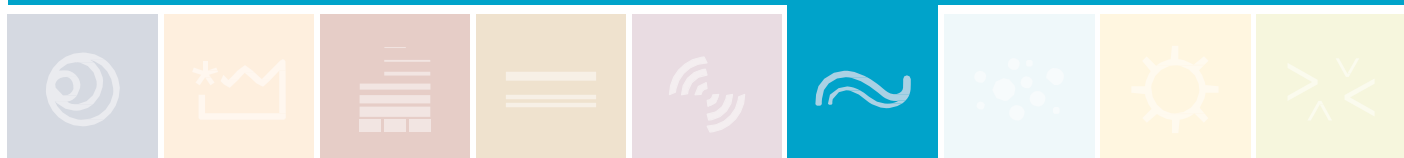


MONITORAGGIO DI INDAGINE NEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE CAINA

Dicembre 2020



MONITORAGGIO DI INDAGINE NEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE CAINA

Autore

Mirko Nucci

Responsabile Servizio Rete Acqua

Visto

Sara Passeri

Dirigente Coordinamento Tecnico Scientifico

Dicembre 2020

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	07
2. METODO DI INDAGINE	08
3. DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO	11
3.1. Regime idraulico del Caina	15
4. CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE	15
4.1. Rilievo degli scarichi in alveo	18
4.2. Impianti di depurazione	19
5. MONITORAGGIO DELLE ACQUE	23
5.1. Dati chimici trimestrali	23
5.2. Chimica di base	26
5.3. Analidi microbiologiche	35
5.4. Fitofarmaci	35
5.5. Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)	37
6. MONITORAGGIO CONTINUO DELLE ACQUE	40
6.1. Sintesi delle serie temporali	42
6.2. Eventi anomali nel bacino del Caina	45
7. REFLUI DI NATURA ZOOTECNICA.	54
8. DETTAGLIO DEI SINGOLI SOTTOBACINI	56
8.1. Affluenti del tratto iniziale (CP01)	58
8.2. Torrente Innigati (CA01)	59
8.3. Fosso della Canonica (CA02)	59
8.4. Torrente Oscano (CA03-CA04)	60
8.5. Torrente Formanuova di Mantignana (CA05)	62
8.6. Rio Ceruto (CA06)	64
8.7. Torrente Formanuova di Magione (CA07-CA08)	65
8.8. Fosso Cainone Nord (CA09)	67
8.9. Emissario del Trasimeno (CA10-CA11)	68
8.10. Fosso del Lavatoio (CA12)	69
8.11. Fosso Verna (CA16)	70
8.12. Fosso Cainella (CA14-CA15)	72
8.13. Fosso Rigo (CA16-CA17-CA18-CA24)	74
8.14. Rio Fratta (CA19)	76
8.15. Fosso del Loggio (CA20)	77
8.16. Fosso del Ponticello (CA21)	78
8.17. Fosso di Ponaiole (CA22)	79
8.18. Fosso Fuga (CA23)	81

9. CONCLUSIONI	82
9.1. Suggerimenti per il miglioramento della qualità ambientale	85
BIBLIOGRAFIA	88

ALLEGATI

- A1.** Dati analitici acque – Parametri chimico-fisici, chimica di base e giudizio LIMeco
- A2.** Dati analitici acque – Solventi organici aromatici, solventi clorurati e metalli
- A3.** Dati analitici acque – Fitofarmaci, sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) e microbiologia
- B.** Scarichi – Georeferenziazione e documentazione fotografica
- C.** Monitoraggio continuo – Classificazione degli eventi anomali
- D.** Monitoraggio continuo – Identificazione degli eventi anomali
- E.** Planimetria bacino Caina

1. INTRODUZIONE

I corsi d'acqua che attraversano l'Umbria hanno contribuito fortemente alla caratterizzazione del paesaggio attuale, creando una molteplicità di habitat acquatici e terrestri, molti dei quali con caratteri di unicità. Tuttavia, essi sono stati sottoposti ad una graduale diminuzione di "naturalità", imputabile all'incremento della pressione antropica e alle alterazioni morfologiche. Questo processo di degrado ambientale ha interessato prevalentemente alcuni corsi d'acqua che attraversano il territorio umbro, tra i quali il Torrente Caina.

Il Torrente Caina nasce alle pendici di Monte Tezio, in prossimità di San Giovanni del Pantano, ha una lunghezza complessiva di circa 32,8 km e confluisce nel Fiume Nestore a valle del paese di Pieve Caina, solcando i territori comunali di Umbertide, Magione, Corciano, Perugia e Marsciano; la superficie totale del bacino imbrifero è prossima a 240 km². Nella parte settentrionale, il Caina attraversa una zona di notevole pregio ambientale; successivamente, la presenza di aree antropizzate porta ad un incremento progressivo del carico inquinante, dovuto principalmente a reflui di natura civile. Questi problemi si sommano all'utilizzo intensivo del territorio per l'agricoltura, con vaste aree sottoposte a fertilizzazione, all'uso di fitofarmaci e alla presenza di allevamenti di varia tipologia e entità.

