



**Dipartimento di Scienze  
Agrarie, Alimentari e  
Ambientali – DSA3**



**Agenzia Regionale  
per la Protezione  
Ambientale**

## **Analisi delle pressioni esercitate sulla matrice acqua dalle attività agro-zootecniche nel territorio della regione Umbria**

(Convenzione ARPA Umbria – DUT – DSA3 del 2 maggio 2013)

**Rapporto tecnico – Ver. 1.1**

*Luglio 2014*

### **Gruppo di lavoro DSA3:**

**Dr. Marco Vizzari**

*Coordinamento tecnico-scientifico, sviluppo modelli di calcolo, analisi territoriali GIS*

**Prof. Mariano Pauselli - Prof. Luciano Morbidini**

*Analisi settore zootecnico*

**Prof. Paolo Benincasa - Dr.ssa Michela Farneselli**

*Analisi settore agricolo*

**Dr. Luca Casagrande (T4E s.r.l.)**

*Progettazione e sviluppo Geo-DB*

### **Gruppo di lavoro ARPA Umbria:**

**Dr. ssa Alessandra Santucci**

*Servizio Qualità delle Acque, Suolo e Catasto Rifiuti*

**Dr. Giacomo Bodo**

*Servizio Agricoltura e Zootecnia*

#### ***La ricerca è stata sviluppata anche grazie al prezioso contributo di (in ordine alfabetico):***

Ing. Michele Bellezza (T4E s.r.l.), Dr. Massimiliano Gamboni (Associazione Regionale Allevatori – Umbria), Dr.ssa Maria Concetta Gorgoni (Coldiretti Umbria), Dr. Sandro Marcugini (Agricoltura sostenibile e gestione procedure P.S.R. – Regione Umbria), Dr. Giorgio Mariotti (Servizio Agricoltura e Zootecnia – ARPA Umbria), Dr. Gianluca Massei (Servizio Ambiente – Comune di Foligno), Dr. Andrea Massetti, Dr. Luigi Nasini (Agronomo Libero Professionista – Perugia), Prof. Giorgio Provolo (Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano), Dr. Antonio Randazzo (PTV Group Perugia), Dr. Marco Ruggeri, Dr. Luciano Sonaglia (Servizio Veterinario di Sanità Animale Foligno - USL2 Umbria), Dr.ssa Chiara Tacconi

## Indice

1	Introduzione .....	5
2	Metodologia della ricerca.....	10
2.1	Approccio metodologico generale .....	10
2.2	Base dati di riferimento.....	11
2.2.1	Fascicolo aziendale – Domande uniche, anni 2011-12-13 .....	11
2.2.2	Piani di Utilizzazione Agronomica (PUA) .....	12
2.2.3	PSR 2007-2013, Misura 2.1.4, azioni A e B.....	13
2.2.4	Banca Dati Nazionale (BDN) - Anagrafe Zootecnica .....	13
2.2.5	Aziende compostaggio e biogas .....	14
2.2.6	Comunicazioni spandimento reflui.....	14
2.2.7	Autorizzazioni spandimento fanghi di depurazione.....	15
2.2.8	Dati Geografici.....	15
2.3	Coefficienti relativi agli impieghi colturali potenziali di N e P.....	15
2.4	Stima dei carichi potenziali associati ai singoli allevamenti in BDN.....	18
2.4.1	Comparto suinicolo .....	18
2.4.2	Comparto bovino.....	19
2.4.3	Comparto avicolo .....	21
2.4.4	Comparto ovino e caprino.....	22
2.4.5	Comparto equino .....	23
2.5	Elaborazioni preliminari e implementazione del Geo-DB “AGUA” .....	24
2.6	Metodologie di calcolo degli indicatori relativi ai carichi potenziali.....	26
2.6.1	Superfici agricole e impieghi colturali potenziali .....	26
2.6.2	Allevamenti zootecnici e apporti potenziali da reflui.....	28
2.6.3	Gli scenari per l’analisi dei carichi agro-zootecnici complessivi.....	31
3	Risultati.....	33
3.1	Unità territoriali e sottobacini idrografici.....	34
3.1.1	Superfici agricole e impieghi colturali potenziali .....	37
3.1.2	Allevamenti zootecnici e apporti potenziali da reflui.....	50
3.1.3	Scenari per l’analisi dei carichi agro-zootecnici complessivi .....	61
3.2	Corpi idrici sotterranei.....	67
3.3	Zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) .....	75
4	Analisi dei risultati .....	81

5	Considerazioni conclusive .....	87
	Bibliografia essenziale .....	90
	Appendice: Tabelle dei principali indicatori calcolati a livello di unità territoriale e di sottobacino idrografico .....	95

# 1 Introduzione

L'obiettivo della Direttiva 2000/60 CE "Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque" (Direttiva Acque), nell'ambito del quale è stata sviluppata la presente ricerca, è di istituire a livello comunitario un quadro comune per la protezione delle acque interne (superficiali e sotterranee), costiere e marine, di impedirne l'ulteriore deterioramento, consentirne il miglioramento attraverso una graduale riduzione degli inquinamenti e di promuoverne un utilizzo sostenibile. La Direttiva pone agli Stati membri l'obbligo di proteggere, migliorare e ripristinare la qualità ambientale dei corpi idrici fino a conseguire condizioni ecologiche, chimiche e quantitative tipiche di corpi idrici non disturbati in modo significativo dalle attività antropiche.

Il processo stabilito dalla Direttiva, recepita in Italia con il DLgs 152/2006 e numerosi suoi decreti attuativi, può essere schematizzato nelle fasi principali di Fig. 1: individuazione dei corpi idrici, analisi delle condizioni di rischio di mancato raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, monitoraggio specifico in funzione della categoria di rischio, valutazione della qualità ambientale, individuazione delle misure di tutela e di risanamento delle criticità evidenziate. La ciclicità del processo è sessennale. Nella normativa italiana lo strumento di pianificazione che contiene le misure di tutela e risanamento finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e i programmi di intervento per l'attuazione delle misure è il Piano di Tutela delle Acque, di competenza regionale, che costituisce un Piano Stralcio del Piano di Gestione Distrettuale.

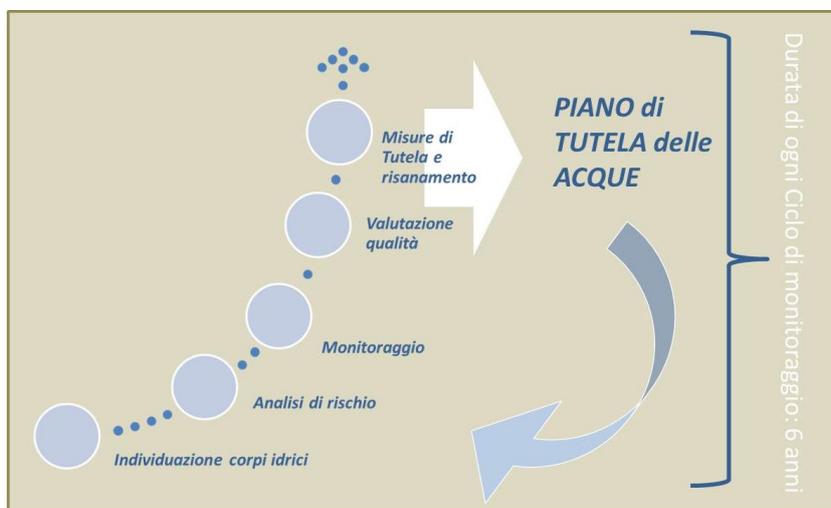


Fig. 1: Processo di attuazione Direttiva Acque

La conoscenza delle pressioni esercitate dalle attività antropiche sui corpi idrici è determinante in quasi tutte le fasi principali del processo di attuazione della Direttiva:

- nella fase di *individuazione dei corpi idrici* in quanto costituisce un elemento caratterizzante il corpo idrico;
- nella fase di individuazione della *categoria di rischio di mancato raggiungimento degli*

*obiettivi di qualità*, in quanto questa è strettamente legata alle pressioni e agli impatti. In base alla categoria di rischio viene inoltre stabilito il tipo di monitoraggio cui sottoporre i singoli corpi idrici: di sorveglianza quelli risultati non a rischio e operativo quelli a rischio;

- nella fase di *monitoraggio* in quanto l'individuazione delle reti dipende dalla distribuzione delle pressioni antropiche sul territorio e la definizione dei programmi di monitoraggio è specifica per ciascun corpo idrico in funzione della tipologia delle pressioni esercitate; per ogni corpo idrico devono essere infatti monitorati gli indicatori più idonei ad evidenziare eventuali effetti delle pressioni specifiche;

- nella fase di *individuazione delle misure di tutela e risanamento* dal momento che, per essere efficaci, devono andare ad intervenire sulle specifiche pressioni responsabili delle criticità rilevate nei singoli corpi idrici.

L'attuazione del processo nel territorio nazionale è stata avviata nel 2008 per le acque superficiali a seguito dell'emanazione del Decreto 131/2008 che detta i criteri tecnici per l'individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici superficiali; per le acque sotterranee il processo è iniziato invece nel 2010 in attuazione del DLgs 30/2009 che stabilisce i criteri per l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, per la definizione delle reti e programmi di monitoraggio e per la valutazione dello stato.

In Umbria l'applicazione dei criteri dettati dalla normativa ha portato all'individuazione di 135 corpi idrici fluviali, 9 corpi idrici lacustri e 43 corpi idrici sotterranei.

Per ogni corpo idrico è stata effettuata una prima valutazione del rischio di mancato raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, basata sull'analisi dei dati di pressione antropica rilevati in fase di predisposizione del Piano di Tutela delle acque attualmente vigente (approvato con DGR n. 1570/2009). Dall'analisi sono risultati a rischio 30 corpi idrici fluviali, 6 corpi idrici lacustri e 23 corpi idrici sotterranei. Sulla base di queste analisi sono state poi messe a punto le reti di monitoraggio regionali e definiti i programmi di monitoraggio specifici.

Per i corpi idrici superficiali, il 1° ciclo di monitoraggio è iniziato nel 2008 e si è concluso nel 2012. La valutazione dei dati ha permesso di individuare i corpi idrici superficiali che non hanno raggiunto l'obiettivo di qualità ovvero che hanno stato ambientale inferiore a *buono*. Questi sono circa il 63% dei corpi idrici superficiali complessivi (Fig. 2).

Per i corpi idrici sotterranei 1° ciclo di monitoraggio è iniziato nel 2011. La valutazione dei dati raccolti nei primi tre anni ha permesso di verificare che il 28% dei corpi idrici sotterranei non ha raggiunto l'obiettivo di qualità mentre un altro 23%, pur risultando in stato buono, mostra vari e importanti indizi di contaminazione che potrebbero in futuro pregiudicarne la qualità (Fig. 2).

Sulla base dei risultati del primo ciclo di monitoraggio la Regione Umbria è chiamata, nell'ambito dell'aggiornamento del Piano di Tutela delle acque a individuare le misure e gli interventi di risanamento utili a risolvere le criticità che hanno determinato il mancato raggiungimento degli obiettivi ambientali. L'aggiornamento del Piano deve essere approvato entro il 2014. Inoltre, entro il 2015, deve essere approvato il Piano di gestione del Distretto dell'Appennino Centrale (di cui fa parte la nostra Regione) che deve contenere, tra l'altro, una sintesi dell'analisi delle pressioni e degli impatti effettuate nei territori di competenza delle varie Regioni.

Risulta pertanto indispensabile, a questo punto del processo, definire un quadro aggiornato delle pressioni esercitate dalle attività antropiche sulla matrice acqua su cui basare la pianificazione di settore sia regionale sia distrettuale.

L'aggiornamento dell'analisi delle pressioni in questa fase risulta decisiva anche perché è stato appena avviato il 2° Ciclo di monitoraggio dei corpi idrici superficiali e i risultati dell'aggiornamento possono comportare modifiche anche importanti alle reti e ai programmi di monitoraggio in quanto possono modificare la categoria di rischio di singoli corpi idrici, possono condizionare la scelta dei bioindicatori e dei microinquinanti da monitorare nonché consentire l'ottimizzazione delle localizzazioni delle stazioni

di monitoraggio che devono essere rappresentative della qualità complessiva del corpo idrico e non devono risentire di contaminazioni locali.

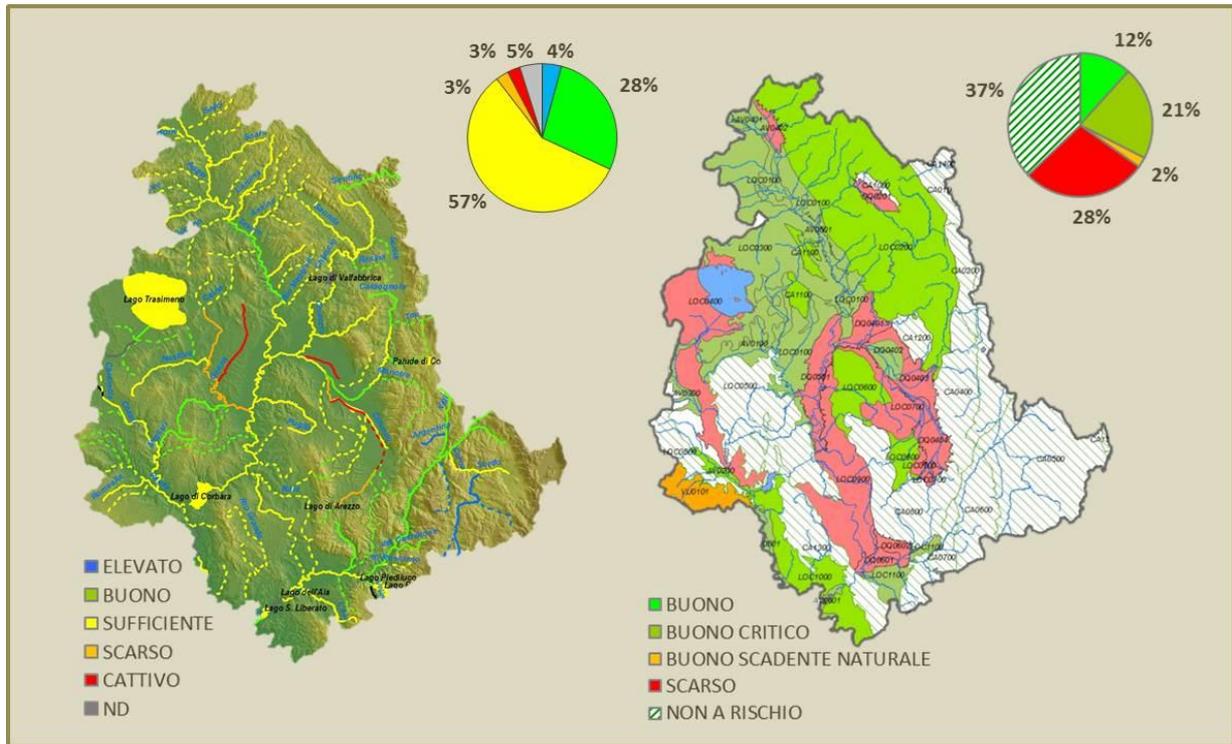


Fig. 2: Qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei ai sensi del DLgs 152/2006

L'aggiornamento dell'analisi delle pressioni deve essere naturalmente effettuato coerentemente con i criteri dettati dalla Direttiva Europea e dalle norme italiane di recepimento, che richiedono valutazioni alla scala di corpo idrico.

Di conseguenza gli ambiti territoriali di interesse per la nostra regione, adottati per le analisi svolte nello studio, sono rappresentati, per le acque superficiali, dai sottobacini dei 135 corpi idrici fluviali e dei 9 corpi idrici lacustri, e, per le acque sotterranee, dai 43 corpi idrici individuati (Fig. 3).

A questi si aggiunge un'altra categoria di ambito territoriale, le Zone Vulnerabili ai nitrati di origine agricola individuate ai sensi della Direttiva 91/616, e per le quali, a seguito della *Relazione quadriennale sullo stato di attuazione della Direttiva del 2012*, è nata l'esigenza di valutare le cause che hanno determinato lo stato trofico di alcuni corpi idrici superficiali umbri e l'incidenza delle fonti di origine agricola e zootecnica nel determinarne la criticità (Fig. 4).

In tale contesto ARPA Umbria ha predisposto, nel 2013, un progetto per l'aggiornamento dell'analisi delle pressioni nel territorio regionale che prende in considerazione il settore civile e industriale per le pressioni da fonte puntuale e il settore agro-zootecnico per quelle di origine diffusa.

Tenuto conto di quanto sopra esposto, nell'individuare le fonti informative da utilizzare per l'analisi si è tenuto conto di due fondamentali esigenze:

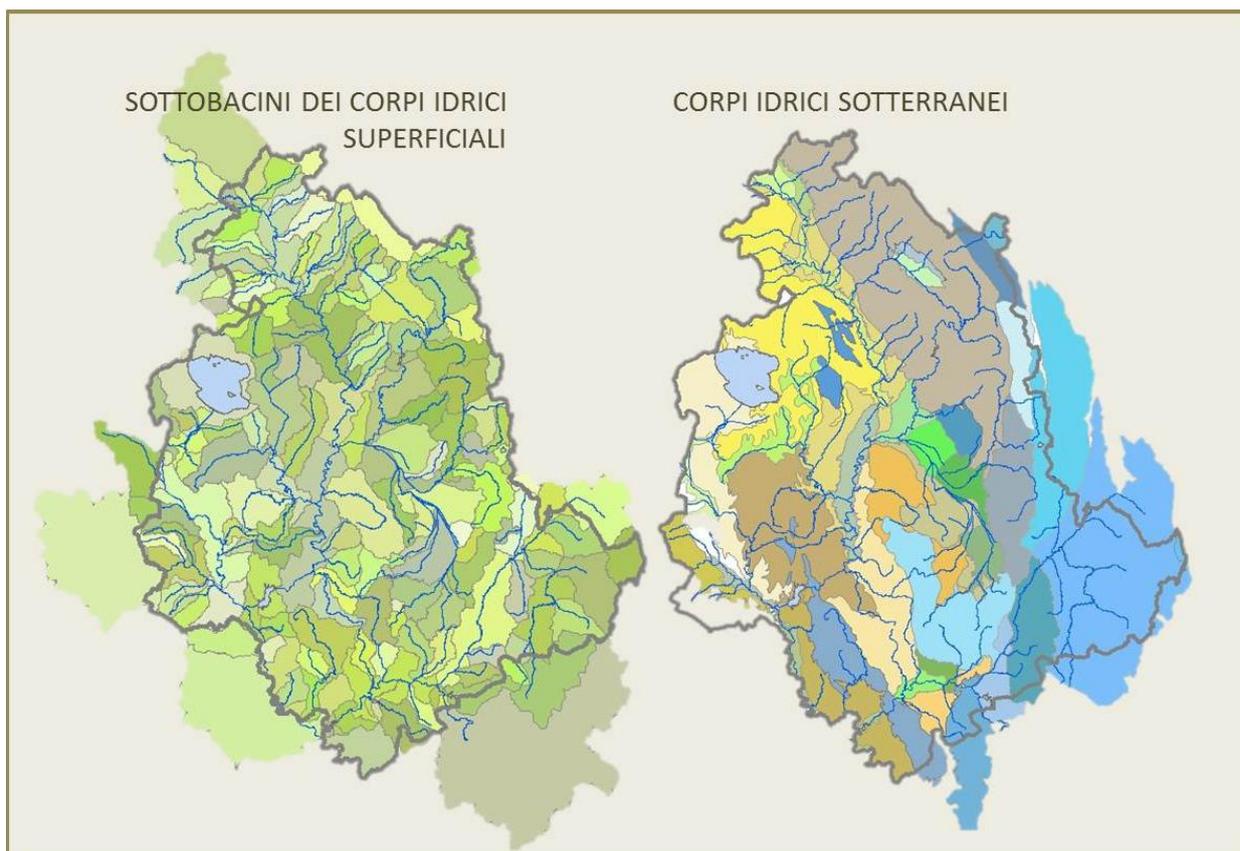


Fig. 3: Ambiti territoriali di interesse: sottobacini dei corpi idrici superficialie e corpi idrici sotterranei

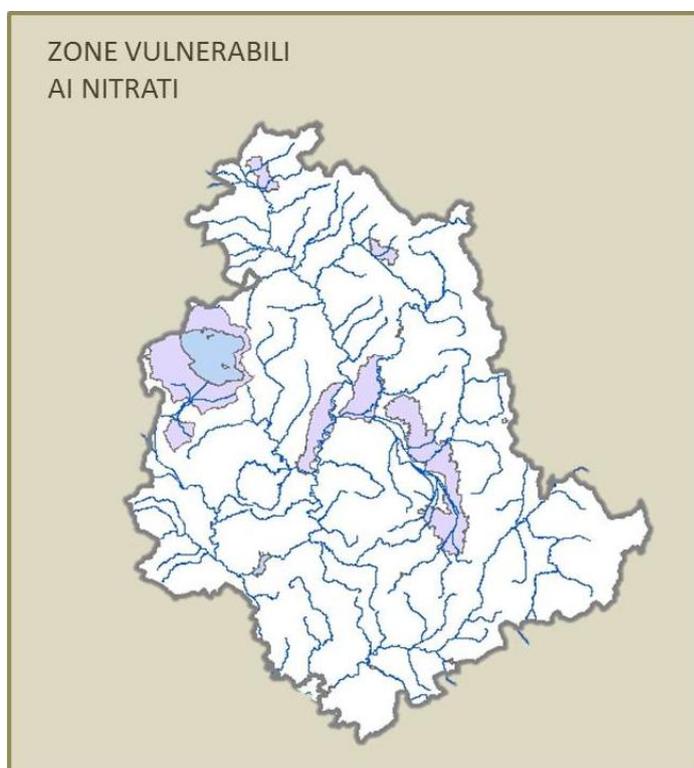


Fig. 4: Ambiti territoriali di interesse: Zone Vulnerabili ai Nitrati

1 – mantenere un’elevata accuratezza spaziale della base dati in grado di permettere una ricostruzione della distribuzione sul territorio delle fonti di pressione sufficientemente dettagliata per consentire la valutazione dei carichi alle diverse scale territoriali di interesse, la confrontabilità con i risultati dei monitoraggi e l’efficacia di eventuali interventi;

2 – conseguire un’elevata frequenza di aggiornamento della base dati in grado di assicurare la riproducibilità delle analisi con frequenze coerenti con gli obblighi derivanti dall’attuazione della Direttiva acque e di altre importanti Direttive europee (ad es. 91/676, 91/271)

Di conseguenza, sono stati considerati non idonei i dati dei censimenti ISTAT, utilizzati nelle precedenti analisi delle pressioni a

scala regionale, in quanto non hanno il dettaglio territoriale richiesto, poiché a scala comunale, né una frequenza di aggiornamento coerente con le nostre esigenze, poiché decennale. I dati dei censimenti ISTAT sono stati pertanto individuati come dati a supporto dell'analisi per tutti i settori ma non costituiscono la fonte principale.

L'analisi delle pressioni esercitate dal settore agro-zootecnico, oggetto del presente rapporto, è stata sviluppata nell'ambito di una Convenzione stipulata tra ARPA Umbria e il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università di Perugia, soggetto esperto in progetti e attività di ricerca finalizzati all'analisi delle componenti ambientali e alla valutazione della vulnerabilità del territorio e del rischio ambientale connesso alle attività agro-zootecniche e con il quale negli ultimi anni ARPA Umbria ha già avuto rapporti di collaborazione per lo sviluppo di analisi relative a vulnerabilità e impatti associati al settore nel territorio regionale.

In relazione a quanto descritto, gli obiettivi principali dello studio possono essere identificati in:

1. Realizzazione di un database geografico agro-zootecnico, riferito al territorio della regione Umbria, contenente dati particolareggiati relativi alle colture praticate nell'ultimo triennio, alla localizzazione degli allevamenti zootecnici e alle consistenze allevate;
2. Quantificazione e analisi delle pressioni ambientali di origine agro-zootecnica, legate alle pratiche della concimazione minerale e organica, secondo differenti livelli geografici di approfondimento.

Oltre a tali obiettivi lo studio ha perseguito altre importanti finalità specifiche:

1. Integrazione dei dati agro-zootecnici regionali disponibili in un'unica base dati utilizzabile per varie finalità di ricerca e di supporto alle decisioni;
2. Integrazione delle conoscenze (agronomiche, zootecniche, territoriali e geo-informatiche) all'interno di un percorso di analisi multidisciplinare;
3. Stima dei carichi potenziali di origine agro-zootecnica (riferiti all'azoto e al fosforo) in relazione ai diversi ambiti di interesse ambientale (unità territoriali, sottobacini idrografici dei corpi idrici superficiali ai sensi del D.Lgs 152/2006, corpi idrici sotterranei ai sensi del D.Lgs. 152/2006, zone vulnerabili ai nitrati);
4. Classificazione degli apporti zootecnici potenziali in relazione alla tipologia di specie allevata, alla fonte informativa, all'anno di riferimento, al metodo di localizzazione.
5. Identificazione e analisi di eventuali criticità ambientali legate alla presenza di elevati carichi agro-zootecnici potenziali.

## 2 Metodologia della ricerca

### 2.1 Approccio metodologico generale

In considerazione degli obiettivi suddetti, il percorso metodologico è stato sviluppato, in parallelo, su due livelli:

- a. Raccolta ed elaborazione dati agro-zootecnici, progettazione e implementazione geo-database;
- b. Stima carichi agro-zootecnici potenziali e analisi territoriale dei risultati.

Il primo step è stato quindi finalizzato alla realizzazione di un geo-database ad elevato contenuto informativo, con caratteristiche adeguate per le analisi geografiche successive. In considerazione degli obiettivi generali e specifici del lavoro e dell'esigenza di procedere ad un'analisi particolareggiata dei carichi potenziali di origine agro-zootecnica, sono state raccolte ed elaborate le seguenti basi di dati (descritte più avanti):

- SIAN (fascicolo aziendale – domanda unica);
- PSR Mis. 2.1.4 (Az. A - Agricoltura integrata, az. B. agricoltura biologica);
- PUA (Piani di Utilizzazione Agronomica);
- BDN (Banca dati nazionale zootecnica);
- Comunicazioni relative all'utilizzazione agronomica degli effluenti da allevamento;
- Banca dati aziende compostaggio e biogas;
- Autorizzazioni spandimento fanghi di depurazione.
- Dati geografici:
  - Fogli catastali della regione Umbria;
  - Ambiti geografici d'interesse (zone vulnerabili ai nitrati, corpi idrici superficiali e profondi, ambiti territoriali)

In relazione alle caratteristiche di tali basi di dati e agli obiettivi dello studio è stato progettato e progressivamente implementato un database geografico (Geo-DB), denominato "AGUA" (Agri-environmental Geo-database of Umbria), i cui contenuti possono essere raggruppati in tre macro-blocchi principali: dati colturali, dati zootecnici e dati geografici, organizzati secondo una struttura di tipo geo-relazionale. AGUA è stato implementato in PostgreSQL, un software *open source* molto performante e affidabile.

La successiva stima dei carichi agro-zootecnici potenziali e l'analisi geografica degli stessi sono state sviluppate mediante tre passaggi consecutivi, associati a tre differenti livelli di analisi:

1. Stima degli impieghi colturali potenziali di N e P (ipotizzando l'adozione di tecniche convenzionali o integrate/biologiche)
2. Stima degli apporti potenziali di N e P da reflui (allevamenti zootecnici e fanghi di depurazione)
3. Definizione di scenari per il confronto e l'integrazione degli impieghi colturali potenziali e degli apporti potenziali da reflui di cui ai punti precedenti.

Gli impieghi colturali potenziali di N e P sono stati calcolati integrando i dati SIAN e PSR Mis. 2.1.4 A e B, relativi agli anni 2011, 2012, 2013 a livello di particella catastale e applicando specifici coefficienti colturali, determinati da esperti agronomi. I coefficienti sono differenziati per le varie tipologie colturali e in base all'adozione di tecniche di coltivazione convenzionali o di tecniche integrate/biologiche.

Gli apporti potenziali da reflui zootecnici sono stati determinati attraverso coefficienti unitari di produzione di N e P al campo e specifiche procedure di analisi, sviluppate da esperti zootecnici, che hanno permesso di differenziare le varie tipologie produttive e stimare per bovini e suini, in base ai dati BDN, la composizione quali-quantitativa del bestiame allevato. Le procedure di calcolo implementate nel Geo-DB hanno integrato dati BDN e dati delle comunicazioni utilizzando, per la stima dei carichi potenziali, il dato più recente fra quelli a disposizione. La localizzazione di tali apporti è avvenuta sfruttando i piani particellari contenuti nelle comunicazioni e, in caso di mancanza di queste ultime, mediante una procedura di "buffering" implementata nel Geo-DB.

Al fine di quantificare l'affidabilità e il livello di aggiornamento dei risultati finali, le varie procedure di calcolo sono state strutturate in modo da classificare gli output zootecnici finali (peso vivo allevato e i relativi carichi potenziali) in funzione di specie allevata, anno di riferimento dei dati, origine (BDN o comunicazioni) e metodo di localizzazione (buffer o piano particellare aziendale). Oltre a tali apporti potenziali sono stati stimati i carichi associati all'utilizzo di fanghi di depurazione.

L'analisi congiunta degli indicatori riferiti agli impieghi colturali e agli apporti da reflui è stata eseguita con l'ausilio di scenari basati su tre differenti ipotesi di gestione agronomica degli apporti da reflui.

Al fine di sviluppare l'analisi territoriale prevista dallo studio sono state sviluppate numerose "viste" dinamiche, basate su script SQL, utilizzate per il calcolo di molteplici indicatori agro-ambientali riferiti ai vari livelli geografici di approfondimento. Il carattere dinamico delle procedure di calcolo permette di ottenere indicatori calcolati in tempo reale anche a fronte di modifiche delle tabelle in input.

L'analisi geografica dei risultati intermedi e finali è stata condotta con principale riferimento alle unità territoriali e ai sottobacini idrografici della regione, attraverso tabelle, grafici e rappresentazioni tematiche dei vari indicatori.

## 2.2 Base dati di riferimento

### 2.2.1 Fascicolo aziendale – Domande uniche, anni 2011-12-13

Il fascicolo aziendale (FA) è l'elemento che, all'interno del SIAN (Sistema Informativo Agricolo Nazionale), è preposto alla raccolta e condivisione delle informazioni strutturali e durevoli relative a ciascuna azienda agricola. Si configura come un contenitore incrementale con la possibilità di espandere il proprio contenuto informativo sulla base di specifiche esigenze. Si tratta di un modello cartaceo ed elettronico in cui sono contenuti tutti i dati e i documenti dichiarati dall'azienda, controllati ed accertati in modo univoco attraverso il Sistema Integrato di Gestione e Controllo (SIGC), elaborato da ciascun Organismo Pagatore (AGEA, ARTEA, etc). La costituzione del FA, attualmente in fase di completamento, consentirà una visione globale dell'azienda come insieme delle unità produttive fornendo un'immediata "fotografia" dell'unità produttiva e assicurando il rapido svolgimento dei controlli, tecnici e amministrativi, al fine di garantire la conformità del pagamento alle norme comunitarie.

Ai fini dello studio, con il supporto del SIGPA (Sistema Integrato per la Gestione delle Procedure Aziendali) della Regione Umbria, sono stati acquisiti i dati colturali (superfici e tipologie di utilizzazione) e i relativi riferimenti catastali per tutte le aziende agrarie umbre presenti nella banca dati SIAN, con riferimento agli anni 2011, 2012, 2013. La completezza complessiva dei dati è stata stimata mediante confronto con i dati ISTAT 2010 attraverso una riclassificazione in macrocategorie delle classi di utilizzazioni del suolo indicate nelle domande uniche SIAN (Tab. 1).

Uso del suolo	ISTAT 2010	SIAN 2011	SIAN 2012	SIAN 2013	2011 (%)	2012 (%)	2013 (%)
seminativi	211644	116539	168474	191673	55.1%	79.6%	90.6%
vite	12343	9929	10289	11019	80.4%	83.4%	89.3%
pascoli	67638	45256	48390	51871	66.9%	71.5%	76.7%
altre arboree	33726	21186	25157	27484	62.8%	74.6%	81.5%
<b>Totale SAU</b>	<b>325351</b>	<b>192910</b>	<b>252310</b>	<b>282047</b>	<b>59.3%</b>	<b>77.6%</b>	<b>86.7%</b>
arboricoltura da legno	4936	591	1278	1496	12.0%	25.9%	30.3%
boschi	174822	93687	111494	123618	53.6%	63.8%	70.7%
non utilizzata e altro	27333	5080	6301	7181	18.6%	23.1%	26.3%
<b>Totale SAT</b>	<b>533331</b>	<b>313454</b>	<b>396540</b>	<b>441826</b>	<b>58.8%</b>	<b>74.4%</b>	<b>82.8%</b>

Tab. 1: Confronto fra superfici ISTAT 2010 e dati SIAN 2011, 2012, 2013 (valori espressi in ettari).

Il confronto dei valori, per quanto basato su dati raccolti con metodologie molto diverse, conferma la natura incrementale della base dati SIAN e l'ottimo livello di completezza associato ai dati 2013 (si arriva a circa l'87% della SAU e il 91% dei seminativi ISTAT 2010). Prendendo in considerazione il valore della SAU ISTAT 2000, pari a 367.141 ettari, si evidenzia una diminuzione complessiva dell'11,4% nel decennio 2000-2010, pari a 41.790 ettari. Ipotizzando lo stesso trend nel periodo 2010-2013 si può stimare, sempre in base ai dati ISTAT, una SAU 2013 pari a 312.814 ettari. Confrontando quest'ultimo valore con il dato della SAU SIAN, si può desumere una copertura complessiva dei dati SIAN pari al 90.2%.

È ragionevole ipotizzare che le superfici ancora non presenti nel SIAN siano, per la maggior parte, associate a realtà molto piccole che non presentano istanze per i pagamenti unici e quindi, in considerazione degli obiettivi del lavoro, possono essere trascurate. Alla luce della suddette caratteristiche dei dati SIAN, è stato necessario mettere a punto specifiche procedure di calcolo, basate sull'applicazione di medie ponderate sulle superfici particellari dichiarate, con l'obiettivo di ottenere indicatori medi, il più possibile rappresentativi del periodo considerato.

### 2.2.2 Piani di Utilizzazione Agronomica (PUA)

Il PUA è uno strumento che raccoglie le informazioni utili alla gestione della fertilizzazione, con particolare riguardo all'azoto, e si basa sul bilancio degli elementi nutritivi. Tale bilancio è realizzato a scala di appezzamenti aziendali considerati uniformi per tipologia di suolo, livello di fertilità, rotazione delle colture e gestione agronomica per le aziende appartenenti alle seguenti tipologie:

- Aziende parzialmente o totalmente ricadenti in zona vulnerabile;
- Aziende zootecniche di cui all'art. 16 della DGR 1492/2006.

Il PUA è finalizzato a dimostrare l'equilibrio tra il fabbisogno prevedibile di azoto delle colture e l'apporto alle stesse, ed è volto a definire e giustificare le pratiche di fertilizzazione adottate, rispettando i limiti di apporto degli effluenti zootecnici e dei fertilizzanti organici.

Nei tempi a disposizione dello studio, con il supporto del SIGPA (Sistema Integrato per la Gestione delle Procedure Aziendali) della Regione Umbria, sono stati acquisiti i PUA relativi agli anni 2011 e 2012, poi opportunamente strutturati all'interno del Geo-DB. In merito all'utilizzo del fosforo, informazione attualmente non contemplata nei PUA, è stata sviluppata una ricerca bibliografica per associare il contenuto unitario di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ai circa 270 tipi di fertilizzanti chimici e organici presenti nell'archivio. Purtroppo la mancata disponibilità in tempo utile dei dati 2013 e alcuni problemi interpretativi del contenuto dei dati colturali, ha di fatto impedito l'impiego, ai fini del presente lavoro, di tale fonte informativa per il calcolo di specifici indicatori derivati dai PUA.

### **2.2.3 PSR 2007-2013, Misura 2.1.4, azioni A e B**

La misura riguarda i cosiddetti "pagamenti agro-ambientali" e intende proseguire il processo di sensibilizzazione degli agricoltori verso i temi dell'ambiente e della salvaguardia delle risorse attraverso una serie di azioni che concorrono al perseguimento di obiettivi quali: la tutela delle risorse idriche, la conservazione della biodiversità, la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici e la difesa del suolo.

Con il supporto del SIGPA (Sistema Integrato per la Gestione delle Procedure Aziendali) della Regione Umbria, con l'obiettivo di considerare nello studio l'adozione di pratiche agricole a più basso impatto ambientale, sono state acquisite informazioni sulle superfici a premio (negli anni 2011, 2012, 2013) per le seguenti azioni:

A) introduzione e/o mantenimento di metodi di produzione integrata: l'azione favorisce l'adozione di metodi di produzione agricola a minore impatto ambientale, che prevedono, in particolare, la razionalizzazione, riduzione ed ottimizzazione dell'impiego dei fattori produttivi, soprattutto chimici, con effetti positivi sull'ambiente e sulla salute degli operatori e dei consumatori.

B) Introduzione e/o mantenimento di metodi di produzione biologica: l'azione è volta ad incentivare l'introduzione e il mantenimento del metodo dell'agricoltura biologica; con questa azione si compensano gli agricoltori dei costi aggiuntivi e della perdita di reddito derivante dall'assunzione dell'impegno.

### **2.2.4 Banca Dati Nazionale (BDN) - Anagrafe Zootecnica**

L'Anagrafe Zootecnica, anche se non ancora completamente a regime, rappresenta uno strumento fondamentale per la conoscenza reale delle entità e peculiarità del patrimonio zootecnico regionale. Attualmente in Banca Dati sono censiti gli allevamenti presenti nel nostro Paese che detengono bovini e bufalini, ovini e caprini, suini, avicoli ed infine equidi. Per le specie bovina, bufalina, ovina e caprina, oltre alle informazioni sulle strutture di allevamento, per ciascun capo sono raccolti i dati anagrafici più significativi e le movimentazioni intervenute in Italia, dalla nascita alla macellazione. I dati registrati nell'Anagrafe sono direttamente inseriti dall'allevatore (o da soggetti da lui delegati) e dal responsabile del mattatoio per quel che riguarda la macellazione. È possibile consultare i dati statistici registrati nella BDN in riferimento alle diverse specie animali secondo vari livelli di aggregazione territoriale.

Per le specie bovina e bufalina i dati esposti sono da considerarsi aggiornati, mentre, per quanto riguarda le altre specie, le diverse Banche Dati sono ancora in fase di implementazione e in alcuni casi non completamente a regime; infatti per alcune tipologie di dati non sussiste ancora l'obbligo di legge relativo alla loro registrazione nella BDN. Nonostante questi e altri limiti (evidenziati più avanti), la banca dati rappresenta una fonte informativa molto rilevante per numerose finalità agro-ambientali in quanto, al momento, è l'unico archivio contenente informazioni dettagliate e riferimenti geografici associati ai singoli allevamenti. Ciò permette di sviluppare percorsi di valutazione con maggiore livello di dettaglio territoriale rispetto alla quasi totalità dei lavori basati su analisi condotte, al massimo, a livello comunale.

Per le finalità del presente lavoro è stata acquisita e strutturata nel Geo-DB la banca dati BDN, in possesso di ARPA Umbria, relativa a tutte le aziende zootecniche umbre risultate aperte, almeno un giorno, nell'anno 2013.

### 2.2.5 Aziende compostaggio e biogas

Si tratta di un archivio fornito da ARPA Umbria che contiene denominazione, localizzazione e altre informazioni specifiche riferite alle aziende (nove in tutto) che hanno adottato o sono in procinto di adottare processi di trasformazione dei reflui in compost o in biogas.

### 2.2.6 Comunicazioni spandimento reflui

In relazione a quanto previsto dalla DGR 1492/2006 le aziende che intendono utilizzare, su terreni propri o altrui, una quantità di azoto al campo da effluenti di allevamento superiore a 3.000 Kg/anno sono tenute alla redazione di una comunicazione contenente una serie di informazioni identificative dell'azienda e descrittive riguardo i metodi di produzione, oltre che un piano particellare con indicazione degli identificativi catastali dei terreni che l'azienda intende utilizzare ai fini dello spandimento. Le aziende con produzione e/o utilizzazione di azoto al campo proveniente da effluenti di allevamento compresa tra 3.000 e 6.000 Kg/anno, calcolati secondo le stesse modalità del caso precedente, sono tenuti a presentare una comunicazione semplificata, mentre per quantitativi superiori ai 6000 Kg/anno, la comunicazione va presentata in forma completa. Sono esonerate dall'obbligo di effettuare la comunicazione le aziende che producono e/o utilizzano in un anno un quantitativo non superiore a 3.000 kg di azoto al campo da effluenti di allevamento, calcolati secondo le modalità definite dalla normativa. La comunicazione, in entrambi i casi descritti, ha una cadenza periodica di cinque anni.

Anche se è in corso di sviluppo una procedura informatica per la presentazione delle comunicazioni nell'ambito del SIGPA (Sistema Integrato per la Gestione delle Procedure Aziendali) della Regione Umbria, alla data attuale, purtroppo, la presentazione di tali documenti avviene in formato cartaceo con, ovvie, enormi problematiche sulle procedure di verifica formale e dei contenuti svolte a cura degli uffici competenti. Inoltre, i limiti piuttosto elevati al di sotto dei quali vige l'esonero della comunicazione, impedisce la raccolta di informazioni rilevanti ai fini agro-ambientali per una parte consistente di aziende zootecniche di medie dimensioni.

Ai fini dello studio sono state acquisite e strutturate nel Geo-DB circa trecento comunicazioni quinquennali, riferite agli ultimi sei anni, in possesso di ARPA Umbria. Per quanto possibile, si è effettuata la correzione di alcune evidenti incongruenze e specifici errori formali presenti nei dati in

questione dovuti, evidentemente, alla, già citata, scarsa efficienza delle procedure di presentazione di tali comunicazioni.

### 2.2.7 Autorizzazioni spandimento fanghi di depurazione

La richiesta di autorizzazione all'utilizzazione agronomica dei fanghi deve essere presentata, ai sensi dell'art. 9 del D. Lgs. 99/92, da chiunque intenda utilizzare in attività agricole proprie o di terzi i fanghi provenienti dai processi di depurazione.

Ai fini della presente ricerca sono state inserite nel Geo-DB i dati relativi alle autorizzazioni in possesso di ARPA Umbria, relativi a sette autorizzazioni per lo spandimento dei fanghi di depurazione.

### 2.2.8 Dati Geografici

La componente geografica del Geo-DB è stata implementata attraverso l'acquisizione dei *dataset* di interesse per l'analisi (unità territoriali e sottobacini idrografici dei corpi idrici superficiali ai sensi del D.Lgs 152/2006, corpi idrici sotterranei ai sensi del D.Lgs. 152/2006, zone vulnerabili ai nitrati) e dei limiti dei fogli catastali della regione. Quest'ultimo *dataset*, come si vedrà meglio più avanti, assume un ruolo centrale per il calcolo degli indicatori in quanto ha permesso di geolocalizzare, con un livello di dettaglio perfettamente adeguato alle finalità del lavoro, tutti i dati contenenti riferimenti catastali: dati SIAN, dati PSR 2.1.4, comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti da allevamento, autorizzazioni per i fanghi di depurazione e gli stessi dati PUA.

Il *dataset* dei fogli catastali, nella versione originale, è risultato in condizioni qualitative pessime dal punto di vista geometrico e topologico. Di conseguenza, per garantire la massima affidabilità delle successive procedure di analisi geografica, è stato necessario procedere alla correzione dei numerosi errori geometrici presenti nei poligoni catastali al fine di eliminare buchi, discontinuità e sovrapposizioni esistenti fra i fogli stessi.

## 2.3 Coefficienti relativi agli impieghi culturali potenziali di N e P

Le dosi di impiego medio di N e P contenute nei fertilizzanti inorganici o organici (in caso di agricoltura biologica) sono state calcolate per ciascun tipo di coltura a partire dalla stima dei fabbisogni culturali riportati nel Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA) rivista, ove ritenuto necessario, in funzione delle più recenti informazioni reperite in bibliografia e dell'esperienza professionale di alcuni docenti universitari del DSA3 operanti nel settore dell'agronomia e delle coltivazioni erbacee, coinvolti nel gruppo di lavoro.

In relazione agli obiettivi del lavoro sono stati determinati i valori delle dosi d'impiego di N e P delle colture più estesamente coltivate nella regione in sistemi di agricoltura convenzionale (Tab. 1). Per le specie che presentano un ciclo colturale molto breve, come ad esempio alcune orticole, si è ipotizzato che esse siano precedute o succedute da una o più colture nello stesso anno, soprattutto in aziende altamente specializzate. Pertanto, il carico azotato annuo per tali colture è stato calcolato mediante i seguenti criteri:

- se  $N < 50$ , dose annua pari a  $N+2N$ ;

- se  $51 < N < 100$ , dose annua pari a  $N+N$ ;
- se  $101 < N < 200$ , dose annua pari a  $N+(N/2)$ ;
- se  $N > 201$ , dose annua pari a  $N$ ;

dove  $N$  è la dose di azoto annua ottimale stimata per ciascuna coltura della categoria “ortive” e riportata in Tab. 2, mentre il carico di  $P$  è stato considerato pari alla metà di quello azotato. L’algoritmo è evidentemente frutto di una semplificazione basata sul fatto che, normalmente (salvo poche eccezioni dovute a particolari esigenze produttive), i fabbisogni di azoto delle colture sono proporzionati alla lunghezza del ciclo, pertanto fabbisogni ridotti e cicli colturali brevi implicano, nell’arco dell’annata, probabili avvicendamenti con colture a ciclo più lungo e con fabbisogni di azoto più elevati. L’obiettivo è stato quello di evitare sottostime dei carichi di nutrienti, anche a costo di incorrere in eventuali sovrastime.

Similmente, anche nel caso di alcune specie da foraggio quali mais, sorgo, orzo o triticale, le aziende in genere tendono a fare due colture in rapida successione nell’arco dell’annata (ad esempio loiessa o orzo + mais entrambi da insilato). In tali circostanze, il carico potenziale annuo associato alle colture è stato stimato pari alla somma delle singole dosi relative a ciascuna coltura praticata in successione (Tab. 2).

