063.470
Legno e mobili	4.517.050
Costruzioni	52.636.800
Oreficeria e gioielleria	1.698.200
Altre industrie manifatturiere	1.821.300
Altro	214.050
Totale Industria	257.428.790

Tabella 38 - Fabbisogno idrico dell'industria, elaborazione AdB

Il fabbisogno idrico per usi industriali, quindi, ammonta a poco più di 257 milioni di metri cubi annui. I maggiori responsabili della richiesta idrica complessiva sono il settore delle industrie alimentari (19%), il settore delle costruzioni (20%), il settore della lavorazione di pelli e cuoio e della produzione di calzature (10%), il settore della produzione e della lavorazione della carta (circa 10%), il settore della metalmeccanica (11%) e il settore tessile (9%).

Settore	Fabbisogno [%]
Estrazione	0,02%
Industrie alimentari e del tabacco	19,10%
Industrie tessili	8,85%
Abbigliamento	0,40%
Pelle e cuoio (calzature)	10,20%
Industria del petrolio e derivati	1,08%
Industria chimica	3,21%
Industria della gomma e della plastica	0,11%
Metalmeccanica	10,73%
Industria del vetro, ceramica e materiali da costruzione	7,38%
Carta e editoria	9,81%
Industria meccanica	5,46%
Legno e mobili	1,75%
Costruzioni	20,45%
Oreficeria e gioielleria	0,66%
Altre industrie manifatturiere	0,71%
Altro	0,08%

Tabella 39 - Fabbisogno idrico dell'industria, elaborazione AdB

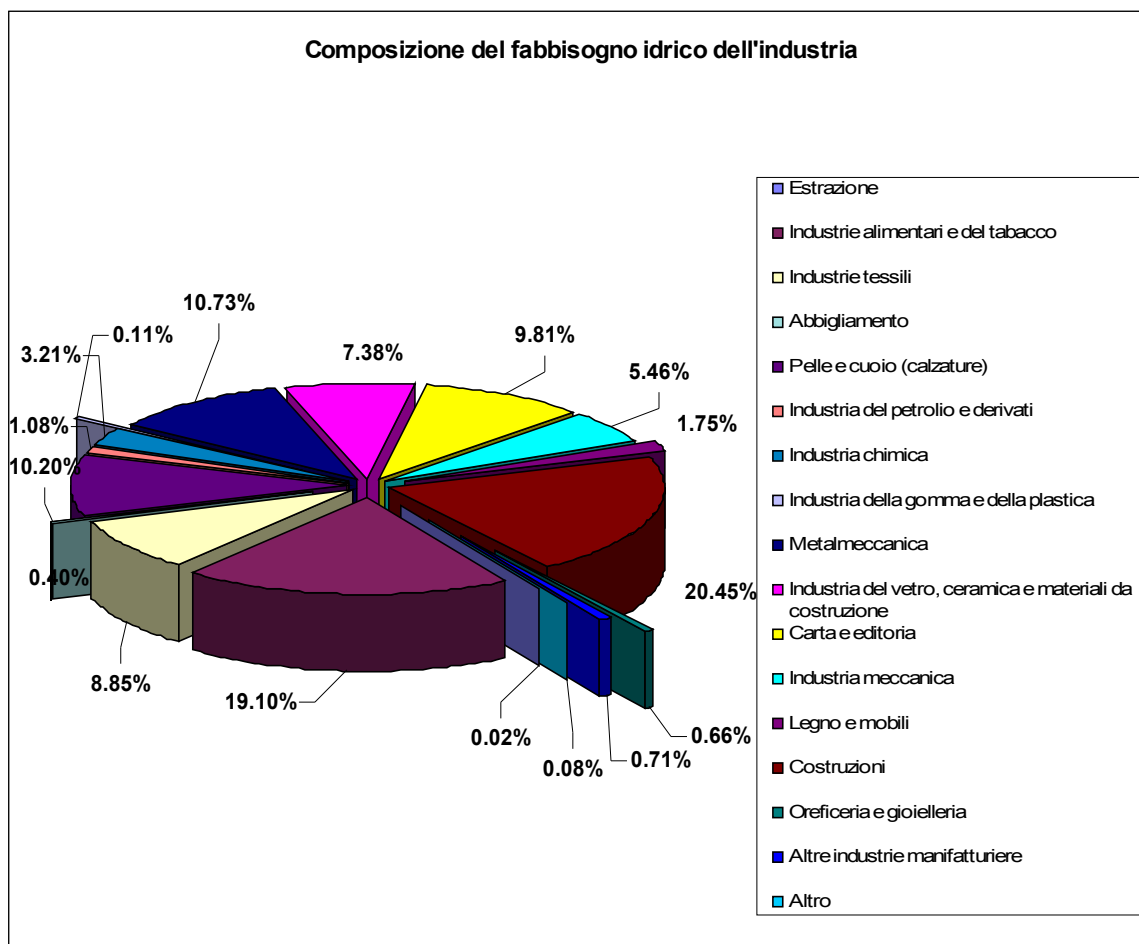


Figura 80 – Elaborazione AdB

Il Terziario

Per quanto riguarda il terziario, occorre innanzitutto definirne i confini, essendo questo un settore molto ampio e ricomprensivo molteplici attività.