Nel primo triennio del secondo ciclo di campionamento della rete operativa dei corpi idrici superficiali (2015-2017), finalizzato alla determinazione dello stato di qualità ambientale ai fini del D.L. 152/06 e s.m.i., il Caina (punto CAI1) è stato classificato con uno stato ecologico "cattivo" (A. Cingolani, F. Charavgis, 2017), indotto dal giudizio derivante dagli elementi di qualità chimico-fisica di base. Il corpo idrico è caratterizzato da condizioni ecologiche compromesse, dovute alla presenza di elevate concentrazioni di nutrienti, non compatibili con la capacità autodepurativa del corso d'acqua. I tenori di azoto ammoniacale e nitrico e di fosforo totale, quasi sempre critici, evidenziano condizioni di trofia tra le più marcate dell'intero reticolo regionale. Le prime valutazioni relative al triennio 2017-2020 (A. Cingolani, F. Charavgis, 2020) mostrano una sostanziale concordanza con quanto rilevato nel ciclo precedente: comunità biologiche fortemente alterate, giudizio su indice LIMeco "cattivo", presenza di PFOS e glifosate/AMPA in concentrazioni superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

Il contesto di degrado in cui versa il bacino del Torrente Caina ha spinto l'Agenzia a promuovere uno studio che potesse evidenziare le principali criticità esistenti e proporre iniziative per migliorare la situazione attuale. Lo studio è stato effettuato nell'arco temporale di 18 mesi da ARPA Umbria ed è stato finanziato con fondi relativi al Piano di Tutela delle Acque vigente (PTA2 2016-2021, approvato

con DCR 260 del 8 agosto 2018, Misura T-11 “Monitoraggio di indagine e studio conoscitivo su alcuni corpi idrici ad elevata criticità”).

<i>Mirko Nucci</i>	ARPA Umbria – CTS Responsabile Servizio Rete Acqua	Coordinamento, gestione campionamenti e rilievi, monitoraggio continuo delle acque, elaborazioni, carte tematiche, stesura relazione finale
<i>Francesco Brunelli Simone Scarpelloni Diego Fortini</i>	ARPA Umbria - CTS Servizio Rete Acqua	Monitoraggio continuo delle acque
<i>Donatella Bartoli Eugenia Peirone Leonardo Merlini Nicoletta Barbagianni Giovanna Tozzi Elisabetta Ciccarelli</i>	ARPA Umbria - Laboratorio Multisito	Analisi chimiche e microbiologiche

Tabella 1.1 – Personale interno coinvolto nello studio.

2. METODO DI INDAGINE

Il bacino idrografico del Caina è caratterizzato da un numero elevato di scarichi, prevalentemente di origine civile; sono stati effettuati rilievi sull'intero bacino, per censire gli scarichi esistenti. Tutte le condotte di scarico rilevate in campo sono state riportate in una planimetria, insieme ai principali fattori di pressione ambientale agenti sul bacino idrografico (allevamenti suinicoli, depuratori, zone industriali, centri abitati). Particolare attenzione è stata riservata alle reti fognarie, per evidenziare le criticità riconducibili alla gestione del sistema di raccolta e recapito dei reflui civili. Non è stato determinato il contributo fornito dai fertilizzanti agricoli alle concentrazioni di nutrienti rilevati nelle acque; per questi aspetti si rimanda all'*analisi delle pressioni esercitate sulla matrice acqua dalle attività agro-zootecniche nel territorio della Regione Umbria*, svolta nel 2020 dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (DSA3) dell'Università di Perugia (Convenzione ARPA Umbria – DSA3 del 14 dicembre 2018).

La selezione dei punti di campionamento è stata effettuata in base alla significatività e all'accessibilità dell'alveo. Nel Caina, i sedimenti sono praticamente assenti in tutta l'asta principale, caratterizzata da un alveo sostanzialmente ghiaioso; pertanto, lo studio è stato incentrato esclusivamente sulla qualità delle acque.

Nel mese di Settembre 2019 è stata effettuata una prima serie di campionamenti, finalizzata ad evidenziare le criticità esistenti; nei luoghi in cui è stata riscontrata una discordanza tra la qualità delle acque e i rilievi in campo, sono stati effettuati sopralluoghi di maggior dettaglio. La campagna è stata ripetuta nel mese di Dicembre, per disporre di una base dati più ampia e riferibile a diverse condizioni idrauliche. Nel contempo, sono stati utilizzati i dati acquisiti in continuo utilizzando due sonde multiparametriche autoregistranti, disposte in punti strategici del reticolo idrografico.