In caso di agricoltura integrata, in considerazione degli obiettivi della misura 2.1.4 azione A, i tassi di impiego di  $N$  e  $P$  sono stati calcolati considerando una riduzione media del 30% rispetto alle dosi indicate per la stessa coltura in convenzionale. La stessa riduzione è stata ipotizzata nel caso dell’adozione di tecniche biologiche. Tale semplificazione rispecchia con buona approssimazione le riduzioni degli impieghi colturali di  $N$  e  $P$  associati a tali tecniche produttive, supportate anche dalle evidenze sperimentali ottenute in prove di campo pluriennali eseguite dal DSA3 (Boldrini et al., 2008; Benincasa et al., 2010; Farneselli et al., 2013).

È importante evidenziare come la stima del carico potenziale sia stata effettuata sulla base degli apporti della fertilizzazione ordinaria e quindi al lordo dell’asportazione operata dalle varie colture; pertanto, evidentemente, tali quantitativi non sono da considerarsi rappresentativi dell’ammontare di  $N$  o  $P$  ad effettivo rischio di lisciviazione.

Tipo di coltura	Categoria	Fabbisogno di azoto (kg/ha)	Fabbisogno di fosforo (kg/ha)
CEREALI	frumento tenero	180	80
	orzo	140	70
	frumento duro	160	80
	mais (irrigato) <sup>1</sup>	250-300	125-220
	sorgo (granella)	150	70
	avena	60	30
	farro	40	20
	triticale	140	70
	altri cereali <sup>2</sup>	60-140	35-70
LEGUMINOSE	fave e favette	20	65
	lenticchie	20	65
	cece	20	65
	pisello (stato secco)	20	65
	altre leguminose da granella <sup>2</sup>	20-60	30-65
PIANTE INDUSTRIALI	girasole	100	50
	tabacco <sup>3</sup>	20-120	50-60
	colza e ravizzone	180	45
	lino	100	80
	barbabietola da zucchero	120	60
COLTURE ORTIVE	melone	200	100
	ortive pieno campo	225	110
	pomodoro da industria	220	110
	cocomero	200	100
	altre colture ortive <sup>2</sup>	90-350	40-175
FORAGGERE	erba medica	0	50
	pascoli	0	0
	prati-pascoli	80	20
	prati	80	40
	altre foraggere	100	50
	erbai leguminose	20	45
	erbai graminacee <sup>2</sup>	60-180	20-90
COLTURE ARBOREE	olivo	100	40
	vite	80	40
	melo	100	50
	castagno	100	50
	noce comune	100	60
	altre arboree <sup>2</sup>	50-150	30-150
ALTRE COLTURE	patate	250	125
	vivai	100	60
	orti familiari	160	80
	altri seminativi	120	60
	altre utilizzazioni <sup>2</sup>	0-120	0-80

**Tab. 2: Dosi medie di impiego di azoto e fosforo delle colture più estesamente coltivate in agricoltura convenzionale.**

<sup>1</sup>Tassi d'impiego variabili in funzione della destinazione del prodotto (i.e. foraggio/insilato/granella); <sup>2</sup>tassi d'impiego variabili in funzione della singola specie appartenente alla categoria; <sup>3</sup>tassi d'impiego variabili in funzione della varietà e del tipo di cura a cui è sottoposto il raccolto.

## 2.4 Stima dei carichi potenziali associati ai singoli allevamenti in BDN

In considerazione dei particolari contenuti informativi della banca dati zootecnica e delle notevoli differenze esistenti fra i *dataset* relativi alle diverse tipologie di specie allevate (tipologia di informazioni, livello di aggiornamento e completezza, etc. ), è stato necessario sviluppare diverse metodologie di calcolo dei carichi potenziali, con l'obiettivo di valorizzare al meglio i dati BDN e renderli adeguati alle specifiche finalità della presente ricerca. La disponibilità di un numero rilevante di comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti da allevamento, come si vedrà più avanti, ha consentito di migliorare notevolmente il livello di completezza e di affidabilità complessiva della banca dati zootecnica.

### 2.4.1 Comparto suinicolo

Ai fini della stima della quantità di nutrienti emessi degli allevamenti suinicoli si è proceduto a una riclassificazione preliminare degli allevamenti in tipologie e sub-tipologie produttive, a partire dai tre gruppi di allevamenti indicati in BDN e in base al numero di capi presenti:

- a. DA RIPRODUZIONE:
  - i. Allevamenti senza post svezzamento al momento del censimento (n=16);
  - ii. Allevamenti senza post svezzamento e senza ingrasso al momento del censimento (n=124);
  - iii. Allevamenti senza post svezzamento, magronaggio, ma con ingrasso al momento del censimento (n=28);
  - iv. Allevamenti senza post svezzamento, senza magronaggio e senza ingrasso e che quindi producono solo suinetti svezzati del peso medio di circa 6-7 kg (n=174);
  - v. Allevamenti con post svezzamento, con magronaggio e con ingrasso (n=18);
  - vi. Allevamenti con post svezzamento e con magronaggio, ma senza ingrasso (n=16);
  - vii. Allevamenti con post svezzamento, senza magronaggio, ma con ingrasso (n=2);
  - viii. Allevamenti con post svezzamento, senza magronaggio e senza ingrasso (n=51)
- b. PRODUZIONE DA INGRASSO:
  - i. Allevamenti con solo magronaggio (n=111) (da 30 a 80kg);
  - ii. Allevamenti con solo post-svezzamento (n=19) (da 7 a 30kg);
  - iii. Allevamenti con solo post-svezzamento e magronaggio (n=2);
  - iv. Allevamenti con solo ingrasso (n=40);
  - v. Allevamenti con solo magronaggio e ingrasso (n=9).
- c. FAMILIARE (n=2346).

In una fase successiva, per ogni sub-tipologia si è provveduto a determinare la percentuale di ogni categoria di animali (scrofe, verri, scrofette, lattonzoli, magroncelli, magroni e grassi) sul totale dei suini presenti. Su questa base, per ogni sub-tipologia di allevamento, è stata calcolata la distribuzione delle singole categorie produttive di animali potenzialmente presenti. Ciò ha permesso di ricalcolare il carico potenziale, in kg, per ogni categoria produttiva e le quantità di N e P potenzialmente emesse, utilizzando i coefficienti indicati nella normativa vigente o, nel caso del fosforo, derivati dalla bibliografia.

Per il gruppo di allevamenti ricadenti nella categoria PRODUZIONE DA INGRASSO, per i quali è risultato indicato il solo numero totale di suini presenti o il solo numero di suini allevabili, in quanto impossibile conoscere con esattezza l'indirizzo produttivo specifico di tali allevamenti, si è operato moltiplicando tali consistenze per la percentuale media di ogni categoria di animali (scrofe, verri, scrofette, lattonzoli,

magroncelli, magroni e grassi) derivate dagli allevamenti di cui al passaggio precedente. L'intento è stato quello di ricostruire la più probabile composizione quali-quantitativa di ciascun allevamento. Nei casi in cui è risultata disponibile la sola capacità teorica, il numero di capi potenzialmente presente è stato stimato applicando un coefficiente determinato mediante una regressione lineare fra capacità teorica e capi presenti ai censimenti (Fig. 5).

Categoria	N al campo	P al campo
Scrofe con suinetti fino a 30 Kg PV	101	53
Suini accrescimento/ingrasso	110	53

Tab. 3: Coefficienti utilizzati per la stima del peso vivo allevato e degli apporti potenziali di nutrienti generati dagli allevamenti suinicoli (Kg /t PV/anno)

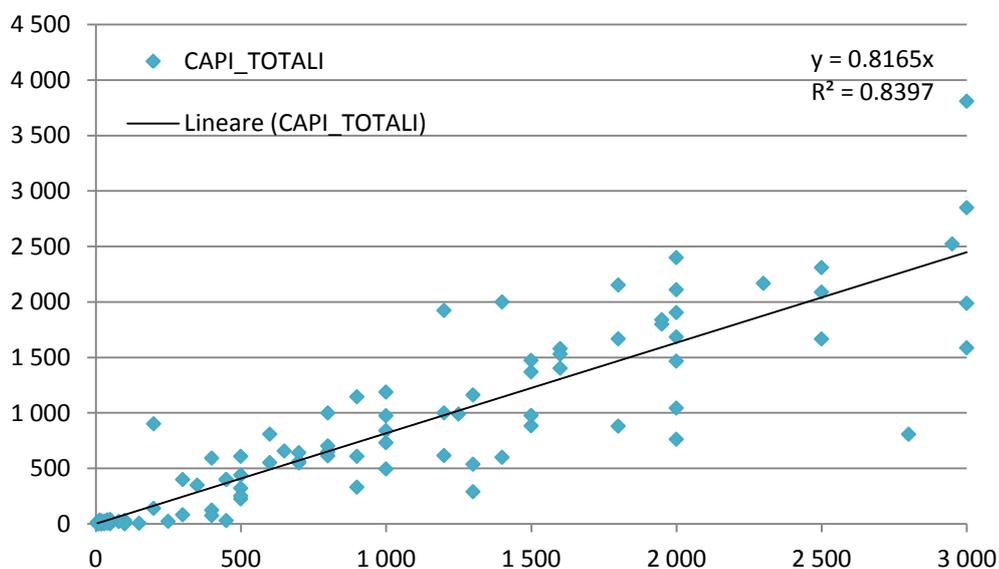


Fig. 5: Confronto fra capacità teorica e capi presenti ai censimenti e relativa regressione lineare

## 2.4.2 Comparto bovino

In BDN risultano differenziate le seguenti tipologie di allevamenti:

- Allevamento da latte;
- Allevamento da latte per autoconsumo;
- Allevamento linea vacca-vitello: comprende, in realtà, sia quegli allevamenti che producono unicamente vitelli da ristallo, sia allevamenti a ciclo chiuso.
- Allevamento misto: riferito a quegli allevamenti che completano il ciclo produttivo con l'ingrasso dei vitelli nati in azienda, per quelli da latte, o perché esistenti nel medesimo allevamento sia un settore volto alla produzione di latte, sia un settore orientato alla produzione di carne.

- Allevamento da ingrasso: comprende tutti gli allevamenti con bovini ristallati a partire da età variabili tra gli 8-10 mesi e 24 mesi:
- Allevamento da ingrasso per autoconsumo: comprende tutti gli allevamenti con un basso numero di capi ristallati ogni anno;
- Stalle di sosta;
- Centri genetici;
- Centri di fecondazione artificiale.

In questo caso si è proceduto alla riclassificazione degli allevamenti, in base al numero di capi presenti, a partire dai gruppi di allevamenti indicati in BDN. In questa fase sono stati considerati allevamenti da INGRASSO DA AUTOCONSUMO quelli con un capo allevato considerato come un baby-beef, anche se senza classificazione, o classificati da INGRASSO tenendo conto che normalmente tali allevamenti si caratterizzano per l'acquisto di vitelli da ristallo di razze da latte o a duplice attitudine che vengono macellati ad un peso orientativo di 400 kg.

Nella tipologia produttiva LINEA VACCA VITELLO della BDN sono risultati inclusi sia allevamenti che adottano tale tecnica, e quindi sono definibili come allevamenti a "ciclo aperto" e che hanno come unico prodotto della vendita il "vitello da ristallo", ma anche quegli allevamenti che adottano il ciclo chiuso e che quindi completano il ciclo di allevamento del vitellone; tale mancanza di distinzione, in fase di elaborazione degli algoritmi, ha richiesto un aggiustamento dei dati non avendo a disposizione la distribuzione reale delle varie categorie presenti nei vari allevamenti come meglio specificato più avanti.

Di ciascuna tipologia di allevamento gli unici dati a disposizione sono risultati quelli relativi al numero di capi totali, tutti aggiornati al 2013, e una differenziazione dell'età (maggiore di sei settimane o maggiore di un anno). Di conseguenza, il numero di capi appartenenti alle diverse categorie realisticamente presenti in allevamento e il relativo peso vivo, sono stati stimati mediante algoritmi specifici, per ogni tipologia produttiva, come indicato di seguito:

- a. LINEA VACCA VITELLO:
  - i. Interparto 450d
  - ii. Vivinatalità: 98%
  - iii. Sopravvivenza post svezzamento: 98%
  - iv. Età vendita femmine da ristallo: 240d
  - v. Età vendita maschi da ristallo: 240d
  - vi. Età macellazione maschi: 600d
  - vii. Età macellazione scottone: 540d
  - viii. Età primo parto: 840d
  - ix. Peso/vacca: kg 800
  - x. Peso nascita maschi: kg 50
  - xi. Peso nascita femmine: kg 40
  - xii. Peso macellazione maschi: kg 800
  - xiii. Peso macellazione femmine: kg 600
  - xiv. Peso femmine al primo parto: kg 700
  - xv. Peso maschi da ristallo: kg 280
  - xvi. Peso femmine da ristallo: kg 220
  - xvii. Quota di rimonta: 10%

- xviii. Quota femmine destinate al macello: 50% svezzate
  - xix. Quota femmine destinate al ristallo: 40% svezzate
  - xx. Stabulazione considerata ai fini della stima dei carichi di azoto: stabulazione libera su lettiera.
- b. PRODUZIONE LATTE e PRODUZIONE DI LATTE PER AUTOCONSUMO
- i. Interparto: 430d
  - ii. Vivinatalità 95%
  - iii. % sopravvivenza post parto: 97%
  - iv. % sopravvivenza post svezzamento: 97%
  - v. Età al primo parto: 28 mesi
  - vi. Quota di rimonta: 30%
  - vii. Peso vacca: 700 kg
  - viii. Peso nascita femmina da rimonta: 40 kg
  - ix. Peso primipara: 620 kg
- c. INGRASSO
- i. Peso medio dei vitelli considerato in base ai seguenti parametri:
  - ii. maschi 80%;
  - iii. femmine 20%;
  - iv. maschi peso iniziale kg 290;
  - v. maschi peso finale kg 750;
  - vi. maschi peso medio kg 520;
  - vii. femmine peso iniziale kg 180;
  - viii. femmine peso finale kg 500;
  - ix. femmine peso medio kg 340;
  - x. durata del ciclo di allevamento 350 d ipotizzando un accrescimento medio giornaliero di 1300 g.
- d. INGRASSO PER AUTOCONSUMO
- i. peso iniziale kg 120;
  - ii. peso finale kg 400.
- e. STALLA DI SOSTA
- i. peso medio kg 400;
- f. VITELLI A CARNE BIANCA
- i. peso medio kg 130.

La stima dei quantitativi di azoto al campo è avvenuta sulla base dei coefficienti indicati nella normativa vigente o, nel caso del fosforo, reperiti in bibliografia (Tab. 4).

Categoria	N al campo	P al campo
Vacche da latte	138	37.5
Rimonta	120	37.5
Vacche nutrici	73	42.5
Vitelloni ingrasso	84	42.5

Tab. 4: Coefficienti utilizzati per la stima degli apporti potenziali di nutrienti generati dagli allevamenti bovini (Kg/t PV/anno)

### 2.4.3 Comparto avicolo

Le informazioni presenti in BDN, relative a questo comparto, sono risultate molto variegata in quanto, oltre alla specie allevata e agli orientamenti produttivi (linea da uova, linea da carne, allevamento da ripopolamento di selvaggina, svezzamento, commercio al dettaglio), sono anche indicate le modalità di allevamento (a terra, all'aperto, convenzionale, biologico, rurale, estensivo al coperto). La stima del carico potenziale di azoto e fosforo è avvenuta in base alla specie e al peso vivo degli animali allevati,

applicando appositi coefficienti reperiti nella normativa o desunti dalla bibliografia (Tab. 5). Per la stima del peso vivo allevato sono state utilizzate le consistenze rilevate ai censimenti o, in caso di assenza di queste ultime, le capacità teoriche degli allevamenti.

Specie allevata	N al campo / t	P al campo / t
	PV	PV
Galline ovaiole	230	116.5
Polli da carne	250	128.5
Tacchini	165	104
Altri avicoli	250	128.5

Tab. 5: Coefficienti utilizzati per il calcolo degli apporti potenziali di nutrienti generati dagli allevamenti avicoli

#### 2.4.4 Comparto ovino e caprino

Relativamente a questo comparto la BDN indica i seguenti indirizzi produttivi: carne (60%), latte (4,8%), da allevamento (0,1%), lana (0,2%), misto (20,8%), da autoconsumo (11,3%), non indicato (2,6%). Al fine di stimare il Peso Vivo allevato e del carico potenziale di azoto e fosforo, in assenza di altre informazioni utili, si è operato come segue:

1. Allevamento da carne: per ogni pecora sono state considerati i seguenti parametri:
  - a. interparto 243 d;
  - b. vivinatalità 90%;
  - c. sopravvivenza post-natale 95%;
  - d. gemellarità 30%;
  - e. peso alla nascita maschi: 3,5 kg;
  - f. peso maschi al macello: 20 kg;
  - g. peso medio mantenuto: 11,75 kg;
  - h. peso alla nascita femmine 3 kg;
  - i. peso femmine al macello: 16 kg;
  - j. peso medio mantenuto: 9,5;
  - k. peso maschi da ristallo kg 9,5;
  - l. peso femmine da ristallo kg 9;
  - m. età femmine e maschi da ristallo: 30 d;
  - n. età macellazione maschi e femmine: 60 d;
  - o. peso femmine da rimonta; 26 kg;
  - p. età primo parto: 480 d;
  - q. peso medio arieti: kg 90;
  - r. n. arieti/pecora 0,025;
  - s. peso medio capo presente: kg 48,42;
2. allevamento misto:
  - a. interparto 243 d;
  - b. vivinatalità 90%;
  - c. sopravvivenza post-natale 95%;
  - d. gemellarità 30%;
  - e. peso alla nascita maschi: 3,2 kg;
  - f. peso maschi al macello: 18 kg;
  - g. peso medio mantenuto: 10,6 kg;
  - h. peso alla nascita femmine 3 kg;
  - i. peso femmine al macello: 16 kg;
  - j. peso medio mantenuto: 9,5;
  - k. peso maschi da ristallo kg 9,1;

- l. peso femmine da ristallo kg 9;
  - m. età femmine e maschi da ristallo: 30 d;
  - n. età macellazione maschi e femmine: 40 d;
  - o. peso femmine da rimonta; 24 kg;
  - p. età primo parto: 480 d;
  - q. peso medio arieti: kg 90;
  - r. n. arieti/pecora 0,025;
  - s. Peso medio capo presente: kg 44,69;
3. Allevamento da latte;
- a. interparto 360 d;
  - b. durata asciutta 80 d;
  - c. fertilità 90%;
  - d. età 1° parto: 15 mesi;
  - e. quota di riforma 20%;
  - f. vivinatalità 90%;
  - g. sopravvivenza post-natale 95%;
  - h. gemellarità 30%;
  - i. peso pecora 50 kg;
  - j. peso ariete 80 kg;
  - k. peso agnello/a alla nascita: kg 3;
  - l. peso agnello agnello/a vendita: kg 15;
  - m. peso agnello da rimonta: kg 35;
  - n. peso medio capo presente: kg 41,28.

Il coefficiente impiegato per la stima dell'azoto al campo apportato per t di peso vivo è pari a 99 kg/t PV, mentre per il fosforo è pari a 73 kg/t PV.

#### 2.4.5 Comparto equino

La completa assenza, nei dati BDN a disposizione, di informazioni relative alle consistenze presenti nelle strutture di tale comparto, ha reso necessario l'adozione di una metodologia specifica, compatibile con i tempi a disposizione, comprendente i seguenti passaggi:

- Estrazione dal sito dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Teramo delle consistenze allevate a livello comunale;
- Selezione degli allevamenti di maggiori dimensioni, per ciascun comune, e stima del numero dei capi mediamente presenti attraverso indagini su Internet e/o telefoniche, mediante contatto con i detentori delle strutture zootecniche o con alcuni esperti del settore;
- Ripartizione, a livello comunale, dei capi residui fra gli allevamenti di minori dimensioni.
- Stima del peso vivo allevato e dei relativi carichi potenziali mediante coefficienti indicati nella normativa vigente o, nel caso del fosforo, reperiti in bibliografia.

La metodologia, per quanto approssimativa, si è dimostrata comunque adeguata alle finalità del lavoro soprattutto in considerazione dell'esiguo contributo del settore equino alla determinazione dei carichi potenziali complessivi (5% circa, cfr par. 3.1.2).

Il coefficiente impiegato per la stima dell'azoto al campo apportato per t di peso vivo è pari a 69 kg/t PV, mentre per il fosforo è pari a 59 kg/t PV

## 2.5 Elaborazioni preliminari e implementazione del Geo-DB "AGUA"

Nella progettazione e implementazione del Geo-DB sono stati seguiti i seguenti criteri generali:

- Realizzare una struttura efficiente, versatile, a bassa ridondanza, coerente con gli obiettivi del lavoro;
- Conservare la massima quantità di informazioni possibile, garantendo la massima efficienza delle procedure di interrogazione e integrazione dei dati;
- Definire procedure automatiche di conversione dati a partire dai DB o fogli di calcolo originali in modo da aggiornare il Geo-DB in seguito a consegne di dati successive;
- Creare dei sotto-DB indipendenti, comunque fruibili indipendentemente.

Nelle fasi di inserimento delle tabelle è stato necessario uniformare i formati di campi comuni nei diversi DB di origine, verificare la completezza e l'affidabilità dei contenuti, eliminare la ridondanza dei dati rilevata in alcune tabelle. La struttura generale di AGUA può essere rappresentata facendo riferimento ai tre blocchi di tabelle citati in precedenza: dati colturali, dati zootecnici, dati geografici (Fig. 6).

Il collegamento fra i dati contenenti riferimenti catastali è avvenuto mediante procedure automatiche sfruttando i codici associati a comune, foglio e particella catastale. Tale collegamento ha consentito di associare le rispettive superfici agricole utilizzate alle particelle indicate nelle comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e nelle autorizzazioni per l'utilizzazione agricola dei fanghi di depurazione. Il 14% circa delle SAU associate alle particelle indicate nelle comunicazioni, non presenti nella banca dati SIAN, sono state stimate mediante una apposita procedura implementata nel Geo-DB che calcola la media delle superfici di particelle appartenenti allo stesso foglio catastale. Queste informazioni sono state poi impiegate per la ripartizione dei carichi potenziali generati dai singoli allevamenti (o dei carichi associati ai quantitativi dichiarati di fanghi di depurazione) fra i fogli catastali inseriti nelle comunicazioni o nelle autorizzazioni.

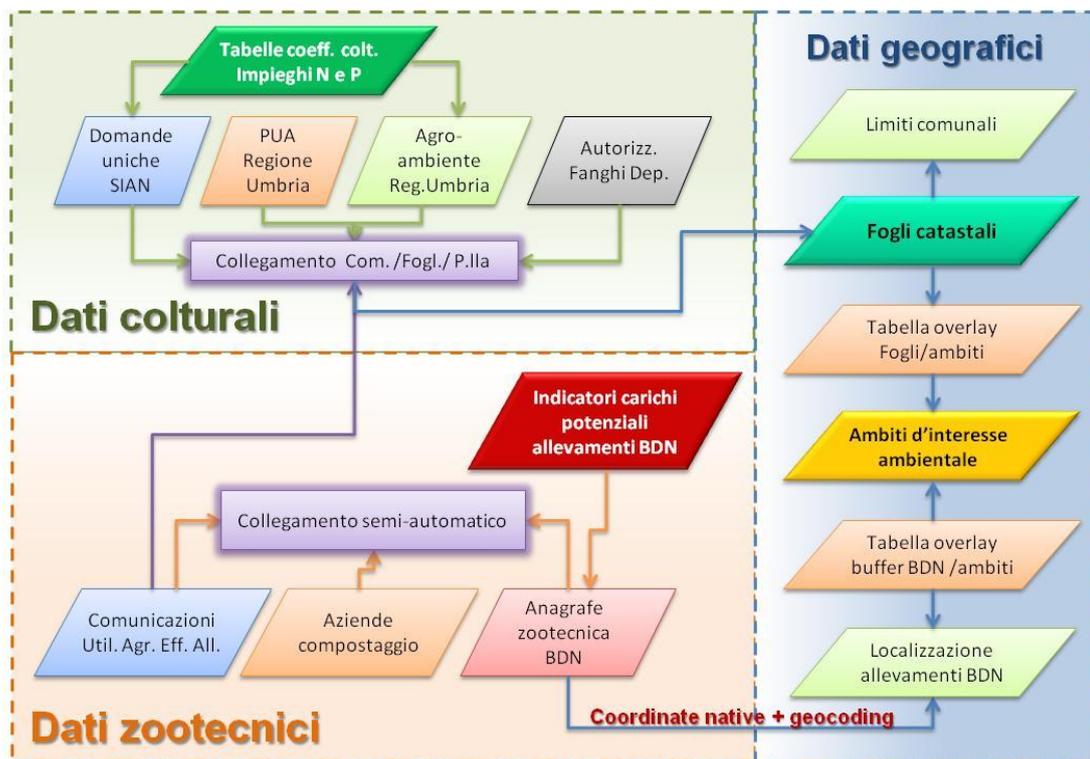


Fig. 6: Struttura generale del geo-database AGUA

In merito alla geo-localizzazione dei dati zootecnici, in una prima fase, si è valutata l'accuratezza delle coordinate presenti in BDN mediante analisi visiva su ortofoto 2011 del posizionamento degli allevamenti con coordinate native e con peso vivo potenziale allevato maggiore di 10 t. L'analisi ha riguardato un totale di 978 strutture che comprendono il 74% circa del PV potenziale totale. Prendendo in considerazione i soli risultati relativi alle aziende per le quali non sono poi risultate disponibili le comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti (cfr. par. 2.6.2), si evidenzia un livello di accuratezza posizionale perfettamente adeguato alle finalità del lavoro (Tab. 6). La corretta localizzazione di tali aziende, non associate a piani particellari relativi ai terreni utilizzati per lo smaltimento degli effluenti, assume, evidentemente, una particolare importanza.

Etichette di riga	< 150 m	150-500m	>500m	Totale
BOVINI-BUFALINI	88.7%	9.1%	2.2%	100%
SUINI	97.3%	2.3%	0.4%	100%
AVICOLI	85.5%	14.5%	0.0%	100%
OVINI-CAPRINI	86.3%	11.2%	2.5%	100%
<b>Totale complessivo</b>	<b>89.2%</b>	<b>9.1%</b>	<b>1.7%</b>	<b>100%</b>

Tab. 6: Accuratezza posizionale allevamenti in BDN con coordinate native, non associati alle comunicazioni e con PV allevato potenziale superiore alle 10 t (% PV)

Nei dati BDN si è rilevato che una percentuale molto ridotta di allevamenti non presentava coordinate geografiche native, riferite alle singole strutture produttive. Per considerare questi allevamenti ai fini dell'analisi successiva, con il supporto di PTV GROUP, è stata sviluppata una procedura di *geocoding* automatico basato sugli indirizzi riportati in BDN, che ha consentito di determinare le coordinate mancanti e di stimare l'accuratezza del posizionamento mediante confronto fra coordinate derivate in automatico e coordinate native già associate alla maggior parte degli allevamenti (Tab. 7). La

significatività delle classi di *geocoding* è stata confermata dal punto di vista statistico mediante il test non parametrico dei ranghi di Kruskal-Wallis ( $p < 0.001$ ). Su una piccola porzione di allevamenti (classe denominata “calcolata”), le coordinate sono state calcolate attraverso una media delle coordinate degli allevamenti con indirizzo identico. In termini complessivi è stato poi stimato che le strutture localizzate manualmente o attraverso le procedure di *geocoding* automatico sopra descritte determinano solo una quota minima (4% circa) dei carichi potenziali di origine zootecnica (Tab. 8). In ogni caso, per aumentare l’affidabilità della posizione di circa 250 aziende con classe qualitativa di *geocoding* media e bassa e con consistenze ritenute significative (azoto potenziale al campo > 500 Kg/anno) si è proceduto successivamente alla localizzazione manuale su ortofoto a colori 2011.

Qualità localizzazione	Numero campioni	25° Percentile	Mediana	75° Percentile
Esatta	912	0.191	0.512	1.12
In parte esatta	1048	0.226	0.608	1.37
Alta	1912	0.36	1.047	3.05
Media	947	0.681	2.081	4.77
Bassa	357	0.715	2.528	5.61

Tab. 7: Statistiche principali riferite alle classi di *geocoding* automatico (valori espressi in Km)

Tipologia allevamento	In parte							
	Nativa	Calcolata	Esatta	esatta	Alta	Media	Bassa	Totale
BOVINI-BUFALINI	94.20%	0.42%	1.88%	1.61%	1.18%	0.48%	0.23%	100%
SUINI	98.67%	0.06%	0.06%	0.10%	0.08%	0.08%	0.95%	100%
AVICOLI	99.19%	0.03%	0.69%	0.03%	0.02%	0.03%	0.00%	100%
OVINI-CAPRINI	92.83%	1.04%	1.25%	0.86%	2.59%	1.12%	0.31%	100%
EQUINI	86.29%	0.83%	1.73%	3.40%	5.13%	2.20%	0.42%	100%
<b>Totale</b>	<b>96.02%</b>	<b>0.30%</b>	<b>1.07%</b>	<b>0.88%</b>	<b>0.93%</b>	<b>0.41%</b>	<b>0.38%</b>	<b>100%</b>

Tab. 8: Ripartizione dei carichi potenziali di azoto di origine zootecnica in relazione alla qualità della geolocalizzazione degli allevamenti (da dati BDN)

## 2.6 Metodologie di calcolo degli indicatori relativi ai carichi potenziali

Utilizzando i dati strutturati all’interno del Geo-DB sono state sviluppate apposite procedure per il calcolo degli indicatori associati ai tre livelli informativi principali dell’analisi:

1. Superfici agricole e impieghi colturali potenziali;
2. Allevamenti zootecnici e apporti potenziali da reflui;
3. Scenari per il confronto e l’integrazione dei quantitativi di cui ai punti precedenti.

### 2.6.1 Superfici agricole e impieghi colturali potenziali

Questa fase del lavoro è stata orientata al calcolo di indicatori relativi alle superfici colturali medie e agli impieghi colturali potenziali di N e P, per il periodo in esame, ai vari livelli di analisi. Il calcolo delle superfici medie del triennio, associate alle principali categorie colturali, è avvenuto ricorrendo a una media ponderata delle superfici presenti in ciascun foglio catastale. La ponderazione, in questo e negli altri casi descritti di seguito, si è resa necessaria per attenuare l’effetto generato dalla sopradescritta

natura incrementale dei dati SIAN e ottenere indicatori medi comunque rappresentativi del periodo in esame.

Per il calcolo degli indicatori relativi agli impieghi colturali potenziali è stata messa a punto una metodologia che permette di considerare nei calcoli i dati SIAN, PSR e PUA, relativi alle tre annate a disposizione (Fig. 7). La metodologia si sviluppa su tre differenti livelli di approfondimento, associati ad altrettanti schemi di utilizzo dei dati a disposizione:

1. *Impieghi SIAN*: indicatori relativi all'impiego potenziale di N e P calcolati utilizzando le superfici colturali dichiarate nelle domande uniche del triennio in esame e i coefficienti di impiego associati alle tecniche colturali convenzionali;
2. *Impieghi SIAN-PSR*: indicatori relativi all'impiego potenziale di N e P calcolati, previo collegamento su base particellare fra dati SIAN e PSR 2.1.4 (A e B), utilizzando i coefficienti colturali associati a tecniche colturali integrate/biologiche per le superfici a premio PSR e i coefficienti convenzionali per tutte le altre superfici;
3. *Impieghi SIAN-PSR-PUA*: indicatori relativi all'impiego potenziale di N e P calcolati, previo collegamento su base particellare fra dati SIAN, PSR 2.1.4 (A e B) e PUA, utilizzando i quantitativi di fertilizzanti dichiarati dagli agricoltori per le superfici incluse nei PUA, i coefficienti colturali associati a tecniche integrate/biologiche per le superfici a premio PSR, i coefficienti convenzionali per tutte le altre superfici.

Come indicato, nel Geo-DB, il collegamento fra i dati SIAN, PSR 2.1.4 (A e B) e il calcolo dei relativi indicatori avviene a livello di singola particella catastale impiegando gli identificativi contenuti nelle banche dati. Nello sviluppo della procedura di calcolo sono stati tenuti in considerazione anche i casi in cui le superfici a premio PSR riguardano appezzamenti di estensione inferiore alle superfici particellari. Anche in questo caso, è stata applicata una procedura di ponderazione per il calcolo di impieghi colturali medi, rappresentativi del triennio in esame.

La SAU di riferimento per ciascuna particella catastale, utilizzata poi per il calcolo dei quantitativi per ettaro di superficie, è stata posta pari al valore massimo fra quelli disponibili nel triennio, in quanto ritenuto, nella maggior parte dei casi, più significativo.

Come già anticipato, nei tempi del progetto, non è stato possibile sviluppare il terzo livello di analisi a causa della indisponibilità, in tempo utile, dei dati PUA 2013 e di alcuni problemi interpretativi dei dati colturali contenuti nell'archivio in questione. In ogni caso, le procedure di calcolo relative a questo livello sono state parzialmente implementate nel Geo-DB; ciò consentirà, in futuro, di arricchire l'analisi territoriale dei carichi agro-zootecnici con indicatori derivati dagli impieghi colturali dichiarati nei PUA.

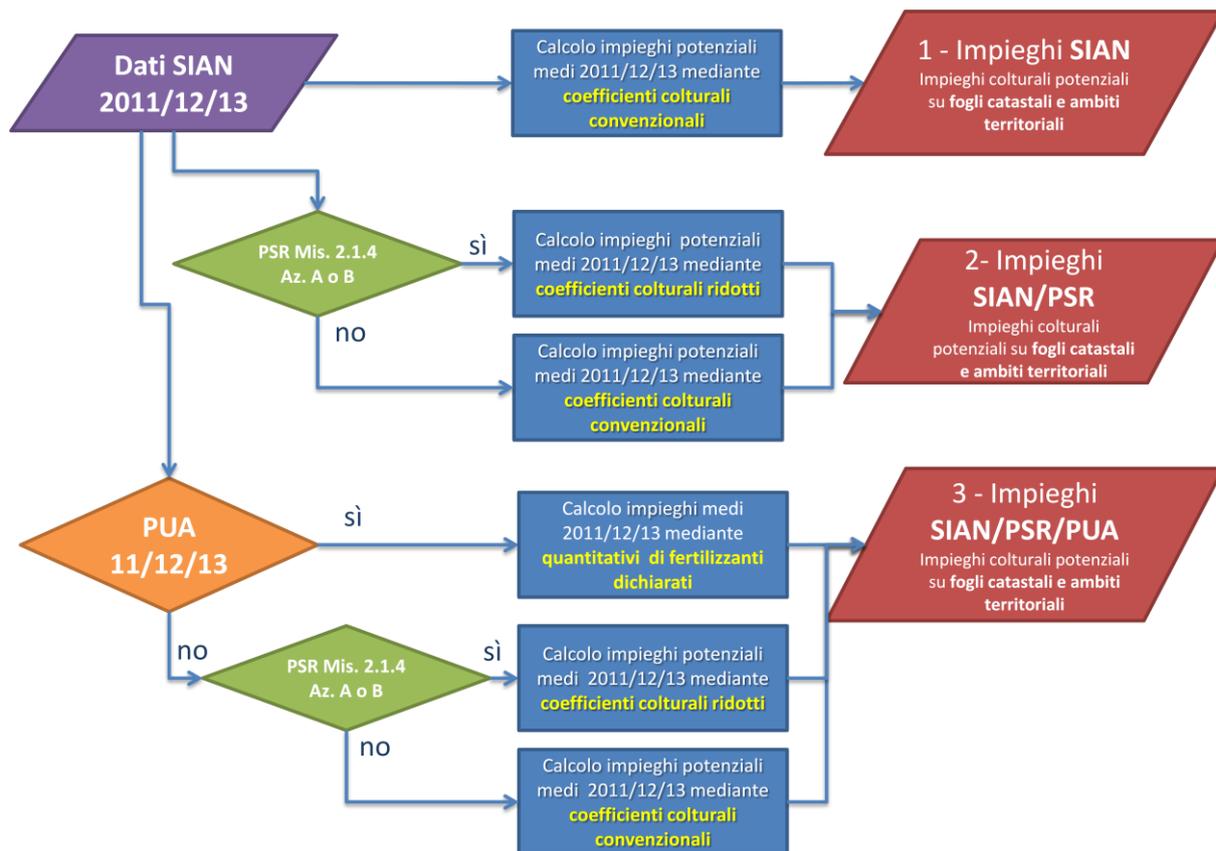


Fig. 7: Diagramma di flusso che illustra la metodologia utilizzata per il calcolo degli impieghi culturali potenziali

## 2.6.2 Allevamenti zootecnici e apporti potenziali da reflui

In sintonia con il quadro metodologico generale, è stato messo a punto un metodo per il calcolo di indicatori relativi agli apporti potenziali di N e P derivanti dall'impiego di reflui in agricoltura (Fig. 8). Anche in questo caso sono stati differenziati tre livelli di analisi, i cui risultati sono stati poi sommati per determinare gli apporti potenziali complessivi da reflui:

1. *Apporti COM/BDN*: ove possibile, si è proceduto all'incrocio fra dati BDN e dati delle comunicazioni; in questi casi il calcolo dei quantitativi potenziali di N e P è avvenuto a partire dai dati più recenti fra quelli disponibili. La geolocalizzazione dei carichi è stata ottenuta mediante il piano di spandimento particellare indicato nelle comunicazioni;
2. *Apporti BDN*: per tutti gli allevamenti a cui non è stato possibile associare una comunicazione, il calcolo quantitativi potenziali di N e P è avvenuto a partire dai dati BDN e la geolocalizzazione dei carichi è stata ottenuta mediante una procedura di "buffering" descritta più avanti;
3. *Apporti da FANGHI*: stima dei quantitativi potenziali di N e P a livello di foglio catastale a partire dai dati delle autorizzazioni per l'utilizzo in agricoltura dei fanghi di depurazione sulla base di coefficienti medi reperiti in bibliografia (CRPA, 2009).

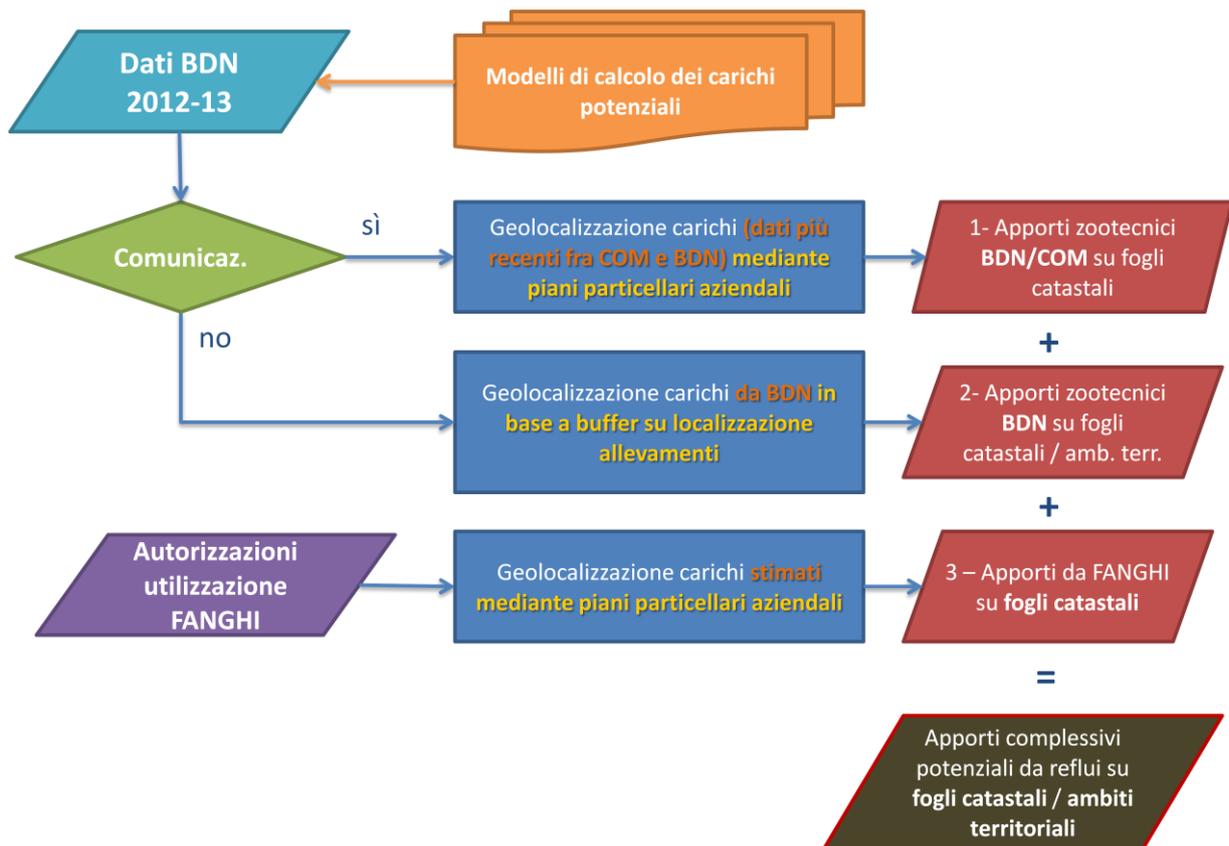


Fig. 8: Diagramma di flusso che illustra la metodologia per il calcolo degli apporti potenziali da reflui

In relazione alla metodologia descritta, è stato necessario sviluppare un processo semi-automatico per il collegamento fra archivio BDN, comunicazioni e i relativi piani particellari, basato sulle seguenti fasi di lavoro:

- Collegamento fra identificativi fiscali (partita IVA e/o codice fiscale) (54 aziende);
- Collegamento mediante confronto fra le denominazioni aziendali basato su algoritmi “fuzzy” e successiva verifica manuale (95 aziende);
- Collegamento manuale mediante ricerca, confronto dati tabellari (denominazioni, tipologie aziendali, localizzazione, etc.) e/o verifica posizione su ortofoto 2011 (93 aziende).

La procedura suddetta ha anche consentito l’identificazione di comunicazioni duplicate o associate ad aziende non più attive, poi escluse dalle fasi di analisi successive. Inoltre, per ciascuna struttura, in relazione a quanto dichiarato dalle aziende in merito alla destinazione finale dei reflui, è stato stimato un coefficiente di utilizzazione aziendale impiegato poi nei calcoli per distinguere la parte impiegata nei terreni indicati nelle comunicazioni da quella destinata ad altre aziende o, per esempio, vendita fuori regione.

Per consentire la localizzazione dei carichi potenziali associati agli allevamenti, per i quali non è risultata disponibile la comunicazione, è stata sviluppata una procedura di “buffering”, sviluppata nel Geo-DB, che è consistita nella costruzione di geometrie circolari, di ampiezza variabile, attorno alla posizione

occupata dalla singola struttura zootecnica (Fig. 9). Per il dimensionamento dei buffer è stata scritta un'apposita procedura SQL nella quale si considerano tre diversi fattori:

- Il carico di N potenziale al campo;
- Il rapporto SAU/ST medio dell'area;
- Il carico di N massimo per unità di superficie, in base alla localizzazione (dentro o fuori ZVN);

Le geometrie circolari associate ai singoli allevamenti risultano quindi più ampie al crescere dei quantitativi di N potenzialmente prodotti, al diminuire della SAU mediamente disponibile nel foglio catastale in cui ricade l'allevamento e in caso di localizzazione dello stesso in ZVN, in considerazione dei quantitativi minori di N per unità di superficie agricola consentiti. Mediante tale approccio, in assenza di comunicazioni e relativi piani particellari, ciascuna superficie potenzialmente utilizzata dalle aziende zootecniche è stata calcolata ipotizzando un'ottimale gestione delle superfici disponibili attorno ai singoli allevamenti.

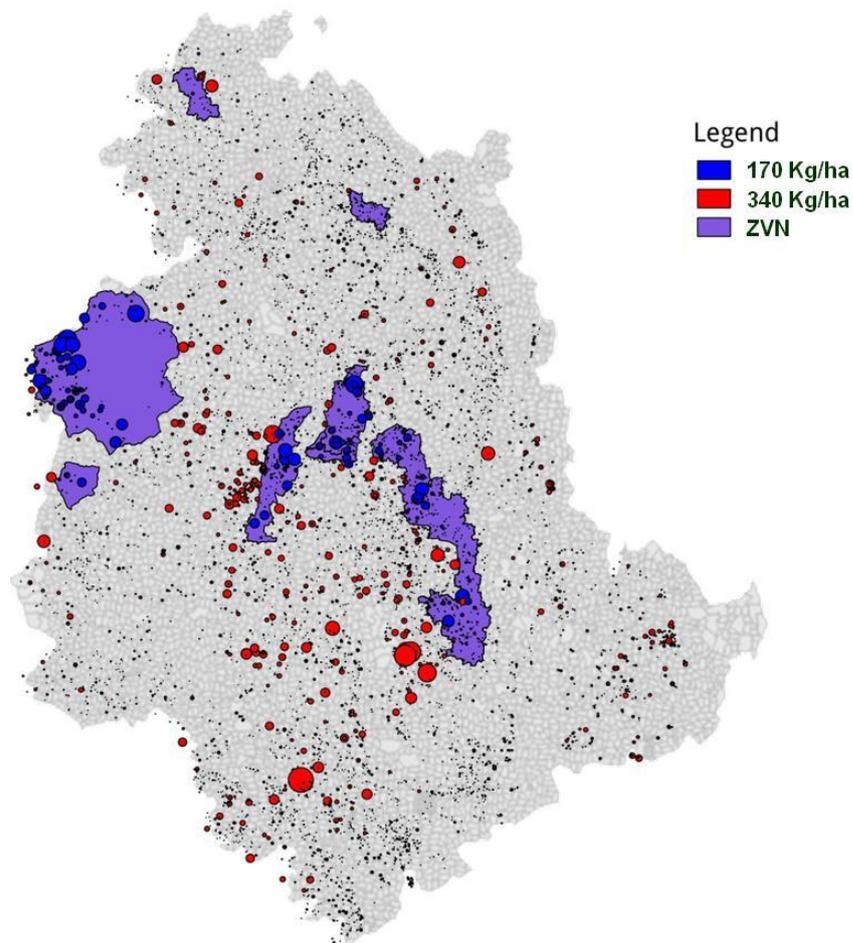


Fig. 9: Risultato della procedura di buffering applicata agli allevamenti zootecnici privi di comunicazioni

Per completare la componente geometrica del Geo-DB sono state scritte apposite procedure SQL per l'intersezione geometrica (*overlay mapping* e la compilazione automatica delle relative tabelle) fra fogli catastali, buffer allevamenti e ambiti geografici d'interesse. Tali tabelle consentono di calcolare, per

ciascun ambito d'interesse, proporzionalmente e con elevata accuratezza, la porzione di carichi associati ai fogli catastali (impieghi colturali potenziali, carichi da allevamenti con comunicazioni, utilizzo fanghi di depurazione) e ai buffer costruiti attorno agli allevamenti privi di comunicazioni.