Ai fini della presente analisi, questo settore, che per sua natura risulta poco idroesigente, si caratterizza per la presenza di attività che hanno differenti livelli di fabbisogno idrico:

il commercio: comprende sia attività all'ingrosso che al dettaglio, con consumi idrici differenti a seconda dell'oggetto di ciascuna attività. Comunque il commercio all'ingrosso, rispetto a quello al dettaglio è maggiormente idroesigente, con esclusione del commercio costituito dagli esercizi dei bar e di ristorazione che, invece, presentano un fabbisogno idrico decisamente maggiore;

il settore trasporti: settore a vocazione poco idroesigente;

i servizi: comprende la maggior parte delle attività prettamente poco idroesigenti (in media 60 litri/giorno/addetto) quali i servizi di intermediazione finanziaria, le attività immobiliari, le attività libero professionali, le attività socio-ricreative, di noleggio ecc.;

ospedali: questa voce è stata tenuta distinta dalle altre sia per la peculiarità del servizio svolto sia per il differente modo con cui si debbono stimare i fabbisogni idrici che, a differenza delle altre attività di servizi, risultano abbastanza elevati. Infatti il consumo idrico degli ospedali risulta essere in media di 770 litri/giorno per posto letto;

istruzione: stesso discorso vale per il settore scolastico, ove il consumo medio di risorsa idrica ammonta a circa 40 litri/giorno per alunno;

turismo: il maggior consumo idrico è determinato dal turismo ove gli esercizi alberghieri presentano coefficienti unitari pari a 250 litri/giorno per posto letto, mentre gli esercizi complementari e gli altri presentano coefficienti medi intorno ai 150 litri/giorno per posto letto.

Ne risulta, quindi, la seguente stima dei fabbisogni idrici del terziario:

Settore	Fabbisogno [mc/anno]
Commercio	5.476.800
Trasporti	1.424.363
Servizi	1.968.675
Ospedali	4.215.750
Istruzione	3.669.162
Turismo	14.116.886
Non classificate	137.550
Totale Commercio e servizi	31.009.185

Tabella 40 - Fabbisogno idrico del terziario, elaborazione AdB

Il turismo è il settore più idroesigente (45%) seguono il commercio (18%) a causa della numerosa presenza di esercizi bar e ristoranti soprattutto nelle città d'arte, gli ospedali (14%), l'istruzione (12%).

Settore	Fabbisogno [mc/anno]
Commercio	17,66%
Trasporti	4,59%
Servizi	6,35%
Ospedali	13,60%
Istruzione	11,83%
Turismo	45,52%
Non classificate	0,44%

Tabella 41 - Fabbisogno idrico del terziario, elaborazione AdB

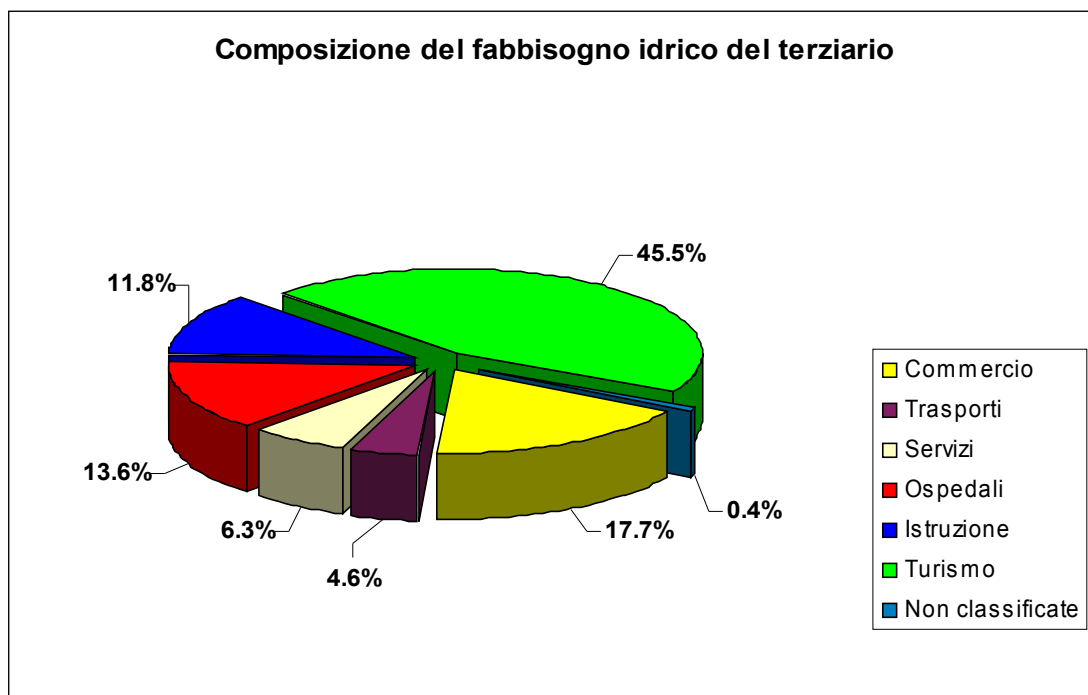


Figura 81 – elaborazione AdB

Siffatto fabbisogno, normalmente è soddisfatto mediante la fornitura acquedottistica.