Le informazioni acquisite in campo sono state integrate con l'analisi dei dati relativi al monitoraggio istituzionale effettuato da Arpa Umbria, in attuazione del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

In dettaglio, sono state effettuate le seguenti attività.

- a) Consultazione della cartografia esistente su varie scale (IGM 1:25.000, fotografie aeree 1:10.000, CTR 1:10.000) per ricostruire il reticolo idrografico complessivo del torrente Caina, determinare le caratteristiche morfologiche e dimensionali dell'asta principale e di tutti gli affluenti.
- b) Attività di campo per completare la ricostruzione del reticolo idrografico e, contestualmente, identificare e rilevare gli scarichi attivi gravanti sui singoli corsi d'acqua. Gli scarichi sono stati identificati, ove possibile, percorrendo l'alveo dall'interno oppure osservando entrambi gli argini, adottando alcuni criteri di base: sono stati esclusi dal rilievo le condotte manifestamente riconducibili alle acque chiare e i dreni agricoli; nel dubbio, ove fosse sospettabile la presenza di acque chiare miste a reflui, le tubazioni di scarico sono state comunque censite. Tutti gli scarichi censiti, indipendentemente dalla loro natura, sono stati accuratamente georeferenziati e fotografati (vedere allegato B).
- c) Acquisizione delle necessarie informazioni in merito ai fattori di pressione ambientale: rete fognaria, scolmatori di piena, impianti di depurazione, zone industriali, centri abitati, allevamenti attivi che producono reflui non palabili (suinicoli).
- d) Acquisizione delle serie di dati relativi al monitoraggio continuo delle acque e alla classificazione dei corpi idrici superficiali (D.L. 152/06 e s.m.i).
- e) Impostazione della rete di monitoraggio delle acque in funzione delle informazioni acquisite su carta e in campo. Sono stati previsti 13 punti di campionamento nell'asta principale del Caina e 24 punti nel reticolo fluviale degli affluenti. Nell'asta principale, i punti sono stati posizionati secondo alcuni principi di base: a monte/valle dell'immissione dei fossi principali, in funzione dell'accessibilità dell'alveo. Gli affluenti sono stati campionati immediatamente a monte dell'immissione nel Caina; alcuni fossi sono stati campionati in più punti, dove era

necessario conoscere lo stato delle acque in posizioni strategiche intermedie, come nelle ramificazioni principali di sottobacini rilevanti.

- f) Definizione del set analitico. È stato deciso di adottare un set ampio, di natura chimica e microbiologica, per verificare la qualità complessiva delle acque, determinando temperatura, conducibilità, pH, ossigeno disciolto, BOD₅, COD, azoto nitrico, azoto nitroso, azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, metalli, cloruri, solfati, fenoli, tensioattivi anionici (MBAS), solventi organici aromatici (BTEXs), solventi clorurati, fitofarmaci (glifosate e AMPA), PFAS, Escherichia coli.
- g) Campionamenti sulla rete di monitoraggio impostata, effettuati nel mese di Settembre 2019 e ripetuti nel mese di Dicembre 2019. Nei punti della rete sono state prelevate le aliquote necessarie per determinare gli analiti elencati nel punto precedente. In alcuni punti l'acqua era stagnante o assente, soprattutto nella campagna estiva; conseguentemente, è stato campionato ed analizzato un numero inferiore di punti rispetto a quello preventivato.
- h) Elaborazione dei dati acquisiti, stesura delle carte tematiche e della relazione finale.

3. DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del Caina è piuttosto articolato e ricade nei territori comunali di Umbertide, Corciano, Magione, Perugia e Marsciano. La nomenclatura degli affluenti dipende dalla base cartografica consultata; pertanto, si è deciso di adottare in via prioritaria la nomenclatura indicata nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, poiché caratterizzata da un elevato livello di dettaglio. Nel complesso, il bacino idrografico del Caina può essere suddiviso nei seguenti elementi.