### 2.6.3 Gli scenari per l'analisi dei carichi agro-zootecnici complessivi

Il carico complessivo di N e P derivante dall'intero comparto agro-zootecnico è stato stimato integrando il carico potenziale agricolo e quello zootecnico, calcolati rispettivamente secondo quanto descritto nei paragrafi precedenti. In assenza di informazioni reali e affidabili che descrivano come il carico di N e P derivante dal comparto zootecnico sia integrato con l'apporto aggiuntivo di concimi, si sono ipotizzati tre diversi scenari caratterizzati da livelli di carico potenziale complessivo crescente (Fig. 10):

- Sc1: il carico complessivo è pari al valore più alto tra gli impieghi colturali e gli apporti da reflui;
- Sc2: il carico complessivo è pari alla somma degli impieghi colturali e metà degli apporti da reflui (nei casi in cui  $Sc2 < Sc1$  si è posto  $Sc2 = Sc1$ );
- Sc3: il carico complessivo è uguale alla somma degli impieghi colturali e degli apporti da reflui.

Anche in questo caso, gli scenari sono evidentemente frutto di indispensabili semplificazioni, concepite comunque con l'intento primario di non sottostimare i carichi potenziali, anche a costo di eventuali sovrastime. L'obiettivo finale è quello di evidenziare ed identificare, a livello territoriale, eventuali criticità potenziali associate alle attività agro-zootecniche.

I carichi ipotizzati in Sc1 si basano sul fatto che gli agricoltori tendono a garantire livelli ottimali di nutrizione delle colture anche a costo di eccedere con le dosi di fertilizzanti. Pertanto anche gli agricoltori più competenti, in caso di elevate disponibilità di effluenti zootecnici, possono essere propensi a utilizzarli in quantità anche superiori ai carichi che fornirebbero con le dosi di concimazione minerale. Si tratta comunque di uno scenario "ottimale" dato che, a livello di ambito territoriale, la disponibilità di reflui supera raramente, e solo in maniera molto limitata, gli impieghi colturali potenziali.

I carichi ipotizzati in Sc2 invece considerano il fatto che spesso gli agricoltori effettuano le concimazioni minerali secondo le dosi intere previste per le varie colture tenendo conto solo parzialmente degli eventuali apporti già forniti con gli effluenti zootecnici. Si tratta evidentemente di uno scenario "intermedio".

Lo scenario Sc3 è invece il più pessimistico e verosimilmente determina una sovrastima del carico potenziale complessivo a livello di ambito territoriale, in quanto ipotizza che su tutti i terreni, ogni anno, vengano forniti apporti aggiuntivi che non tengono in considerazione gli apporti forniti mediante l'utilizzo agronomico dei reflui zootecnici. Lo scenario Sc3 costituisce il massimo impatto potenziale ipotizzabile associato all'attività agricola e zootecnica e, come tale, rappresenta il caso "peggiore" delle nostre simulazioni.



– **Definendo  $C_{pt} = A_r + A_a$**

- $C_{pt}$  = carichi potenziali totali
- $A_r$  = apporto da reflui
- $A_a$  = apporto aggiuntivo
- $I_c$  = impieghi colturali

– **Scenario 1:**

- $C_{pt} = \text{Max} (I_c, A_r)$

– **Scenario 2:**

- $A_a = I_c - \frac{1}{2}A_r$
- $C_{pt} = I_c + \frac{1}{2}A_r$

– **Scenario 3:**

- $A_a = I_c$
- $C_{pt} = I_c + A_r$

Fig. 10: Definizione degli scenari per la stima dei carichi potenziali complessivi negli ambiti territoriali oggetto di studio

### 3 Risultati

Questa sezione del rapporto contiene i principali risultati della ricerca riguardanti:

- le superfici agricole e i relativi impieghi colturali potenziali;
- gli allevamenti zootecnici e i relativi apporti potenziali da reflui;
- gli scenari per l'analisi dei carichi agro-zootecnici complessivi.

In considerazione dell'elevato livello di correlazione fra gli indicatori riferiti all'azoto e quelli relativi al fosforo, l'analisi dei risultati viene condotta, in questa sede, solo per il primo nutriente. Ovviamente, il Geo-DB contiene tutti gli output, ai vari livelli di analisi, anche per il fosforo.

I risultati sono presentati con principale riferimento alle unità territoriali e ai sottobacini della regione Umbria. Oltre a tali contesti, i principali indicatori sono analizzati anche a livello di corpi idrici sotterranei e in relazione alle zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) della regione. Tali ambiti geografici risultano di particolare rilevanza ambientale ai fini della definizione di piani e programmi orientati alla tutela della qualità delle acque.

Nella tabelle e nei grafici relativi ai sottobacini, per ragioni di spazio e in considerazione della maggiore rilevanza ai fini delle analisi previste dallo studio, si rappresentano solo i valori ricadenti nel 75° percentile della distribuzione. Le tabelle, con i valori assunti dai principali indicatori in tutti i sottobacini della regione, si riportano per esteso in appendice.

### 3.1 Unità territoriali e sottobacini idrografici

Le unità territoriali e i sottobacini della regione sono rappresentati in Fig. 11 ed elencati nella Tab. 9.



Fig. 11: Unità territoriali e sottobacini idrografici della regione Umbria.  
I codici numerici si riferiscono alle denominazioni riportate nella Tab. 9.

## 1 - Alto Tevere

---

- 62 - Torrente Nestore dal confine regionale a T. Minima
- 66 - Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio
- 77 - Torrente Assino dalle origini a T. Lana
- 78 - Torrente Carpinella intero corso
- 79 - Torrente Carpina intero corso
- 80 - Torrente Cesa intero corso
- 81 - Torrente S.Donato intero corso
- 92 - Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere
- 104 - Torrente Rio Maggiore intero corso
- 105 - Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia
- 108 - Torrente Cerfone da T. Sovara a F. Tevere
- 109 - Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone
- 112 - Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore
- 113 - Torrente Nestore da T. Minima a F. Tevere
- 114 - Torrente Lanna intero corso
- 115 - Torrente Vaschi o Rio Secco intero corso
- 125 - Torrente Selci intero corso
- 126 - Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina
- 127 - Torrente Sovara dal confine regionale a T. Cerfone
- 128 - Torrente Soara intero corso
- 129 - Torrente Cerfone dal confine regionale a T. Sovara
- 131 - Torrente Aggia
- 132 - Torrente Lana intero corso
- 134 - Torrente Minima dal confine regionale a T. Nestore
- 136 - Torrente Niccone intero corso
- 137 - Torrente Resina intero corso
- 138 - Torrente Vallacchia intero corso
- 139 - Torrente Nese intero corso
- 140 - Torrente Ventia intero corso

## 2 - Medio Tevere

---

- 43 - L. Corbara
- 103 - Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara
- 110 - Torrente Naia dalle origini a T. Tribio
- 111 - Torrente Naia da T. Tribio a F. Tevere
- 144 - Fosso Faena intero corso
- 160 - Torrente Puglia intero corso
- 163 - Torrente Bagno intero corso
- 166 - Torrente Rio intero corso
- 167 - Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia
- 170 - Torrente il Tribio dalle origini a limite HER
- 172 - Torrente Arnata intero corso

## 3 - Basso Tevere

---

- 9 - Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera
- 32 - Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano
- 36 - Fiume Tevere 1
- 60 - Fiume Tevere da L. Corbara a punto immissione della centrale di Baschi
- 65 - Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie
- 119 - Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere
- 120 - Fosso di Giove intero corso
- 175 - Fosso di San Lorenzo intero corso
- 177 - Fosso di Macchie intero corso

## 4 - Chiascio

---

- 41 - L. Valfabbrica
- 48 - Fiume Sciola da limite HER a F. Chiascio
- 50 - Torrente Tescio intero corso
- 58 - Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica

- 69 - Torrente Rasina intero corso
- 70 - Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere
- 82 - Torrente Saonda intero corso
- 133 - Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola
- 135 - Torrente Saonda intero corso
- 141 - Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino

## 5 - Topino Marroggia

---

- 31 - P. Colfiorito
- 42 - L. Arezzo
- 51 - Fiume Menotre intero corso
- 55 - Torrente Chiona intero corso
- 56 - Fiume Clitunno intero corso
- 59 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino
- 63 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno
- 67 - Torrente Ose intero corso
- 68 - Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio
- 71 - Torrente Tatarena dalle origini a limite HER
- 97 - Torrente Caldognola intero corso
- 106 - Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia
- 107 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena
- 142 - Fiume Topino dalle origini a T. Caldognola
- 153 - Fosso di Colle Croce intero corso
- 155 - Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno
- 156 - Torrente Rio di Capodacqua intero corso
- 157 - Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia
- 158 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino
- 159 - Torrente Attone intero corso
- 161 - Fosso Alveo di Montefalco intero corso
- 162 - Torrente Ruicciano dal limite HER a T. Tatarena
- 165 - Torrente Cortaccione intero corso
- 168 - Torrente Ruicciano dalle origini al limite HER
- 171 - Torrente Tessino intero corso
- 174 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo

## 6 - Nestore

---

- 54 - Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere
- 83 - Torrente Cestola intero corso
- 86 - Fiume Nestore dalle origini a T. Caina
- 89 - Torrente Fersinone intero corso
- 91 - Torrente Calvana intero corso
- 93 - Torrente Caina dalle origini a T. Formanuova
- 94 - Torrente Formanuova intero corso
- 95 - Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore
- 96 - Torrente Genna intero corso

## 7 - Trasimeno

---

- 37 - L. Trasimeno
- 49 - Fosso dell'Anguilara intero corso
- 84 - Torrente Tresa dalle origini a T. Anguillara
- 85 - Fosso Rigo Maggiore 2
- 154 - Fosso Rigo Maggiore 1

## 8 - Paglia Chiani

---

- 61 - Fosso Albergo la Nona da limite HER a F. Paglia
- 72 - Fosso Rivarcale intero corso

73 - Torrente Ritorto intero corso  
87 - Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone  
88 - Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia  
90 - Fosso Astrone dal confine regionale a T. Chiani  
98 - Torrente Fossalto dal confine regionale a T. Chiani  
99 - Fosso Migliari intero corso  
100 - Fiume Paglia dal confine regionale a T. Romealla  
101 - Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere  
145 - Fosso dell'Elmo intero corso  
149 - Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia  
150 - Torrente Romealla dalle origini a limite HER  
173 - Fosso Albergo la Nona dalle origini a limite HER

#### **9 - Nera**

---

20 - Fiume Nera corpo idrico fuori regione  
24 - Fosso Vorgia corpo idrico fuori regione  
25 - Fiume Corno corpo idrico fuori regione  
33 - Fiume Velino 4  
34 - Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera  
35 - L. Piediluco  
38 - L. San Liberato  
39 - Canale Recentino intero corso  
40 - L. dell'Aia  
45 - Fiume Vigi corpo idrico fuori regione  
52 - Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera  
53 - Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere  
57 - Fiume Nera da F. Velino a limite HER  
74 - Torrente Serra intero corso  
75 - Fiume Nera dal confine regionale a F. Corno  
76 - Fiume Nera da F. Corno a F. Velino

102 - Fosso Caldaro intero corso  
116 - Fosso Vorgia dal confine regionale a F. Corno  
117 - Fosso Tarquinio intero corso  
118 - Fosso del Castellone intero corso  
121 - Torrente il Fossato intero corso  
122 - Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera  
123 - Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia  
124 - Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato  
143 - Torrente Campiano intero corso  
146 - Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera  
147 - Fiume Sordo intero corso  
148 - Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo  
151 - Torrente intero corso  
152 - Fosso di Rosciano intero corso  
164 - Torrente Argentina intero corso  
169 - Torrente Tissino intero corso  
176 - Torrente Tescino intero corso

#### **10 - Arno**

---

21 - Fiume Arno  
64 - Torrente Tresa da deviazione a confine regionale

#### **11 - Metauro**

---

17 - Fiume Metauro

#### **12 - Esino**

---

15 - Fiume Esino  
130 - Torrente Sentino intero corso

#### **13 - Potenza**

---

14 - Fiume Potenza

#### **14 - Chienti**

---

13 - Fiume Chienti

**Tab. 9: Unità territoriali e sottobacini della regione Umbria con i relativi codici identificativi utilizzati nella ricerca**

### 3.1.1 Superfici agricole e impieghi colturali potenziali

Le superfici medie e le relative percentuali, associate alle principali classi colturali, descrivono la composizione media dell'uso agricolo del suolo regionale nel triennio in esame (Fig. 12). La distribuzione geografica delle superfici agricole utilizzate a livello regionale, desunte dai dati SIAN, è illustrata dalla Fig. 13, in cui viene rappresentata l'incidenza percentuale della SAU sulla superficie totale di ciascun foglio catastale.

L'analisi della distribuzione geografica delle principali classi colturali della regione è supportata dalle tecniche GIS di analisi della densità (KDE – Kernel Density Estimation) applicate agli indicatori colturali calcolati per ciascun foglio catastale. Nelle tecniche KDE una funzione basata su una finestra mobile circolare (*kernel*) viene sovrapposta a una griglia regolare contenente le posizioni con associati i valori quantitativi da studiare. La densità è stimata in corrispondenza di tutti i punti della griglia (rappresentata nel nostro caso da una maglia quadrata di 100 m di lato) con un grado di attenuazione determinato dall'ampiezza della finestra mobile definita dal raggio di ricerca (Bailey and Gatrell, 1995). L'applicazione di tali tecniche, in questo caso, evidenziando il rapporto fra SAU media della coltura e superficie totale (ST) in un raggio di 2 km, consente di identificare più efficacemente i contesti territoriali in cui alcune delle tipologie colturali in esame risultano maggiormente concentrate (Fig. 14, Fig. 16).

Ai fini dell'analisi, come specificato, sono state considerate le superfici agricole nelle quali viene praticata agricoltura basata su tecniche integrate e biologiche (PSR Mis. 2.1.4 az. A e B). L'incidenza territoriale di tali superfici può essere rappresentata efficacemente mediante le suddette tecniche KDE (Fig. 17).

Gli indicatori relativi agli apporti potenziali colturali medi di N sono rappresentati a livello di foglio catastale, sia in termini di quantitativi assoluti, che relativi riferiti ad ettaro di SAU. Le rappresentazioni riguardano sia il livello "SIAN", per il quale è stata ipotizzata l'adozione di tecniche convenzionali, sia per il livello "SIAN-PSR" per il quale, come già specificato, sono state considerate le superfici particellari a premio (e i relativi coefficienti) per l'adozione di tecniche agricole integrate o biologiche (Fig. 18, Fig. 19).

In generale gli apporti potenziali risultano fortemente correlati all'incidenza delle superfici cerealicole (Pearson's  $r=0.91$ ,  $p < 0.001$ ), come era del resto prevedibile anche dall'esame dei coefficienti colturali utilizzati. Le rappresentazioni permettono di anche identificare le aree in cui si registrano le maggiori riduzioni potenziali dei quantitativi impiegati che, chiaramente, presentano una buona correlazione con l'incidenza delle superfici a premio (Pearson's  $r=0.65$ ,  $p < 0.001$ ) (Fig. 20)

Le superfici agricole utilizzate e gli impieghi colturali potenziali complessivi a livello di unità territoriale, nelle due ipotesi SIAN e SIAN-PSR, possono essere desunti dalla Tab. 10. L'analisi dell'uso agricolo del suolo e degli impieghi colturali potenziali è stata approfondita a livello di sottobacino idrografico. L'uso agricolo del suolo (medio del triennio 2011-12-13) dei sottobacini appartenenti al 75° percentile della SAU totale può essere desunto dalla Fig. 21. I valori SIAN-PSR sono rappresentati geograficamente utilizzando classi corrispondenti ai quartili della distribuzione (Fig. 22). Gli eventuali valori estremi della distribuzione sono individuati mediante metodi statistici che risultano affidabili anche in caso di distribuzioni asimmetriche (Tukey, 1977; Vandervieren & Hubert, 2004). Gli impieghi colturali potenziali SIAN e SIAN-PSR dei sottobacini appartenenti al 75° percentile sono rappresentati graficamente in ordine decrescente (Fig. 23, Fig. 24).

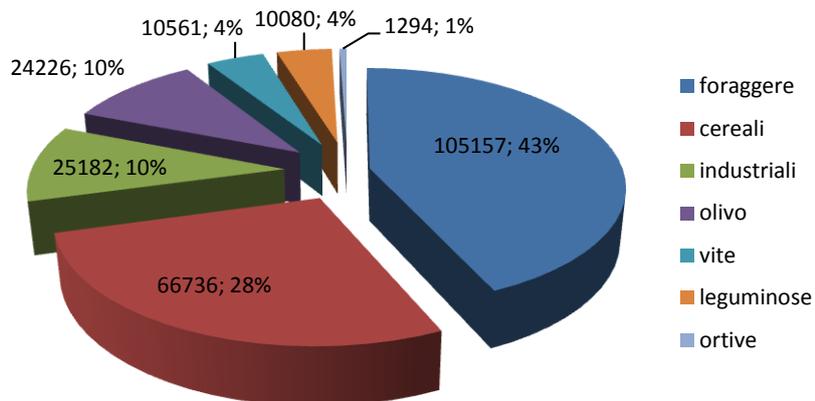


Fig. 12: Superfici agricole medie (ha) delle principali classi colturali e relative incidenze percentuali

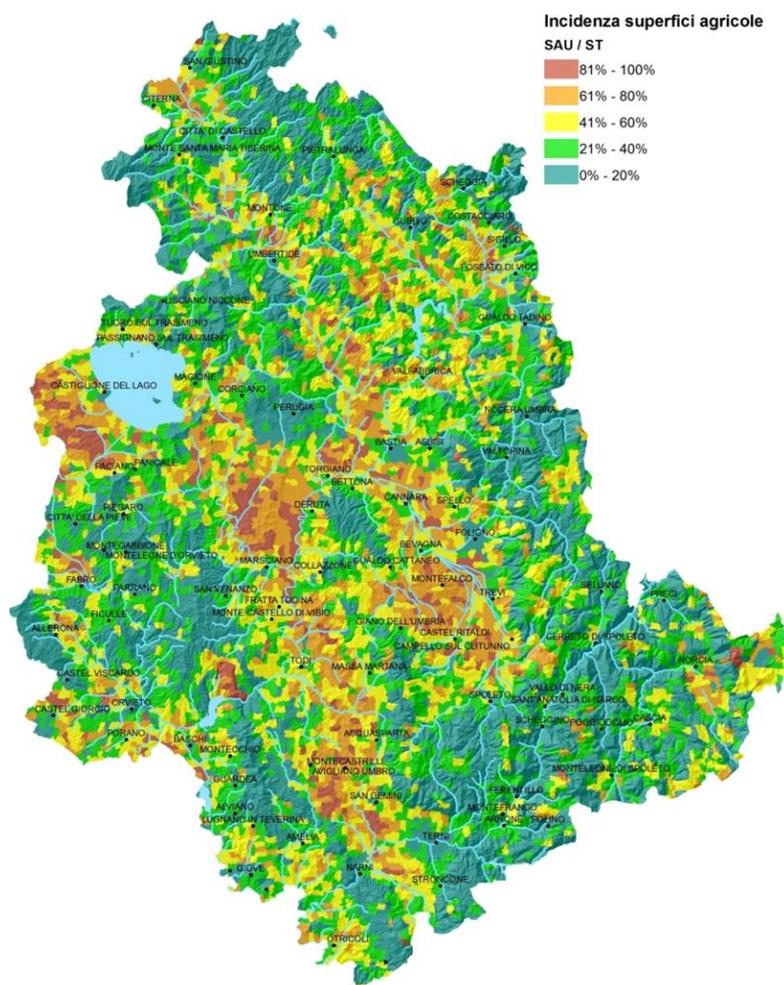


Fig. 13: Incidenza delle superfici agricole utilizzate sulla superficie totale dei fogli catastali

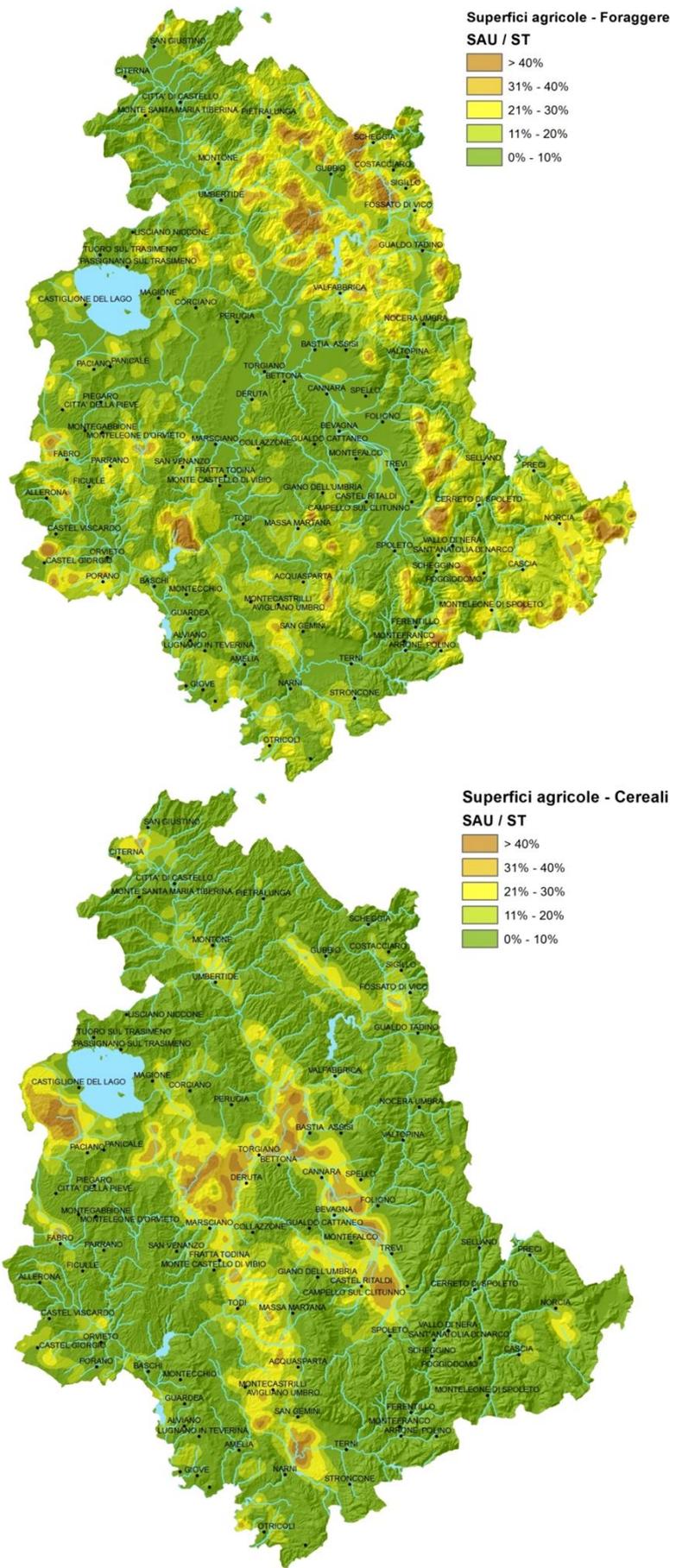


Fig. 14: Densità territoriale superfici agricole investite a foraggiere e cereali

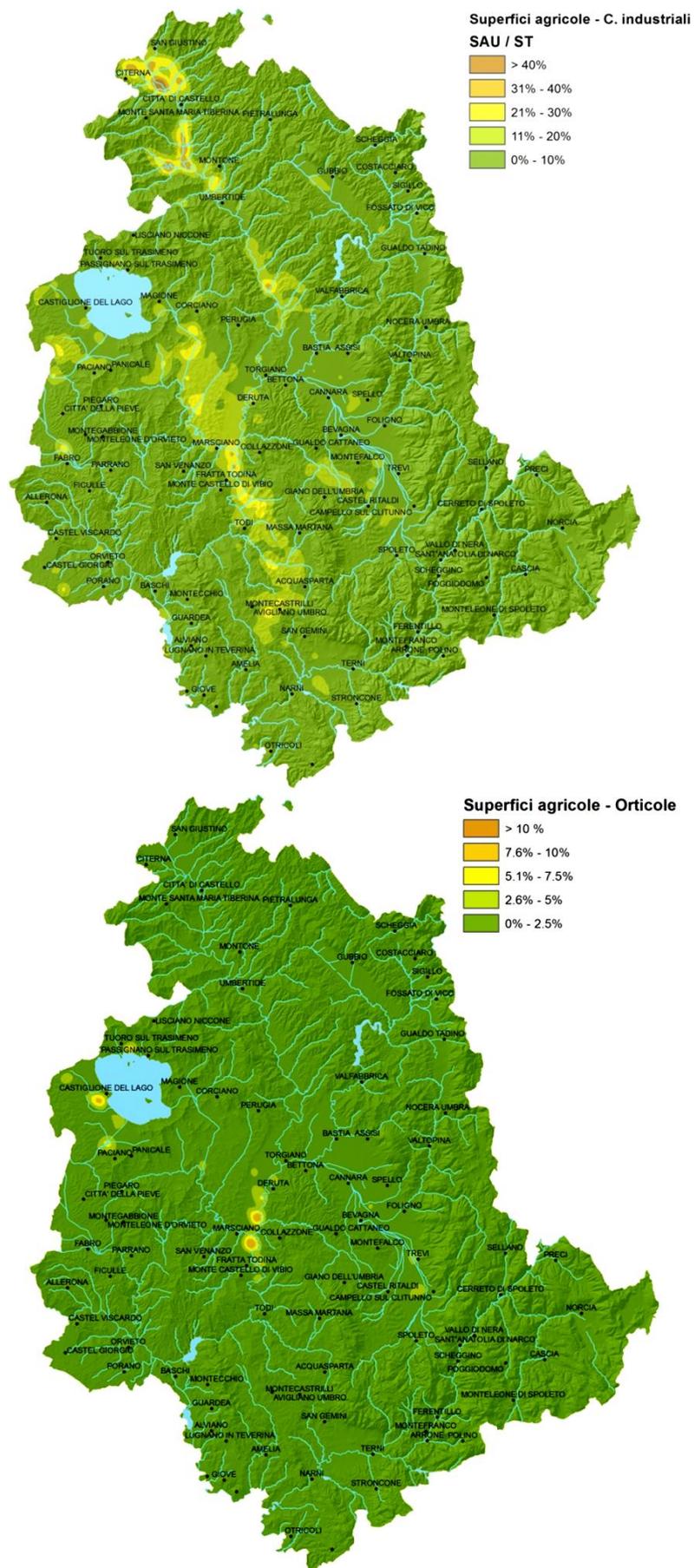


Fig. 15: Densità territoriale delle colture industriali e delle colture orticole

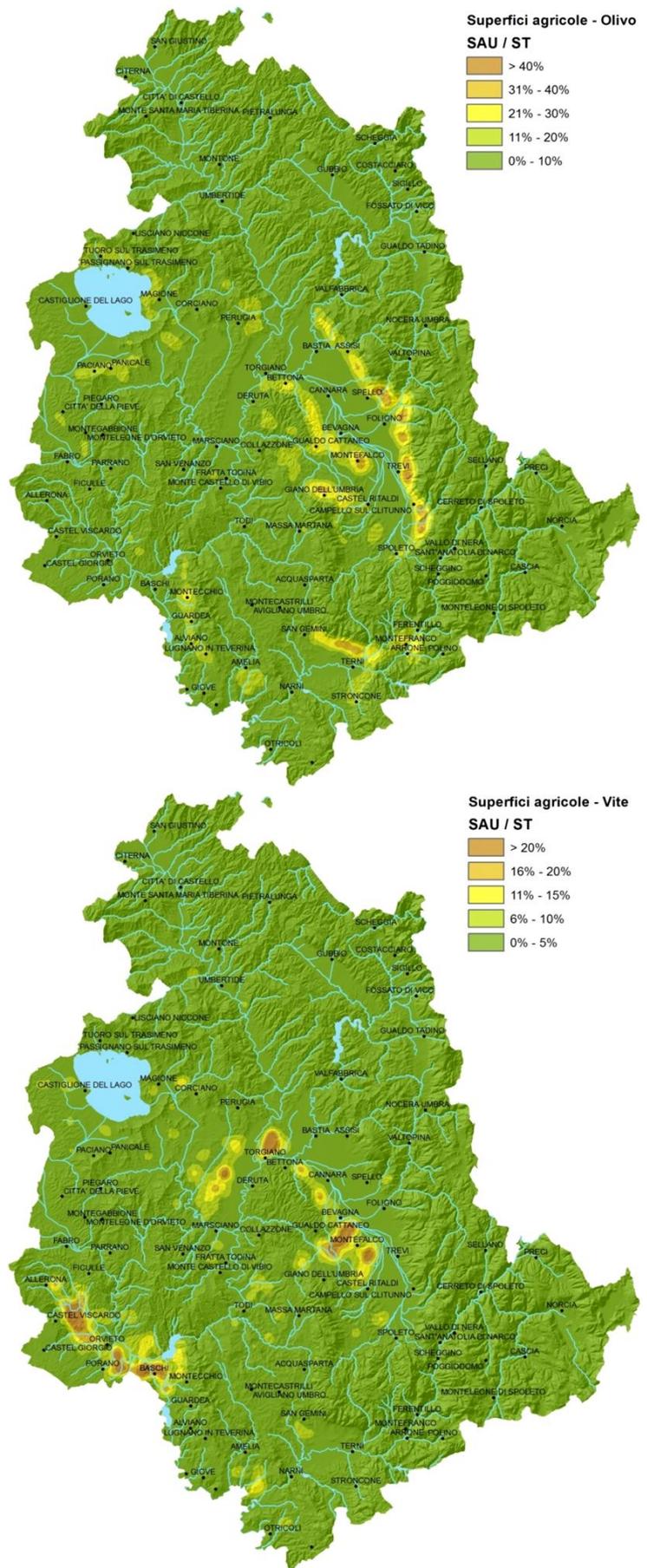


Fig. 16: Densità territoriale superfici olivicole e viticole

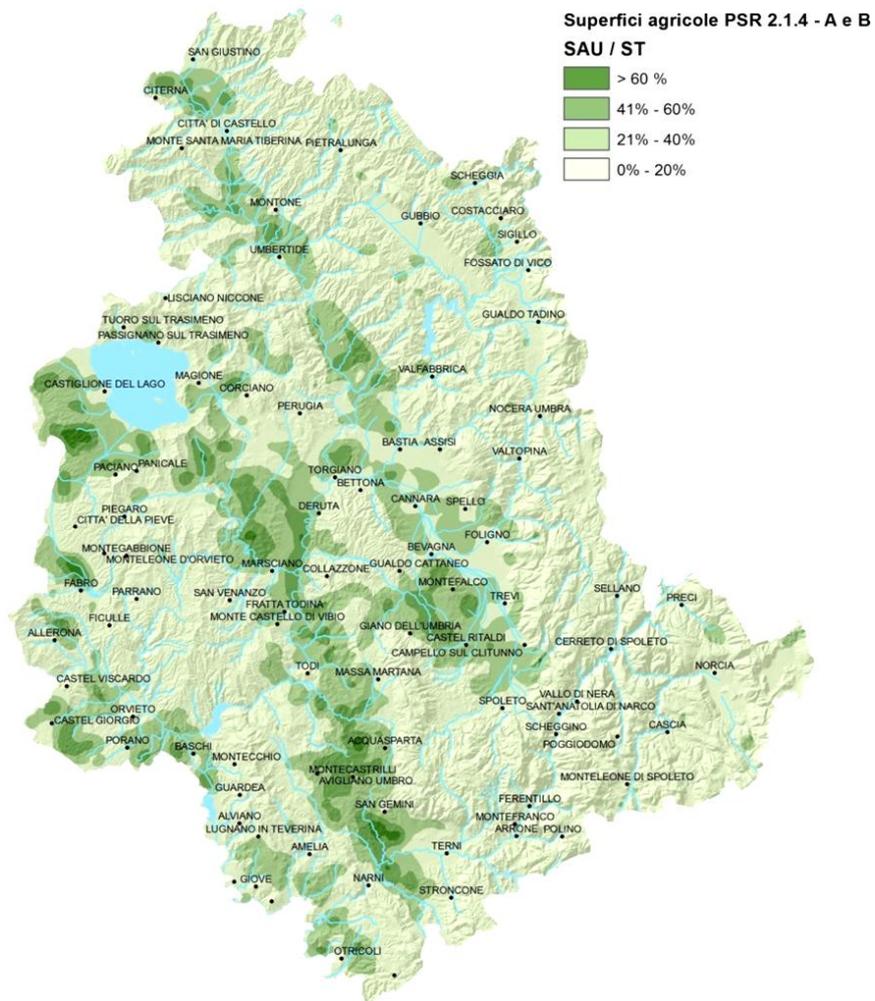


Fig. 17: Densità territoriale delle superfici PSR Mis. 2.1.4 az. A e B.

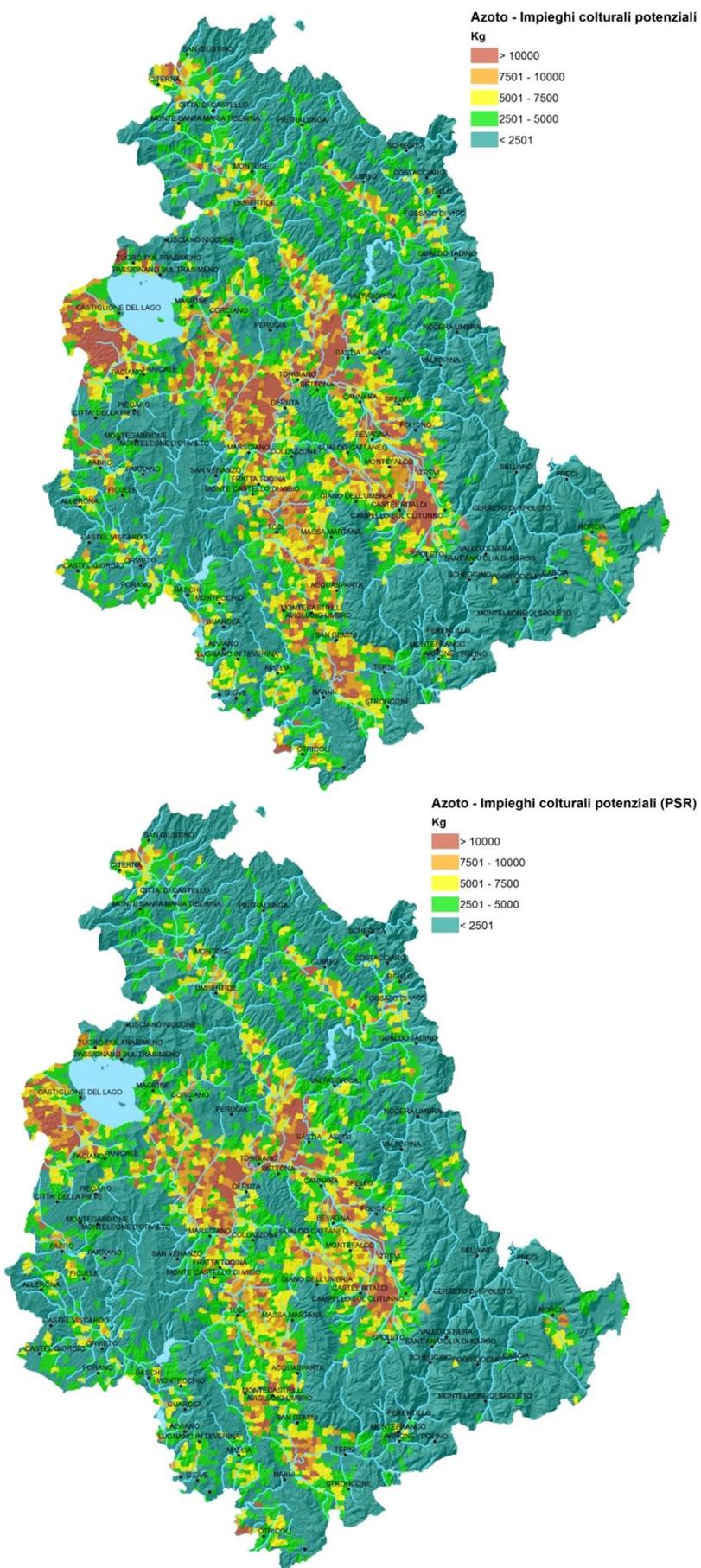


Fig. 18: Impieghi culturali potenziali nell'ipotesi SIAN (solo tecniche convenzionali, sopra) e SIAN-PSR (tecniche integrate e biologiche per le superfici PSR 2.1.4 A e B, sotto)

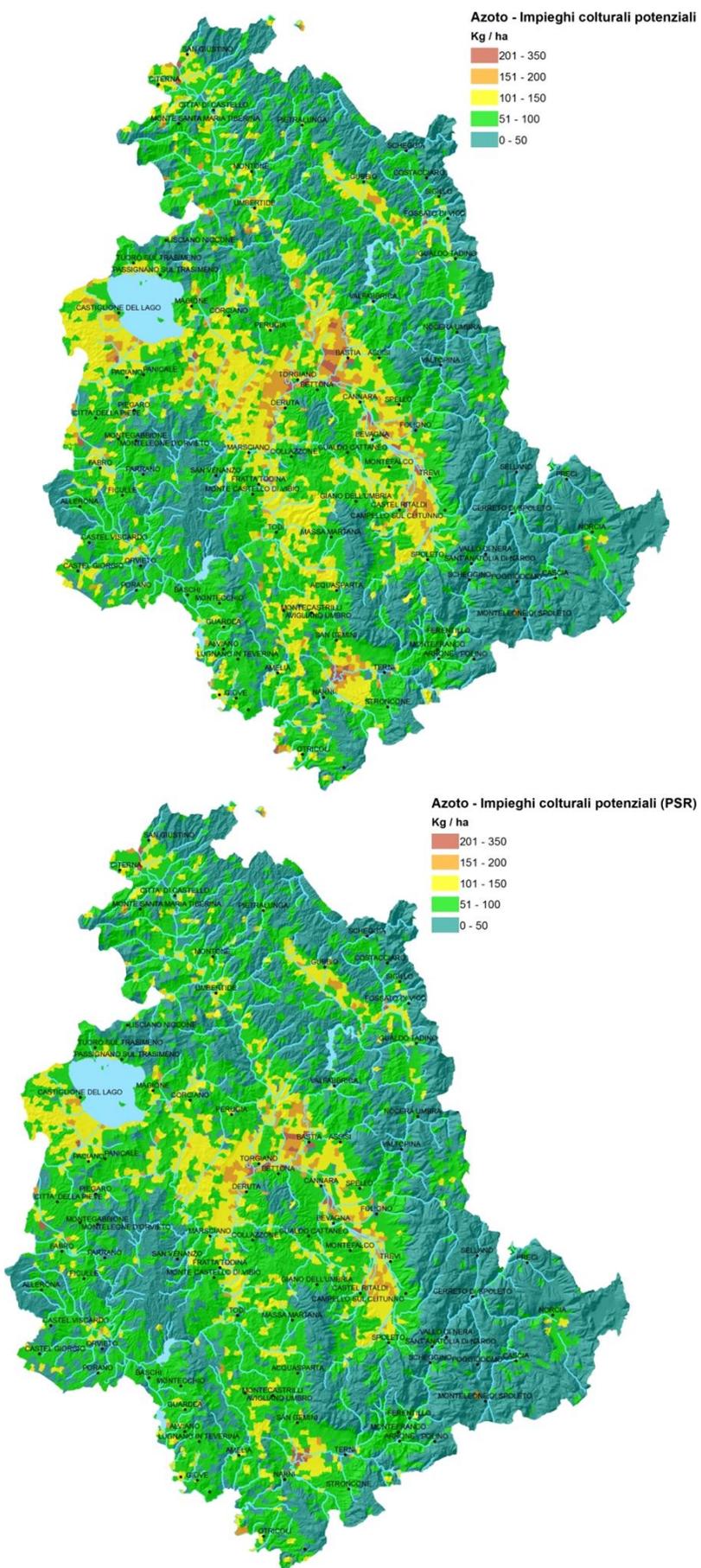


Fig. 19: Impieghi colturali potenziali (quantitativi ad ettaro di SAU) nell'ipotesi SIAN (solo tecniche convenzionali, sopra) e SIAN-PSR (tecniche integrate e biologiche per le superfici PSR 2.1.4 A e B, sotto)

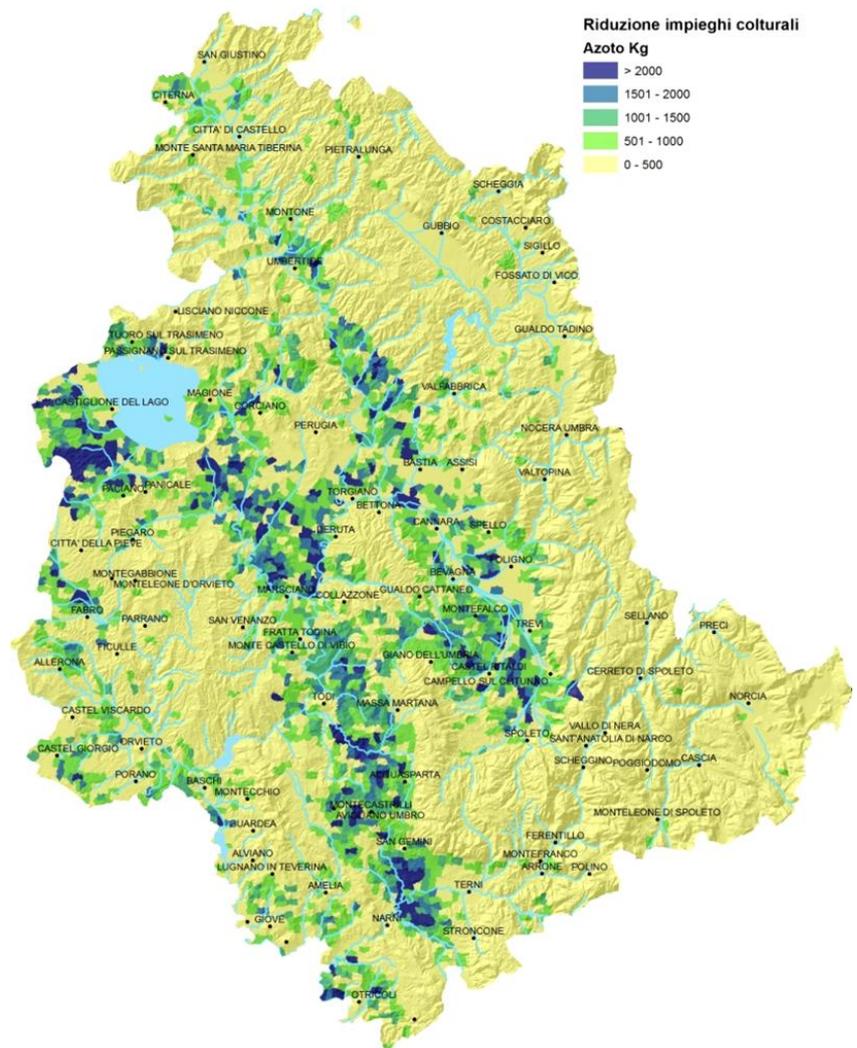


Fig. 20: Riduzione impieghi colturali potenziali in conseguenza dell'adozione di tecniche integrate e biologiche nelle superfici PSR 2.1.4 A e B

Unità territoriali	ST (ha)	SAU (ha)*	SAU (%)	SAU PSR 214 A+B (ha)*	SAU PSR 214 A+B (%)	N SIAN (t)	N SIAN-PSR (t)	Riduz. (t)	Riduz.(%)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
Nera	195 143	37 165	19%	11 401	31%	2 068.0	1 807.2	260.9	12.6%	55.64	48.63
Alto Tevere	147 869	44 543	30%	17 362	39%	3 277.6	2 923.4	354.2	10.8%	73.58	65.63
Topino	123 647	44 876	36%	14 496	32%	3 869.3	3 473.0	396.3	10.2%	86.22	77.39
Medio Tevere	89 456	40 714	46%	18 263	45%	3 784.5	3 297.6	486.9	12.9%	92.95	80.99
Chiascio	72 379	31 670	44%	6 159	19%	2 454.9	2 331.2	123.6	5.0%	77.51	73.61
Nestore	72 293	27 554	38%	12 305	45%	2 722.0	2 379.3	342.7	12.6%	98.79	86.35
Paglia Chiani	63 040	19 826	31%	10 002	50%	1 452.7	1 251.3	201.4	13.9%	73.27	63.11
Basso Tevere	53 978	18 301	34%	9 113	50%	1 563.9	1 365.8	198.1	12.7%	85.46	74.63
Trasimeno	37 518	11 687	31%	5 754	49%	1 257.0	1 086.7	170.3	13.5%	109.22	93.83
Metauro	14 945	3 194	21%	404	13%	109.6	104.4	5.2	4.8%	34.31	32.67
Arno	8 833	5 127	58%	2 644	52%	566.0	490.0	76.0	13.4%	119.54	105.82
Esino	8 733	1 439	16%	164	11%	40.7	38.2	2.5	6.2%	28.31	26.55
Potenza	2 102	537	26%	16	3%	7.3	7.0	0.3	3.7%	13.52	13.02
Chienti	1 179	350	30%	16	5%	19.0	18.6	0.4	2.0%	54.12	53.03
<b>Totale complessivo</b>	<b>891 114</b>	<b>286 983</b>	<b>32%</b>	<b>108 099</b>	<b>38%</b>	<b>23 192.5</b>	<b>573.7</b>	<b>2 618.8</b>	<b>11.3%</b>	<b>80.81</b>	<b>71.69</b>

Tab. 10: Superfici agricole utilizzate e impieghi colturali potenziali (SIAN e SIAN-PSR) nelle unità territoriali della regione Umbria. \*Valori calcolati considerando le superfici massime particellari nel triennio in esame.