Al fini di una stima del fabbisogno idrico totale, a livello di bacino, occorre procedere mediante aggregazioni di voci che siano maggiormente significative.

All'uopo, infatti, si è proceduto mediante aggregazione, sotto la voce consumo *Acquedottistico*, di tutti i consumi cosiddetti residenziali, ossia quelli per soddisfare i bisogni umani legati alla persona, quelli relativi agli usi di acqua degli ospedali e delle istituzioni di ricovero, oltre che delle scuole, degli alberghi e del commercio e delle attività di servizi.

Tale aggregazione, infatti, si giustifica con il fatto che trattasi di solito di consumi di acqua potabile derivante principalmente da acquedotto.

Per quanto concerne, invece, il settore cosiddetto *Domestico*, invece, esso racchiude in sé i fabbisogni dell'industria turistica extra-alberghiera, nonché degli utilizzi dell'acqua da parte degli addetti all'industria ma che non rientrano prettamente nel ciclo produttivo.

Nella voce *Agricoltura e Zootecnia*, è stato raggruppato il fabbisogno di acqua per usi irrigui e per l'allevamento del bestiame.

Per quanto riguarda, invece l'*Industria*, trattasi del fabbisogno teorico delle attività del settore, così come sopra specificate, al netto dei consumi per servizi degli addetti all'industria che non rientrano propriamente nel ciclo produttivo.

In conclusione il fabbisogno idrico totale stimato è riportato nella seguente tabella:

Settore	Fabbisogno	
	[mc/anno]	
Acquedottistico:	261.363.608	
Consumi residenziali	235.099.661	
Ospedali	4.215.750	
Istruzione	3.669.162	
Turismo (alberghi)	14.116.886	
Commercio e Servizi	9.007.388	
<i>Domestico:</i>	<i>9.645.237</i>	
Turismo (extra-alberghiere)	4.745.237	
Servizi degli addetti all'industria	4.900.000	
<i>Agricoltura e zootecnia</i>	<i>97.680.000</i>	
<i>Industria</i>	<i>252.528.790</i>	
Totale	621.217.636	

Tabella 42 - Fabbisogno idrico Totale, elaborazione AdB

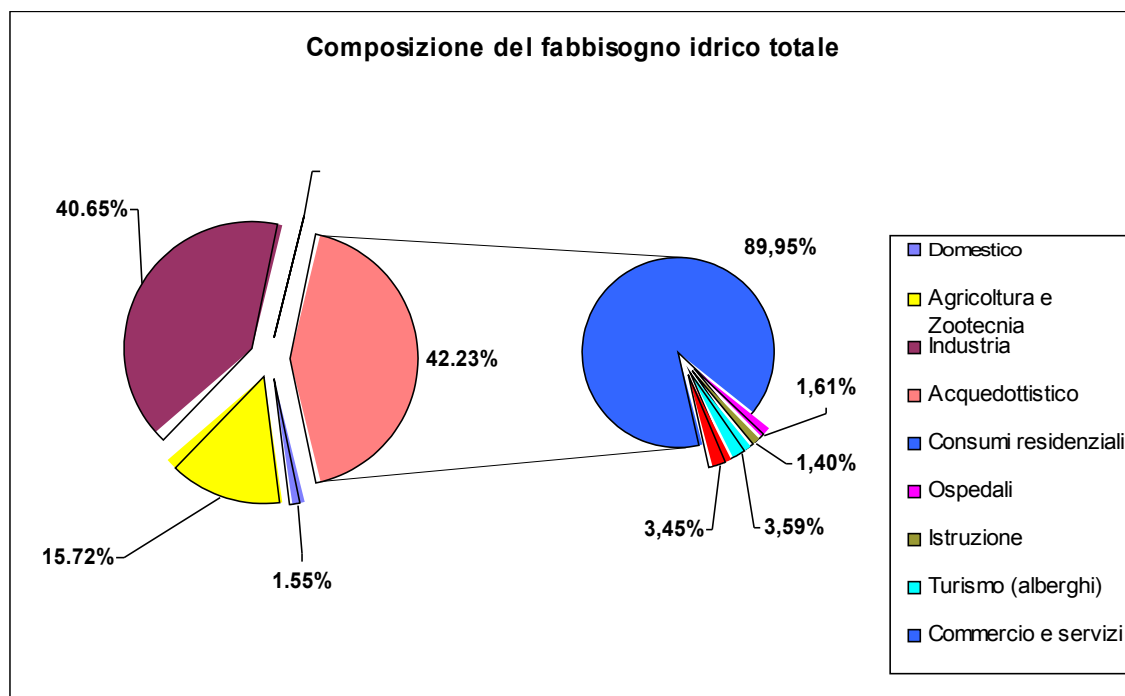


Figura 82 – Elaborazione AdB