- a) **Asta principale** – Nella parte settentrionale, l’asta principale del Caina percorre in direzione N-S una stretta valle posta ad ovest di Monte Tezio. Successivamente, dopo aver recepito il torrente Oscano, piega in direzione ovest e attraversa la periferia settentrionale di Corciano, fino a giungere ad un’ampia area di confluenza. In quest’area di confluenza, il Caina recepisce vari affluenti che solcano il territorio comunale di Magione (Formanuova, Emissario del Trasimeno, ecc.). In seguito, procedendo in direzione SE, percorre la Vallupina e recepisce alcuni affluenti che drenano le acque di una zona piuttosto ampia, che va da Corciano a Ellera-Olmo. Proseguendo, dopo aver solcato una porzione di territorio particolarmente antropizzata (San Mariano, Solomeo, Capanne), il Caina piega verso sud percorrendo un contesto prettamente agricolo, con alcuni centri abitati localizzati prevalentemente in sinistra idrografica (Bagnaia, Pilonico Materno, Monticelli, Pieve Caina), fino a confluire nel Fiume Nestore. La lunghezza dell’asta principale, calcolata dal paese di San Giovanni del Pantano alla confluenza con il Nestore, è di circa 32.8 km
- b) **Sottobacini del tratto iniziale** – Rappresentano la porzione iniziale del bacino del Caina, da San Giovanni del Pantano fino all’abitato di Le Cupe di Capocavallo. Questa porzione di bacino si sviluppa prevalentemente nel territorio comunale di Perugia ed è caratterizzata, a meno di locali eccezioni, da una buona qualità complessiva delle acque. In destra idrografica, occorre menzionare il Torrente Innigati, recapitante le acque di drenaggio della lontana discarica di Borgo Giglione. In sinistra idrografica, vi sono inizialmente serie di fossi che drenano le acque di Monte Tezio fino a giungere, procedendo verso sud, al Fosso della Canonica. Infine, sempre in sinistra idrografica, il sottobacino del Torrente Oscano, che si sviluppa in un ampio territorio a nord-ovest di Monte Malbe e include i centri abitati di Capocavallo, Canneto, Cenerente e Badioli.

- c) **Sottobacini ricadenti nel territorio comunale di Corciano** – Si sviluppano quasi esclusivamente in sinistra idrografica, da Capocavallo fino alla periferia meridionale di San Mariano; il Fosso Cainone nord immette nel Caina lo scarico dell'impianto di depurazione di Corciano, il Fosso Cainella drena le acque di un'ampia porzione di territorio che include i centri abitati di Corciano, Taverne, Terrioli, Castelvieto, Chiugiana, Ellera e parte di San Mariano-Girasole. In destra idrografica, il Torrente Formanuova e il Fosso Verna drenano le aree riconducibili rispettivamente agli abitati di Mantignana-Buchignano e Vignaiia-Solomeo.
- d) **Sottobacini ricadenti nel territorio comunale di Magione** – Rappresentano la porzione centro-occidentale del bacino del Caina e si sviluppano esclusivamente in destra idrografica. I tributari di maggior rilievo sono il Torrente Formanuova e l'Emissario del Trasimeno; il primo drena le acque di un ampio bacino idrografico che, attraverso numerosi fossi minori (Rio Gavelle, Rio Cornacchie, Fosso Ginepreto ecc.), si estende dai monti di Castel Rigone alla zona industriale di Magione, includendo gli abitati di Castel Rigone, Colpiccione, Sole Pineta, Soccorso, Bacanella, Villa e parte di Magione. Il secondo, solca la porzione di territorio che si estende dal Lago Trasimeno a Monte Melino ed include gli abitati di Dirindello, San Savino, Montecolognola, Casenuove, Magione, Monte Sperello e Monte Melino; il Fosso Cainella (omonimo di quello citato nel punto c), immette le acque di scarico del depuratore di Magione. Infine, vi sono due fossi di minore importanza (Rio Ceruto e Fosso del Lavatoio) che drenano rispettivamente l'area riconducibile agli abitati di Antria-Collesanto e la Val Lupina.
- e) **Sottobacini ricadenti nel territorio comunale di Perugia** – Rappresentano la porzione centro-meridionale del bacino del Caina, si sviluppano prevalentemente in sinistra idrografica (Fosso Rigo e Rio Fratta) e drenano un'area densamente abitata che include gli abitati di Lacugnano, San Mariano est, Girasole, Santa Sabina, San Sisto, S. Andrea delle Fratte, Castel del Piano, Capanne e parte dei paesi di Pila e Bagnaia; il Fosso Rigo recapita lo scarico del depuratore di San Sisto. In destra idrografica, il Fosso del Loggio si estende dalle colline di Agello ai campi coltivati a sud del carcere di Capanne.
- f) **Sottobacini ricadenti nel territorio comunale di Marsciano** – Rappresentano la porzione meridionale del bacino del Caina. In sinistra idrografica, il Fosso Ponaiolo e il Fosso Fuga attraversano le campagne afferenti i centri abitati di Bagnaia sud, Pilonico Materno, San Biagio della Valle e Monticelli. In destra idrografica, il Fosso del Ponticello lambisce il centro abitato di Castiglione della Valle.