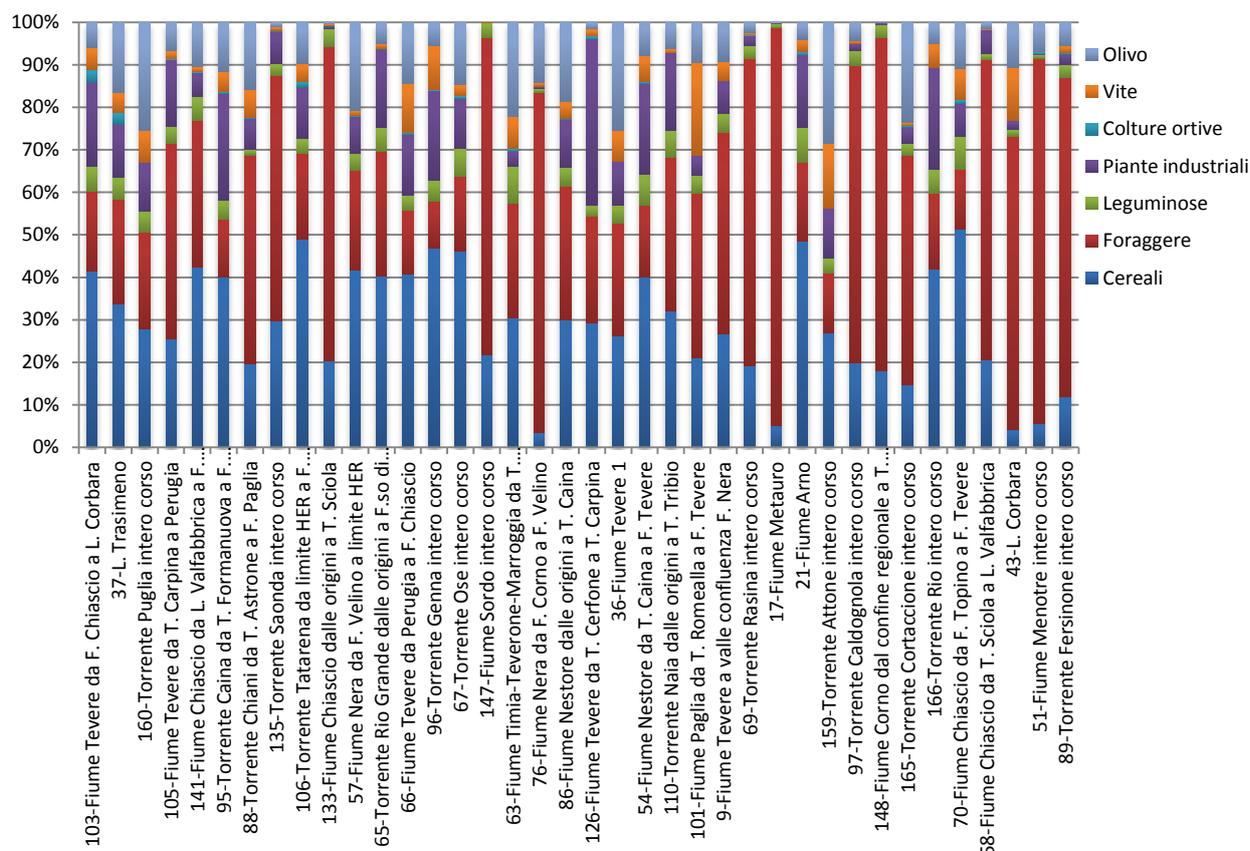


Fig. 21: Composizione percentuale dell'uso agricolo del suolo dei sottobacini regionali (75° percentile SAU)

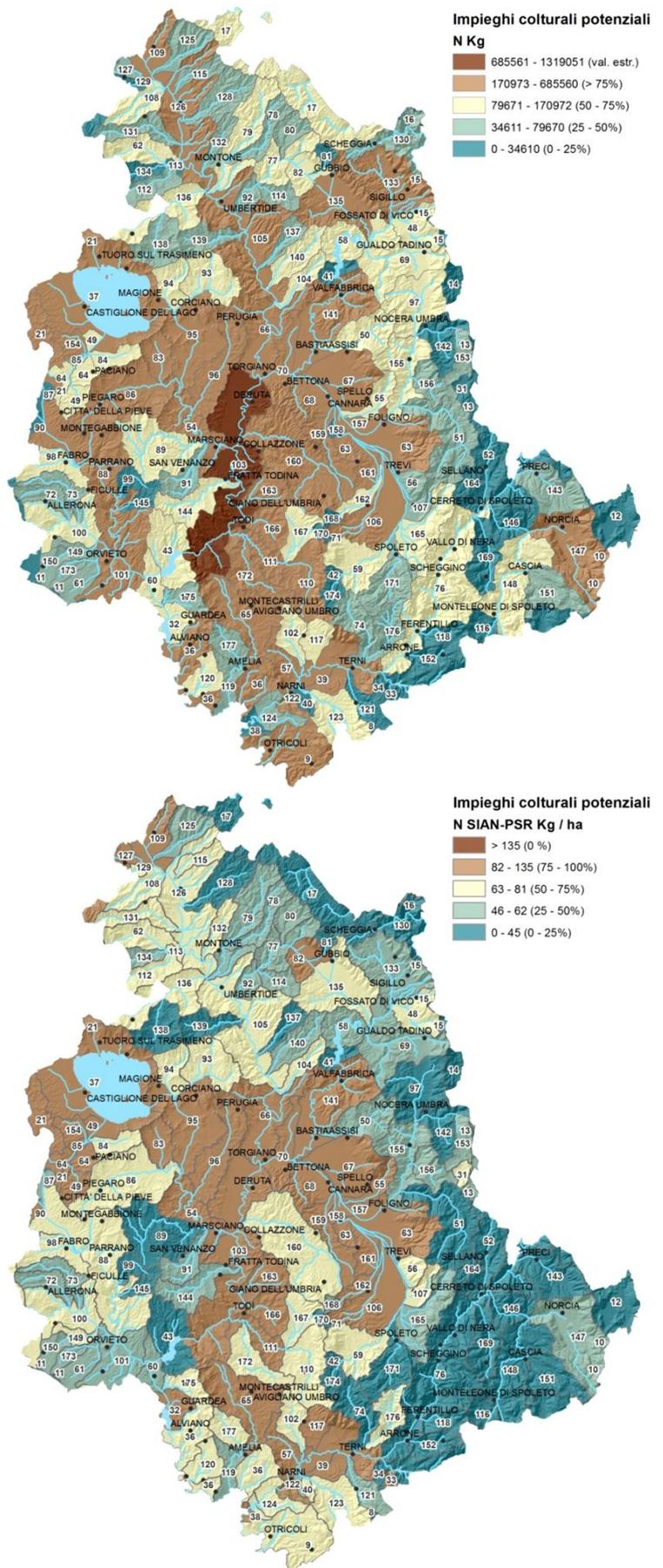


Fig. 22: Impieghi colturali potenziali di azoto (livello SIAN-PSR) nei sottobacini idrografici della regione Quantitativi assoluti (sopra) e per ettaro di SAU (sotto)

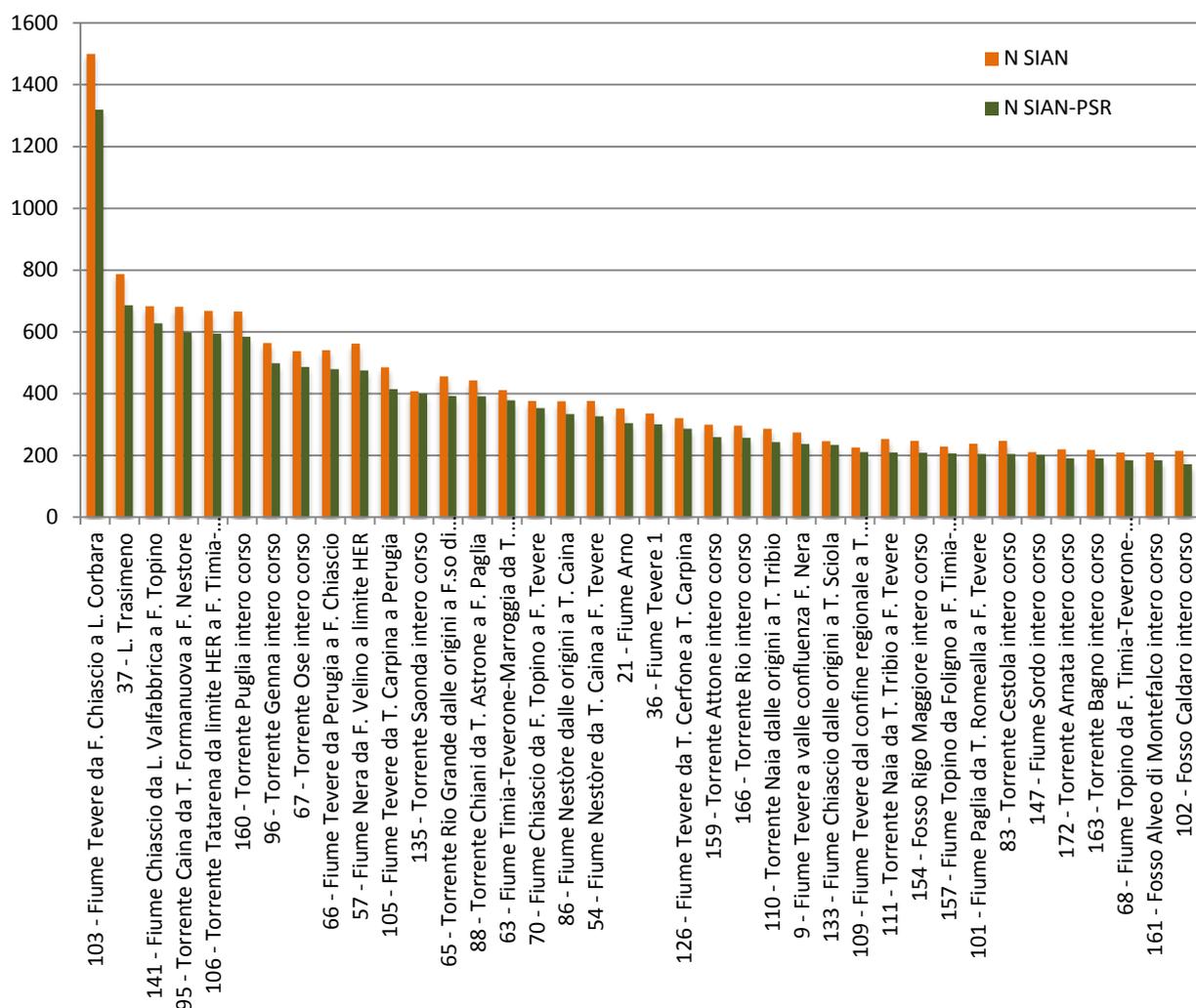


Fig. 23: Impieghi culturali potenziali di azoto (t) a livello di sottobacino  
 Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 179 t), ordinati in senso decrescente in base ai valori SIAN-PSR

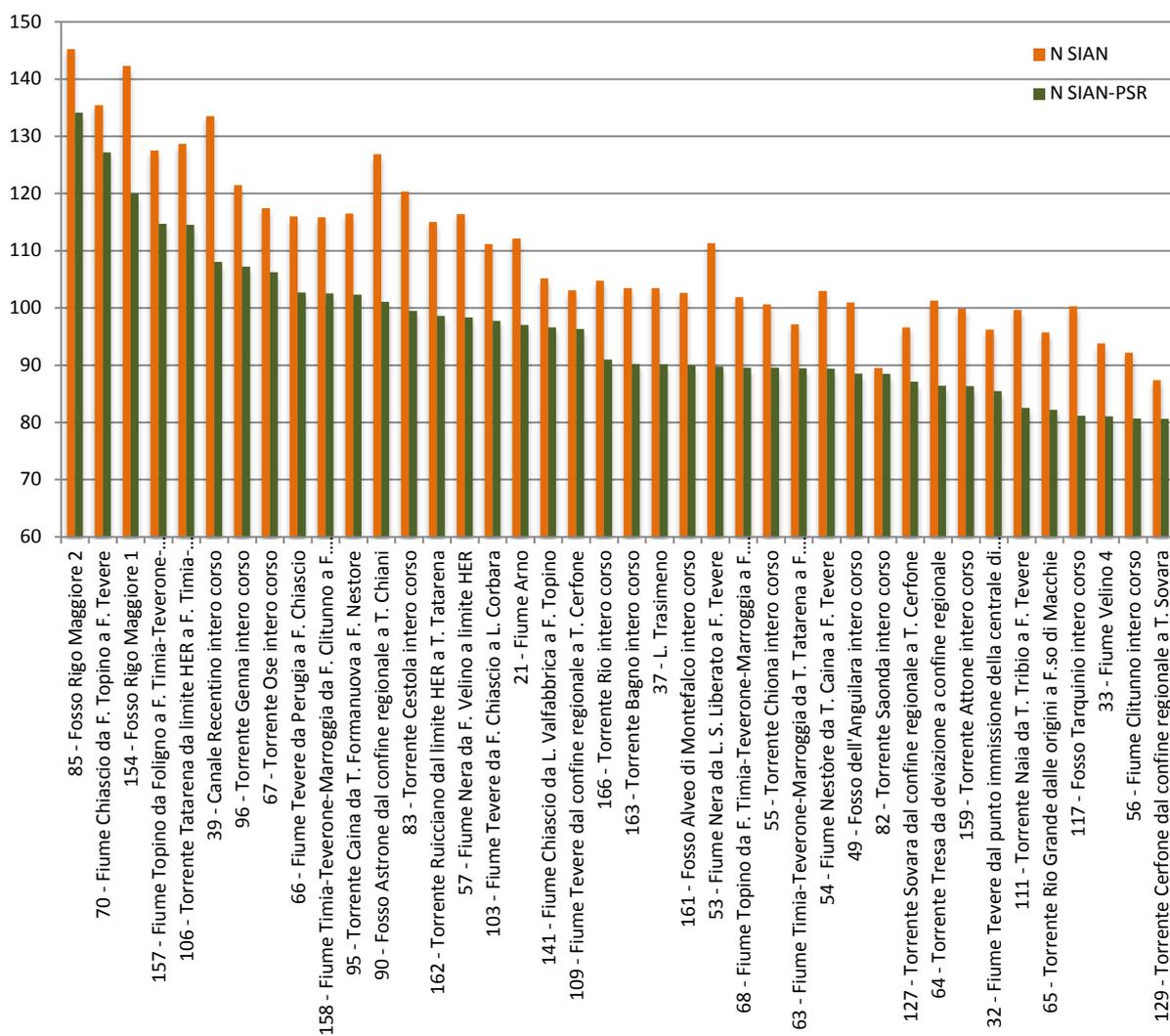


Fig. 24: Impieghi culturali potenziali di azoto a livello di sottobacino (Kg/ha SAU) Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 82 kg/ha), ordinati in senso decrescente in base ai valori SIAN-PSR

### 3.1.2 Allevamenti zootecnici e apporti potenziali da reflui

Una caratterizzazione generale del settore zootecnico è desumibile dalla tabella Tab. 11 che riporta alcune statistiche significative riferite alle categorie allevate nel territorio regionale. In base ai risultati complessivi è possibile distinguere gli apporti potenziali di azoto da parte delle varie tipologie di allevamento dell'Umbria (Fig. 25). Come descritto in precedenza, le procedure di calcolo consentono di classificare gli apporti potenziali, ai vari livelli di analisi, non solo in ragione della specie allevata, ma anche in funzione della datazione dei dati impiegati, della fonte informativa (BDN o comunicazioni) e del metodo adottato per la localizzazione dei carichi (buffer o piani particellari contenuti nelle stesse comunicazioni) (Tab. 13).

Utilizzando le coordinate presenti in BDN, o quelle desunte attraverso i metodi già descritti, sono state realizzate alcune rappresentazioni cartografiche relative alla localizzazione degli allevamenti zootecnici della regione, basate su una classificazione dimensionale ottenuta in base al numero di capi allevati (Fig. 26, Fig. 27). Le rappresentazioni risultano efficaci nell'illustrare, a livello regionale, la distribuzione territoriale delle principali tipologie di allevamenti oggetto di studio. Le consistenze impiegate in questa fase sono quelle desunte dalla BDN tenendo conto dei capi presenti ai censimenti o calcolate a partire dalla capacità teorica. Nella successiva analisi dei carichi potenziali, come specificato nella parte metodologica, si tiene conto anche delle comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti da allevamento.

Gli apporti potenziali da reflui sono stati determinati e rappresentati a livello di sottobacino evidenziando i quantitativi assoluti e relativi per ettaro di SAU negli ambiti in esame (Fig. 28). Anche in questo caso, le classificazioni utilizzate per le rappresentazioni cartografiche si basano su una suddivisione secondo i quartili della distribuzione e sull'individuazione di eventuali valori estremi (Tukey, 1977; Vandervieren & Hubert, 2004). Per le unità territoriali della regione e i sottobacini ricadenti nel 75° percentile della distribuzione si rappresenta anche l'origine dei carichi potenziali (Fig. 29, Fig. 30). Per gli stessi sottobacini sono rappresentati graficamente in ordine decrescente anche gli apporti da reflui per ettaro di SAU (Fig. 31). L'interpretazione di tali risultati, e la valutazione del loro livello di aggiornamento, è supportata anche dalla datazione e dal metodo adottato per la localizzazione dei carichi potenziali zootecnici (Tab. 13). Ai fini dell'analisi complessiva risulta interessante isolare il contributo degli allevamenti suinicoli e bovini in quanto generalmente caratterizzati dalle maggiori problematiche legate allo smaltimento degli effluenti (Fig. 32, Fig. 33, Fig. 34, Tab. 14).

Specie	Allevamenti	Capi*	Media capi*	Dev. st. capi*	Peso vivo* (t)	Media peso vivo* (t)	Dev. st. peso vivo* (t)	N al campo** (t)	P al campo** (t)
BOVINI	3155	58506	19	47	28010	8.88	23.91	2587	1108
SUINI	2190	227637	104	478	17331	7.91	37.26	1876	935
AVICOLI	184	3855554	20954	56923	7588	41.24	116.06	1060	620
OVINI-CAPRINI	3058	128903	42	148	5735	1.88	6.42	566	418
EQUINI	4880	13991	3	3	5037	1.03	1.16	348	297
<b>Totali</b>	<b>13467</b>	<b>4284591</b>	<b>318</b>	<b>7069</b>	<b>63702</b>	<b>4.73</b>	<b>24.15</b>	<b>6437</b>	<b>3377</b>

Tab. 11: Principali statistiche riferite agli allevamenti zootecnici della regione Umbria  
(\* basate su dati BDN, \*\* basate su dati BDN e Comunicazioni)

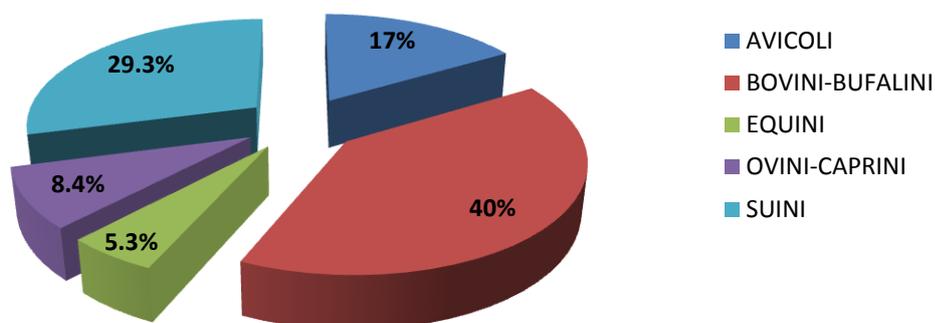


Fig. 25: Ripartizione percentuale degli apporti potenziali da reflui zootecnici in relazione alla specie allevata (N al campo %)

Specie	Datazione					Fonte		Localizzazione		Totale
	< 2010 o teorici	2010	2011	2012	2013	BDN	COM	BUFFER	COM	
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	38.9%	1.1%	24.6%	15.4%	40.0%
SUINI	3.3%	2.6%	4.7%	4.8%	13.9%	23.0%	6.3%	7.5%	21.8%	29.3%
AVICOLI	11.4%	0.0%	1.5%	3.4%	0.7%	10.4%	6.6%	10.4%	6.6%	17.0%
OVINI-CAPRINI	0.4%	0.1%	0.4%	1.2%	6.2%	8.4%	0.0%	8.4%	0.0%	8.4%
EQUINI	5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.3%	0.0%	5.3%	0.0%	5.3%
<b>Totale</b>	<b>20.4%</b>	<b>2.7%</b>	<b>6.6%</b>	<b>9.4%</b>	<b>60.9%</b>	<b>86.1%</b>	<b>13.9%</b>	<b>56.2%</b>	<b>43.8%</b>	<b>100.0%</b>

Tab. 12: Ripartizione degli apporti potenziali zootecnici per specie, datazione, fonte informativa e metodo di localizzazione (COM = Comunicazioni)

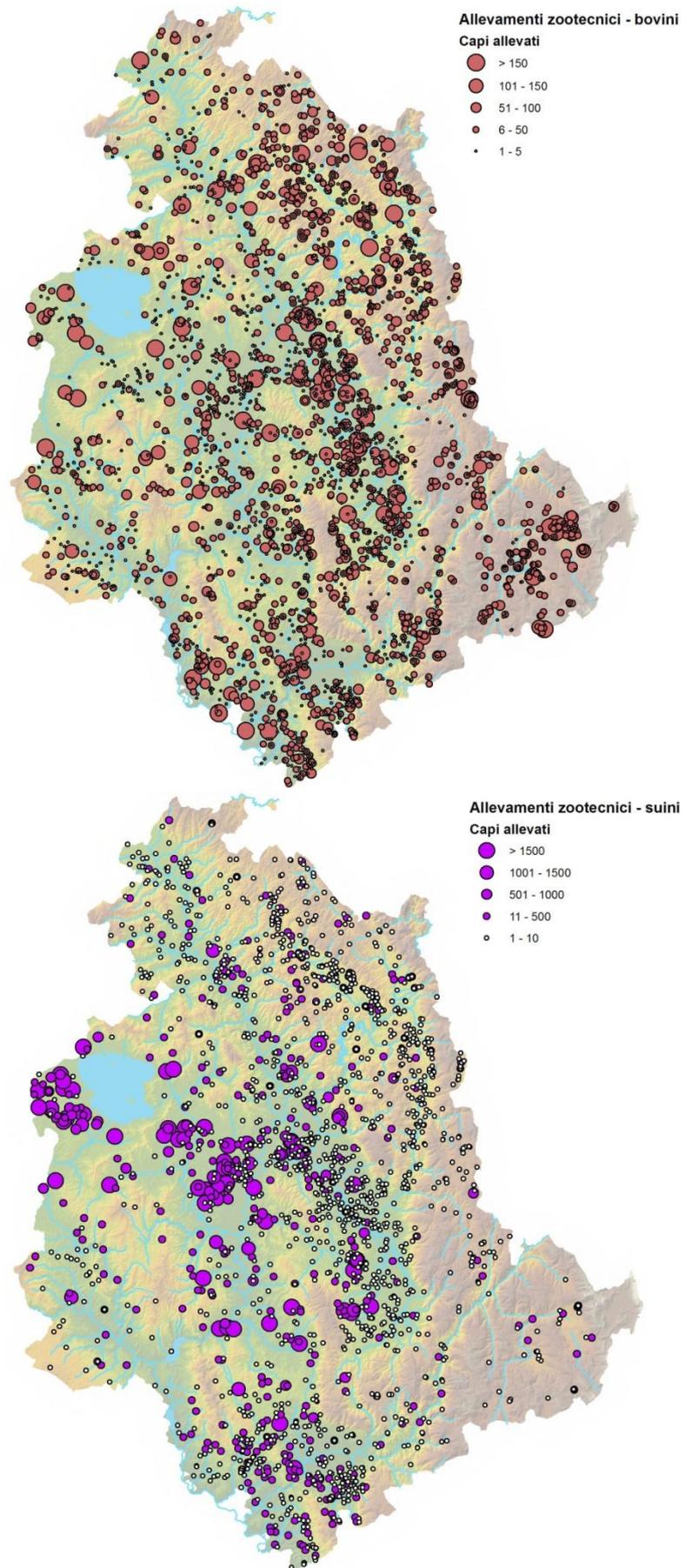


Fig. 26: Localizzazione degli allevamenti bovini e suinicoli nel territorio regionale.  
La classificazione si basa sulle consistenze ai censimenti o teoriche, desunte dai dati BDN

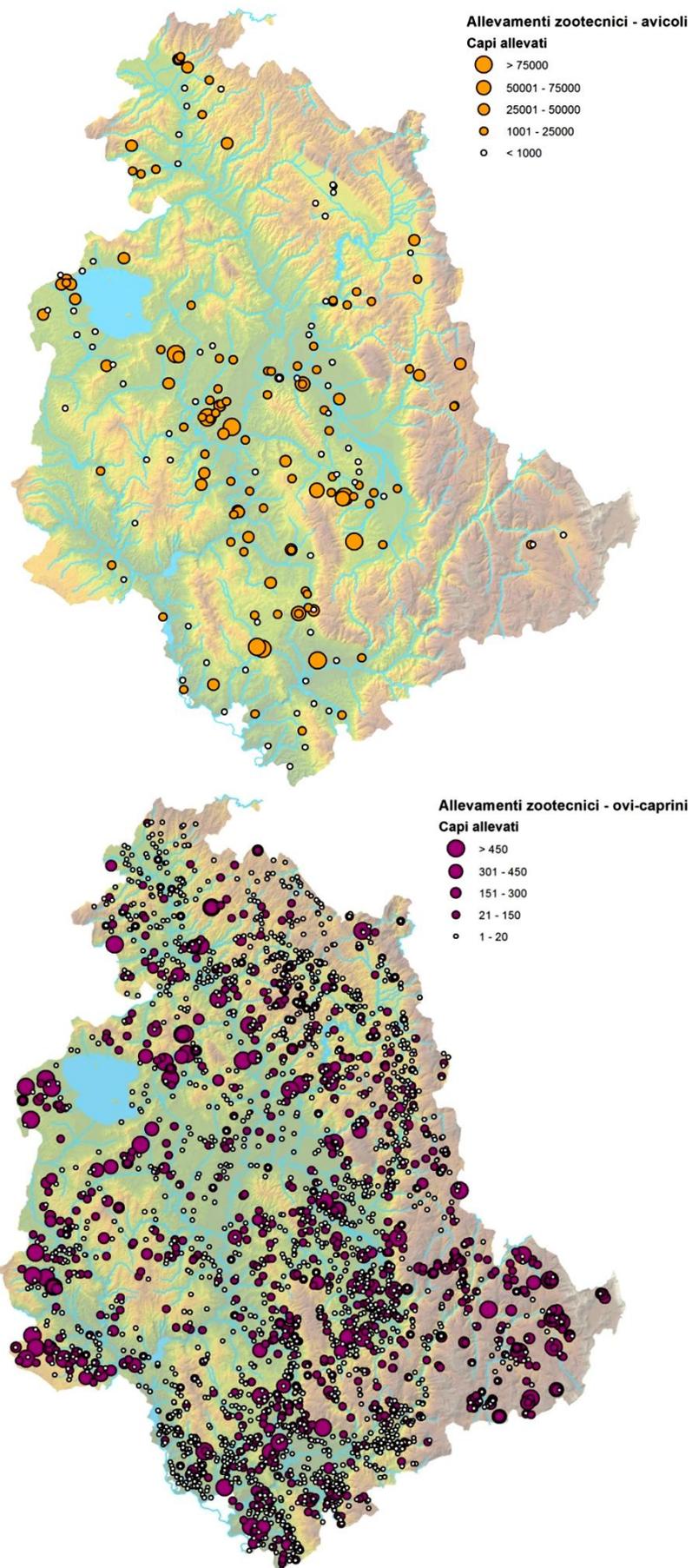


Fig. 27: Localizzazione degli allevamenti avicoli e ovi-caprini nel territorio regionale  
La classificazione si basa sulle consistenze ai censimenti o teoriche, desunte dai dati BDN

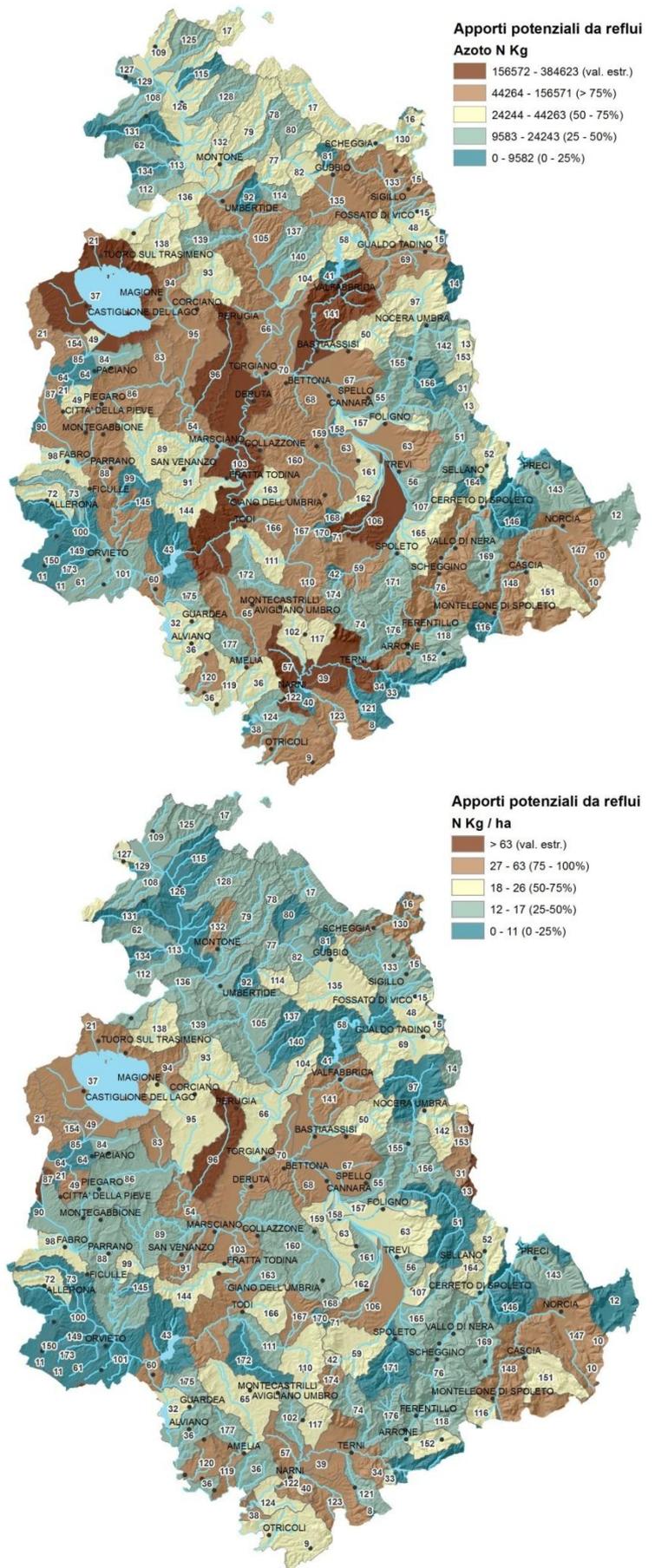


Fig. 28: Apporti potenziali da reflui calcolati a livello di sottobacino.

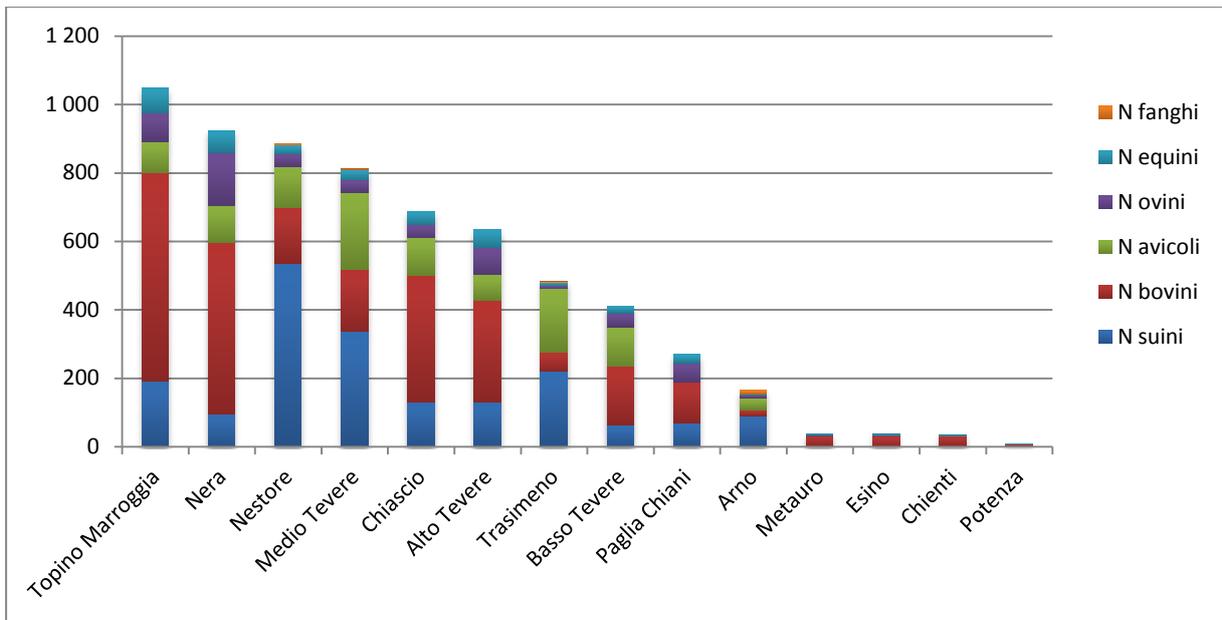


Fig. 29: Apporti da reflui potenziali di azoto (t) nelle unità territoriali della regione suddivisi per origine

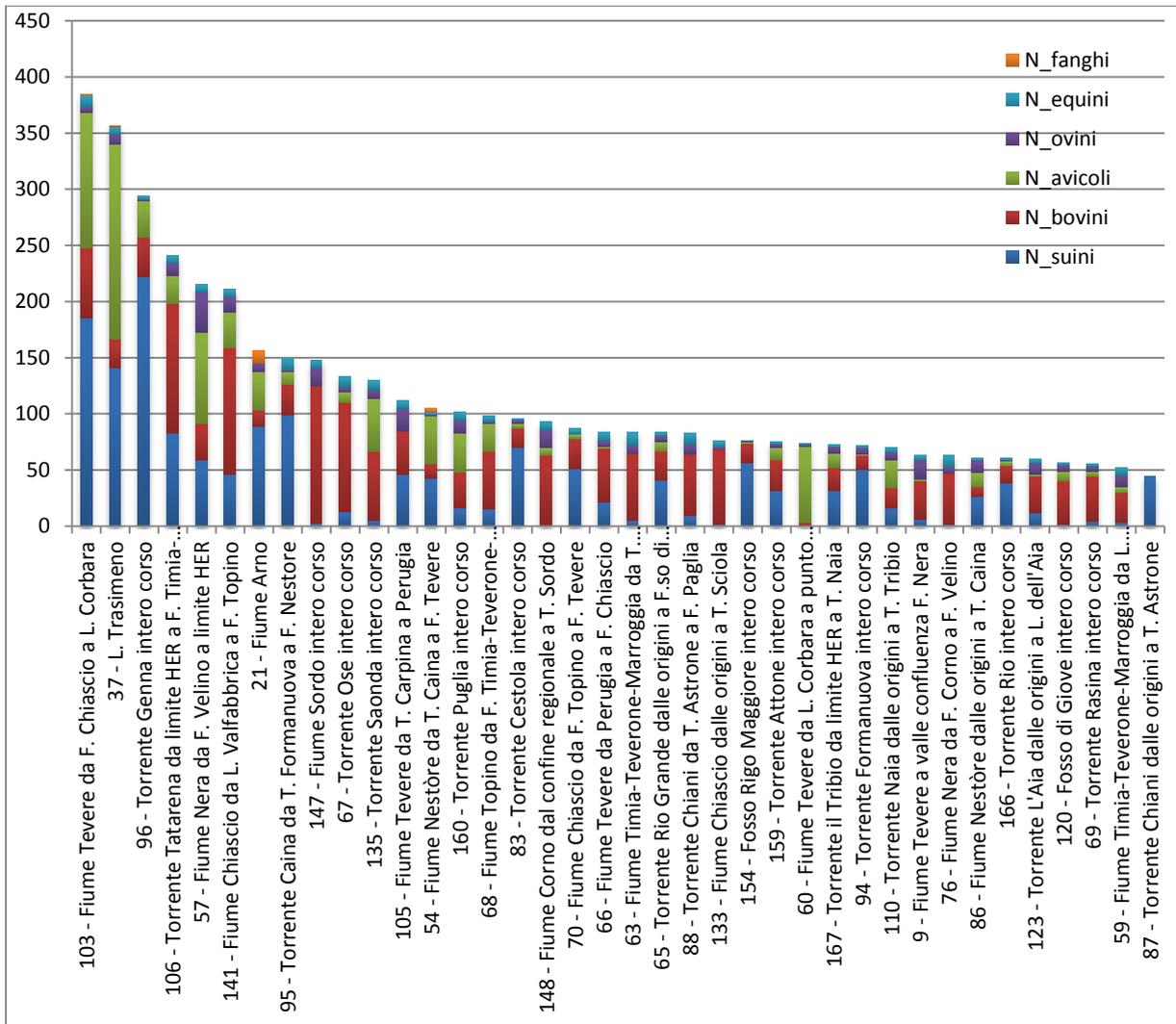


Fig. 30: Apporti potenziali da reflui calcolati a livello di sottobacino, suddivisi per origine  
Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 44 t)

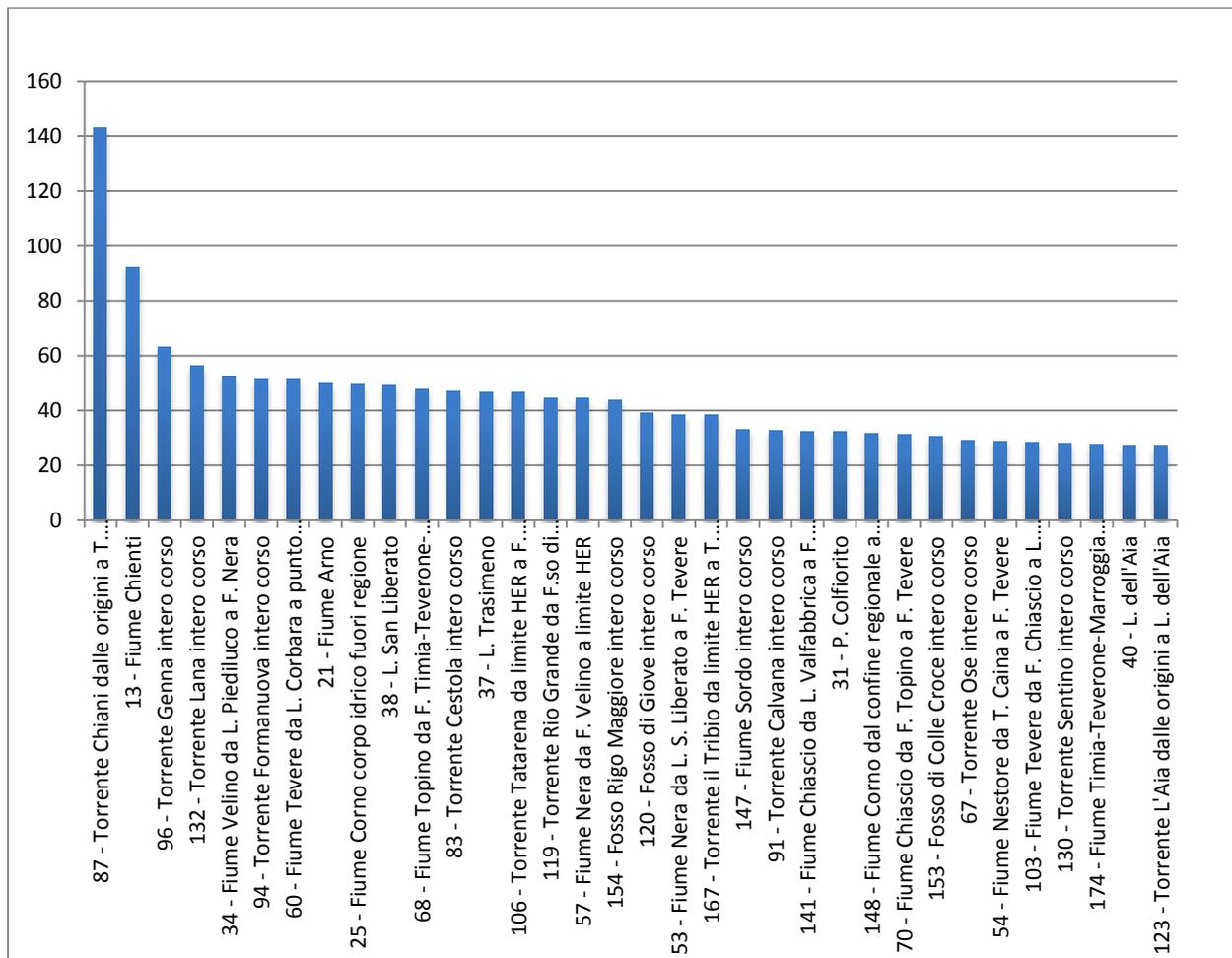


Fig. 31: Apporti potenziali da reflui calcolati a livello di sottobacino (Kg/ha). Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 27 Kg/ha)

Sottobacini	Datazione					Localizzazione	
	2013	2012	2011	2010	< 2010 o teorici	BUFFER	COM.
103 - Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	45%	11%	4%	10%	30%	54%	46%
37 - L. Trasimeno	20%	11%	15%	2%	52%	61%	39%
96 - Torrente Genna intero corso	54%	3%	6%	26%	12%	22%	78%
106 - Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	84%	1%	5%	0%	9%	36%	64%
57 - Fiume Nera da F. Velino a limite HER	29%	48%	12%	0%	10%	50%	50%
141 - Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	77%	2%	1%	0%	20%	61%	39%
95 - Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	54%	22%	0%	2%	22%	20%	80%
147 - Fiume Sordo intero corso	94%	0%	0%	0%	5%	71%	29%
21 - Fiume Arno	33%	23%	20%	0%	24%	36%	64%
67 - Torrente Ose intero corso	85%	0%	0%	0%	15%	62%	38%
135 - Torrente Saonda intero corso	57%	0%	35%	0%	8%	49%	51%
105 - Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	54%	1%	0%	5%	41%	79%	21%
160 - Torrente Puglia intero corso	48%	7%	24%	2%	19%	47%	53%
54 - Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	32%	8%	15%	6%	38%	49%	51%
68 - Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	61%	1%	0%	0%	38%	45%	55%
83 - Torrente Cestola intero corso	85%	10%	0%	0%	5%	41%	59%
148 - Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo	81%	3%	0%	0%	16%	82%	18%
70 - Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	57%	1%	0%	0%	42%	42%	58%
66 - Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	77%	5%	0%	5%	13%	38%	62%
63 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	80%	0%	0%	1%	19%	45%	55%
65 - Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	66%	7%	16%	0%	11%	63%	37%
88 - Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	76%	2%	7%	0%	14%	53%	47%
133 - Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	92%	0%	0%	0%	8%	51%	49%
154 - Fosso Rigo Maggiore 1	25%	3%	70%	0%	3%	29%	71%
159 - Torrente Attone intero corso	80%	0%	9%	1%	10%	29%	71%
60 - Fiume Tevere da L. Corbara a punto immissione della centrale di Baschi	8%	91%	0%	0%	1%	9%	91%
167 - Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	35%	36%	0%	9%	20%	66%	34%
94 - Torrente Formanuova intero corso	97%	0%	0%	0%	3%	30%	70%
110 - Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	36%	14%	0%	6%	44%	82%	18%
9 - Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera	68%	3%	9%	0%	20%	100%	0%
76 - Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	78%	2%	1%	1%	19%	95%	5%
86 - Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	41%	21%	6%	3%	29%	44%	56%
166 - Torrente Rio intero corso	26%	48%	22%	1%	3%	31%	69%
123 - Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	71%	3%	1%	0%	25%	97%	3%
120 - Fosso di Giove intero corso	75%	4%	2%	0%	20%	99%	1%
69 - Torrente Rasina intero corso	84%	1%	1%	0%	14%	73%	27%
59 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	70%	6%	5%	0%	20%	76%	24%
87 - Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone	50%	0%	49%	0%	0%	0%	100%

Tab. 13: Percentuali riferite alla datazione e al metodo di localizzazione (buffer o comunicazioni) degli apporti potenziali da reflui zootecnici - Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 44 t)

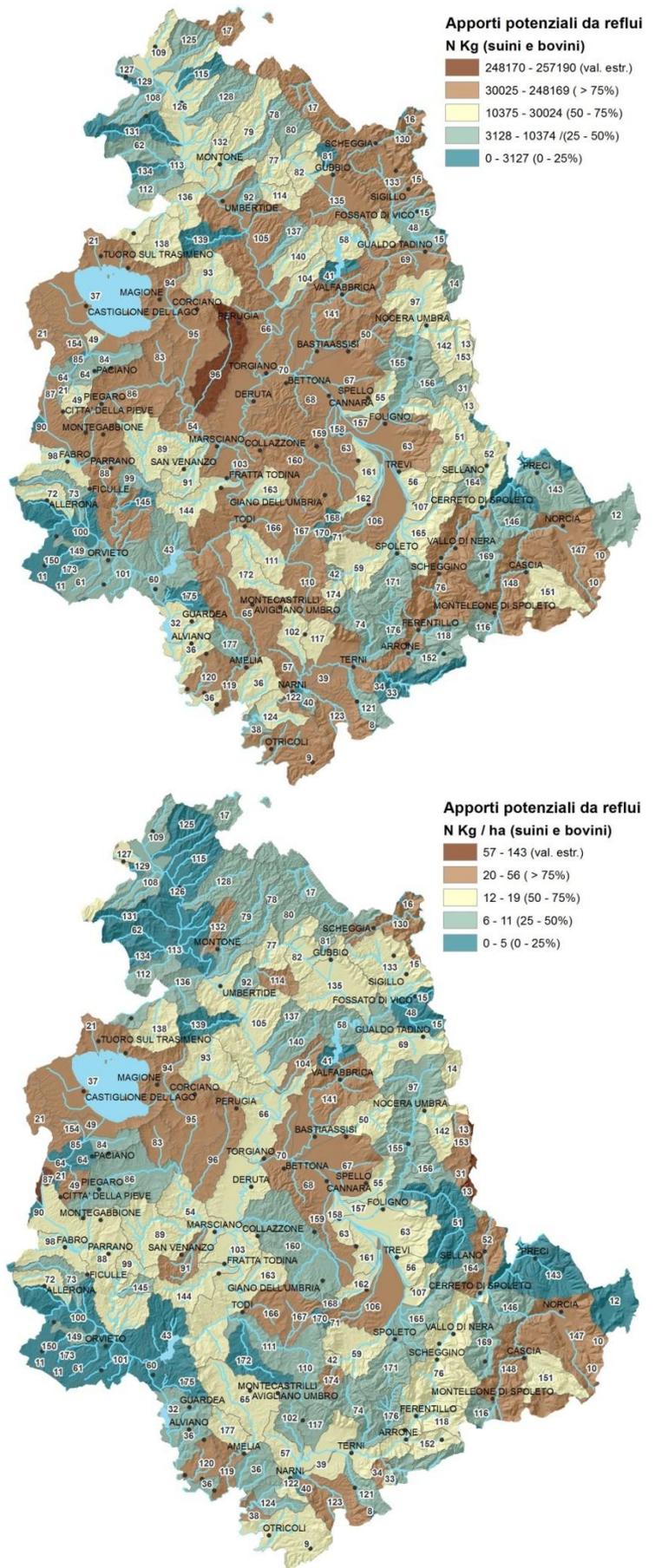


Fig. 32: Apporti potenziali da reflui (suini e bovini).