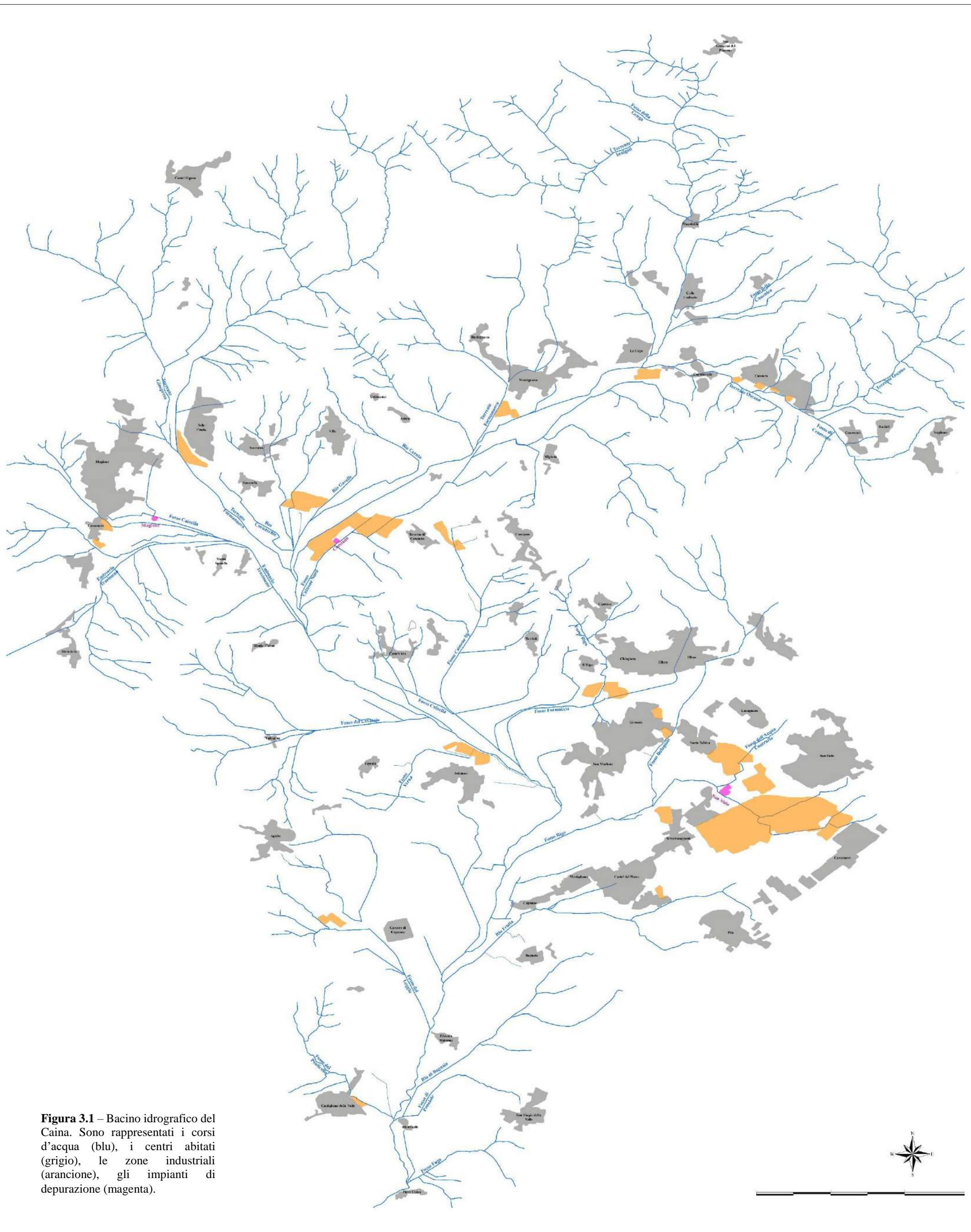


Figura 3.1 – Bacino idrografico del Caina. Sono rappresentati i corsi d’acqua (blu), i centri abitati (grigio), le zone industriali (arancione), gli impianti di depurazione (magenta).

T. Caina

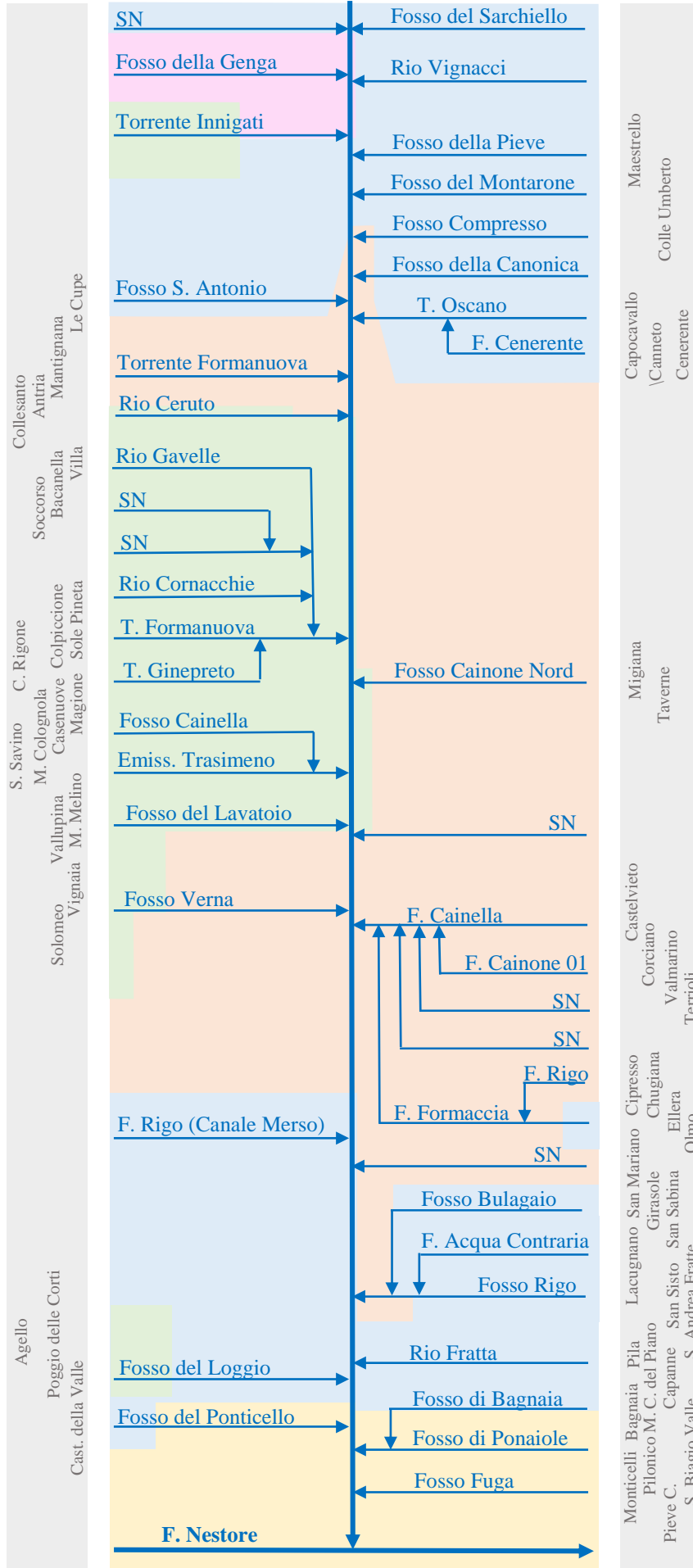


Figura 3.2 – Schema idrografico del bacino del Caina. Sono rappresentati i corsi d’acqua (blu), l’ubicazione indicativa dei centri abitati (fasce grigie), i territori comunali di riferimento (Umbertide in magenta, Magione in verde, Perugia in celeste, Corciano in rosa, Marsciano in giallo).

3.1 Regime idraulico del Caina

Il Caina è caratterizzato da un regime idraulico variabile ed è monitorato con un idrometro posto in località Monticelli, gestito dal Servizio Idrografico della Regione Umbria. Sono disponibili solo livelli idrometrici (non portate) acquisiti dalla rete di monitoraggio in continuo. Nel periodo compreso tra il 01.01.2010 e il 31.12.2019, la stazione idrometrica di Monticelli ha registrato un livello medio di 0.19 m, a fronte di un livello massimo di 4,40 m e un minimo di 0 m, oggettivamente non realistico in quanto il Caina, in prossimità della confluenza con il Nestore, non è mai privo di acqua: probabilmente, nei momenti di massima magra, l'idrometro non riesce a distinguere il passaggio del flusso tra i ciottoli dell'alveo. Nei giorni in cui è stata effettuata la campagna estiva (Settembre 2019), il Caina aveva una portata minima e molti affluenti erano in secca; nella campagna invernale (Dicembre 2019), il livello idrometrico era compreso tra 0.2 e 0.4 metri.