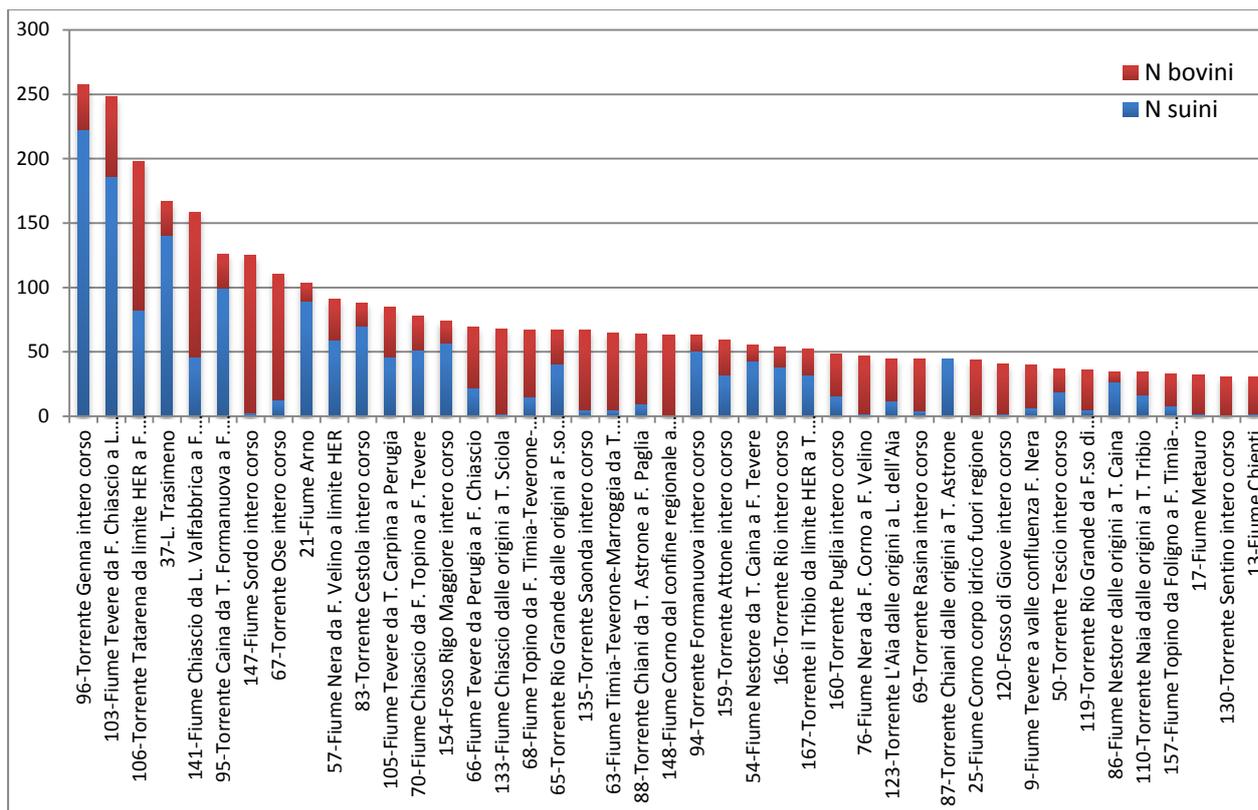


Fig. 33: Apporti da reflui potenziali (t) (suini e bovini) calcolati a livello di sottobacino. Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 30 t)

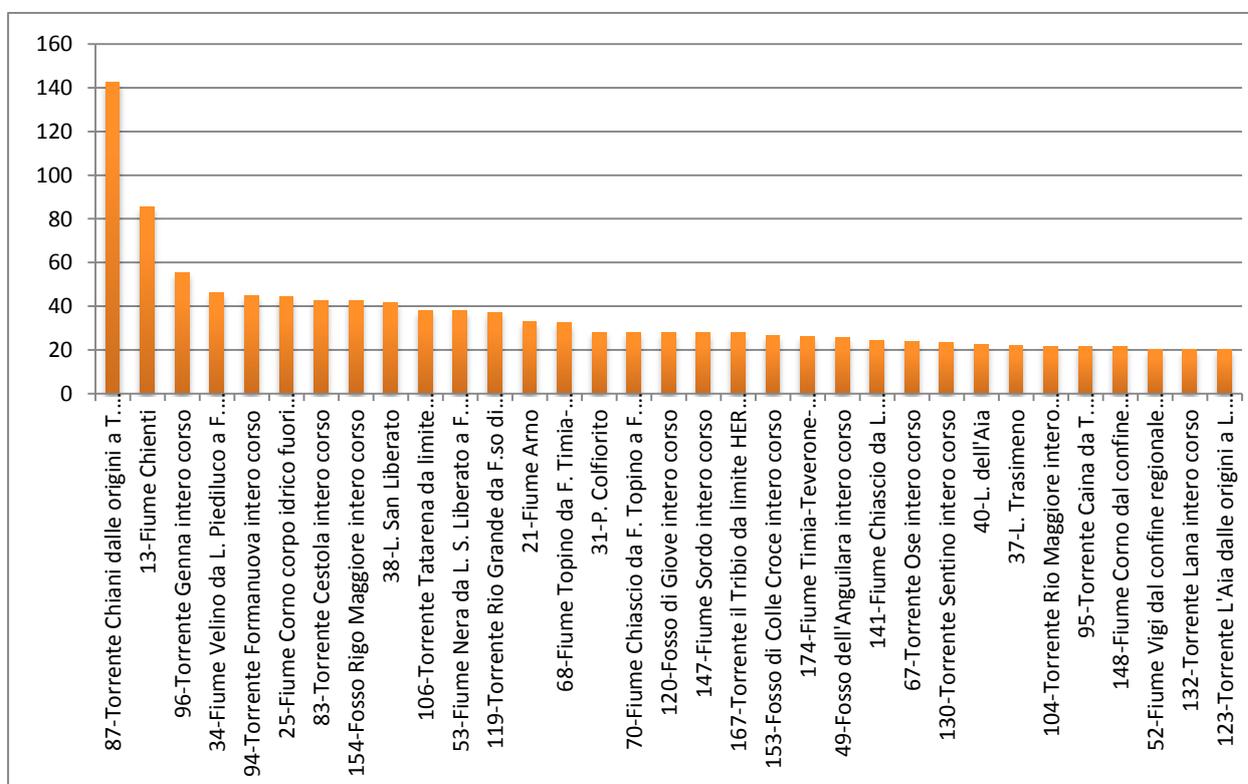


Fig. 34: Apporti da reflui potenziali (t) (suini e bovini) calcolati a livello di sottobacino (Kg/ha) Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 20 Kg/ha)

Sottobacino	SUINI					BOVINI
	2013	2012	2011	2010	< 2010 o teorici	2013
296 - Torrente Genna intero corso	46%	3%	6%	29%	1%	14%
103 - Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	32%	12%	5%	15%	10%	25%
106 - Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	41%	0%	0%	0%	0%	58%
37 - L. Trasimeno	24%	22%	31%	4%	2%	16%
141 - Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	24%	2%	1%	0%	2%	71%
95 - Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	40%	26%	0%	2%	11%	21%
147 - Fiume Sordo intero corso	1%	0%	1%	0%	1%	98%
67 - Torrente Ose intero corso	10%	0%	0%	0%	1%	89%
21 - Fiume Arno	29%	30%	28%	0%	0%	14%
57 - Fiume Nera da F. Velino a limite HER	27%	0%	29%	0%	9%	35%
83 - Torrente Cestola intero corso	69%	11%	0%	0%	0%	20%
105 - Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	3%	1%	0%	6%	45%	46%
70 - Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	29%	1%	0%	0%	36%	34%
154 - Fosso Rigo Maggiore 1	2%	2%	72%	0%	0%	23%
66 - Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	22%	1%	0%	6%	2%	69%
133 - Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	2%	0%	0%	0%	0%	97%
68 - Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	10%	1%	0%	0%	11%	78%
65 - Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	37%	0%	19%	0%	5%	39%
135 - Torrente Saonda intero corso	6%	0%	0%	0%	1%	92%
63 - Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	1%	0%	0%	1%	6%	93%
88 - Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	0%	3%	9%	0%	2%	86%
148 - Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo	0%	0%	0%	0%	1%	99%
94 - Torrente Formanuova intero corso	79%	0%	0%	0%	1%	20%
159 - Torrente Attone intero corso	52%	0%	1%	1%	0%	46%
54 - Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	37%	5%	25%	11%	0%	22%
166 - Torrente Rio intero corso	0%	47%	24%	0%	0%	29%
167 - Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	1%	47%	0%	12%	0%	39%
160 - Torrente Puglia intero corso	14%	14%	1%	3%	2%	67%
76 - Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	1%	0%	0%	1%	1%	97%
123 - Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	5%	1%	0%	0%	21%	73%
69 - Torrente Rasina intero corso	6%	1%	2%	0%	1%	90%
87 - Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone	50%	0%	50%	0%	0%	0%
120 - Fosso di Giove intero corso	1%	2%	0%	0%	1%	95%
9 - Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera	0%	3%	0%	0%	12%	84%
50 - Torrente Tescio intero corso	46%	1%	0%	0%	4%	48%
119 - Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere	9%	0%	4%	0%	1%	86%
86 - Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	29%	31%	9%	6%	1%	24%
110 - Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	7%	27%	0%	10%	2%	53%
157 - Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	22%	0%	0%	1%	0%	76%
17 - Fiume Metauro	1%	3%	1%	0%	1%	94%
130 - Torrente Sentino intero corso	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Tab. 14: Datazione apporti potenziali da reflui prodotti da allevamenti suinicoli e bovini.  
Sottobacini appartenenti al 75° percentile (N > 30 t)

### 3.1.3 Scenari per l'analisi dei carichi agro-zootecnici complessivi

Questa parte del lavoro riporta i risultati relativi ai tre scenari definiti con l'obiettivo di stimare i carichi potenziali complessivi di origine agro-zootecnica. Gli scenari si basano su tre differenti combinazioni fra i quantitativi potenziali relativi agli impieghi colturali e agli apporti da reflui illustrati nei paragrafi precedenti. Come descritto in precedenza, lo scenario 1 rappresenta la situazione migliore derivante da una gestione "ottimale" degli apporti potenziali da reflui in relazione agli impieghi colturali, lo scenario 2 si riferisce a una ipotesi "intermedia" in base alla quale gli agricoltori considerano solo metà del potere fertilizzante dei reflui, mentre lo scenario 3 è associato all'ipotesi "peggiore" in base al quale i quantitativi di nutrienti apportati con la fertilizzazione non tengono affatto in considerazione gli apporti da reflui nei vari contesti ambientali in esame.

Ai fini di una valutazione preliminare risulta importante esaminare, a livello di sottobacino idrografico, il surplus potenziale di azoto dato dalla differenza fra gli apporti da reflui e gli impieghi colturali stimati in precedenza (Fig. 35). L'analisi prosegue con il calcolo dei quantitativi associati alle tre ipotesi considerate, espressi sia in termini assoluti, sia relativamente alla superficie agricole utilizzate (Fig. 36, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39).

Anche in questo caso, le classificazioni utilizzate per le rappresentazioni cartografiche si basano su una suddivisione secondo i quartili della distribuzione e sull'individuazione di eventuali valori estremi (Tukey, 1977; Vandervieren & Hubert, 2004). Per agevolare il confronto fra i valori ottenuti per i tre scenari, nelle rappresentazioni si utilizza la classificazione definita per il primo scenario.

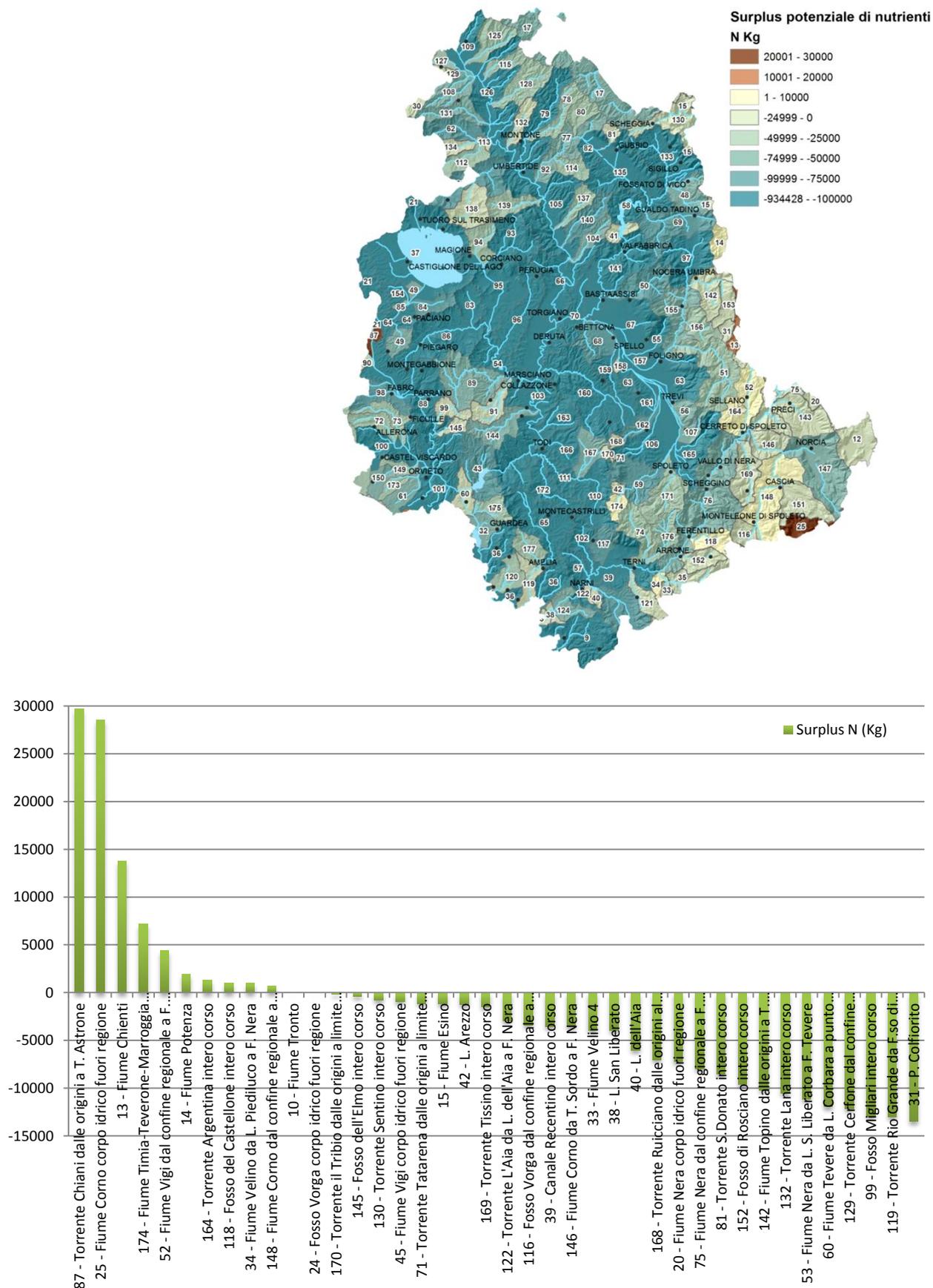


Fig. 35: Surplus potenziale di azoto (Kg) nei sottobacini della regione. Per la rappresentazione cartografica si utilizzano intervalli differenti per la parte positiva e negativa dei valori. Il grafico riporta i bacini appartenenti al 75° percentile. I valori negativi indicano assenza di surplus.

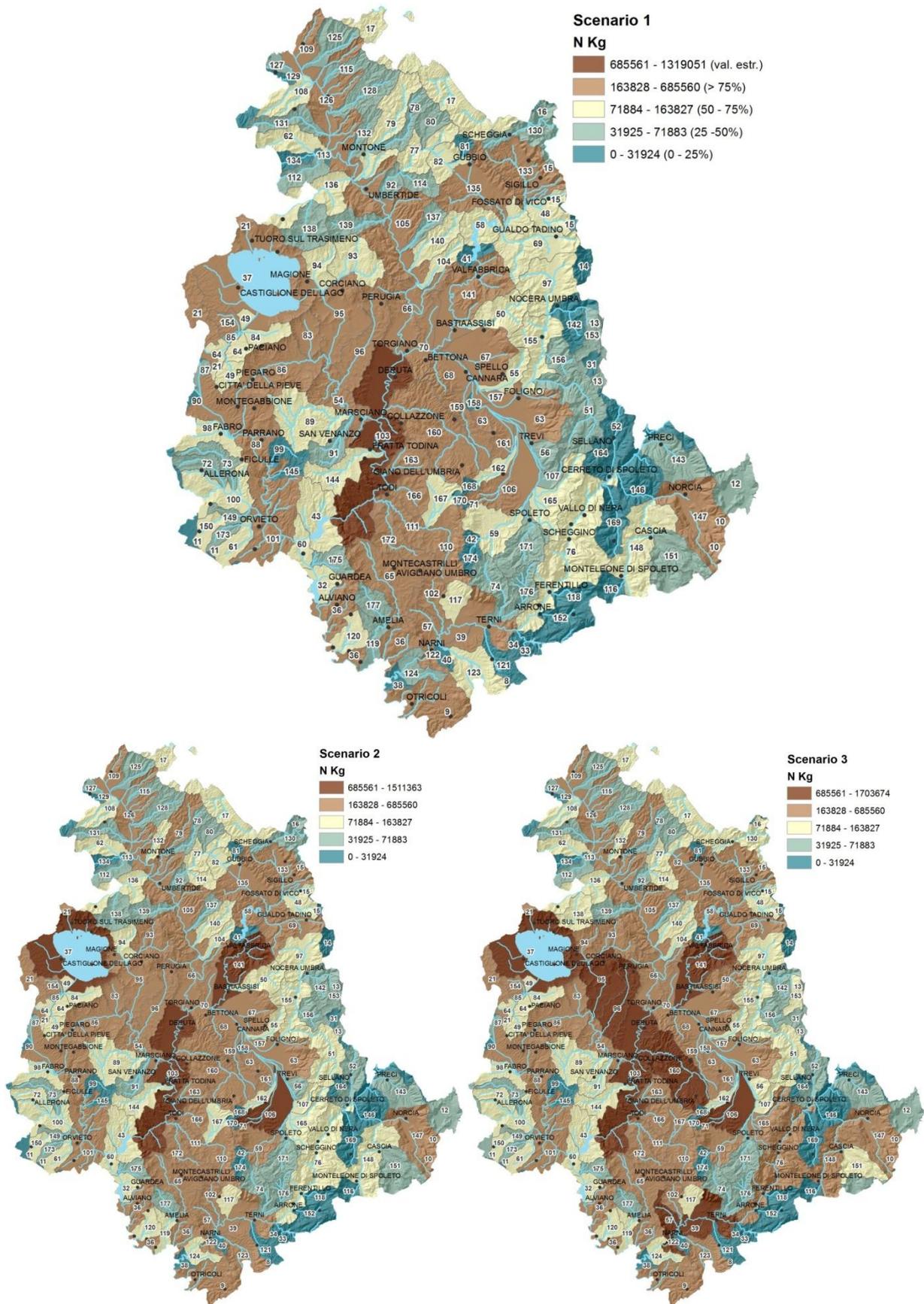


Fig. 36: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg), relativi ai tre scenari, nei sottobacini della regione.  
(La suddivisione in classi è quella definita statisticamente per il primo scenario)

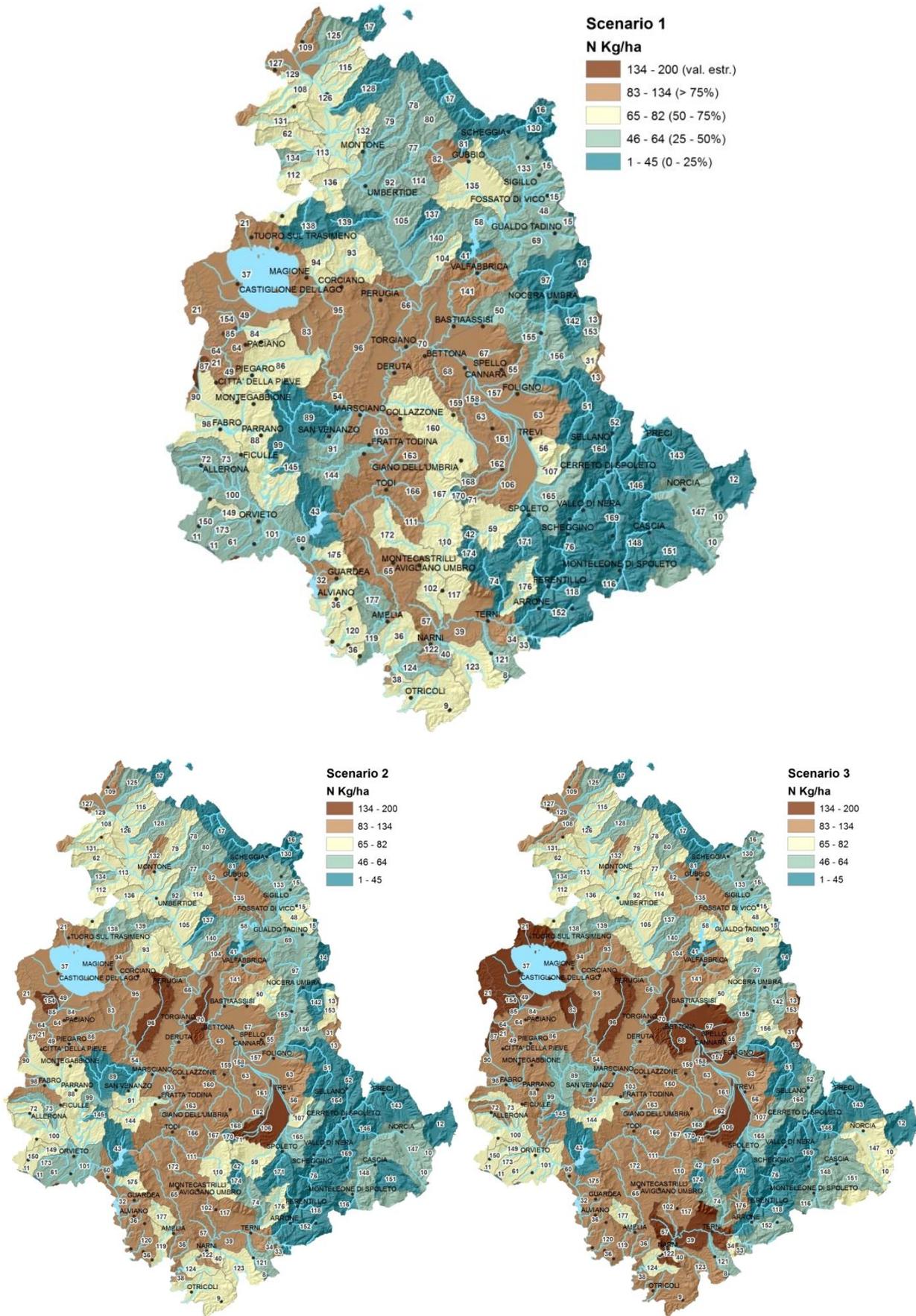


Fig. 37: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg/ha), relativi ai tre scenari, nei sottobacini della regione.  
(La suddivisione in classi è quella definita statisticamente per il primo scenario)

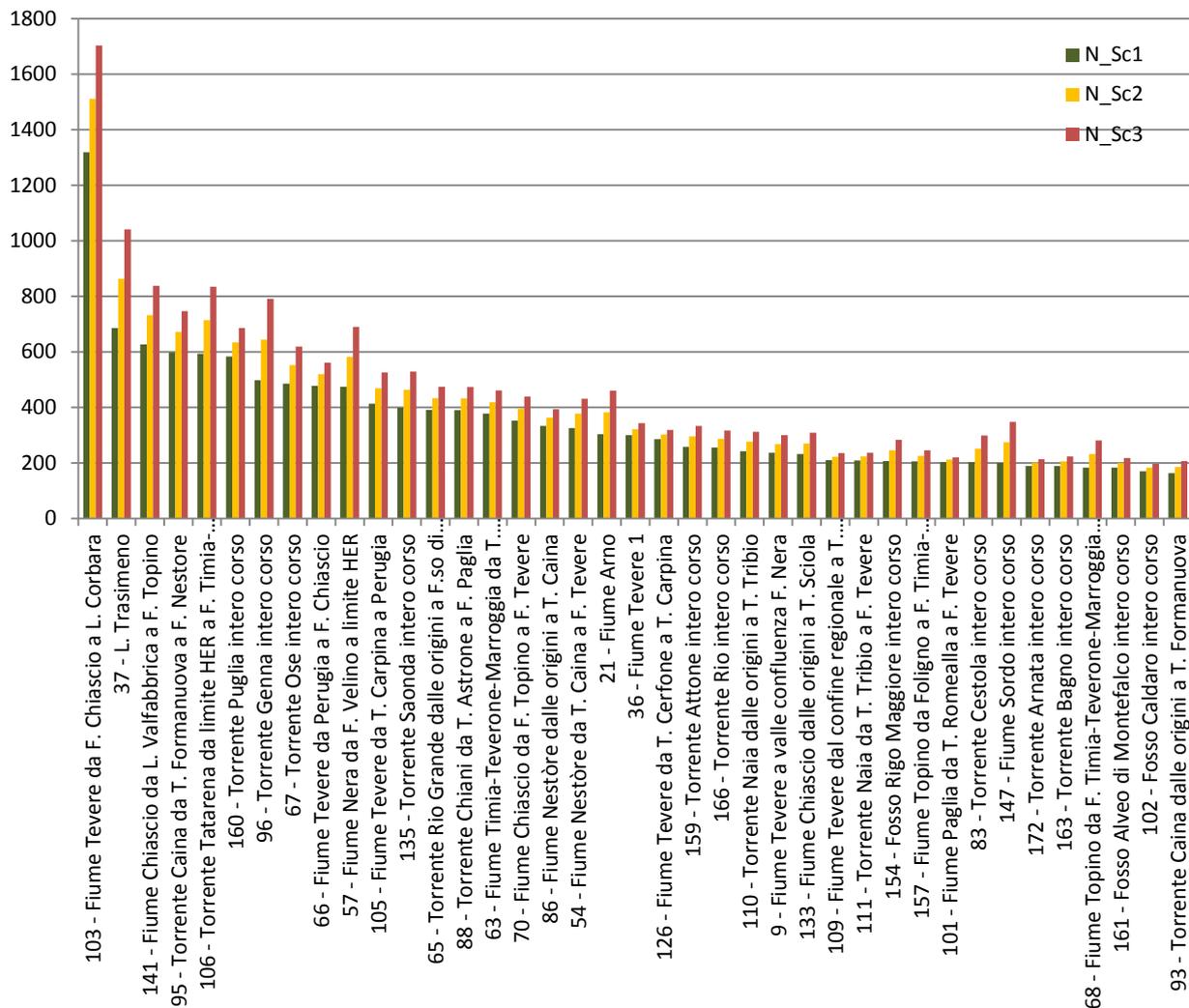


Fig. 38: Carichi potenziali complessivi di azoto (t) nei sottobacini della regione associati ai tre scenari, ordinati in modo decrescente utilizzando i valori dello scenario 1 (sottobacini del 75° percentile con N Sc1 > 163,8 t)

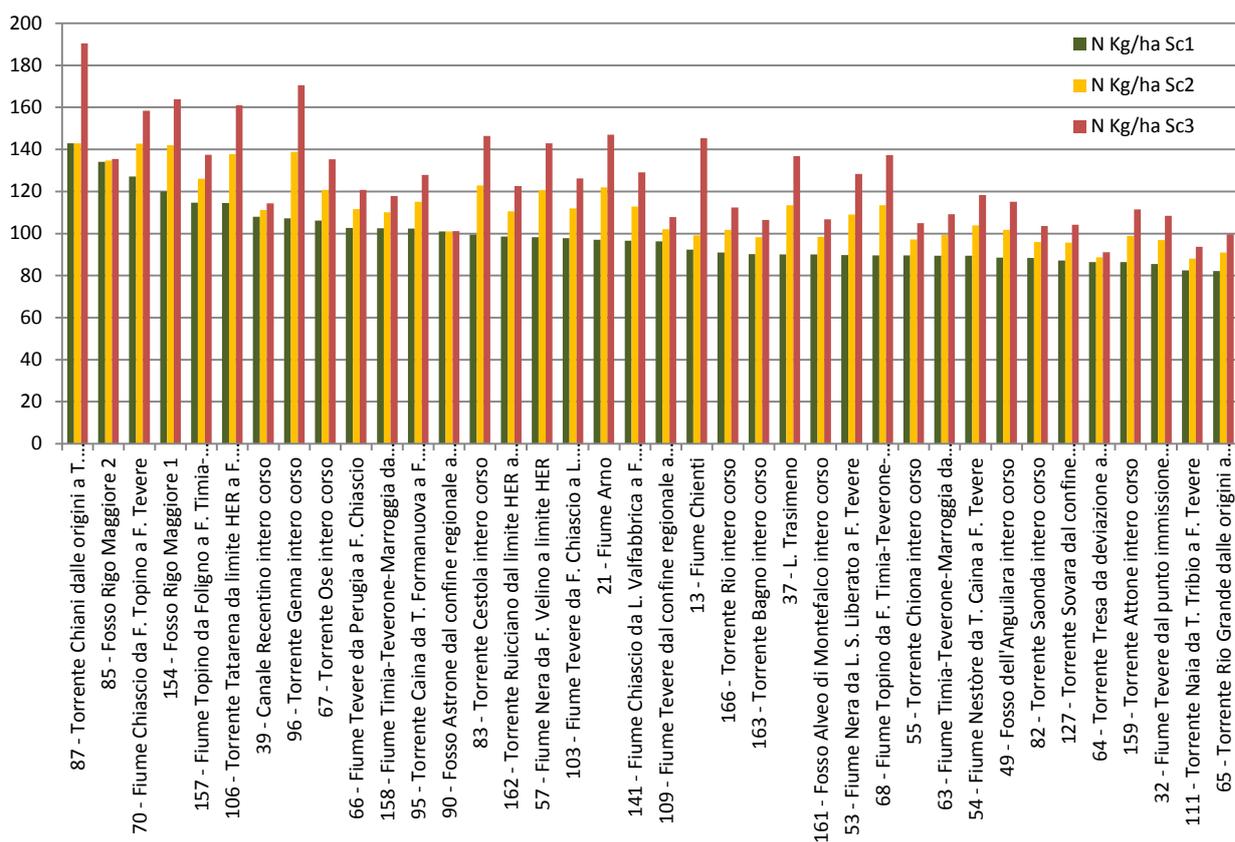


Fig. 39: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg/ha) nei sottobacini della regione associati ai tre scenari, ordinati in modo decrescente utilizzando i valori dello scenario 1 (Sottobacini con N Sc1 > 82 kg/ha – 75° percentile).

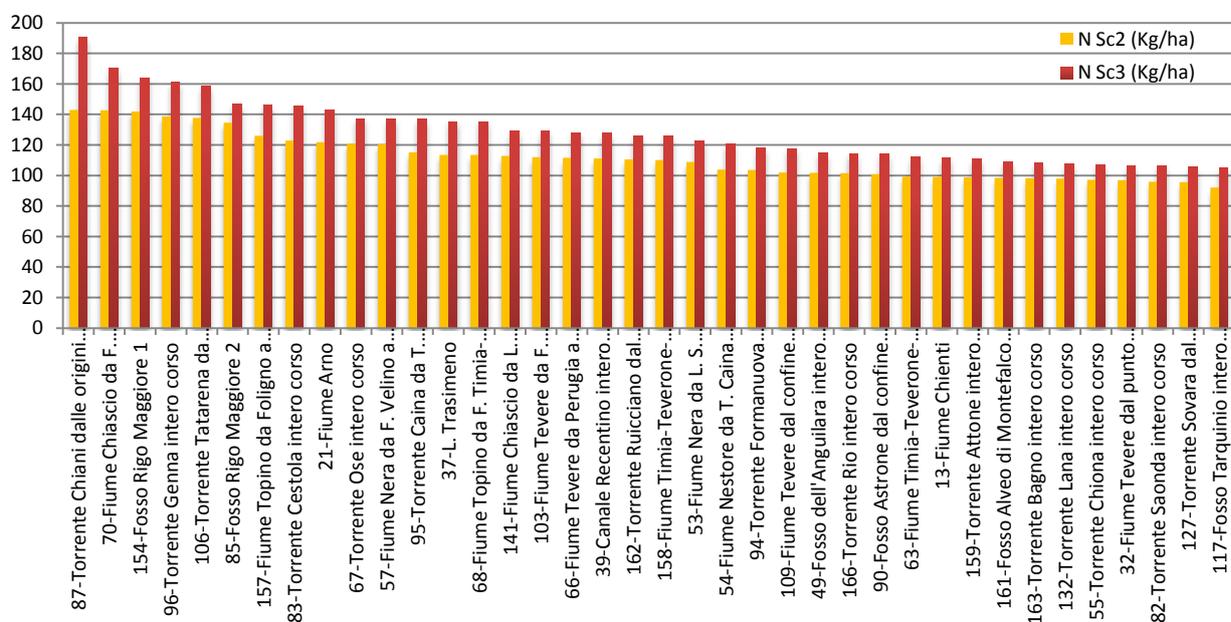


Fig. 40: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg/ha) nei sottobacini della regione associati agli scenari 2 e 3, ordinati in modo decrescente utilizzando i valori dello scenario 2 (sottobacini con N Sc2 > 91 kg/ha – 75° percentile).

## 3.2 Corpi idrici sotterranei

La presentazione dei risultati per questi ambiti ripercorre gli step principali utilizzati in precedenza per i sottobacini della regione. Nella loro configurazione geografica sono rappresentati nella Fig. 41, ed elencati, con le relative denominazioni, nella Tab. 15. Le superfici agricole e gli impieghi colturali potenziali medi di azoto in ciascun ambito e altri indicatori derivati sono elencati nella Tab. 16. Questi ultimi valori, riferiti al livello SIAN-PSR, sono classificati e rappresentati geograficamente (Fig. 42) e riportati in un grafico (assieme ai valori SIAN), ordinati in senso decrescente (Fig. 43). Anche in questo caso, per le rappresentazioni cartografiche, viene utilizzato il metodo basato sui quartili e sull'individuazione di eventuali valori estremi. Gli apporti potenziali da reflui medi associati a ciascun corpo idrico sotterraneo sono raffigurati geograficamente (Fig. 44) e rappresentati graficamente, ordinati in senso decrescente (Fig. 45). La composizione percentuale di tali apporti, in relazione alle principali tipologie utilizzate nello studio, si rappresenta in Fig. 46. I carichi complessivi, calcolati in base ai tre scenari definiti nella ricerca, sono illustrati in Fig. 47.



Fig. 41: Corpi idrici sotterranei della regione Umbria (la numerazione si riferisce agli identificativi riportati nella Tab. 15).

id	codice	denominazione
178	CA0300	Colfiorito, M. Cavallo, M. S.Salvatore - M. Maggiore, M. Pennino
179	CA1300	Monti di Narni-Amelia
180	CA0900	Monti Sabini
181	CA1500	Sistema della dorsale Marchigiana
182	AV0300	Valle del Chiani
185	-	Formazioni sterili
186	AV0601	Valle del Tevere Meridionale
187	LOC0800	Unita' Liguridi e Depositi Umbria Sud Occidentale
188	LOC0500	Dorsali Esterna e Interna M. Peglia
189	LOC0600	Dorsali di Bettona e Castel Ritaldi
190	LOC0300	Dorsali Monti del Trasimeno, M. Santa Maria Tiberina, Paciano, Perugia e Torbiditi Valle del Nestore
191	LOC0100	Depositi rive dx e sx Alta Valle del Tevere, Depositi riva sx Media Valle del Tevere
192	LOC0900	Depositi di Todi-Sangemini, Riva dx Media Valle del Tevere e Travertini di Massa Martana
193	LOC1100	Depositi di Terni e Depositi continentali Umbria meridionale
194	LOC0700	Depositi di Montefalco e Spoleto
195	LOC0200	Depositi di Gualdo Tadino e Gubbio, Dorsali di Gubbio, Pietralunga, Valfabbrica e Umbria Nord Orientale
196	LOC1000	Depositi Detritici Unbria Sud Occidentale
197	LOC0400	Bacino Trasimeno e Depositi Citta' della Pieve
198	DQ0404	Valle Umbra - Spoleto
199	DQ0401	Valle Umbra - Petrignano
200	DQ0403	Valle Umbra - Foligno
201	DQ0402	Valle Umbra - Assisi Spello
202	VU0101	Orvietano
203	DQ0501	Media Valle del Tevere Sud
204	AV0501	Media Valle del Tevere Nord e Valle del Tevere Citta di Castello - Umbertide
205	DQ0602	Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale
206	DQ0601	Conca Ternana - Area valliva
207	DQ0201	Conca Eugubina
208	AV0402	Alta Valle del Tevere - Settore orientale e meridionale
209	AV0401	Alta Valle del Tevere - Settore centrale
210	CA1400	Sistema Umbro Marchigiano Settentriona
211	CA1000	Monti di Gubbio
212	CA0800	Monti Martani e Monti di Spoleto
213	CA1200	M. Subasio
214	CA1100	Massicci Perugini - M. Malbe e Massicci Perugini - Dorsale M. Tezio
215	AV0200	Valle del Paglia
216	AV0100	Depositi della Valle del Nestore e di Perugia
217	CA0200	M. Maggio
218	CA0400	M. Aguzzo - M. Matigge, M. Faeto, M. S.Stefano - M. Brunette, M. Siliolo - M. Carpegna - M. Galemme
219	CA0600	M. Aspra - M. Coscerno
220	CA0700	M. Solenne - Ferentillo
221	CA0500	Monte Bove, Monte Tolentino - Monte Cavogna
238	-	Confinato di Cannara

Tab. 15: Denominazioni dei corpi idrici sotterranei della regione

Corpo idrico	ST (ha)	SAU (ha)*	SAU (%)	SAU PSR 214 A+B (ha)*	SAU PSR 214 A+B (%)	N SIAN (t)	N SIAN-PSR (t)	Riduz. (t)	Riduz. (%)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
178 - Colfiorito, M. Cavallo, M. S.Salvatore - M. Maggiore, M. Pennino	53541	3546	6.6%	319	9.0%	127.8	124.6	3.2	2.5%	36.1	35.1
179 - Monti di Narni-Amelia	32200	5335	16.6%	1749	32.8%	300.0	268.5	31.4	10.5%	56.2	50.3
180 - Monti Sabini	21739	688	3.2%	94	13.7%	28.3	26.5	1.9	6.5%	41.2	38.5
181 - Sistema della dorsale Marchigiana	929	277	29.8%	85	30.6%	3.1	3.1	0.0	0.8%	11.1	11.0
182 - Valle del Chiani	4550	2243	49.3%	1507	67.2%	244.2	205.0	39.2	16.1%	108.9	91.4
185 – Formazioni sterili	8087	3087	38.2%	1614	52.3%	238.3	202.0	36.2	15.2%	77.2	65.4
186 - Valle del Tevere Meridionale	6105	2174	35.6%	1187	54.6%	222.8	193.6	29.2	13.1%	102.5	89.1
187 - Unita' Liguridi e Depositi Umbria Sud Occidentale	11248	2545	22.6%	1373	54.0%	169.2	144.1	25.1	14.8%	66.5	56.6
188 - Dorsali Esterna e Interna M. Peglia	55710	14915	26.8%	4891	32.8%	861.1	760.3	100.8	11.7%	57.7	51.0
189 - Dorsali di Bettona e Castel Ritaldi	23353	8111	34.7%	3132	38.6%	690.1	616.2	74.0	10.7%	85.1	76.0
190 - Dorsali Monti del Trasimeno, M. Santa Maria Tiberina, Paciano, Perugia e Torbiditi Valle del Nestore	67713	18484	27.3%	7285	39.4%	1373.3	1210.8	162.5	11.8%	74.3	65.5
191 - Depositi rive dx e sx Alta Valle del Tevere, Depositi riva sx Media Valle del Tevere	36636	19153	52.3%	9395	49.1%	2084.2	1827.6	256.5	12.3%	108.8	95.4
192 - Depositi di Todi-Sangemini, Riva dx Media Valle del Tevere e Travertini di Massa Martana	37265	21382	57.4%	12087	56.5%	2098.8	1777.5	321.3	15.3%	98.2	83.1
193 - Depositi di Terni e Depositi continentali Umbria meridionale	8582	3425	39.9%	1565	45.7%	329.2	285.1	44.1	13.4%	96.1	83.2
194 - Depositi di Montefalco e Spoleto	18066	11287	62.5%	5505	48.8%	1212.3	1062.9	149.4	12.3%	107.4	94.2
195 - Depositi di Gualdo Tadino e Gubbio, Dorsali di Gubbio, Pietralunga, Valfabbrica e Umbria Nord Orientale	136151	45302	33.3%	8937	19.7%	2527.5	2378.0	149.5	5.9%	55.8	52.5
196 - Depositi Detritici Unbria Sud Occidentale	26067	10409	39.9%	4901	47.1%	838.6	734.8	103.9	12.4%	80.6	70.6
197 - Bacino Trasimeno e Depositi Citta' della Pieve	50030	17589	35.2%	8650	49.2%	1859.1	1615.5	243.6	13.1%	105.7	91.8
198 - Valle Umbra - Spoleto	7817	4498	57.5%	1950	43.4%	602.3	532.7	69.5	11.5%	133.9	118.4
199 - Valle Umbra - Petrignano	7328	4072	55.6%	1269	31.2%	655.8	609.3	46.5	7.1%	161.1	149.6
200 - Valle Umbra - Foligno	8641	4153	48.1%	1532	36.9%	548.3	500.1	48.2	8.8%	132.0	120.4
201 - Valle Umbra - Assisi Spello	7827	4307	55.0%	1617	37.5%	572.6	517.5	55.1	9.6%	133.0	120.2
202 - Orvieto	12438	5859	47.1%	3649	62.3%	414.5	342.6	71.9	17.4%	70.8	58.5
203 - Media Valle del Tevere Sud	13745	8571	62.4%	4377	51.1%	1201.1	1063.6	137.5	11.5%	140.1	124.1
204 - Media Valle del Tevere Nord e Valle del Tevere Citta di Castello - Umbertide	10331	5022	48.6%	3355	66.8%	493.3	424.3	69.0	14.0%	98.2	84.5
205 - Conca Ternana - Fascia pedemontana dei Monti Martani e Settore orientale	3544	1086	30.6%	507	46.7%	104.4	91.4	13.0	12.5%	96.1	84.1