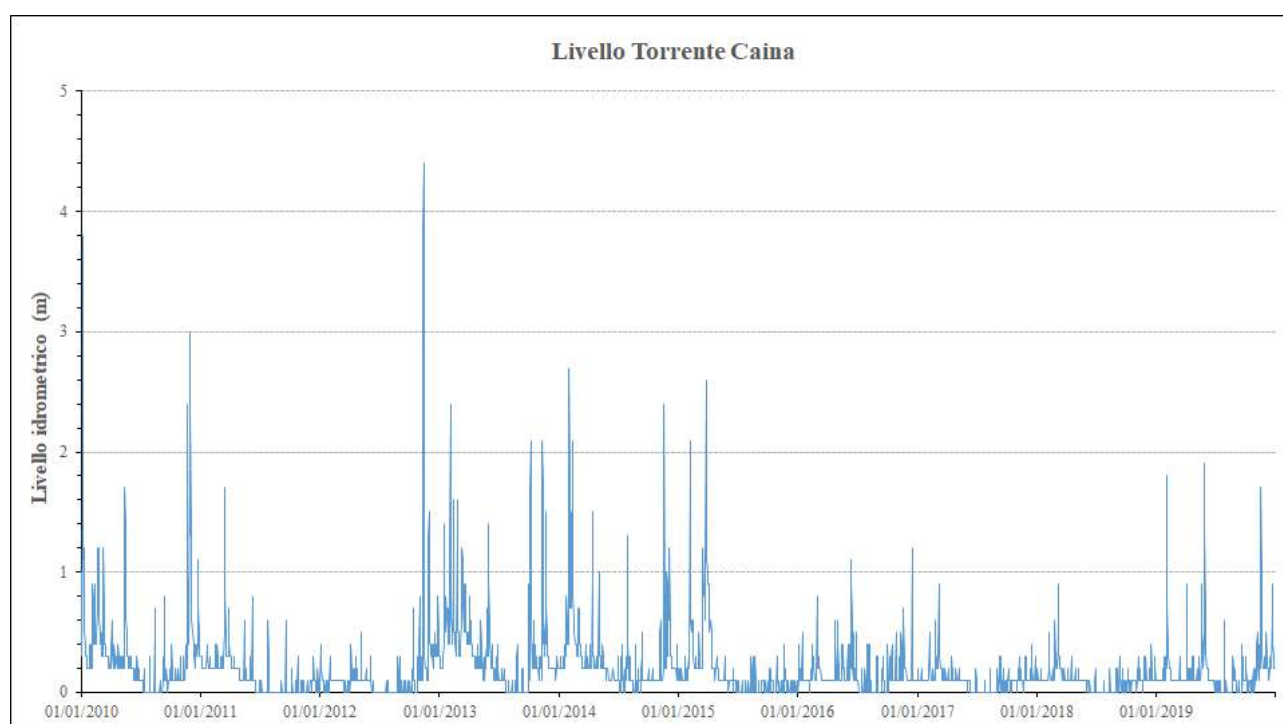


Figura 3.1.1 – Livelli idrometrici registrati nel torrente Caina, presso la stazione idrometrica di Monticelli, nel periodo (01.01.2010-31.12.2019).

4. CARATTERISTICHE DELLE RETI FOGNARIE

Nel bacino idrografico del Caina, le reti fognarie hanno una distribuzione piuttosto disomogenea e non tutti i reflui immessi in fognatura vengono recapitati agli impianti di depurazione esistenti. Questa

situazione è imputabile ad una conformazione urbanistica del territorio piuttosto articolata, con centri abitati di dimensioni medio-piccole disposti frequentemente sulla parte sommitale di colline, dotati di reti fognarie vecchie e concepite per rilasciare i reflui in molteplici punti, nei tratti apicali dei fossi; in questo scenario, sviluppare una rete di dorsali fognarie che raggiunga in modo capillare tutti i punti di rilascio dei reflui civili è oneroso e complesso. Tuttavia, occorre realizzare nuovi impianti in aree sprovviste di depuratori e alcuni collegamenti alle dorsali esistenti, per risolvere alcune situazioni locali di degrado ambientale.



Figura 4.1 – Rete fognaria nel paese di Corciano (linee tratteggiate gialle). Solo parte dei reflui provenienti dall’abitato viene recapitata all’impianto di depurazione; tutto il resto, proveniente dalla rete fognaria principale e da rami secondari di periferia, viene rilasciato nei tratti apicali dei fossi tramite gli scarichi denominati S16, S17 e S13.

In figura 4.1, a titolo di esempio, solo parte dei reflui provenienti dal paese di Corciano viene recapitata all’impianto di depurazione, tramite una lunga dorsale localizzata a nord dell’abitato; i reflui provenienti da parte della rete fognaria principale e da rami secondari di periferia vengono rilasciati nei tratti apicali dei fossi. Occorre notare che la dorsale fognaria principale che attraversa longitudinalmente la zona commerciale di Taverne è molto vicina, quindi sarebbe piuttosto semplice collegare questi scarichi all’impianto di depurazione, ubicato nella zona industriale di Corciano. Nel complesso, le reti fognarie nel bacino del Caina possono essere descritte nel modo seguente.