Corpo idrico	ST (ha)	SAU (ha)*	SAU (%)	SAU PSR 214 A+B (ha)*	SAU PSR 214 A+B (%)	N SIAN (t)	N SIAN-PSR (t)	Riduz. (t)	Riduz. (%)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
206 - Conca Ternana - Area valliva	3903	1550	39.7%	938	60.5%	281.2	229.5	51.7	18.4%	181.4	148.1
207 - Conca Eugubina	3588	1617	45.1%	56	3.5%	195.8	194.7	1.1	0.6%	121.1	120.4
208 - Alta Valle del Tevere - Settore orientale e meridionale	3182	1234	38.8%	717	58.1%	101.4	91.3	10.1	10.0%	82.2	74.0
209 - Alta Valle del Tevere - Settore centrale	3854	2331	60.5%	1453	62.3%	259.3	239.5	19.8	7.6%	111.2	102.7
210 - Sistema Umbro Marchigiano Settentrionale	2934	286	9.7%	0	0.0%	0.3	0.3	0.0	0.0%	0.9	0.9
211 - Monti di Gubbio	2142	689	32.2%	113	16.4%	29.2	28.2	0.9	3.2%	42.3	41.0
212 - Monti Martani e Monti di Spoleto	40327	8397	20.8%	2069	24.6%	386.1	344.1	42.0	10.9%	46.0	41.0
213 - M. Subasio	7279	1913	26.3%	414	21.6%	130.8	121.2	9.6	7.4%	68.4	63.3
214 - Massicci Perugini - M. Malbe e Massicci Perugini - Dorsale M. Tezio	7300	1287	17.6%	419	32.6%	74.5	65.5	8.9	12.0%	57.8	50.9
215 - Valle del Paglia	3492	1523	43.6%	810	53.2%	127.0	113.7	13.2	10.4%	83.4	74.7
216 - Depositi della Valle del Nestore e di Perugia	13346	6692	50.1%	3206	47.9%	774.7	672.2	102.5	13.2%	115.8	100.5
217 - M. Maggio	12364	2297	18.6%	32	1.4%	42.1	41.7	0.3	0.8%	18.3	18.2
218 - M. Aguzzo - M. Matigge, M. Faeto, M. S.Stefano - M. Brunette, M. Siliolo - M. Carpegna - M. Galemme	27684	8023	29.0%	1664	20.7%	315.3	281.8	33.5	10.6%	39.3	35.1
219 - M. Aspra - M. Coscerno	24024	3967	16.5%	335	8.5%	65.2	61.6	3.6	5.5%	16.4	15.5
220 - M. Solenne - Ferentillo	10639	1260	11.8%	405	32.1%	89.4	79.0	10.5	11.7%	71.0	62.7
221 - Monte Bove, Monte Tolentino - Monte Cavogna	116878	17714	15.2%	3390	19.1%	540.8	508.3	32.5	6.0%	30.5	28.7
238 - Confinato di Cannara	5570	3385	60.8%	1199	35.4%	445.7	409.0	36.6	8.2%	131.7	120.8
<b>Totale</b>	<b>958152</b>	<b>291685</b>	<b>30.4%</b>	<b>109749</b>	<b>35.4%</b>	<b>23659</b>	<b>20999</b>	<b>2660</b>	<b>11.2%</b>	<b>81.1</b>	<b>72.0</b>

Tab. 16: Corpi idrici sotterranei della regione, superfici agricole e impieghi colturali potenziali

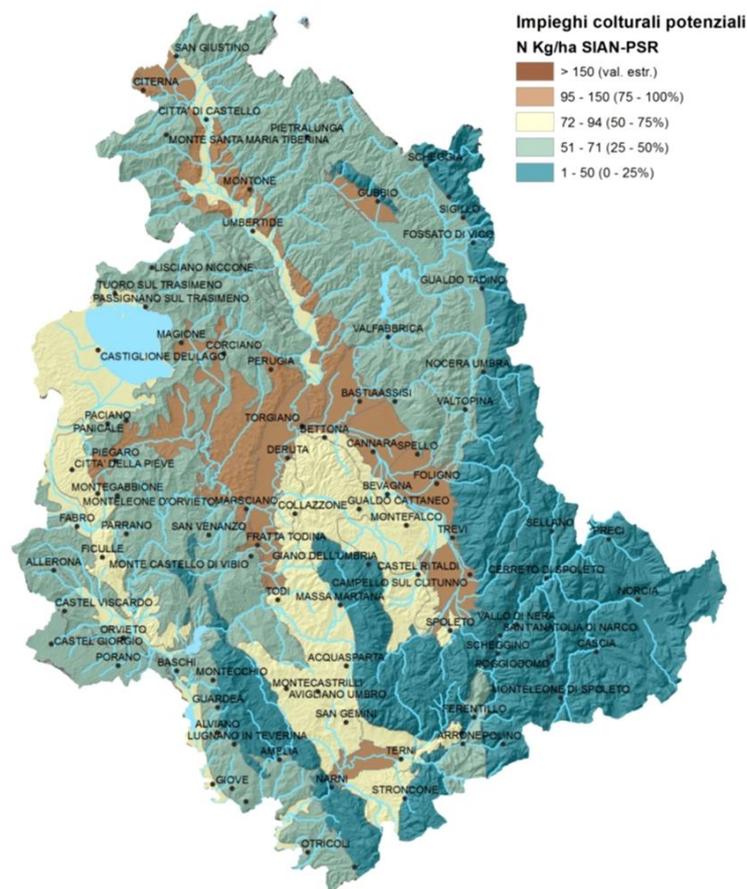


Fig. 42: Impieghi culturali potenziali (Kg/ha) con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione

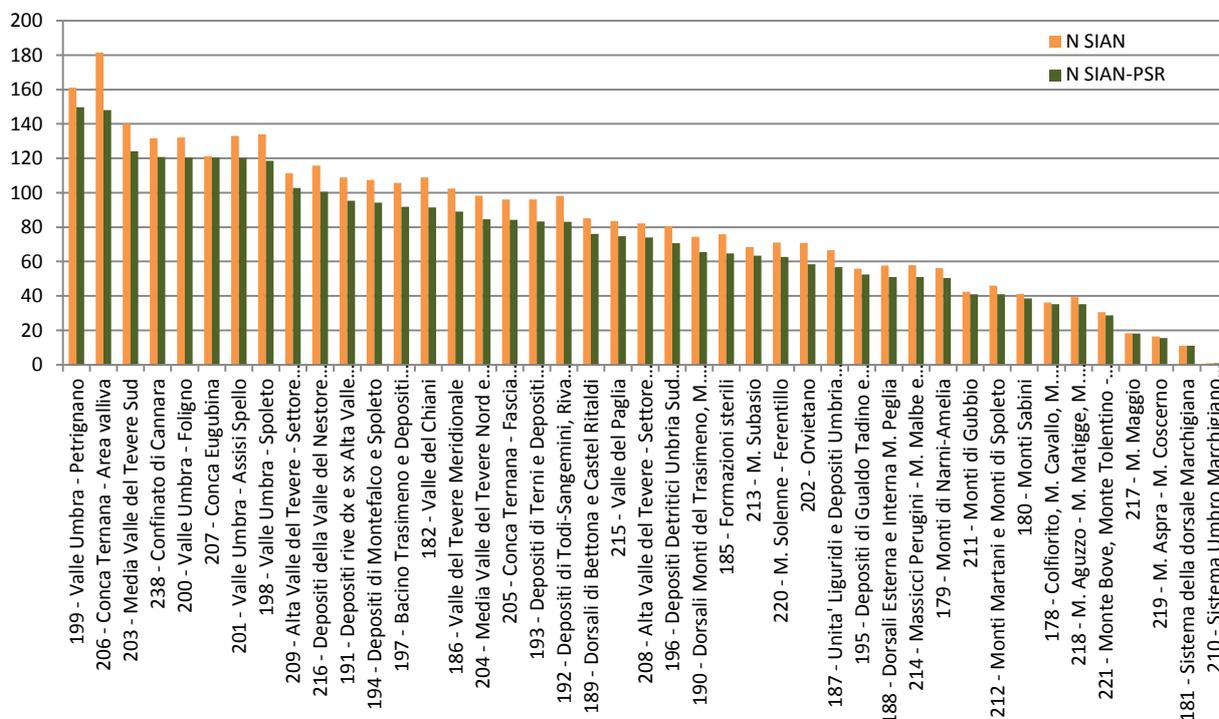


Fig. 43: Impieghi culturali potenziali (Kg/ha) con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione

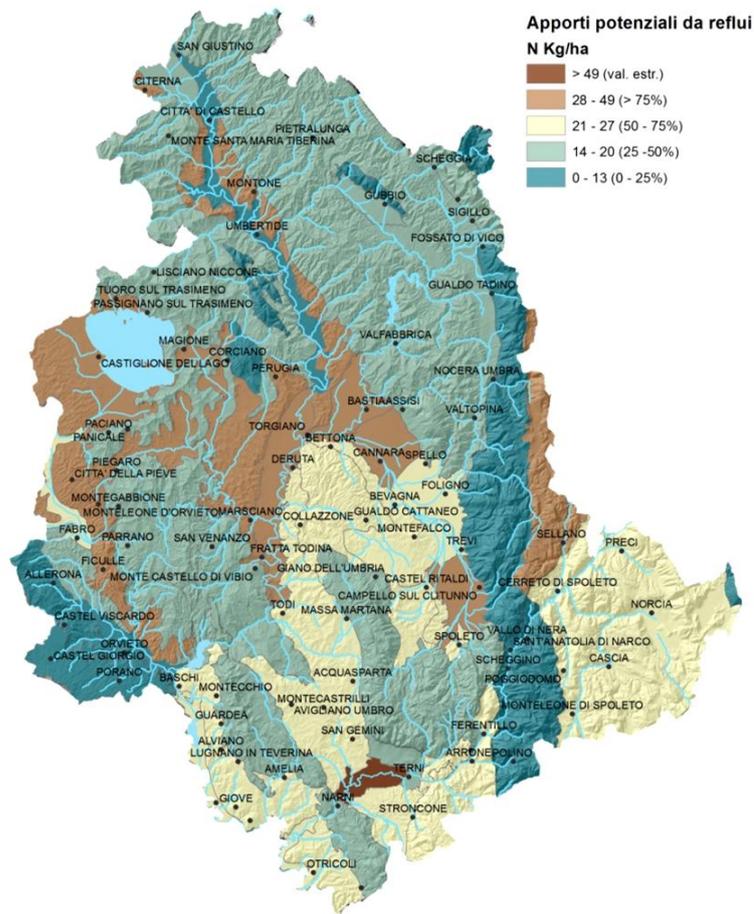


Fig. 44: Apporti potenziali da reflui (Kg/ha) con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione

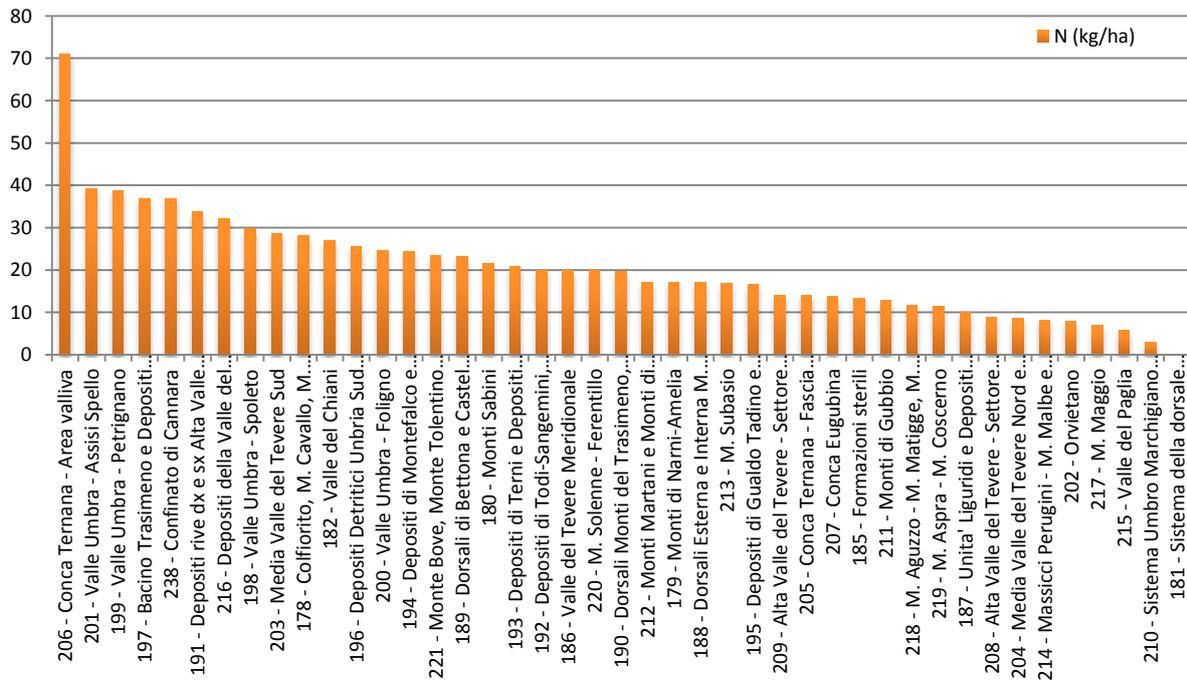


Fig. 45: Apporti potenziali da reflui (Kg/ha) con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione

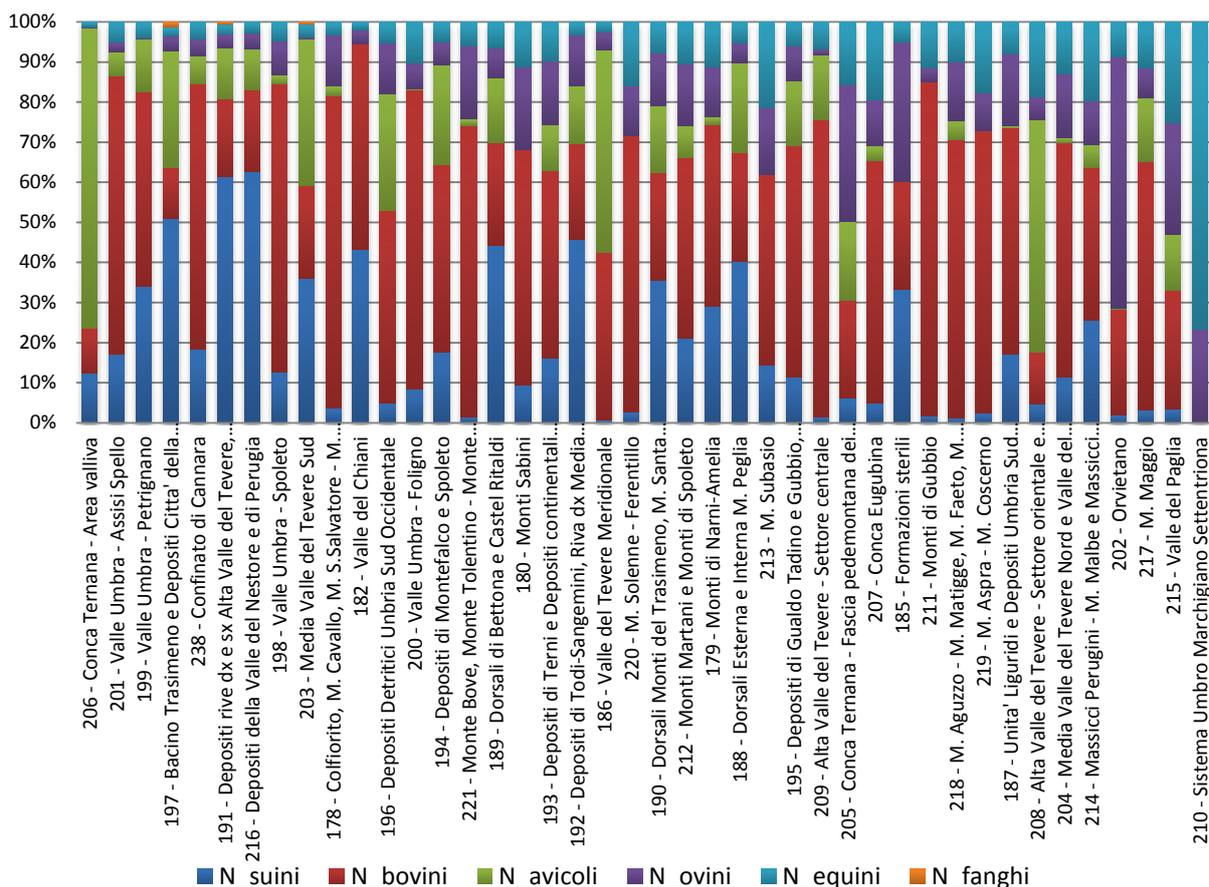


Fig. 46: Composizione percentuale degli apporti potenziali da reflui con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione

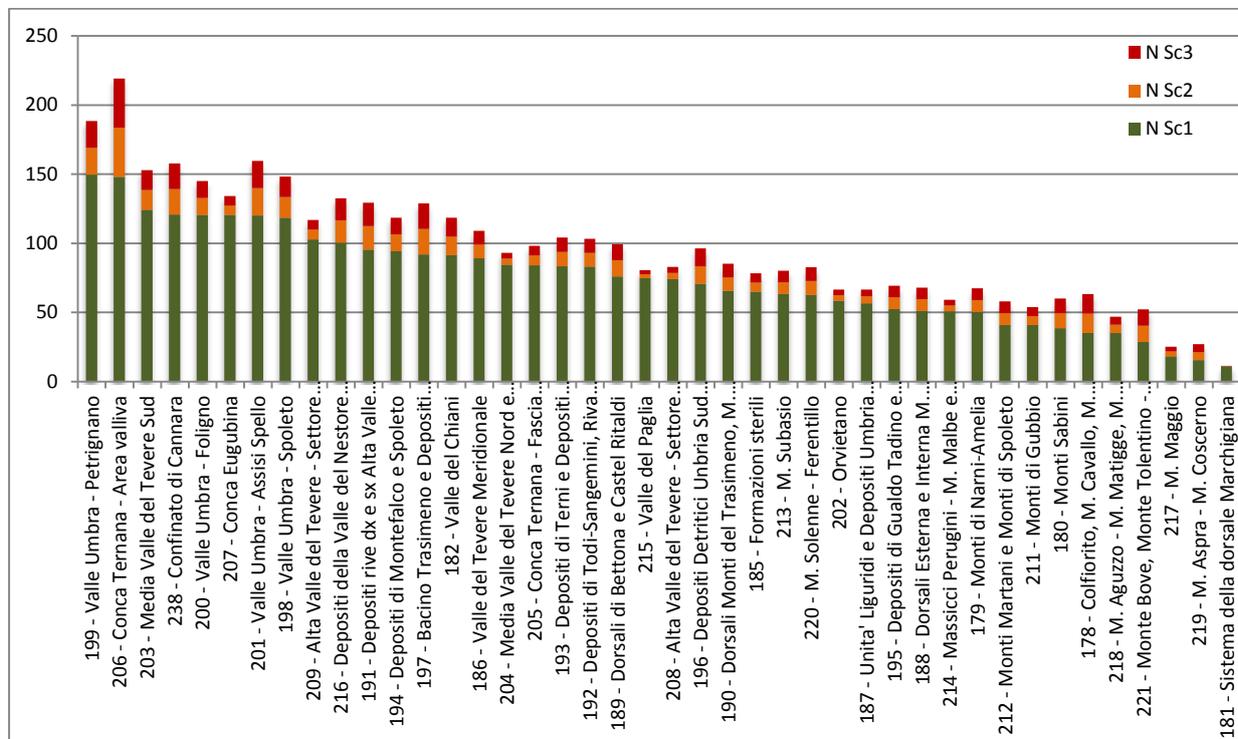


Fig. 47: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg/ha) con riferimento ai corpi idrici sotterranei della regione associati ai tre scenari, ordinati in senso decrescente utilizzando i valori dello scenario 1.

### 3.3 Zone vulnerabili ai nitrati (ZVN)

Le ZVN, nella loro attuale configurazione territoriale, sono rappresentate nella Fig. 48. Anche in questo caso i risultati sono riportati ripercorrendo gli step principali utilizzati per i sottobacini. La Tab. 17 descrive le superfici agricole utilizzate e gli impieghi colturali potenziali complessivi a livello di singola ZVN, nelle due ipotesi SIAN e SIAN-PSR, mentre la composizione percentuale della SAU si evidenzia in Fig. 49. Gli impieghi colturali potenziali di azoto, per ciascuna ZVN, sono anche rappresentati graficamente in Fig. 50. La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** illustra i quantitativi di azoto associati agli apporti potenziali da reflui, suddivisi per origine, mentre la Fig. 51 descrive gli stessi valori in termini percentuali. I quantitativi medi di azoto da reflui, apportati per ettaro di SAU, sono riportati per ciascuna ZVN nel grafico della Fig. 52. Ai fini di una più puntuale valutazione dei risultati, anche a questo livello di analisi, gli apporti da reflui sono suddivisi per periodo di riferimento del dato utilizzato, fonte informativa (BDN o comunicazioni) e metodo di localizzazione (buffer o comunicazioni) (Tab. 18). I carichi complessivi, calcolati in riferimento ai tre scenari utilizzati nello studio, sono riportati in Fig. 53.



Fig. 48: Localizzazione delle zone vulnerabili ai nitrati (ZVN) della regione Umbria

ZVN	ST (ha)	SAU (ha)*	SAU (%)	SAU PSR 214 A+B (ha)*	SAU PSR 214 A+B (%)	N SIAN (t)	N SIAN-PSR (t)	Riduz. (t)	Riduz. (%)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
Lago Trasimeno	38497	12764	33.2%	6183	48.4%	1380.1	1197.7	182.4	13.2%	108	94
Valle Umbra a sud del Fiume Chiascio	20439	10479	51.3%	4159	39.7%	1299.9	1164.4	135.5	10.4%	124	111
Valle Umbra - Petrignano d'Assisi	7600	4667	61.4%	1517	32.5%	734.2	680.2	54.0	7.4%	157	146
Media Valle del Tevere - S. Martino in Campo	7204	4305	59.8%	1877	43.6%	644.8	579.3	65.4	10.2%	150	135
Settore orientale dell'Alta Valle del Tevere	2594	1274	49.1%	750	58.9%	108.9	98.4	10.4	9.6%	85	77
Gubbio	1824	660	36.2%	14	2.1%	74.5	74.1	0.4	0.6%	113	112
<b>Totale</b>	<b>78157</b>	<b>34149</b>	<b>43.7%</b>	<b>14500</b>	<b>42.5%</b>	<b>4242</b>	<b>3794</b>	<b>448</b>	<b>10.6%</b>	<b>124</b>	<b>111</b>

Tab. 17: Superfici agricole e impieghi colturali potenziali nelle ZVN della regione

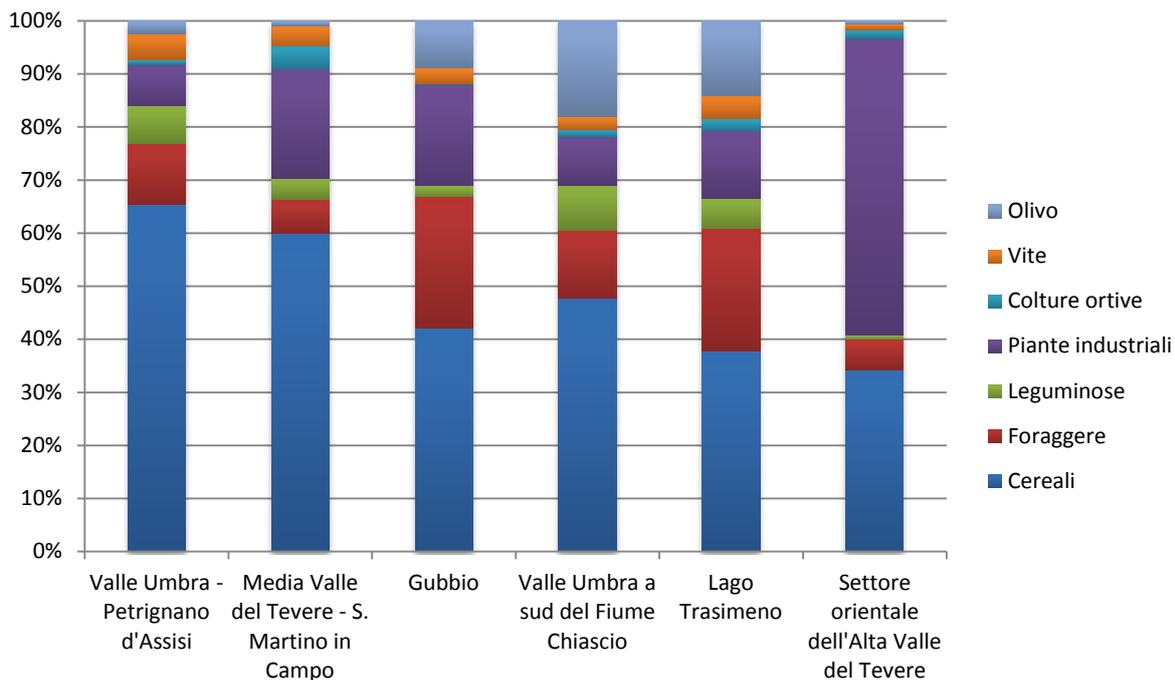


Fig. 49: Composizione percentuale media (triennio 2011-12-13) dell'uso agricolo del suolo nelle ZVN umbre

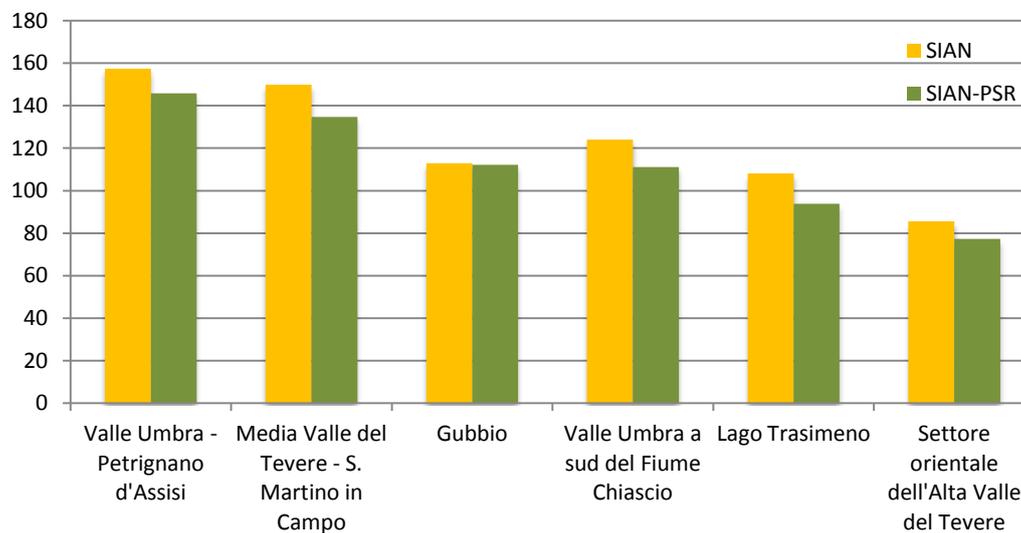


Fig. 50: Impieghi culturali potenziali di azoto nelle ZVN (Kg/ha SAU)

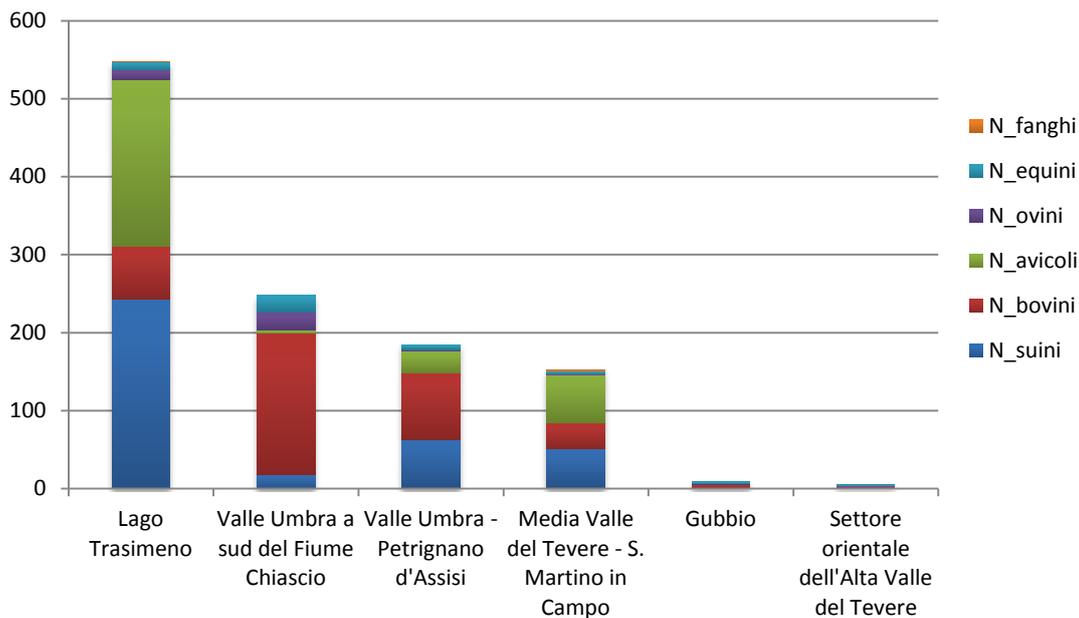


Fig. 51: Apporti potenziali di azoto da reflui zootecnici nelle ZVN (t) suddivisi per tipologia di specie allevata

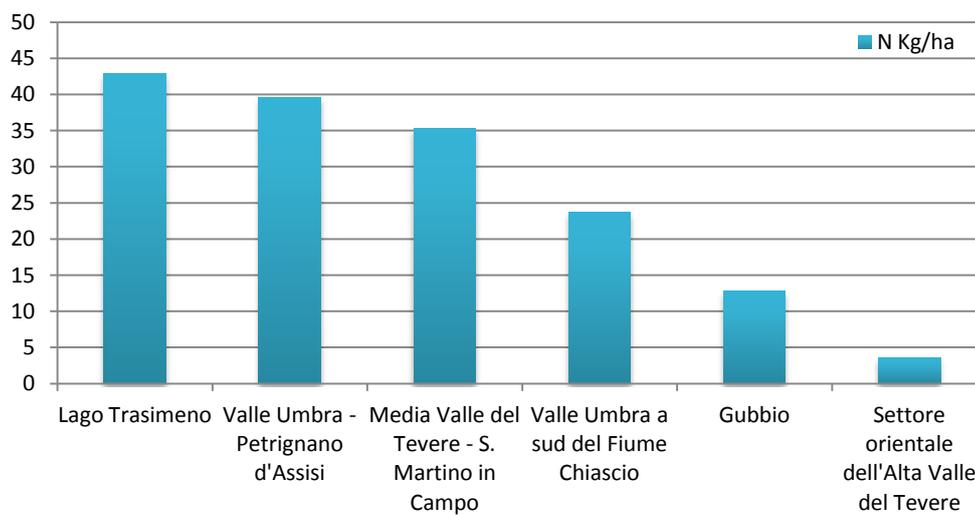


Fig. 52: Apporti potenziali da reflui nelle ZVN (Kg/ha SAU)

ZVN	< 2010 o teorici	Periodo di riferimento					Fonte informativa			Metodo di localizzazione		
		2010	2011	2012	2013	Totale	BDN	COM	Totale	BUFFER	COM	Totale
<b>Lago Trasimeno</b>	<b>41.9%</b>	<b>1.4%</b>	<b>23.6%</b>	<b>9.4%</b>	<b>23.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>91.3%</b>	<b>8.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>52.7%</b>	<b>47.3%</b>	<b>100.0%</b>
SUINI	0.7%	1.4%	23.5%	9.1%	9.7%	44.4%	37.3%	7.0%	44.4%	7.8%	36.6%	44.4%
AVICOLI	38.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	38.9%	37.2%	1.7%	38.9%	37.2%	1.7%	38.9%
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.5%	12.5%	12.5%	0.0%	12.5%	3.4%	9.1%	12.5%
OVINI-CAPRINI	0.4%	0.0%	0.1%	0.3%	1.5%	2.4%	2.4%	0.0%	2.4%	2.4%	0.0%	2.4%
EQUINI	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	1.9%	0.0%	1.9%	1.9%	0.0%	1.9%
<b>Valle Umbra a sud del Fiume Chiascio</b>	<b>10.5%</b>	<b>0.5%</b>	<b>2.3%</b>	<b>2.0%</b>	<b>84.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>98.3%</b>	<b>1.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>52.6%</b>	<b>47.4%</b>	<b>100.0%</b>
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	73.1%	73.1%	72.1%	1.0%	73.1%	32.1%	40.9%	73.1%
OVINI-CAPRINI	0.2%	0.0%	1.5%	1.9%	5.8%	9.5%	9.5%	0.0%	9.5%	9.5%	0.0%	9.5%
EQUINI	9.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9.0%	9.0%	0.0%	9.0%	9.0%	0.0%	9.0%
SUINI	0.6%	0.4%	0.0%	0.1%	5.8%	7.0%	7.0%	0.0%	7.0%	1.3%	5.8%	7.0%
AVICOLI	0.7%	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	1.5%	0.7%	0.8%	1.5%	0.7%	0.8%	1.5%
<b>Valle Umbra - Petrignano d'Assisi</b>	<b>35.8%</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.0%</b>	<b>3.0%</b>	<b>61.1%</b>	<b>100.0%</b>	<b>96.3%</b>	<b>3.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>50.1%</b>	<b>49.9%</b>	<b>100.0%</b>
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	46.5%	46.5%	46.5%	0.0%	46.5%	12.2%	34.3%	46.5%
SUINI	17.4%	0.1%	0.0%	2.2%	14.2%	33.9%	30.2%	3.7%	33.9%	18.2%	15.6%	33.9%
AVICOLI	15.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	15.0%	0.0%	15.0%	15.0%	0.0%	15.0%
EQUINI	3.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	3.4%	0.0%	3.4%	3.4%	0.0%	3.4%
OVINI-CAPRINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.4%	1.2%	1.2%	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%	1.2%
<b>Media Valle del Tevere - S. Martino in Campo</b>	<b>18.9%</b>	<b>10.6%</b>	<b>0.0%</b>	<b>19.4%</b>	<b>51.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>57.7%</b>	<b>42.3%</b>	<b>100.0%</b>	<b>29.2%</b>	<b>70.8%</b>	<b>100.0%</b>
AVICOLI	14.6%	0.0%	0.0%	10.2%	15.7%	40.5%	14.6%	25.9%	40.5%	14.6%	25.9%	40.5%
SUINI	1.6%	10.6%	0.0%	9.1%	12.5%	33.7%	20.2%	13.6%	33.7%	3.3%	30.5%	33.7%
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	22.4%	22.4%	19.6%	2.8%	22.4%	8.0%	14.4%	22.4%
EQUINI	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%	2.7%	0.0%	2.7%	2.7%	0.0%	2.7%
OVINI-CAPRINI	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.7%	0.7%	0.0%	0.7%	0.7%	0.0%	0.7%
<b>Gubbio</b>	<b>26.3%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>73.5%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>100.0%</b>
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	63.0%	63.0%	63.0%	0.0%	63.0%	63.0%	0.0%	63.0%
EQUINI	24.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	24.7%	24.7%	0.0%	24.7%	24.7%	0.0%	24.7%
OVINI-CAPRINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	9.5%	9.5%	9.5%	0.0%	9.5%	9.5%	0.0%	9.5%
SUINI	1.6%	0.2%	0.0%	0.0%	1.1%	2.9%	2.9%	0.0%	2.9%	2.9%	0.0%	2.9%
<b>Settore orientale dell'Alta Valle del Tevere</b>	<b>35.5%</b>	<b>1.2%</b>	<b>1.0%</b>	<b>11.7%</b>	<b>50.6%</b>	<b>100.0%</b>	<b>99.8%</b>	<b>0.2%</b>	<b>100.0%</b>	<b>99.8%</b>	<b>0.2%</b>	<b>100.0%</b>
BOVINI-BUFALINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	40.4%	40.4%	40.4%	0.0%	40.4%	40.4%	0.0%	40.4%
EQUINI	33.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.6%	33.6%	0.0%	33.6%	33.6%	0.0%	33.6%
SUINI	0.3%	1.2%	1.0%	11.7%	0.0%	14.1%	14.1%	0.0%	14.1%	14.1%	0.0%	14.1%
OVINI-CAPRINI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.2%	10.2%	10.2%	0.0%	10.2%	10.2%	0.0%	10.2%
AVICOLI	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	1.4%	0.2%	1.6%	1.4%	0.2%	1.6%
<b>Totale complessivo</b>	<b>30.9%</b>	<b>2.2%</b>	<b>11.8%</b>	<b>8.0%</b>	<b>47.1%</b>	<b>100.0%</b>	<b>89.3%</b>	<b>10.7%</b>	<b>100.0%</b>	<b>49.7%</b>	<b>50.3%</b>	<b>100.0%</b>

Tab. 18: Composizione degli apporti potenziali da reflui zootecnici nelle ZVN in relazione al periodo di riferimento del dato utilizzato, alla fonte informativa e al metodo di localizzazione (COM = Comunicazioni).

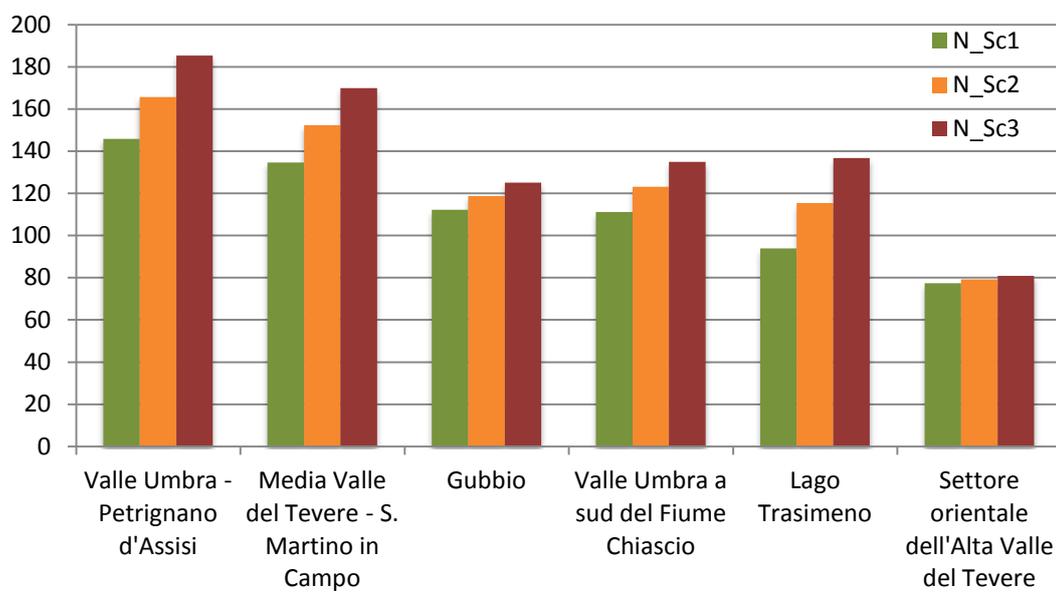


Fig. 53: Carichi potenziali complessivi di azoto (Kg/ha) nelle ZVN della regione associati ai tre scenari, ordinati in modo decrescente utilizzando i valori dello scenario 1

## 4 Analisi dei risultati

In questa sede si procede ad una prima analisi generale dei risultati a scala regionale con principale riferimento agli ambiti di interesse ambientale indicati in precedenza, riservando un maggiore approfondimento ai sottobacini idrografici. L'enorme quantità e l'elevato livello di dettaglio dei dati presenti nel DB AGUA permetterà, in futuro, valutazioni più puntuali, anche in corrispondenza di contesti territoriali specifici, affiancando altre analisi strutturali del comparto agro-zootecnico e i numerosi dati dei monitoraggi delle acque di ARPA Umbria.

Nell'interpretazione degli indicatori relativi agli impieghi colturali è necessario ricordare che essi rappresentano il risultato di calcoli basati su medie temporali e spaziali che, evidentemente, producono un'attenuazione dei valori più alti (o più bassi) presenti in singoli anni e/o in specifici appezzamenti. Tale attenuazione, a parità di periodo considerato, è ovviamente maggiore al crescere della dimensione dell'area di riferimento (foglio catastale, sottobacino, ZVN, corpo idrico sotterraneo). Similmente, anche gli indicatori relativi agli apporti potenziali da reflui sono il risultato di medie areali che determinano una mitigazione di eventuali valori estremi associati a specifiche aziende zootecniche. Ne consegue che i valori assunti dai vari indicatori utilizzati nello studio non risultano direttamente confrontabili con i limiti massimi indicati dalla normativa (ad es. 170 Kg/ha di N per le ZVN), riferibili a soglie da considerare valide a livello di singolo appezzamento e, certamente, non adatte per i contesti territoriali più ampi considerati nello studio.

L'uso agricolo del suolo regionale, in base ai dati SIAN, è principalmente costituito da colture foraggere (43%) e cereali (28%). Seguono le colture industriali (10%), l'olivo (10%), la vite (4%), le leguminose (4%) e le ortive (1%) (Fig. 12). La distribuzione spaziale delle superfici agricole è evidentemente correlata all'altitudine, alla clivometria, alla disponibilità irrigua del territorio e le maggiori concentrazioni di SAU si rinvencono, come era prevedibile, nelle principali aree pianeggianti e basso collinari della regione (Fig. 13). In corrispondenza di questi ambiti si identificano le più grandi aree cerealicole umbre e si riscontra la maggiore incidenza delle colture ortive e industriali; queste ultime, in particolare, si concentrano maggiormente nelle pianure dell'Alta Valle del Tevere, mentre le colture foraggere si localizzano in maggior misura nelle aree collinari e sub-montane con una netta prevalenza nel settore appenninico (Fig. 14, Fig. 15). Le rappresentazioni cartografiche permettono altresì di individuare geograficamente i tradizionali ambiti regionali olivicoli (ad es. versanti collinari della Valle Umbra e del Ternano) e viticoli (ad es. Torgiano, Montefalco, Colli Perugini, l'Orvietano) (Fig. 16). Dall'analisi della densità territoriale delle superfici a premio per la misura 2.1.4 - az. A e B si evidenzia un buon livello di correlazione con la configurazione spaziale della SAU (Pearson's  $r=0.68$ ,  $p < 0.001$ ) (Fig. 17).

La distribuzione territoriale degli impieghi colturali di azoto e di fosforo, basata sui dati medi del triennio calcolati a livello di foglio catastale, risulta fortemente correlata all'incidenza delle superfici cerealicole (Pearson's  $r=0.91$ ,  $p < 0.001$ ), come era del resto prevedibile anche dall'esame dei coefficienti colturali utilizzati (Tab. 2). Ne deriva che i maggiori quantitativi impiegati, in termini assoluti e per ettaro di SAU, si localizzano, come atteso, nelle aree pianeggianti e basso collinari della regione (Fig. 18). I più rilevanti impieghi relativi di azoto e fosforo si concentrano soprattutto nelle aree della pianura di Petrignano di Assisi, nella media Valle del Tevere fra Marsciano e Torgiano, nella media e bassa Valle Umbra e nelle pianure della Conca Ternana (Fig. 19). A livello di foglio catastale, le maggiori riduzioni dei quantitativi di nutrienti in seguito all'adesione dei programmi agro-ambientali, presentano una buona correlazione con

l'incidenza delle superfici a premio (Pearson's  $r=0.65$ ,  $p < 0.001$ ), ma l'entità della riduzione è evidentemente legata anche alle tipologie colturali interessate (Fig. 20).

Gli impieghi colturali complessivi più elevati a livello di unità territoriale si associano ovviamente agli ambiti che racchiudono le più ampie pianure della regione (Tab. 10). A livello di sottobacino, all'interno dell'ultimo quartile della distribuzione, spicca l'ambito 103 - Fiume Tevere dalla confluenza del Chiascio al Lago di Corbara che assume un valore estremo soprattutto in relazione all'estesa SAU pianeggiante che racchiude e all'alta incidenza delle superfici a seminativo investite a colture cerealicole, ortive e industriali (Fig. 21). Dall'andamento della distribuzione si identificano inoltre due gruppi di sottobacini che si distinguono per i consistenti impieghi agricoli complessivi, sia nell'ipotesi SIAN che in quella SIAN-PSR (Fig. 22, Fig. 23):

- 37-L. Trasimeno, 141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino, 95-Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore, 106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia, 160-Torrente Puglia intero corso (con quantitativi di azoto complessivi SIAN-PSR compresi fra 550 e 700 t);
- 96-Torrente Genna intero corso, 67-Torrente Ose intero corso, 66-Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio, 57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER (con quantitativi di azoto complessivi SIAN-PSR compresi fra 450 e 500 t).

Passando ai valori medi per ettaro di SAU, in base al metodo utilizzato, non si identificano particolari valori estremi nella distribuzione (Fig. 22, Fig. 24). Tuttavia, nell'ultimo quartile è possibile distinguere, in base ai valori SIAN-PSR, un gruppo di sottobacini con i valori più elevati (fra 105 e 150 Kg/ha):

- 85-Fosso Rigo Maggiore 2, 70-Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere, 154-Fosso Rigo Maggiore 1, 157-Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia, 106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia, 39-Canale Recentino intero corso, 96-Torrente Genna intero corso, 67-Torrente Ose intero corso.

Le notevoli differenze fra i valori SIAN e SIAN-PSR, evidenziabili nella quasi totalità dei sottobacini racchiusi nell'ultimo quartile, indicano chiaramente l'importanza delle adesioni e del rispetto degli impegni agro-ambientali per il contenimento degli impieghi di nutrienti in agricoltura.

I risultati relativi al comparto zootecnico indicano la composizione delle consistenze allevate a livello regionale che ovviamente contribuiscono in modo differente agli apporti zootecnici stimati di azoto e fosforo al campo Tab. 11, Fig. 25. In termini complessivi i contributi maggiori sono quelli del comparto bovino (40%) e del comparto suinicolo (29.3%); seguono gli altri settori produttivi con percentuali decrescenti (avicoli 17%, ovi-caprini 8.4%, equini 5.3%). In generale, il periodo di riferimento dei dati impiegati per la stima degli apporti zootecnici è fortemente influenzato dal livello di aggiornamento della BDN, in quanto questa banca dati, in base al metodo impiegato, pesa per circa l'86% sui valori calcolati, contro il 14% circa dei dati dichiarati nelle comunicazioni (Tab. 12). Complessivamente i dati 2013 pesano per circa il 70% (grazie soprattutto al contributo del comparto bovino) e se si sommano i dati 2012, 2011, 2010 si arriva all'80% circa del totale. Ciò evidenzia un ottimo livello complessivo di aggiornamento della banca dati zootecnica, anche se i dati dei suini sono maggiormente distribuiti nell'ultimo triennio rispetto ai bovini e, nello specifico degli avicoli, la componente calcolata in base alla capacità teorica assume un peso ancora rilevante. Grazie ai piani particellari delle comunicazioni è stato comunque possibile localizzare, con elevato livello di affidabilità, il 44% circa dei carichi di origine zootecnica.

Analizzando la localizzazione degli allevamenti bovini nel territorio regionale non si osservano particolari concentrazioni, se non una certa prevalenza nell'area della Valle Umbra. Al contrario gli allevamenti suinicoli si concentrano in specifiche aree della regione, ormai storicamente interessate da questo tipo di produzioni (Fig. 26). Anche gli avicoli presentano alcune aree di concentrazione specifiche, a differenza degli allevamenti ovi-caprini che assumono una distribuzione tendenzialmente più uniforme (Fig. 27)

L'analisi a livello di sottobacino permette di evidenziare gli ambiti idrografici in cui, in termini complessivi, gli apporti potenziali da reflui risultano maggiori. Da questo punto di vista, a livello di unità territoriale, i carichi da reflui maggiori si registrano sui bacini del Topino-Marroggia e del Nera con un importante contributo del comparto bovino, seguono il Nestore e il Medio Tevere nei quali, invece, la componente di origine suina assume un ruolo preponderante (Fig. 29). A livello di sottobacino si evidenzia un gruppo di ambiti caratterizzati da valori estremi della distribuzione (103-Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara e 37-L. Trasimeno, 96-Torrente Genna intero corso, 106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia, 57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER, 141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino) (Fig. 28, Fig. 30). Tali carichi derivano da differenti apporti dalle varie tipologie di allevamento desumibili dalla stessa figura. In base ai dati considerati, il contributo dei fanghi da depurazione è, in tutti i contesti, ancora marginale.

Dall'esame dei quantitativi per ettaro di SAU emergono tre sottobacini associati a valori estremi della distribuzione (87- Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone, 13- Fiume Chienti, 96-Torrente Genna intero corso - Fig. 28, Fig. 31), anche se il secondo sottobacino può essere considerato poco rilevante in quanto solo in piccola parte ricadente nel territorio regionale. Per tutti gli altri della serie si osserva che i carichi da reflui per ettaro di SAU si mantengono, anche nei sottobacini appartenenti all'ultimo quartile della distribuzione, entro livelli medi (50-60 Kg/ha) o medio-bassi (30 -35 kg/ha). Le informazioni relative alla datazione e al metodo di localizzazione della componente zootecnica supportano la valutazione del livello di affidabilità dei carichi oggetto di esame nei vari sottobacini (Tab. 13). Globalmente, tale livello si mantiene entro valori elevati e il contributo dei dati derivati dalle consistenze teoriche è, in genere, abbastanza limitato, se non in alcuni sottobacini, tra cui quello del Trasimeno, in cui la componente avicola, stimata su base prevalentemente teorica, assume un peso non marginale.

Dall'esame dei risultati relativi ai contributi dei soli allevamenti bovini e suini, tipologie produttive caratterizzate dalle maggiori problematiche legate allo smaltimento dei reflui, si evidenziano cinque sottobacini caratterizzati dai carichi complessivi maggiori che si discostano dall'andamento della distribuzione (Fig. 32, Fig. 33): 96-Torrente Genna intero corso, 103-Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara, 106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia, 37-L. Trasimeno, 141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino. Tuttavia, in termini relativi per ettaro di SAU, i carichi dei due comparti in esame sono comunque piuttosto ridotti (Fig. 34). Fanno eccezione il n. 87-Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone, già segnalato per gli alti impieghi colturali ad ettaro di SAU, i cui apporti da reflui risultano localizzati completamente attraverso le comunicazioni e il sottobacino n.13 i cui dati però, come già specificato, non risultano significativi. La datazione delle informazioni, soprattutto per i sottobacini con gli apporti complessivi da reflui maggiori, indica l'ottimo livello di aggiornamento generale, la scarsa influenza dei dati della capacità teorica e quindi, indirettamente, l'elevata attendibilità generale di questi risultati (Tab. 14). In pochi casi isolati, peraltro associati a carichi complessivi e relativi piuttosto ridotti, la capacità teorica assume un peso più rilevante (105 - Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia, 70 - Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere, 123 - Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia).

Il calcolo del surplus potenziale supporta l'individuazione dei sottobacini in cui può verificarsi una disponibilità di nutrienti da reflui in eccesso rispetto a quanto mediamente utilizzato per le colture. Gli eccessi potenziali complessivi o i valori simili di impieghi colturali e apporti da reflui, come desumibile dalla Fig. 35, riguardano un numero ristretto di sottobacini, per lo più localizzati in aree collinari o montane, in cui le limitate disponibilità relative di SAU e le scelte colturali prevalenti, possono creare qualche problema ai fini dell'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici. Nello specifico del fosforo, la mobilitazione di questo nutriente, associata a fenomeni erosivi identificabili nelle aree più acclivi di questi ambiti, potrebbe generare in alcuni casi fenomeni di ruscellamento in direzione dei corpi idrici superficiali. Diversamente, nei sottobacini in cui si è rilevata la maggiore concentrazione di allevamenti, e quindi i maggior apporti potenziali da reflui, non si rilevano particolari criticità legate a eccessi di disponibilità di nutrienti da reflui rispetto alle quantità mediamente impiegate in agricoltura.

In relazione alle modalità di calcolo del primo scenario, i valori ottenuti per i sottobacini risultano praticamente corrispondenti ai quantitativi associati agli impieghi colturali, salvo i casi suddetti in cui si è rilevato un eccesso di apporti da reflui. Ne consegue che, sia in termini complessivi che relativi, la classificazione dei sottobacini appartenenti al 75° percentile ricalca, salvo poche eccezioni, quella relativa agli impieghi colturali potenziali (Fig. 36, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39).

Gli scenari 2 -"intermedio" e 3 -"peggiore" permettono di individuare efficacemente i contesti in cui una non idonea valutazione del potere fertilizzante dei reflui, e una conseguente eccedenza delle quantità di nutrienti apportati mediante la fertilizzazione chimica, può generare criticità ambientali anche rilevanti a causa dell'eccesso di nutrienti rispetto ai fabbisogni colturali. In considerazione dei criteri utilizzati per la definizione di questi scenari, l'incremento maggiore dei carichi potenziali complessivi, passando dallo scenario "ottimale" a quello "peggiore", si osserva evidentemente nei sottobacini in cui si rilevano i più consistenti apporti potenziali da reflui (Fig. 36, Fig. 38). Passando ai quantitativi a ettaro di superficie, più significativi per l'analisi di scenario, tale effetto incrementale, si manifesta in maggior misura nei sottobacini caratterizzati dai più alti apporti di reflui per ettaro di SAU (Fig. 37, Fig. 39, Fig. 40). Ne consegue che i sottobacini con i valori relativi più elevati negli scenari n.2 e n.3, in qualche modo più vulnerabili nei confronti di una non idonea gestione del potere fertilizzante dei reflui, sono quelli in cui si rilevano, contemporaneamente, sia gli impieghi colturali che gli apporti da reflui ad ettaro più elevati. I più rilevanti fra questi sono desumibili direttamente dall'esame delle figure suddette, in cui si rappresenta il 75° percentile dello scenario n.2 (equivalente allo stesso percentile dello scenario 3): 87-Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone, 70-Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere, 154-Fosso Rigo Maggiore 1, 96-Torrente Genna intero corso, 106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia, 85-Fosso Rigo Maggiore 2.

Gli scenari 2 e 3, per quanto basati su un approccio semplificato, appaiono tutt'altro che inverosimili, in quanto i reflui zootecnici, molto spesso, vengono smaltiti in quantità elevate nei terreni limitrofi agli allevamenti, dove, in molti casi, si sovrappongono ulteriori concimazioni minerali alle colture che tengono poco o per nulla conto dei quantitativi di nutrienti già apportati con detti reflui. In tal modo, non solo si annullano i risparmi di spesa conseguibili omettendo o riducendo la concimazione minerale, ma, evidentemente, si generano problematiche ambientali connesse all'eccessivo carico di nutrienti. Gli effetti, del resto, non sono quasi mai osservabili nel breve termine e sono difficilmente riconducibili alle azioni del singolo agricoltore, il quale, nella maggior parte dei casi, agisce inconsapevolmente e in buona fede.

In merito ai corpi idrici sotterranei, limitandosi alla distribuzione dei quantitativi di azoto SIAN-PSR ad ettaro di SAU, non si evidenziano valori estremi, ma è possibile distinguere nella serie dei valori due ambiti, caratterizzati da valori superiori ai 145 Kg/ha (Fig. 43): 199 - Valle Umbra – Petrignano e 206 - Conca Ternana - Area valliva. Nella stessa figura si individua un raggruppamento di ambiti con valori compresi fra i 125 e i 118 Kg/ha di azoto 199: 203 - Media Valle del Tevere Sud, 238 - Confinato di Cannara, 200 - Valle Umbra - Foligno, 207 - Conca Eugubina, 201 - Valle Umbra - Assisi Spello, 198 - Valle Umbra – Spoleto.

Per quanto riguarda invece gli apporti da reflui ad ettaro di SAU, si distingue in modo particolare il corpo idrico “206 – Conca Ternana – area valliva” con valori molto superiori a quelli degli altri sottobacini (Fig. 44). Seguono poi altri quattro ambiti che si discostano dall’andamento della distribuzione (201 - Valle Umbra - Assisi Spello, 199 - Valle Umbra – Petrignano, 197 - Bacino Trasimeno e Depositi Città della Pieve, 238 - Confinato di Cannara). Il primo ambito (206 – Conca Ternana – area valliva) presenta sicuramente delle specificità in quanto la componente avicola assume un peso molto rilevante (75% circa - Fig. 46) con dati derivanti per circa l’86% dalle comunicazioni 2012 e quindi molto attendibili. Diversamente, negli altri quattro corpi idrici sotterranei segnalati (201 - Valle Umbra - Assisi Spello, 199 - Valle Umbra – Petrignano, 197 - Bacino Trasimeno e Depositi Città della Pieve, 238 - Confinato di Cannara) le componenti bovina e/o suinicola assumono un ruolo preponderante, anche se per l’ambito 197 si rileva nuovamente una certa incidenza del comparto avicolo (29% circa).

Per quanto attiene gli scenari calcolati per i corpi idrici sotterranei, valgono le stesse considerazioni generali fatte in precedenza per i sottobacini. L’ordinamento definito nella Fig. 47 supporta l’individuazione degli ambiti in cui una diffusa, non idonea valutazione del valore fertilizzante dei reflui può generare un sensibile incremento dei carichi ad ettaro di SAU, in molti casi, già piuttosto elevati a causa dell’entità degli impieghi colturali complessivi.

In riferimento alle ZVN della regione, gli ambiti “Valle Umbra - Petrignano d'Assisi” e “Media Valle del Tevere - S. Martino in Campo”, racchiudenti contesti territoriali già evidenziati in precedenza nell’analisi a livello di foglio catastale, sono caratterizzati dagli impieghi colturali potenziali ad ettaro più rilevanti (> 134 Kg/ha). In questi contesti la componente cerealicola assume un ruolo determinante (Fig. 49). Le riduzioni degli impieghi colturali in queste aree, associate all’adesione ai programmi ambientali, risultano mediamente pari a circa il 10% del totale e generalmente correlate alla rilevanza delle superfici a premio. Si osservano valori leggermente superiori nell’area del Trasimeno (13% circa), grazie all’alta incidenza delle superfici PSR (48% circa), diversamente nella ZVN dell’Alta Valle del Tevere, nonostante una copertura delle superfici a premio pari a quasi il 60%, le riduzioni stimate si attestano attorno al 10% (Tab. 17, Fig. 50) La bassa entità delle riduzioni stimate nella ZVN di Gubbio è ovviamente legata alla bassa incidenza delle superfici suddette.

Gli apporti potenziali da reflui nelle ZVN possono essere desunti dalla Fig. 51, in cui si evidenzia, in termini complessivi, una netta superiorità degli apporti nell’area del Trasimeno all’interno del quale, come già specificato, le componenti suinicole e avicole assumono un ruolo importante desumibile e caratterizzabile anche dalla Tab. 18. Seguono tre ZVN (Valle Umbra a sud del Fiume Chiascio, Valle Umbra - Petrignano d'Assisi, Media Valle del Tevere - S. Martino in Campo) nelle quali le varie componenti contribuiscono in maniera diversa ai carichi zootecnici complessivi. Nelle ultime due ZVN (Gubbio e Settore orientale dell’Alta Valle del Tevere) gli apporti da reflui risultano complessivamente molto contenuti. L’analisi dei valori ad ettaro di SAU indica i carichi relativi maggiori nell’area del Trasimeno, seguiti dalle zone di Petrignano e Media Valle del Tevere – San Martino in campo (Fig. 52).

Nelle altre ZVN (Valle Umbra a sud del Fiume Chiascio e Gubbio) gli apporti da reflui risultano progressivamente minori fino a diventare molto contenuti nell'area dell'Alta Valle del Tevere.

Per quanto riguarda gli scenari calcolati per le ZVN, anche in questo caso, essi supportano l'individuazione degli ambiti in cui una non idonea valutazione del valore fertilizzante dei reflui può generare un sensibile incremento dei carichi ad ettaro di SAU (Fig. 53). In tutte le ZVN, salvo le aree di Gubbio e dell'Alta Valle del Tevere, si osserva un incremento rilevante dei carichi complessivi ad ettaro negli scenari 2 e 3, in ragione dei valori relativi già piuttosto elevati di impieghi colturali e di apporti da reflui.

## 5 Considerazioni conclusive

L'analisi degli apporti potenziali da reflui indica che, salvo situazioni aziendali specifiche che possono ovviamente sfuggire al livello di analisi adottato in questa fase, i carichi potenziali di origine zootecnica si mantengono mediamente entro livelli accettabili nei contesti regionali oggetto di studio. Grazie all'estensione delle superfici agricole generalmente disponibili nelle aree a maggiore vocazione zootecnica, un'utilizzazione agronomica degli effluenti ottimale e quindi sostenibile dal punto di vista ambientale è teoricamente attuabile in tutti i sottobacini della regione. In alcune situazioni tuttavia, soprattutto nei contesti locali a maggiore concentrazione di allevamenti bovini e suini, una gestione realmente sostenibile potrebbe essere difficoltosa a causa della non facile reperibilità delle superfici agricole nelle vicinanze delle strutture zootecniche.

Ne consegue che le pratiche orientate all'utilizzazione agronomica dei reflui devono necessariamente basarsi su alcuni principi fondamentali: la loro trasformazione nelle forme più idonee; la corretta quantificazione del loro potere fertilizzante; l'adeguata utilizzazione agronomica degli stessi (basata sul rispetto dei tempi, delle modalità e delle superfici di impiego); l'appropriata quantificazione degli apporti aggiuntivi effettuati con fertilizzanti chimici. Anche in questa sede, pertanto, è opportuno evidenziare come, nell'attuale situazione agro-zootecnica regionale, le scelte gestionali operate sui reflui abbiano un ruolo preponderante nel determinare l'effettiva sostenibilità ambientale delle produzioni zootecniche.

D'altra parte, l'esame degli impieghi colturali ha evidenziato alcune criticità ambientali in contesti caratterizzati da elevati quantitativi di nutrienti associabili agli ordinamenti colturali adottati nell'ultimo triennio. Il livello di intensità colturale rilevato in alcuni ambiti può evidentemente generare fenomeni diffusi di lisciviazione dei nitrati (confermati, peraltro, da tempo dai monitoraggi delle acque sotterranee effettuati da ARPA Umbria) e, nelle aree acclivi, fenomeni di erosione e ruscellamento dei fosfati in direzione dei corpi idrici superficiali. In questi contesti l'adozione di ordinamenti colturali a minore incidenza di colture cerealicole e, in generale, la riduzione delle dosi d'impiego diventa indispensabile ai fini della sostenibilità ambientale complessiva del sistema agro-zootecnico. In questa direzione, nelle aree di pianura, si è operato soprattutto attraverso la delimitazione di ZVN e l'adozione dei PUA / Registri dei fertilizzanti la cui definitiva implementazione e l'affiancamento di adeguate attività di verifica del rispetto dei quantitativi dichiarati diventano sempre più indispensabili.

Se la riduzione delle dosi d'impiego dei fertilizzanti e dei reflui è la prima e più importante azione di controllo dei rischi ambientali, altre strategie agronomiche possono però dare un contributo rilevante. Ad esempio l'inserimento di cosiddette "cover crop" a ciclo autunno primaverile negli avvicendamenti può contribuire a immobilizzare l'azoto minerale che residua nel terreno dopo la raccolta delle colture da reddito e a regimare le acque piovane limitando il trasporto del fosforo verso gli alvei per erosione e il trasporto dei nitrati verso i corpi idrici sotterranei e superficiali per lisciviazione. Anche una maggiore diffusione di agricoltura biologica può contribuire efficacemente a limitare i rischi ambientali grazie ai più ridotti input di nutrienti rispetto all'agricoltura convenzionale, anche se il consistente uso di fertilizzanti organici può comportare, a volte, minore efficienza di assorbimento dell'azoto e pertanto maggiori rischi di lisciviazione delle quantità residue nel terreno.

Nell'insieme, gli apparati normativi, i sistemi informativi, gli organismi e le procedure di controllo assumono un ruolo fondamentale per l'analisi e il monitoraggio del sistema agro-zootecnico e, quindi,

per la verifica complessiva della sostenibilità agro-ambientale. Tuttavia tali componenti, per quanto efficaci e tecnologicamente evolute, non potranno mai, per ovvie ragioni, riuscire a prevenire completamente o evidenziare comportamenti impropri dei singoli operatori agro-zootecnici i quali, spesso inconsapevolmente, si trovano a svolgere un ruolo estremamente delicato dal punto di vista paesaggistico e ambientale. Nell'immediato futuro una partita fondamentale si giocherà sicuramente sul versante della pianificazione e programmazione agro-zootecnica, ambientale e paesaggistica, non solo nelle fasi di implementazione, il più possibile integrata, dei numerosi strumenti a disposizione di istituzioni, enti e operatori del settore, ma, in misura importante, anche sul piano della comunicazione, della formazione professionale, della partecipazione e della sensibilizzazione agro-ambientale.

In questo quadro risulta sempre più determinante il ruolo dell'analisi territoriale mediante indicatori agro-ambientali ad adeguata risoluzione spazio-temporale che si deve realizzare, però, con l'intento di adeguare gli obiettivi e le modalità di verifica dei risultati raggiunti, passando progressivamente da un approccio tradizionale del controllo effettuato in senso ispettivo a quello del controllo realizzato in una logica di informazione e di miglioramento dell'intero sistema. Da questo punto di vista sarà indispensabile, in futuro, affiancare alla base informativa sviluppata nello studio specifici modelli di simulazione agro-ambientale, in grado di stimare più efficacemente i quantitativi di nutrienti originati dalle fonti diffuse agro-zootecniche, anche a fronte di adeguate informazioni pedo-climatiche opportunamente geo-riferite.

Dal confronto con studi precedenti, i carichi agricoli e zootecnici complessivi risultano complessivamente più contenuti. Alcune possibili spiegazioni sono da ricercarsi, in primo luogo, nell'evoluzione del sistema agro-zootecnico regionale confermata dai dati ISTAT 2000-2010 e da altri studi recenti. Nell'ultimo decennio, infatti, si è osservata una progressiva riduzione della SAU, una diminuzione delle superfici cerealicole e un incremento di quelle foraggere, oltre che una riduzione complessiva dell'impiego di fertilizzanti. Inoltre, rispetto ad approcci sviluppati in precedenza, nello studio sono stati utilizzati coefficienti colturali in alcuni casi più contenuti, considerati maggiormente rappresentativi delle più recenti tecniche colturali umbre. Dal punto di vista zootecnico nell'ultimo decennio si è osservata una progressiva riduzione delle consistenze allevate soprattutto di tipo suinicolo e avicolo. In più, per la caratterizzazione di questo comparto, a differenza di quanto realizzato in precedenza, sono stati utilizzati approcci statistici per la stima della più probabile composizione quali-quantitativa del bestiame allevato e del relativo peso vivo. Ciò ha consentito una stima sicuramente più realistica e puntuale degli apporti potenziali di nutrienti al campo.

La metodologia adottata nello studio ha consentito di integrare efficacemente, per la prima volta e a livello regionale, dati agro-zootecnici particolareggiati, provenienti da fonti molto diverse attraverso un approccio multidisciplinare innovativo che ha riunito conoscenze agronomiche, zootecniche, territoriali e geo-informatiche. I risultati permettono di identificare in modo efficace, ai vari livelli di analisi, i contesti in cui i carichi complessivi medi per ettaro di superficie risultano potenzialmente più elevati e gli ambiti in cui una gestione dei reflui non razionale può generare le criticità ambientali maggiormente rilevanti. Le procedure di calcolo adottate nello studio consentono di produrre informazioni aggiuntive molto utili per dedurre l'affidabilità e il livello di aggiornamento degli indicatori agro-zootecnici impiegati.

Per migliorare l'affidabilità del metodo e garantire un futuro aggiornamento dello studio sarà fondamentale operare sul piano della gestione e implementazione delle fonti informative:

- Vigilando sul corretto inserimento dei dati delle domande uniche PAC (con specifica attenzione ai piani colturali annuali);
- Migliorando il collegamento dei dati SIAN con i dati agro-ambientali PSR a livello di singolo appezzamento;
- Attivando al più presto la procedura informatica delle comunicazioni per l'utilizzazione agronomica degli effluenti;
- Migliorando la raccolta dati relativa alla zootecnia mediante la piattaforma BDN con l'aggiunta di informazioni rilevanti per l'analisi agro-ambientale;
- Collegando e integrando nel *framework* informatico del fascicolo aziendale i dati relativi a domande uniche, PSR, PUA, dati allevamenti BDN e comunicazioni.

## Bibliografia essenziale

AA VV (2013) Mutamenti strutturali dell'agricoltura umbra. A cura di Francesco Pennacchi. Regione Umbria. Perugia.

ANAS (2005) Osservatorio dell'Associazione Nazionale Allevatori Suinicoli. <http://www.anas.it>.

APAT (2005) L'inquinamento da nitrati di origine agricola nelle acque interne in Italia. APAT (Italian Agency for Environmental Protection and Technical Services) Report no. 50/2005. [http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003700/3766-rapporto-2005-50.pdf/at\\_download/file](http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003700/3766-rapporto-2005-50.pdf/at_download/file).

APAT (2007) Linee guida per l'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e delle acque reflue da aziende agroalimentari. APAT, Roma.

ARPA Piemonte, APS Piemonte (2004) Linee guida per l'applicazione del sistema di ecogestione ed ecoaudit (Reg. CE 761/2001) EMAS negli allevamenti suinicoli, "Ecogestione negli allevamenti suinicoli", Provincia di Cuneo.

ARSSA - Regione Abruzzo (2005) Riduzione dell'impatto ambientale. Pubblicazioni ARSSA.

ARUSIA Regione Umbria, ARPA Umbria (2005) Linee guida per l'applicazione del sistema di gestione ambientale ISO 14001 negli allevamenti suinicoli. ARUSIA, ARPA Umbria, Regione Umbria.

ASAE (1999). ASAE Standard 2000. 47th edition.

Barbari M (1998) Letame, liquiletame, liquame: caratteristiche delle deiezioni e dei metodi di evacuazione. Genio Rurale n. 10.

Bellarby J, Tirado R, Leip A, Weiss F, Lesschen JP, Smith P (2013) Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global change biology* 19:3–18. doi: 10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x

Benincasa P, Tosti G, Tei F, Guiducci M (2010). Actual N availability from winter catch crops used for green manuring in maize cultivation. *JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE*, vol. 34 (7), p. 705-723.

Bodo G, Tamburi L (2005) Analisi delle modalità di utilizzo agronomico dei reflui zootecnici. Piano di Tutela delle Acque della Regione Umbria.

Boldrini A, Benincasa P, Gigliotti G, Businelli D, Guiducci M (2008) Effects of an organic and a conventional cropping system on soil fertility . In: Proc. of the 2nd ISOFAR Congress. 324- 327, 1, 18-20 June 2008. Modena, Italy.

Bonazzi G (2003) Le migliori tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni dai ricoveri suinicoli. C.R.P.A., Reggio Emilia.

Bonazzi G, Fabbri C, Valli L (2003) Allevamenti a basso impatto ambientale. CRPA, Centro Ricerche Produzioni Animali, Regione Emilia Romagna. *Informatore Agrario Edizioni*, Bologna (In Italian)

Brouwer F (1998) Nitrogen balances at farm level as a tool to monitor effects of agri-environmental policy. *Nutrient cycling in Agroecosystems* 52:303–308. doi: 10.1023/A:1009783302364

Burton C, Martinez J (2008) Contrasting the management of livestock manures in Europe with the practice in Asia: What lessons can be learnt? *Outlook on Agriculture* 37:195–201. doi: 10.5367/000000008785915494

CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI (2001) *Liquami zootecnici. Manuale per l'utilizzazione Agronomica*. Ed L'Informatore Agrario, p. 320.

CENTRO RICERCHE PRODUZIONI ANIMALI (2009) Dossier: l'uso dei fanghi di depurazione, *Agricoltura (Rivista Mensile delle Regione Emilia-Romagna)* 2/2009, pp 53-66.

Cingolani L, Charavgis F (2004). *Monitoraggio qualitativo dei corsi d'acqua superficiali individuati nel Piano Stralcio per il Lago Trasimeno*.

EEA (2005) *Agriculture and environment in EU-15. The IRENA indicator Report*. EEA (European Environment Agency) Report no. 6/2005, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. [http://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2005\\_6/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2005_6/at_download/file).

EEA (2007) *Europe's environment. The fourth assessment*. EEA (European Environment Agency) *State of the Environment Report* no. 1/2007, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

EEA (2009) *EEA Signals 2009, key environmental issues facing Europe*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. [http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2009/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/signals-2009/at_download/file).

European Commission (2009) *The role of European agriculture in climate change mitigation*. Commission staff working document, SEC(2009) 1093 final, Brussels. [http://ec.europa.eu/agriculture/climate-change/pdf/sec2009\\_1093\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/climate-change/pdf/sec2009_1093_en.pdf). Accessed 24 January 2013

FAO (2009) *The state of food and agriculture. Livestock in the balance*. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [http://www.globalpolicy.org/images/pdfs/SocEcon/2010/FAO\\_food\\_and\\_agriculture\\_report.pdf](http://www.globalpolicy.org/images/pdfs/SocEcon/2010/FAO_food_and_agriculture_report.pdf). Accessed 24 January 2013

FAO (2013) *Faostat*. <http://faostat3.fao.org/home/index.html>. Accessed 25 Jun 2013

Farneselli M, Benincasa P, Tosti G, Pace R, Tei F, Guiducci M. (2013). *Nine-year results on maize and processing tomato in an organic and in a conventional low input cropping system*. *ITALIAN JOURNAL OF AGRONOMY*, Vol. 8 pag. 9-13. ISSN 1125-4718.

Goodchild MF, Parks BO and Steyaert LT (Eds) (1993) *Environmental Modeling with GIS*. Oxford University Press.

Halberg N, Van der Werf HMG, Basset-Mens C, et al. (2005) *Environmental assessment tools for the evaluation and improvement of European livestock production systems*. *Livestock Production Science* 96:33–50. doi: 10.1016/j.livprodsci.2005.05.013

ISTAT (2011) *6° Censimento Generale dell'Agricoltura. Risultati definitivi*.

ISTAT (2012) *Number of farms and heads. Years 2003, 2005, 2007, 2010*. I.Stat, Data warehouse of ISTAT (Italian National Institute of Statistics). <http://dati.istat.it/Index.aspx?lang=en>. Accessed 24 January 2013

Jain DK, Tim US, Jolly R (1995) Spatial decision support system for planning sustainable livestock production. *Computers, Environment and Urban Systems* 19:57–75. doi: 10.1016/0198-9715(94)00031-X

Ju S, DeAngelis DL (2010) Nutrient fluxes at the landscape level and the R\* rule. *Ecological Modelling* 221:141–146. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2009.10.003

Kesner BT, Meentemeyer V (1989) A regional analysis of total nitrogen in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 2:151–163. doi: 10.1007/BF00126015

Lanyon L, Beegle D (1989) The role of on-farm nutrient balance assessments in an integrated approach to nutrient management. *Journal of Soil and Water Conservation* 44(2): 164–168.

Mantovi P, Piccinini S, Baldoni G (2005). Fanghi di depurazione, gli effetti a lungo termine su colture e terreni. *Agricoltura (Mensile della Regione Emilia-Romagna)*.

Martinez J, Dabert P, Barrington S, Burton C (2009) Livestock waste treatment systems for environmental quality, food safety, and sustainability. *Bioresource technology* 100:5527–36. doi: 10.1016/j.biortech.2009.02.038

Mendes A, Soares da Silva E, Azevedo Santos J (eds) (2013) *Efficiency Measures in the Agricultural Sector*. Springer Science+Business Media, Dordrecht

Ministero Dell'ambiente e della Tutela del Territorio, 2004. *Linee Guida per l'identificazione delle Migliori Tecniche Disponibili per gli allevamenti suinicoli*.

Öborn I, Edwards A., Witter E, Oenema O, Ivarsson K, Withers PJA, Nilsson SI, Richert Stinzing A (2003) Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy* 20:211–225. doi: 10.1016/S1161-0301(03)00080-7

Oenema O (2006) Nitrogen budgets and losses in livestock systems. *International Congress Series* 1293:262–271. doi: 10.1016/j.ics.2006.02.040

Oenema O, Kros H, De Vries W. (2003) Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies. *European Journal of Agronomy*, 20(1-2): 3–16. doi:10.1016/S1161-0301(03)00067-4

Parris K (1998) Agricultural nutrient balances as agri-environmental indicators: an OECD perspective. *Environmental Pollution* 102:219–225. doi: 10.1016/S0269-7491(98)80036-5

Pennacchi F, Boggia A, Cortina C, Frascarelli A, Massei G, Vizzari M, Ansovini G. (2003) *Prospettive di sostenibilità economica ed ambientale dell'agricoltura del Lago Trasimeno – Dipartimento di Scienze Economiche ed Estimative, Università degli Studi di Perugia*.

Pennacchi F, Boggia A, Cortina C, Massei G, Vizzari M (2001) *Valutazione del programma agro-ambientale della Regione Umbria – Studio di una procedura di valutazione, Dipartimento di Scienze Economiche ed Estimative, Università degli Studi di Perugia*.

Pennacchi F, Boggia A, Chiorri M., Cortina C., Massei G. (1999) *L'agricoltura del bacino del Lago Trasimeno: Quadro conoscitivo e valutazioni economiche ed ambientali. Relazione del Progetto*

“Sperimentazione e valutazione di tecniche di produzione ecocompatibili per l’agricoltura del Lago Trasimeno”, Ce.S.A.V., Perugia.

Piccinini S, Bonazzi G (2005) Nuove strade per smaltire gli effluenti zootecnici. *L’Informatore Agrario*, 61(7): 55–60

Provincia di Bergamo (2010) Note di indirizzo sull’utilizzo del compost e degli effluenti zootecnici in agricoltura. Provincia di Bergamo, Settore Ambiente, Urbanistica e Agricoltura.

Provolo G, Riva E, Serù S (2007) Gestione e riduzione dell’azoto di origine zootecnica. Soluzioni tecnologiche e impiantistiche. Quaderni della ricerca. ERSAF Regione Lombardia.

Regional Council of Umbria, ARPA Umbria (2008) Annuario dei dati ambientali dell’Umbria. <http://www.arpa.umbria.it/canale.asp?id=1283>.

Regione Emilia Romagna, 1993 Manuale per la corretta gestione e l’utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici. Centro di Ricerche Produzioni Animali. Reggio Emilia. Ed. Regione Emilia Romagna, p.317.

Regione Umbria, Arpa Umbria 2009 Piano di Tutela delle Acque della regione Umbria.

Sangiorgi F, Balsari P, Bonfanti P (1986) Reflui zootecnici. Possibili trattamenti in vista dell’impiego agronomico. Edagricole, Bologna

Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C (2006) *Livestock’s long shadow: environmental issues and options*. FAO (Food and Agriculture Organization), Rome.

Steinfeld H, Mooney HA, Schneider F, Neville L (2010) *Livestock in a changing landscape, Volume 1: Drivers, consequences, and responses*. Island Press, Washington DC.

Sutton M, Howard C, Erisman J (2011) *The European nitrogen assessment: sources, effects and policy perspectives*. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Teira-Esmatges MR, Flotats X (2003) A method for livestock waste management planning in NE Spain. *Waste management (New York, NY)* 23:917–32. doi: 10.1016/S0956-053X(03)00072-2

Torquati B, Vizzari M, Sportolaro C. (2011) Participatory GIS for Integrating Local and Expert Knowledge in Landscape Planning. In Z. Andreopoulou, B. Manos, N. Polman, & D. Viaggi (Eds.), *Agricultural and Environmental Informatics, Governance and Management: Emerging Research Applications* (pp. 378-396). Hershey, PA: Information Science Reference. doi:10.4018/978-1-60960-621-3.ch020

Tukey W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley.

Vandervieren, E, Hubert, M (2004) An adjusted boxplot for skewed distributions, in: Antoch, J., ed. (2004). *Proceedings in Computational Statistics 2004*; Heidelberg: Springer-Verlag, 1933–1940.

Vizzari M, Mennella V (2007) Vulnerabilità allo spandimento dei liquami suinicoli. Caso di studio: il bacino del lago Trasimeno. *Estimo e Territorio* n.5.

Vizzari M, Mennella V, Maraziti F (2008) Rischio ambientale nel bacino del lago Trasimeno. Vulnerabilità del territorio e impatti legati alla gestione dei liquami suinicoli. Faculty of Agriculture, University of Perugia, Perugia

Vizzari M, Modica G (2013): Environmental Effectiveness of Swine Sewage Management: A Multicriteria AHP-Based Model for a Reliable Quick Assessment., 1023-1039. Environmental management 52 (4), DOI: 10.1007/s00267-013-0149-y

Yli-Viikari A, Hietala-Koivu R, Huusela-Veistola E, Hyvönen T, Perälä P, Turtola E. (2007) Evaluating agri-environmental indicators (AEIs) - Use and limitations of international indicators at national level. Ecological Indicators 7:150–163. doi: 10.1016/j.ecolind.2005.11.005

## Appendice: Tabelle dei principali indicatori calcolati a livello di unità territoriale e di sottobacino idrografico

Tab. 19: Superfici agricole utilizzate e impieghi culturali potenziali di azoto (SIAN e SIAN-PSR)

Unità territoriali e sottobacini	ST (ha)	SAU (ha)	SAU PSR 214 A+B (ha)	N SIAN (Kg)	N SIAN-PSR (Kg)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
<b>Topino Marroggia</b>	<b>123 647</b>	<b>44 876</b>	<b>14 496</b>	<b>3 869 323</b>	<b>3 473 002</b>	<b>74.11</b>	<b>66.65</b>
106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	9 481	5 186	2 077	667 030	593 913	128.61	114.52
67-Torrente Ose intero corso	9 574	4 573	1 587	536 734	485 779	117.38	106.23
63-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	9 914	4 227	1 296	410 556	378 033	97.12	89.43
159-Torrente Attone intero corso	5 292	2 997	1 537	299 316	258 786	99.87	86.35
157-Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	3 997	1 794	728	228 703	205 765	127.47	114.68
161-Fosso Alveo di Montefalco intero corso	2 855	2 039	1 016	209 255	183 510	102.62	90.00
68-Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	5 266	2 054	929	209 244	183 928	101.88	89.55
165-Torrente Cortaccione intero corso	7 906	2 830	900	166 518	143 802	58.84	50.81
59-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	7 259	2 016	564	150 675	138 786	74.73	68.83
55-Torrente Chiona intero corso	3 124	1 401	589	141 008	125 471	100.62	89.54
97-Torrente Caldognola intero corso	9 194	2 987	353	139 422	133 796	46.68	44.79
162-Torrente Ruicciano dal limite HER a T. Tatarena	2 198	1 198	643	137 777	118 142	114.99	98.60
155-Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	7 827	1 750	451	96 163	86 184	54.94	49.24
107-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	2 507	1 030	383	79 238	69 754	76.97	67.75
56-Fiume Clitunno intero corso	2 268	805	338	74 204	64 954	92.14	80.66
51-Fiume Menotre intero corso	11 354	2 711	342	68 998	64 532	25.45	23.80
153-Fosso di Colle Croce intero corso	3 000	893	36	50 835	50 163	56.93	56.18
171-Torrente Tessino intero corso	7 014	1 222	294	47 299	41 144	38.72	33.68
156-Torrente Rio di Capodacqua intero corso	3 706	816	69	45 796	44 347	56.14	54.36
158-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	454	284	126	32 841	29 069	115.80	102.50
142-Fiume Topino dalle origini a T. Caldognola	5 115	774	55	26 246	25 282	33.91	32.66
31-P. Colfiorito	1 082	350	20	25 272	24 786	72.28	70.89
168-Torrente Ruicciano dalle origini al limite HER	764	184	40	10 395	9 146	56.58	49.78
174-Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo	1 642	514	79	8 170	7 079	15.89	13.77
42-L. Arezzo	712	197	41	6 373	5 722	32.40	29.09
71-Torrente Tatarena dalle origini a limite HER	143	45	6	1 255	1 129	28.02	25.20
<b>Medio Tevere</b>	<b>89 456</b>	<b>40 714</b>	<b>18 263</b>	<b>3 784 471</b>	<b>3 297 613</b>	<b>78.17</b>	<b>67.76</b>
103-Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	25 821	13 496	6 256	1 499 604	1 319 051	111.12	97.74

Unità territoriali e sottobacini	ST (ha)	SAU (ha)	SAU PSR 214 A+B (ha)	N SIAN (Kg)	N SIAN-PSR (Kg)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
160-Torrente Puglia intero corso	18 033	7 338	3 241	665 523	584 086	90.70	79.60
166-Torrente Rio intero corso	4 679	2 821	1 352	295 564	256 582	104.77	90.95
110-Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	8 671	3 537	1 699	285 836	242 504	80.82	68.57
111-Torrente Naia da T. Tribio a F. Tevere	4 430	2 536	1 477	252 729	209 265	99.65	82.51
172-Torrente Arnata intero corso	5 428	2 412	1 253	219 266	189 571	90.89	78.58
163-Torrente Bagno intero corso	3 818	2 101	1 018	217 382	189 489	103.46	90.19
167-Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	4 082	1 883	711	144 662	126 439	76.81	67.14
144-Fosso Faena intero corso	5 909	1 742	613	112 839	99 240	64.78	56.97
43-L. Corbara	7 978	2 758	642	90 708	81 058	32.89	29.39
170-Torrente il Tribio dalle origini a limite HER	609	89	1	358	328	4.01	3.67
<b>Alto Tevere</b>	<b>144 142</b>	<b>44 543</b>	<b>17 362</b>	<b>3 277 647</b>	<b>2 923 438</b>	<b>68.89</b>	<b>62.16</b>
66-Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	10 874	4 656	2 023	540 100	478 131	115.99	102.69
105-Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	18 282	6 672	3 039	484 471	413 811	72.61	62.02
126-Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	13 807	4 109	2 106	320 612	285 860	78.03	69.57
109-Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	5 064	2 186	1 042	225 288	210 447	103.08	96.29
79-Torrente Carpina intero corso	9 034	2 494	1 107	176 892	153 376	70.93	61.50
140-Torrente Ventia intero corso	4 822	2 351	813	129 710	109 000	55.18	46.37
136-Torrente Niccone intero corso	9 323	1 648	597	121 271	110 107	73.58	66.81
104-Torrente Rio Maggiore intero corso	2 858	1 341	420	115 954	101 939	86.47	76.02
62-Torrente Nestore dal confine regionale a T. Minima	5 421	1 477	689	109 655	98 810	74.22	66.88
108-Torrente Cerfone da T. Sovara a F. Tevere	4 837	1 132	433	89 712	81 022	79.28	71.60
77-Torrente Assino dalle origini a T. Lana	5 014	1 792	125	87 982	86 502	49.11	48.28
92-Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	2 149	1 067	430	68 734	60 001	64.43	56.25
131-Torrente Aggia	4 340	929	202	67 308	63 542	72.44	68.39
114-Torrente Lanna intero corso	2 550	1 095	249	64 454	62 337	58.86	56.92
127-Torrente Sovara dal confine regionale a T. Cerfone	1 264	635	399	61 340	55 335	96.57	87.11
132-Torrente Lana intero corso	2 853	777	312	60 595	54 232	78.02	69.83
78-Torrente Carpinella intero corso	4 088	957	331	60 186	53 578	62.90	56.00
128-Torrente Soara intero corso	6 383	1 156	454	57 522	49 405	49.75	42.73
125-Torrente Selci intero corso	4 835	1 055	253	54 682	50 783	51.84	48.15
137-Torrente Resina intero corso	2 679	1 279	301	54 547	48 343	42.66	37.81
80-Torrente Cesa intero corso	2 995	984	204	53 900	51 571	54.76	52.40
138-Torrente Vallacchia intero corso	5 766	1 259	381	53 257	47 847	42.31	38.01
112-Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	4 180	702	296	51 534	47 203	73.44	67.27
139-Torrente Nese intero corso	4 076	959	358	47 881	41 122	49.95	42.90
115-Torrente Vaschi o Rio Secco intero corso	2 478	585	262	46 973	42 283	80.28	72.26
134-Torrente Minima dal confine regionale a T. Nestore	1 933	411	219	23 607	21 294	57.46	51.83
113-Torrente Nestore da T. Minima a F. Tevere	572	273	209	23 464	20 916	85.90	76.57
129-Torrente Cerfone dal confine regionale a T. Sovara	496	155	65	13 502	12 456	87.34	80.58
81-Torrente S.Donato intero corso	1 168	410	44	12 514	12 185	30.54	29.73
<b>Nestore</b>	<b>72 293</b>	<b>27 554</b>	<b>12 305</b>	<b>2 721 953</b>	<b>2 379 288</b>	<b>91.99</b>	<b>80.19</b>
95-Torrente Caina da T. Formanuova a F.	13 366	5 841	2 562	680 223	597 660	116.46	102.33

Unità territoriali e sottobacini	ST (ha)	SAU (ha)	SAU PSR 214 A+B (ha)	N SIAN (Kg)	N SIAN-PSR (Kg)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
<b>Nestore</b>							
96-Torrente Genna intero corso	9 043	4 643	2 208	563 763	497 777	121.42	107.21
54-Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	6 975	3 648	1 780	375 460	326 054	102.93	89.39
86-Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	13 794	4 174	1 502	374 178	333 415	89.64	79.88
83-Torrente Cestola intero corso	3 660	2 047	1 250	246 222	203 644	120.28	99.48
93-Torrente Caina dalle origini a T. Formanuova	6 855	2 328	1 123	192 760	163 827	82.80	70.37
94-Torrente Formanuova intero corso	3 812	1 395	667	122 167	108 682	87.59	77.93
89-Torrente Fersinone intero corso	10 938	2 540	897	106 181	93 535	41.81	36.83
91-Torrente Calvana intero corso	3 851	939	315	60 999	54 694	64.99	58.27
<b>Chiascio</b>	<b>76 107</b>	<b>31 670</b>	<b>6 159</b>	<b>2 454 869</b>	<b>2 331 222</b>	<b>72.91</b>	<b>69.69</b>
<b>141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino</b>							
141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	14 226	6 495	1 946	682 714	627 386	105.11	96.59
135-Torrente Saonda intero corso	11 750	5 306	703	407 224	399 523	76.75	75.29
70-Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	5 330	2 773	832	375 572	352 613	135.42	127.15
133-Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	11 404	4 907	1 017	245 533	232 825	50.04	47.45
69-Torrente Rasina intero corso	9 174	3 227	634	162 474	153 330	50.35	47.51
58-Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	7 129	2 759	245	162 366	159 942	58.84	57.97
82-Torrente Saonda intero corso	3 727	1 668	147	149 297	147 573	89.49	88.46
50-Torrente Tescio intero corso	6 563	2 195	497	140 278	130 565	63.91	59.48
48-Fiume Sciola da limite HER a F. Chiascio	4 885	1 647	33	104 760	104 094	63.59	63.19
41-L. Valfabbrica	1 918	692	106	24 651	23 371	35.64	33.79
<b>Nera</b>	<b>195 143</b>	<b>37 165</b>	<b>11 401</b>	<b>2 068 023</b>	<b>1 807 169</b>	<b>51.65</b>	<b>44.87</b>
<b>57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER</b>							
57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER	14 728	4 828	2 502	561 841	474 645	116.38	98.31
<b>102-Fosso Caldaro intero corso</b>							
102-Fosso Caldaro intero corso	3 699	2 190	1 557	214 166	170 972	97.79	78.07
<b>147-Fiume Sordo intero corso</b>							
147-Fiume Sordo intero corso	13 894	4 459	816	210 049	200 927	47.11	45.06
<b>123-Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia</b>							
123-Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	8 198	2 228	899	175 004	152 724	78.53	68.53
<b>117-Fosso Tarquinio intero corso</b>							
117-Fosso Tarquinio intero corso	3 099	1 369	852	137 313	111 122	100.27	81.14
<b>76-Fiume Nera da F. Corno a F. Velino</b>							
76-Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	22 144	4 178	769	127 961	117 311	30.63	28.08
<b>148-Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo</b>							
148-Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo	12 662	2 924	582	97 453	92 102	33.33	31.50
<b>124-Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato</b>							
124-Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato	3 409	1 144	549	84 288	71 655	73.67	62.63
<b>151-Torrente intero corso</b>							
151-Torrente intero corso	6 356	1 787	297	53 891	51 096	30.16	28.59
<b>176-Torrente Tescino intero corso</b>							
176-Torrente Tescino intero corso	4 320	635	169	45 441	41 541	71.58	65.43
<b>143-Torrente Campiano intero corso</b>							
143-Torrente Campiano intero corso	7 455	1 676	694	42 523	36 844	25.38	21.99
<b>74-Torrente Serra intero corso</b>							
74-Torrente Serra intero corso	5 455	904	169	39 834	36 634	44.07	40.53
<b>52-Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera</b>							
52-Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	6 927	1 229	180	29 117	27 485	23.70	22.37
<b>53-Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere</b>							
53-Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	702	217	142	24 175	19 496	111.29	89.75
<b>121-Torrente il Fossato intero corso</b>							
121-Torrente il Fossato intero corso	3 311	469	60	24 172	22 685	51.51	48.34
<b>35-L. Piediluco</b>							
35-L. Piediluco	7 327	465	124	22 652	18 461	48.71	39.70
<b>152-Fosso di Rosciano intero corso</b>							
152-Fosso di Rosciano intero corso	3 276	570	58	20 905	19 578	36.66	34.33
<b>25-Fiume Corno corpo idrico fuori regione</b>							
25-Fiume Corno corpo idrico fuori regione	19 760	983	21	20 258	20 072	20.60	20.41
<b>38-L. San Liberato</b>							
38-L. San Liberato	741	250	163	20 225	16 256	81.05	65.14
<b>75-Fiume Nera dal confine regionale a F. Corno</b>							
75-Fiume Nera dal confine regionale a F. Corno	8 522	632	177	15 990	14 472	25.32	22.91
<b>146-Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera</b>							
146-Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	4 079	844	152	15 133	12 568	17.93	14.89
<b>169-Torrente Tissino intero corso</b>							
169-Torrente Tissino intero corso	5 725	927	35	14 586	14 043	15.73	15.15

Unità territoriali e sottobacini	ST (ha)	SAU (ha)	SAU PSR 214 A+B (ha)	N SIAN (Kg)	N SIAN-PSR (Kg)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
116-Fosso Vorga dal confine regionale a F. Corno	2 647	480	147	14 282	12 557	29.73	26.14
40-L. dell'Aia	727	171	102	12 750	10 627	74.73	62.29
118-Fosso del Castellone intero corso	2 961	654	19	10 293	9 966	15.74	15.24
164-Torrente Argentina intero corso	1 687	355	8	7 868	7 822	22.17	22.04
20-Fiume Nera corpo idrico fuori regione	14 473	295	1	7 194	7 179	24.36	24.30
33-Fiume Velino 4	664	64	28	6 008	5 190	93.79	81.02
122-Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	494	80	35	5 111	4 639	63.62	57.74
39-Canale Recentino intero corso	78	35	24	4 658	3 769	133.51	108.03
45-Fiume Vigi corpo idrico fuori regione	1 920	82	48	1 702	1 627	20.74	19.83
34-Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	1 197	39	19	1 153	1 080	29.31	27.45
24-Fosso Vorga corpo idrico fuori regione	2 504	2	0	27	24	15.51	13.79
<b>Basso Tevere</b>	<b>53 978</b>	<b>18 301</b>	<b>9 113</b>	<b>1 563 899</b>	<b>1 365 772</b>	<b>80.83</b>	<b>70.91</b>
65-Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	12 211	4 765	2 697	455 888	391 630	95.68	82.19
36-Fiume Tevere 1	11 775	3 779	1 666	335 623	300 292	88.81	79.46
9-Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera	10 477	3 294	1 526	273 641	236 665	83.09	71.86
32-Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano	3 229	1 181	538	113 617	100 903	96.21	85.44
120-Fosso di Giove intero corso	3 668	1 442	851	112 413	96 789	77.95	67.12
60-Fiume Tevere da L. Corbara a punto immissione della centrale di Baschi	3 111	1 427	818	99 598	85 188	69.80	59.70
175-Fosso di San Lorenzo intero corso	2 673	818	265	64 481	58 901	78.84	72.02
119-Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere	3 582	960	445	63 618	55 885	66.27	58.22
177-Fosso di Macchie intero corso	3 252	635	308	45 020	39 519	70.85	62.19
<b>Paglia Chiani</b>	<b>63 040</b>	<b>19 826</b>	<b>10 002</b>	<b>1 452 726</b>	<b>1 251 298</b>	<b>69.64</b>	<b>59.02</b>
88-Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	21 275	5 695	2 442	442 123	390 839	77.64	68.63
101-Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	8 412	3 379	1 880	237 770	204 035	70.37	60.39
98-Torrente Fossalto dal confine regionale a T. Chiani	4 477	1 627	813	142 949	123 251	87.86	75.75
100-Fiume Paglia dal confine regionale a T. Romealla	7 675	1 769	872	125 618	109 941	71.00	62.14
61-Fosso Albergo la Nona da limite HER a F. Paglia	3 535	1 385	801	92 176	78 319	66.55	56.55
150-Torrente Romealla dalle origini a limite HER	2 468	1 172	737	89 231	72 112	76.13	61.52
72-Fosso Rivarcale intero corso	3 264	1 128	646	82 158	69 035	72.81	61.18
73-Torrente Ritorto intero corso	3 340	1 068	512	70 425	59 490	65.94	55.70
149-Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	1 604	708	405	53 512	46 039	75.57	65.02
173-Fosso Albergo la Nona dalle origini a limite HER	1 527	649	444	46 550	37 614	71.72	57.95
90-Fosso Astrone dal confine regionale a T. Chiani	597	221	161	28 087	22 382	126.82	101.06
99-Fosso Migliari intero corso	2 475	493	51	22 191	21 409	45.05	43.46
87-Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone	1 011	311	205	17 382	14 735	55.97	47.45
145-Fosso dell'Elmo intero corso	1 380	221	34	2 554	2 097	11.56	9.49
<b>Trasimeno</b>	<b>37 518</b>	<b>11 687</b>	<b>5 754</b>	<b>1 257 039</b>	<b>1 086 706</b>	<b>109.22</b>	<b>93.83</b>
37-L. Trasimeno	29 522	7 607	3 581	786 712	685 560	103.42	90.13
154-Fosso Rigo Maggiore 1	2 102	1 731	1 064	246 293	207 635	142.29	119.96
49-Fosso dell'Anguilara intero corso	3 179	1 124	469	113 459	99 508	100.92	88.51

Unità territoriali e sottobacini	ST (ha)	SAU (ha)	SAU PSR 214 A+B (ha)	N SIAN (Kg)	N SIAN-PSR (Kg)	N SIAN (Kg/ha)	N SIAN-PSR (Kg/ha)
84-Torrente Tresa dalle origini a T. Anguillara	2 715	1 225	638	110 575	94 003	90.26	76.73
<b>Arno</b>	<b>8 833</b>	<b>5 127</b>	<b>2 644</b>	<b>565 997</b>	<b>490 063</b>	<b>119.54</b>	<b>105.82</b>
21-Fiume Arno	4 998	3 133	1 673	351 286	303 967	112.11	97.01
64-Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	3 456	1 703	879	172 435	147 067	101.28	86.38
85-Fosso Rigo Maggiore 2	379	291	92	42 276	39 029	145.22	134.07
<b>Metauro</b>	<b>14 945</b>	<b>3 194</b>	<b>404</b>	<b>109 582</b>	<b>104 360</b>	<b>34.31</b>	<b>32.67</b>
17-Fiume Metauro	14 945	3 194	404	109 582	104 360	34.31	32.67
<b>Esino</b>	<b>8 733</b>	<b>1 439</b>	<b>164</b>	<b>40 745</b>	<b>38 208</b>	<b>19.35</b>	<b>18.37</b>
130-Torrente Sentino intero corso	8 245	1 291	163	39 549	37 012	30.64	28.67
15-Fiume Esino	488	148	1	1 196	1 196	8.06	8.06
<b>Chienti</b>	<b>1 179</b>	<b>350</b>	<b>16</b>	<b>18 964</b>	<b>18 581</b>	<b>54.12</b>	<b>53.03</b>
13-Fiume Chienti	1 179	350	16	18 964	18 581	54.12	53.03
<b>Potenza</b>	<b>2 102</b>	<b>537</b>	<b>16</b>	<b>7 253</b>	<b>6 987</b>	<b>13.52</b>	<b>13.02</b>
14-Fiume Potenza	2 102	537	16	7 253	6 987	13.52	13.02
<b>Totale complessivo</b>	<b>891 114</b>	<b>286 983</b>	<b>108 099</b>	<b>23 192 491</b>	<b>20 573 707</b>	<b>69.84</b>	<b>61.92</b>

Tab. 20: Apporti potenziali di azoto da reflui

Unità territoriali e sottobacini	Totale (N Kg)	Kg/ha SAU	Suini (N Kg)	Bovini (N Kg)	Avicoli (N Kg)	Ovini-caprini (N Kg)	Equini (N Kg)	Fanghi (N Kg)
<b>Topino Marroggia</b>	<b>1 048 646</b>	<b>20.45</b>	<b>192 814</b>	<b>606 402</b>	<b>91 828</b>	<b>84 142</b>	<b>73 460</b>	<b>0</b>
106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	241 275	46.52	82 527	115 479	24 708	11 388	7 173	0
67-Torrente Ose intero corso	133 233	29.14	12 473	97 533	9 309	4 390	9 528	0
68-Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	98 157	47.79	14 866	52 040	24 570	1 712	4 969	0
63-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	83 514	19.76	4 790	59 997	79	6 893	11 755	0
159-Torrente Attone intero corso	75 075	25.05	31 638	27 436	11 074	2 914	2 013	0
59-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	52 330	25.95	3 350	26 628	4 811	10 804	6 737	0
157-Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	40 774	22.73	7 693	25 035	0	6 402	1 644	0
165-Torrente Cortaccione intero corso	34 748	12.28	645	23 651	2 007	4 360	4 085	0
161-Fosso Alveo di Montefalco intero corso	34 207	16.78	8 156	21 335	557	2 923	1 236	0
97-Torrente Caldognola intero corso	29 883	10.00	1 638	19 606	0	4 903	3 736	0
162-Torrente Ruicciano dal limite HER a T. Tatarena	28 779	24.02	11 071	9 754	4 702	1 724	1 528	0
153-Fosso di Colle Croce intero corso	27 327	30.60	135	23 413	2 436	1 208	135	0
51-Fiume Menotre intero corso	22 199	8.19	418	12 151	3 833	2 537	3 260	0
55-Torrente Chiona intero corso	21 586	15.40	354	15 482	0	1 343	4 407	0
155-Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	19 499	11.14	1 284	8 889	1 495	3 696	4 135	0
107-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	19 067	18.52	84	11 951	170	5 566	1 296	0
142-Fiume Topino dalle origini a T. Caldognola	15 109	19.52	93	10 527	1 537	1 781	1 171	0
174-Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo	14 265	27.75	9 664	3 754	0	630	217	0
56-Fiume Clitunno intero corso	13 614	16.91	52	10 880	0	1 909	773	0
171-Torrente Tessino intero corso	12 521	10.25	562	6 782	65	3 153	1 959	0
31-P. Colfiorito	11 307	32.34	124	9 712	28	1 185	258	0
156-Torrente Rio di Capodacqua intero corso	9 221	11.30	115	6 031	0	1 999	1 076	0
42-L. Arezzo	4 466	22.71	10	3 725	206	328	197	0
158-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	4 348	15.33	458	3 634	156	48	52	0
168-Torrente Ruicciano dalle origini al limite HER	2 142	11.66	614	977	85	346	120	0
71-Torrente Tatarena dalle origini a limite HER	0	0.00	0	0	0	0	0	0
<b>Nera</b>	<b>924 120</b>	<b>21.87</b>	<b>96 770</b>	<b>500 256</b>	<b>106 931</b>	<b>156 169</b>	<b>63 994</b>	<b>0</b>
57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER	215 184	44.57	58 939	31 995	81 239	36 139	6 872	0
147-Fiume Sordo intero corso	147 768	33.14	2 536	122 212	197	16 153	6 670	0
148-Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo	92 765	31.73	686	62 263	6 919	15 827	7 070	0
76-Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	63 284	15.15	1 473	45 128	0	6 657	10 026	0
123-Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	59 854	26.86	11 864	32 861	919	10 486	3 724	0
25-Fiume Corno corpo idrico fuori regione	48 601	49.43	31	43 448	0	5 122	0	0
151-Torrente intero corso	33 470	18.73	821	26 617	0	4 889	1 143	0
52-Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	31 924	25.98	2 124	22 818	0	4 705	2 277	0
117-Fosso Tarquinio intero corso	30 179	22.04	8 618	3 675	11 200	4 228	2 458	0

Unità territoriali e sottobacini	Totale (N Kg)	Kg/ha SAU	Suini (N Kg)	Bovini (N Kg)	Avicoli (N Kg)	Ovini-caprini (N Kg)	Equini (N Kg)	Fanghi (N Kg)
102-Fosso Caldaro intero corso	26 600	12.15	3 352	14 508	2 127	5 640	973	0
143-Torrente Campiano intero corso	21 941	13.09	43	5 453	0	13 202	3 243	0
124-Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato	20 854	18.23	790	11 311	0	6 116	2 637	0
169-Torrente Tissino intero corso	12 558	13.54	193	7 862	0	2 347	2 156	0
38-L. San Liberato	12 277	49.20	542	9 832	525	349	1 029	0
74-Torrente Serra intero corso	11 328	12.53	1 603	3 437	3 000	2 310	978	0
118-Fosso del Castellone intero corso	10 982	16.80	7	8 020	0	935	2 020	0
176-Torrente Tescino intero corso	10 776	16.97	904	5 318	0	2 601	1 953	0
152-Fosso di Rosciano intero corso	10 001	17.54	325	6 191	0	1 313	2 172	0
164-Torrente Argentina intero corso	9 150	25.78	329	2 854	0	5 767	200	0
116-Fosso Vorga dal confine regionale a F. Corno	9 132	19.01	55	4 437	0	2 269	2 371	0
146-Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	9 016	10.68	0	5 805	0	3 001	210	0
53-Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	8 365	38.51	0	8 229	0	0	136	0
121-Torrente il Fossato intero corso	7 348	15.66	523	4 107	0	1 249	1 469	0
75-Fiume Nera dal confine regionale a F. Corno	6 518	10.32	0	2 229	0	3 915	374	0
40-L. dell'Aia	4 620	27.08	736	3 081	134	273	396	0
35-L. Piediluco	3 758	8.08	4	2 850	0	271	633	0
34-Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	2 062	52.41	0	1 816	0	121	125	0
122-Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	1 698	21.14	39	331	584	171	573	0
33-Fiume Velino 4	1 225	19.12	0	1 139	0	86	0	0
45-Fiume Vigi corpo idrico fuori regione	662	8.07	233	429	0	0	0	0
39-Canale Recentino intero corso	220	6.31	0	0	87	27	106	0
20-Fiume Nera corpo idrico fuori regione	0	0.00	0	0	0	0	0	0
<b>Nestore</b>	<b>884 994</b>	<b>32.80</b>	<b>536 624</b>	<b>162 969</b>	<b>118 975</b>	<b>37 489</b>	<b>25 064</b>	<b>3 873</b>
96-Torrente Genna intero corso	293 895	63.30	222 400	34 790	32 386	1 472	2 847	0
95-Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	149 294	25.56	99 462	26 533	11 544	1 612	10 143	0
54-Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	105 447	28.91	43 006	12 051	43 535	607	2 375	3 873
83-Torrente Cestola intero corso	95 984	46.89	70 008	17 369	3 718	3 519	1 370	0
94-Torrente Formanuova intero corso	71 599	51.34	50 156	12 680	741	6 398	1 624	0
86-Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	60 832	14.57	26 418	8 124	13 381	10 573	2 336	0
93-Torrente Caina dalle origini a T. Formanuova	43 462	18.67	9 852	20 160	2 332	8 748	2 370	0
89-Torrente Fersinone intero corso	33 863	13.33	5 025	23 574	113	3 873	1 278	0
91-Torrente Calvana intero corso	30 618	32.62	10 297	7 688	11 225	687	721	0
<b>Medio Tevere</b>	<b>811 297</b>	<b>17.86</b>	<b>336 691</b>	<b>181 985</b>	<b>224 258</b>	<b>35 922</b>	<b>31 566</b>	<b>875</b>
103-Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	384 623	28.50	185 754	62 415	120 032	5 105	10 442	875
160-Torrente Puglia intero corso	101 892	13.89	16 001	31 854	34 911	11 361	7 765	0
167-Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	72 463	38.48	31 941	20 511	12 563	5 616	1 832	0
110-Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	69 892	19.76	16 079	18 324	24 502	6 598	4 389	0
166-Torrente Rio intero corso	60 590	21.48	38 092	15 646	4 009	1 286	1 557	0
163-Torrente Bagno intero corso	34 195	16.28	18 171	7 662	5 103	1 228	2 031	0
144-Fosso Faena intero corso	29 754	17.08	11 438	9 837	7 105	820	554	0
111-Torrente Naia da T. Tribio a F. Tevere	28 325	11.17	9 057	8 926	6 392	2 622	1 328	0
172-Torrente Arnata intero corso	24 166	10.02	9 901	2 740	9 641	435	1 449	0
43-L. Corbara	5 397	1.96	257	4 070	0	851	219	0

Unità territoriali e sottobacini	Totale (N Kg)	Kg/ha SAU	Suini (N Kg)	Bovini (N Kg)	Avicoli (N Kg)	Ovini-caprini (N Kg)	Equini (N Kg)	Fanghi (N Kg)
<b>Chiascio</b>	<b>687 280</b>	<b>18.61</b>	<b>130 161</b>	<b>371 082</b>	<b>108 715</b>	<b>38 177</b>	<b>39 145</b>	<b>0</b>
141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	211 172	32.51	46 255	112 328	32 334	13 148	7 107	0
135-Torrente Saonda intero corso	129 564	24.42	5 015	61 448	46 862	8 172	8 067	0
70-Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	86 723	31.27	51 287	26 675	3 657	573	4 531	0
133-Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	76 241	15.54	1 794	66 114	0	2 610	5 723	0
69-Torrente Rasina intero corso	55 625	17.24	4 420	39 895	4 666	4 176	2 468	0
50-Torrente Tescio intero corso	43 857	19.98	18 792	17 467	36	3 150	4 412	0
48-Fiume Sciola da limite HER a F. Chiascio	29 766	18.07	161	6 255	21 160	811	1 379	0
58-Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	27 868	10.10	1 212	21 968	0	2 267	2 421	0
82-Torrente Saonda intero corso	25 155	15.08	1 175	18 770	0	2 517	2 693	0
41-L. Valfabbrica	1 309	1.89	50	162	0	753	344	0
<b>Alto Tevere</b>	<b>635 158</b>	<b>13.60</b>	<b>130 156</b>	<b>298 589</b>	<b>73 461</b>	<b>80 072</b>	<b>52 880</b>	<b>0</b>
105-Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	111 631	16.73	46 011	38 587	0	19 493	7 540	0
66-Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	83 782	17.99	21 607	47 735	1 382	4 963	8 095	0
132-Torrente Lana intero corso	43 734	56.31	14 515	1 233	17 145	10 229	612	0
126-Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	33 860	8.24	1 803	9 441	13 772	3 258	5 586	0
104-Torrente Rio Maggiore intero corso	31 547	23.52	23 931	5 154	0	890	1 572	0
77-Torrente Assino dalle origini a T. Lana	29 508	16.47	524	23 194	0	2 615	3 175	0
79-Torrente Carpina intero corso	28 804	11.55	3 156	17 321	4 214	1 496	2 617	0
138-Torrente Vallacchia intero corso	26 958	21.42	636	22 675	0	2 744	903	0
109-Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	25 219	11.54	433	19 759	3 088	474	1 465	0
136-Torrente Niccone intero corso	24 319	14.76	264	15 454	2 614	3 323	2 664	0
114-Torrente Lanna intero corso	23 405	21.37	457	20 737	0	1 695	516	0
140-Torrente Ventia intero corso	20 696	8.80	9 876	6 017	0	2 689	2 114	0
62-Torrente Nestore dal confine regionale a T. Minima	17 429	11.80	719	5 085	4 867	5 785	973	0
139-Torrente Nese intero corso	13 927	14.53	390	302	4 886	7 529	820	0
128-Torrente Soara intero corso	13 359	11.55	377	7 027	4 577	947	431	0
108-Torrente Cerfone da T. Sovara a F. Tevere	12 950	11.44	694	8 586	999	720	1 951	0
125-Torrente Selci intero corso	12 573	11.92	336	4 212	6 247	653	1 125	0
137-Torrente Resina intero corso	11 503	9.00	1 646	6 922	0	2 091	844	0
78-Torrente Carpinella intero corso	11 411	11.93	1 027	7 475	0	1 542	1 367	0
127-Torrente Sovara dal confine regionale a T. Cerfone	10 850	17.08	142	10 167	0	48	493	0
112-Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	9 782	13.94	344	3 391	985	1 969	3 093	0
80-Torrente Cesa intero corso	9 756	9.91	302	7 486	0	1 147	821	0
92-Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	9 131	8.56	455	6 377	0	1 451	848	0
131-Torrente Aggia	8 206	8.83	215	722	4 457	1 642	1 170	0
115-Torrente Vaschi o Rio Secco intero corso	3 814	6.52	70	844	2 247	282	371	0
81-Torrente S.Donato intero corso	3 658	8.93	8	2 597	0	113	940	0
134-Torrente Minima dal confine regionale a T. Nestore	2 676	6.51	4	0	1 981	163	528	0
113-Torrente Nestore da T. Minima a F. Tevere	347	1.27	8	81	0	53	205	0
129-Torrente Cerfone dal confine regionale a T. Sovara	323	2.09	206	8	0	68	41	0

Unità territoriali e sottobacini	Totale (N Kg)	Kg/ha SAU	Suini (N Kg)	Bovini (N Kg)	Avicoli (N Kg)	Ovini-caprini (N Kg)	Equini (N Kg)	Fanghi (N Kg)
<b>Trasimeno</b>	<b>480 656</b>	<b>33.17</b>	<b>220 357</b>	<b>56 300</b>	<b>184 564</b>	<b>9 294</b>	<b>10 139</b>	<b>2</b>
37-L. Trasimeno	355 883	46.79	140 511	26 034	173 364	8 859	7 113	2
154-Fosso Rigo Maggiore 1	76 132	43.98	56 577	16 900	2 000	197	458	0
49-Fosso dell'Anguillara intero corso	29 913	26.61	15 762	13 130	43	167	811	0
84-Torrente Tresa dalle origini a T. Anguillara	18 728	15.29	7 507	236	9 157	71	1 757	0
<b>Basso Tevere</b>	<b>411 480</b>	<b>26.24</b>	<b>62 588</b>	<b>172 437</b>	<b>115 088</b>	<b>41 046</b>	<b>20 321</b>	<b>0</b>
65-Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	83 279	17.48	40 604	26 109	8 440	5 272	2 854	0
60-Fiume Tevere da L. Corbara a punto immissione della centrale di Baschi	73 245	51.33	68	3 574	66 923	2 254	426	0
9-Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera	63 322	19.23	6 222	33 847	2 000	16 581	4 672	0
120-Fosso di Giove intero corso	56 347	39.07	1 893	38 571	8 175	5 971	1 737	0
36-Fiume Tevere 1	43 602	11.54	6 472	21 830	3 965	6 925	4 410	0
119-Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere	42 918	44.71	4 893	30 639	1 328	2 520	3 538	0
32-Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano	27 185	23.02	1 027	9 727	14 772	391	1 268	0
175-Fosso di San Lorenzo intero corso	11 924	14.58	8	1 870	9 485	320	241	0
177-Fosso di Macchie intero corso	9 658	15.20	1 401	6 270	0	812	1 175	0
<b>Paglia Chiani</b>	<b>268 985</b>	<b>20.16</b>	<b>70 081</b>	<b>119 234</b>	<b>660</b>	<b>55 320</b>	<b>23 690</b>	<b>0</b>
88-Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	83 029	14.58	9 179	54 496	435	8 766	10 153	0
87-Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone	44 398	142.96	44 266	0	0	0	132	0
98-Torrente Fossalto dal confine regionale a T. Chiani	33 301	20.47	819	25 521	0	4 842	2 119	0
72-Fosso Rivaocale intero corso	25 167	22.30	11 134	2 603	0	10 928	502	0
101-Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	16 840	4.98	707	5 469	225	6 237	4 202	0
61-Fosso Albergo la Nona da limite HER a F. Paglia	14 563	10.52	290	5 156	0	7 340	1 777	0
73-Torrente Ritorto intero corso	11 421	10.69	3 167	5 885	0	1 833	536	0
150-Torrente Romealla dalle origini a limite HER	9 557	8.15	136	2 991	0	6 154	276	0
100-Fiume Paglia dal confine regionale a T. Romealla	8 449	4.78	323	2 321	0	4 948	857	0
99-Fosso Migliari intero corso	8 447	17.15	0	6 071	0	278	2 098	0
149-Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	6 413	9.06	60	5 592	0	331	430	0
173-Fosso Albergo la Nona dalle origini a limite HER	5 678	8.75	0	1 473	0	3 663	542	0
145-Fosso dell'Elmo intero corso	1 719	7.78	0	1 653	0	0	66	0
90-Fosso Astrone dal confine regionale a T. Chiani	3	0.01	0	3	0	0	0	0
<b>Arno</b>	<b>164 995</b>	<b>18.68</b>	<b>90 272</b>	<b>18 295</b>	<b>34 193</b>	<b>9 210</b>	<b>1 818</b>	<b>11 207</b>
21-Fiume Arno	156 571	49.97	89 030	14 128	34 193	7 599	414	11 207
64-Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	8 032	4.72	850	4 167	0	1 611	1 404	0
85-Fosso Rigo Maggiore 2	392	1.35	392	0	0	0	0	0
<b>Metauro</b>	<b>37 426</b>	<b>11.72</b>	<b>1 951</b>	<b>29 753</b>	<b>0</b>	<b>3 158</b>	<b>2 564</b>	<b>0</b>
17-Fiume Metauro	37 426	11.72	1 951	29 753	0	3 158	2 564	0
<b>Esino</b>	<b>36 217</b>	<b>14.03</b>	<b>78</b>	<b>30 005</b>	<b>0</b>	<b>4 746</b>	<b>1 388</b>	<b>0</b>
130-Torrente Sentino intero corso	36 217	28.06	78	30 005	0	4 746	1 388	0
15-Fiume Esino	0	0.00	0	0	0	0	0	0
<b>Chienti</b>	<b>32 330</b>	<b>92.27</b>	<b>2 019</b>	<b>28 005</b>	<b>0</b>	<b>2 220</b>	<b>86</b>	<b>0</b>

Unità territoriali e sottobacini	Totale (N Kg)	Kg/ha SAU	Suini (N Kg)	Bovini (N Kg)	Avicoli (N Kg)	Ovini-caprini (N Kg)	Equini (N Kg)	Fanghi (N Kg)
13-Fiume Chienti	32 330	92.27	2 019	28 005	0	2 220	86	0
<b>Potenza</b>	<b>8 923</b>	<b>16.63</b>	<b>274</b>	<b>7 354</b>	<b>0</b>	<b>759</b>	<b>536</b>	<b>0</b>
14-Fiume Potenza	8 923	16.63	274	7 354	0	759	536	0
<b>Totale complessivo</b>	<b>6 432 507</b>	<b>20.81</b>	<b>1 870 836</b>	<b>2 582 666</b>	<b>1 058 673</b>	<b>557 724</b>	<b>346 651</b>	<b>15 957</b>

**Tab. 21: Carichi complessivi di azoto di origine agro-zootecnica nei tre scenari definiti nella ricerca**

Unità territoriali e sottobacini	N Sc1 (Kg)	N Sc2 (Kg)	N Sc3 (Kg)	N Sc1 (Kg/ha)	N Sc2 (Kg/ha)	N Sc3 (Kg/ha)
<b>Topino Marroggia</b>	<b>3 480 188</b>	<b>3 997 379</b>	<b>4 521 648</b>	<b>67.19</b>	<b>76.88</b>	<b>87.10</b>
106-Torrente Tatarena da limite HER a F. Timia-Teverone-Marroggia	593 913	714 551	835 188	114.52	137.78	161.04
67-Torrente Ose intero corso	485 779	552 396	619 012	106.23	120.80	135.37
63-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tatarena a F. Clitunno	378 033	419 790	461 547	89.43	99.31	109.18
159-Torrente Attone intero corso	258 786	296 324	333 861	86.35	98.87	111.40
157-Fiume Topino da Foligno a F. Timia-Teverone-Marroggia	205 765	226 152	246 539	114.68	126.04	137.41
68-Fiume Topino da F. Timia-Teverone-Marroggia a F. Chiascio	183 928	233 007	282 085	89.55	113.44	137.34
161-Fosso Alveo di Montefalco intero corso	183 510	200 614	217 717	90.00	98.39	106.77
165-Torrente Cortaccione intero corso	143 802	161 176	178 550	50.81	56.95	63.09
59-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da L. Arezzo a T. Tessino	138 786	164 951	191 116	68.83	81.81	94.79
97-Torrente Caldognola intero corso	133 796	148 738	163 679	44.79	49.80	54.80
55-Torrente Chiona intero corso	125 471	136 264	147 057	89.54	97.24	104.94
162-Torrente Ruicciano dal limite HER a T. Tatarena	118 142	132 532	146 921	98.60	110.61	122.62
155-Fiume Topino da T. Caldognola a Foligno	86 184	95 934	105 683	49.24	54.81	60.38
107-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da T. Tessino a T. Tatarena	69 754	79 288	88 821	67.75	77.01	86.27
56-Fiume Clitunno intero corso	64 954	71 761	78 568	80.66	89.11	97.56
51-Fiume Menotre intero corso	64 532	75 632	86 731	23.80	27.90	31.99
153-Fosso di Colle Croce intero corso	50 163	63 827	77 490	56.18	71.48	86.78
156-Torrente Rio di Capodacqua intero corso	44 347	48 958	53 568	54.36	60.02	65.67
171-Torrente Tessino intero corso	41 144	47 405	53 665	33.68	38.81	43.93
158-Fiume Timia-Teverone-Marroggia da F. Clitunno a F. Topino	29 069	31 243	33 417	102.50	110.17	117.83
142-Fiume Topino dalle origini a T. Caldognola	25 282	32 837	40 391	32.66	42.42	52.18
31-P. Colfiorito	24 786	30 440	36 093	70.89	87.06	103.23
174-Fiume Timia-Teverone-Marroggia dalle origini a L. Arezzo	14 265	14 265	21 344	27.75	27.75	41.52
168-Torrente Ruicciano dalle origini al limite HER	9 146	10 217	11 288	49.78	55.61	61.44
42-L. Arezzo	5 722	7 955	10 188	29.09	40.45	51.80
71-Torrente Tatarena dalle origini a limite HER	1 129	1 129	1 129	25.20	25.20	25.20
<b>Medio Tevere</b>	<b>3 297 285</b>	<b>3 702 934</b>	<b>4 108 582</b>	<b>74.16</b>	<b>83.09</b>	<b>92.02</b>
103-Fiume Tevere da F. Chiascio a L. Corbara	1 319 051	1 511 363	1 703 674	97.74	111.99	126.24
160-Torrente Puglia intero corso	584 086	635 032	685 978	79.60	86.54	93.48
166-Torrente Rio intero corso	256 582	286 877	317 172	90.95	101.69	112.43
110-Torrente Naia dalle origini a T. Tribio	242 504	277 450	312 396	68.57	78.45	88.33
111-Torrente Naia da T. Tribio a F. Tevere	209 265	223 428	237 590	82.51	88.09	93.68
172-Torrente Arnata intero corso	189 571	201 654	213 737	78.58	83.59	88.60
163-Torrente Bagno intero corso	189 489	206 587	223 684	90.19	98.33	106.46
167-Torrente il Tribio da limite HER a T. Naia	126 439	162 671	198 902	67.14	86.37	105.61
144-Fosso Faena intero corso	99 240	114 117	128 994	56.97	65.51	74.05
43-L. Corbara	81 058	83 757	86 455	29.39	30.37	31.34
<b>Alto Tevere</b>	<b>2 923 438</b>	<b>3 241 017</b>	<b>3 558 596</b>	<b>62.16</b>	<b>68.97</b>	<b>75.77</b>
66-Fiume Tevere da Perugia a F. Chiascio	478 131	520 022	561 913	102.69	111.68	120.68
105-Fiume Tevere da T. Carpina a Perugia	413 811	469 627	525 442	62.02	70.39	78.75
126-Fiume Tevere da T. Cerfone a T. Carpina	285 860	302 790	319 720	69.57	73.69	77.81

Unità territoriali e sottobacini	N Sc1 (Kg)	N Sc2 (Kg)	N Sc3 (Kg)	N Sc1 (Kg/ha)	N Sc2 (Kg/ha)	N Sc3 (Kg/ha)
109-Fiume Tevere dal confine regionale a T. Cerfone	210 447	223 057	235 666	96.29	102.06	107.83
79-Torrente Carpina intero corso	153 376	167 778	182 180	61.50	67.27	73.05
136-Torrente Niccone intero corso	110 107	122 267	134 426	66.81	74.19	81.57
140-Torrente Ventia intero corso	109 000	119 348	129 696	46.37	50.77	55.17
104-Torrente Rio Maggiore intero corso	101 939	117 713	133 486	76.02	87.78	99.54
62-Torrente Nestore dal confine regionale a T. Minima	98 810	107 525	116 239	66.88	72.78	78.68
77-Torrente Assino dalle origini a T. Lana	86 502	101 256	116 010	48.28	56.52	64.75
108-Torrente Cerfone da T. Sovara a F. Tevere	81 022	87 497	93 972	71.60	77.32	83.05
131-Torrente Aggia	63 542	67 645	71 748	68.38	72.80	77.22
114-Torrente Lanna intero corso	62 337	74 040	85 742	56.92	67.61	78.30
92-Torrente Assino da T. Lana a F. Tevere	60 001	64 567	69 132	56.25	60.53	64.81
127-Torrente Sovara dal confine regionale a T. Cerfone	55 335	60 760	66 185	87.11	95.65	104.19
132-Torrente Lana intero corso	54 232	76 099	97 966	69.83	97.99	126.14
78-Torrente Carpinella intero corso	53 578	59 284	64 989	56.00	61.96	67.92
80-Torrente Cesa intero corso	51 571	56 449	61 327	52.40	57.35	62.31
125-Torrente Selci intero corso	50 783	57 070	63 356	48.15	54.11	60.07
128-Torrente Soara intero corso	49 405	56 085	62 764	42.73	48.50	54.28
137-Torrente Resina intero corso	48 343	54 095	59 846	37.81	42.31	46.81
138-Torrente Vallacchia intero corso	47 847	61 326	74 805	38.01	48.72	59.43
112-Torrente Seano dal confine regionale a T. Nestore	47 203	52 094	56 985	67.27	74.24	81.21
115-Torrente Vaschi o Rio Secco intero corso	42 283	44 190	46 097	72.26	75.52	78.78
139-Torrente Nese intero corso	41 122	48 086	55 049	42.90	50.17	57.43
134-Torrente Minima dal confine regionale a T. Nestore	21 294	22 632	23 970	51.83	55.08	58.34
113-Torrente Nestore da T. Minima a F. Tevere	20 916	21 090	21 263	76.57	77.21	77.84
129-Torrente Cerfone dal confine regionale a T. Sovara	12 456	12 618	12 779	80.58	81.62	82.67
81-Torrente S.Donato intero corso	12 185	14 014	15 843	29.73	34.20	38.66
<b>Nestore</b>	<b>2 379 288</b>	<b>2 821 785</b>	<b>3 264 282</b>	<b>80.19</b>	<b>96.59</b>	<b>112.99</b>
95-Torrente Caina da T. Formanuova a F. Nestore	597 660	672 307	746 954	102.33	115.11	127.89
96-Torrente Genna intero corso	497 777	644 725	791 672	107.21	138.86	170.51
86-Fiume Nestore dalle origini a T. Caina	333 415	363 831	394 247	79.88	87.16	94.45
54-Fiume Nestore da T. Caina a F. Tevere	326 054	378 778	431 501	89.39	103.84	118.30
83-Torrente Cestola intero corso	203 644	251 636	299 628	99.48	122.93	146.37
93-Torrente Caina dalle origini a T. Formanuova	163 827	185 558	207 289	70.37	79.71	89.04
94-Torrente Formanuova intero corso	108 682	144 482	180 281	77.93	103.59	129.26
89-Torrente Fersinone intero corso	93 535	110 467	127 398	36.83	43.50	50.16
91-Torrente Calvana intero corso	54 694	70 003	85 312	58.27	74.58	90.89
<b>Chiascio</b>	<b>2 331 222</b>	<b>2 674 862</b>	<b>3 018 502</b>	<b>69.69</b>	<b>78.99</b>	<b>88.30</b>
141-Fiume Chiascio da L. Valfabbrica a F. Topino	627 386	732 972	838 558	96.59	112.84	129.10
135-Torrente Saonda intero corso	399 523	464 305	529 087	75.29	87.50	99.71
70-Fiume Chiascio da F. Topino a F. Tevere	352 613	395 975	439 336	127.15	142.78	158.42
133-Fiume Chiascio dalle origini a T. Sciola	232 825	270 946	309 066	47.45	55.22	62.99
58-Fiume Chiascio da T. Sciola a L. Valfabbrica	159 942	173 876	187 810	57.97	63.02	68.07
69-Torrente Rasina intero corso	153 330	181 143	208 955	47.51	56.13	64.75
82-Torrente Saonda intero corso	147 573	160 151	172 728	88.46	96.00	103.54
50-Torrente Tescio intero corso	130 565	152 494	174 422	59.48	69.47	79.46
48-Fiume Sciola da limite HER a F. Chiascio	104 094	118 977	133 860	63.19	72.22	81.26

Unità territoriali e sottobacini	N Sc1 (Kg)	N Sc2 (Kg)	N Sc3 (Kg)	N Sc1 (Kg/ha)	N Sc2 (Kg/ha)	N Sc3 (Kg/ha)
41-L. Valfabbrica	23 371	24 026	24 680	33.79	34.74	35.68
<b>Nera</b>	<b>1 844 102</b>	<b>2 273 434</b>	<b>2 731 265</b>	<b>47.81</b>	<b>56.91</b>	<b>67.71</b>
57-Fiume Nera da F. Velino a limite HER	474 645	582 237	689 829	98.31	120.60	142.89
147-Fiume Sordo intero corso	200 927	274 811	348 695	45.06	61.64	78.21
102-Fosso Caldaro intero corso	170 972	184 272	197 572	78.07	84.14	90.22
123-Torrente L'Aia dalle origini a L. dell'Aia	152 724	182 651	212 578	68.53	81.96	95.39
76-Fiume Nera da F. Corno a F. Velino	117 311	148 953	180 595	28.08	35.66	43.23
117-Fosso Tarquinio intero corso	111 122	126 212	141 301	81.14	92.16	103.18
148-Fiume Corno dal confine regionale a T. Sordo	92 765	138 485	184 867	31.73	47.36	63.23
124-Fiume Nera da limite HER a L. S. Liberato	71 655	82 082	92 509	62.63	71.75	80.86
151-Torrente intero corso	51 096	67 831	84 566	28.59	37.96	47.32
25-Fiume Corno corpo idrico fuori regione	48 601	48 601	68 673	49.43	49.43	69.84
176-Torrente Tescino intero corso	41 541	46 929	52 317	65.43	73.92	82.41
143-Torrente Campiano intero corso	36 844	47 815	58 785	21.99	28.53	35.08
74-Torrente Serra intero corso	36 634	42 298	47 962	40.53	46.80	53.07
52-Fiume Vigi dal confine regionale a F. Nera	31 924	43 447	59 409	25.98	35.36	48.35
121-Torrente il Fossato intero corso	22 685	26 359	30 033	48.34	56.17	64.00
152-Fosso di Rosciano intero corso	19 578	24 579	29 579	34.33	43.10	51.87
53-Fiume Nera da L. S. Liberato a F. Tevere	19 496	23 679	27 861	89.75	109.01	128.26
35-L. Piediluco	18 461	20 340	22 219	39.70	43.74	47.78
38-L. San Liberato	16 256	22 395	28 533	65.14	89.74	114.34
75-Fiume Nera dal confine regionale a F. Corno	14 472	17 731	20 990	22.91	28.07	33.23
169-Torrente Tissino intero corso	14 043	20 322	26 601	15.15	21.92	28.69
146-Fiume Corno da T. Sordo a F. Nera	12 568	17 076	21 584	14.89	20.23	25.57
116-Fosso Vorga dal confine regionale a F. Corno	12 557	17 123	21 689	26.14	35.64	45.15
118-Fosso del Castellone intero corso	10 982	15 457	20 948	16.80	23.64	32.04
40-L. dell'Aia	10 627	12 937	15 247	62.29	75.83	89.37
164-Torrente Argentina intero corso	9 150	12 397	16 972	25.78	34.93	47.82
20-Fiume Nera corpo idrico fuori regione	7 179	7 179	7 179	24.30	24.30	24.30
33-Fiume Velino 4	5 190	5 803	6 415	81.02	90.59	100.15
122-Torrente L'Aia da L. dell'Aia a F. Nera	4 639	5 488	6 337	57.74	68.31	78.88
39-Canale Recentino intero corso	3 769	3 879	3 989	108.03	111.18	114.33
34-Fiume Velino da L. Piediluco a F. Nera	2 062	2 111	3 142	52.41	53.66	79.87
45-Fiume Vigi corpo idrico fuori regione	1 627	1 958	2 289	19.83	23.86	27.89
<b>Basso Tevere</b>	<b>1 365 772</b>	<b>1 571 512</b>	<b>1 777 252</b>	<b>70.91</b>	<b>84.03</b>	<b>97.15</b>
65-Torrente Rio Grande dalle origini a F.so di Macchie	391 630	433 270	474 909	82.19	90.93	99.67
36-Fiume Tevere 1	300 292	322 093	343 894	79.46	85.23	91.00
9-Fiume Tevere a valle confluenza F. Nera	236 665	268 326	299 987	71.86	81.47	91.08
32-Fiume Tevere dal punto immissione della centrale di Baschi a sbarramento di Alviano	100 903	114 496	128 088	85.44	96.95	108.46
120-Fosso di Giove intero corso	96 789	124 963	153 136	67.12	86.66	106.19
60-Fiume Tevere da L. Corbara a punto immissione della centrale di Baschi	85 188	121 811	158 433	59.70	85.36	111.03
175-Fosso di San Lorenzo intero corso	58 901	64 863	70 825	72.02	79.31	86.60
119-Torrente Rio Grande da F.so di Macchie a F. Tevere	55 885	77 344	98 803	58.22	80.57	102.93
177-Fosso di Macchie intero corso	39 519	44 348	49 177	62.19	69.79	77.39
<b>Paglia Chiani</b>	<b>1 280 961</b>	<b>1 393 255</b>	<b>1 520 283</b>	<b>65.84</b>	<b>70.82</b>	<b>79.18</b>

Unità territoriali e sottobacini	N Sc1 (Kg)	N Sc2 (Kg)	N Sc3 (Kg)	N Sc1 (Kg/ha)	N Sc2 (Kg/ha)	N Sc3 (Kg/ha)
88-Torrente Chiani da T. Astrone a F. Paglia	390 839	432 354	473 868	68.63	75.92	83.21
101-Fiume Paglia da T. Romealla a F. Tevere	204 035	212 455	220 875	60.39	62.88	65.37
98-Torrente Fossalto dal confine regionale a T. Chiani	123 251	139 902	156 552	75.75	85.99	96.22
100-Fiume Paglia dal confine regionale a T. Romealla	109 941	114 166	118 390	62.14	64.53	66.92
61-Fosso Albergo la Nona da limite HER a F. Paglia	78 319	85 601	92 882	56.55	61.81	67.06
150-Torrente Romealla dalle origini a limite HER	72 112	76 891	81 669	61.52	65.60	69.67
72-Fosso Rivarcale intero corso	69 035	81 619	94 202	61.18	72.33	83.49
73-Torrente Ritorto intero corso	59 490	65 201	70 911	55.70	61.05	66.40
149-Torrente Romealla da limite HER a F. Paglia	46 039	49 246	52 452	65.02	69.55	74.08
87-Torrente Chiani dalle origini a T. Astrone	44 398	44 398	59 133	142.96	142.96	190.40
173-Fosso Albergo la Nona dalle origini a limite HER	37 614	40 453	43 292	57.95	62.32	66.70
90-Fosso Astrone dal confine regionale a T. Chiani	22 382	22 384	22 385	101.06	101.07	101.08
99-Fosso Migliari intero corso	21 409	25 633	29 856	43.46	52.03	60.61
145-Fosso dell'Elmo intero corso	2 097	2 957	3 816	9.49	13.38	17.27
<b>Trasimeno</b>	<b>1 086 706</b>	<b>1 327 034</b>	<b>1 567 362</b>	<b>93.83</b>	<b>110.41</b>	<b>127.00</b>
37-L. Trasimeno	685 560	863 502	1 041 443	90.13	113.52	136.91
154-Fosso Rigo Maggiore 1	207 635	245 701	283 767	119.96	141.95	163.94
49-Fosso dell'Anguillara intero corso	99 508	114 465	129 421	88.51	101.81	115.11
84-Torrente Tresa dalle origini a T. Anguillara	94 003	103 367	112 731	76.73	84.37	92.02
<b>Arno</b>	<b>490 063</b>	<b>572 561</b>	<b>655 058</b>	<b>105.82</b>	<b>115.16</b>	<b>124.50</b>
21-Fiume Arno	303 967	382 253	460 538	97.01	121.99	146.98
64-Torrente Tresa da deviazione a confine regionale	147 067	151 083	155 099	86.38	88.74	91.09
85-Fosso Rigo Maggiore 2	39 029	39 225	39 421	134.07	134.74	135.42
<b>Metauro</b>	<b>104 360</b>	<b>123 073</b>	<b>141 786</b>	<b>32.67</b>	<b>38.53</b>	<b>44.39</b>
17-Fiume Metauro	104 360	123 073	141 786	32.67	38.53	44.39
<b>Esino</b>	<b>38 208</b>	<b>56 317</b>	<b>74 425</b>	<b>18.37</b>	<b>25.38</b>	<b>32.40</b>
130-Torrente Sentino intero corso	37 012	55 121	73 229	28.67	42.70	56.73
15-Fiume Esino	1 196	1 196	1 196	8.06	8.06	8.06
<b>Chienti</b>	<b>32 330</b>	<b>34 746</b>	<b>50 911</b>	<b>92.27</b>	<b>99.17</b>	<b>145.30</b>
13-Fiume Chienti	32 330	34 746	50 911	92.27	99.17	145.30
<b>Potenza</b>	<b>8 923</b>	<b>11 449</b>	<b>15 910</b>	<b>16.63</b>	<b>21.34</b>	<b>29.65</b>
14-Fiume Potenza	8 923	11 449	15 910	16.63	21.34	29.65
<b>Totale complessivo</b>	<b>20 662 846</b>	<b>23 801 355</b>	<b>27 005 862</b>	<b>64.05</b>	<b>73.21</b>	<b>83.42</b>