Territorio comunale di Corciano

Il territorio comunale è servito da reti fognarie che recapitano i reflui presso gli impianti di depurazione di Corciano (12.000 A.E.) e di Perugia-San Sisto (40.000 A.E.). Il settore centro-

settentrionale del territorio comunale è servito da una lunga dorsale fognaria che dal depuratore di Corciano risale la valle del Caina fino al paese di Maestrello, diramandosi verso Migiana-Corciano, Mantignana e la valle dell'Oscano, fino a Cenerente. Il settore centrale è servito da una dorsale che percorre la zona commerciale di Taverne di Corciano in direzione S-E, fino all'abitato di Terrioli. Il settore meridionale del territorio comunale, densamente popolato, è collegato al depuratore di Perugia-San Sisto con un'articolata rete fognaria che, a partire dalla Valpinza, si sviluppa lungo gli abitati di Ellera, Chiugiana, Olmo, Girasole e parte di San Mariano. Nonostante l'estensione delle reti fognarie, vi sono paesi non collettati o collegati parzialmente agli impianti di depurazione, che rilasciano reflui di natura civile e industriale in alveo: Castelviato, Terrioli, Solomeo e buona parte degli abitati di Corciano e San Mariano. Nel piano di investimenti 2020-2023, Umbra Acque ha previsto il collegamento dell'abitato di Castelviato al depuratore di Corciano, per un investimento complessivo di 300.000 euro.

Territorio comunale di Magione

Il territorio comunale di Magione ricadente nel bacino del Caina è servito da un solo depuratore, ubicato a Magione-Montesperello (20.000 A.E.), dal quale si diramano tre dorsali fognarie. La prima dorsale si sviluppa in direzione sud, seguendo il corso dell'Emissario del Trasimeno, transita per Casenuove fino a raggiungere l'abitato di Dirindello. La seconda si sviluppa verso nord, serve l'abitato di Magione e si dirama in due direzioni, raggiungendo i paesi di Montecolognola e Castel Rigone. La terza dorsale si estende in direzione N-E e serve la zona commerciale/industriale di Magione e paesi di Soccorso e Villa. Nonostante le reti fognarie siano ben sviluppate, rimangono zone non collegate all'impianto di depurazione: gli abitati di Antria, Collesanto, Monte Melino, Monte Sperello, Agello, Vignai, Vallupina e la periferia orientale di Villa. Inoltre, la qualità delle acque del Torrente Formanuova, anche in assenza di scarichi rilevati, denota il rilascio di reflui nel reticolo idrografico. Occorre evidenziare la realizzazione di un piccolo impianto di depurazione a servizio della frazione di Monte Sperello, non ancora totalmente operativo. Nel piano di investimenti 2020-2023, Umbra Acque ha previsto il collegamento delle frazioni di Vignai e Vallupina agli impianti esistenti di Corciano e/o Magione.

Territorio comunale di Perugia

Il territorio comunale di Perugia incluso nel bacino del Caina è servito dai Depuratori di San Sisto (40.000 A.E.) e Corciano (12.000 A.E.). Dal depuratore di Perugia-San Sisto si diramano tre dorsali

fognarie: la prima dorsale si sviluppa in direzione N-O e serve alcune frazioni del comune di Corciano, oltre all'abitato di Olmo; la seconda dorsale si estende in direzione N e serve le zone di Santa Sabina e Lacugnano; la terza, interconnessa alla precedente, si sviluppa in direzione S-E e serve la zona industriale di Perugia, San Sisto, Strozzacapponi, Castel del Piano, Capanne e parte degli abitati di Pila-Casenuove. Le frazioni di Cenerente, Canneto, Colle Umberto e Maestrello sono collegate al depuratore di Corciano, come descritto precedentemente.

La rete fognaria copre gran parte della periferia di Perugia ma non arriva alle frazioni di Bagnaia, Pilonico Materno e Poggio delle Corti. Inoltre, anche nell'area coperta dalla rete fognaria vi sono zone circoscritte ove i reflui vengono rilasciati direttamente nel reticolo idrografico. Per quanto riguarda il carcere di capanne, i reflui vengono depurati da un impianto interno (1.200 A.E.) e rilasciati nel Fosso del Loggio. Nel piano di investimenti 2020-2023, Umbra Acque ha previsto il collegamento degli abitati di Bagnaia e Pilonico Materno al nuovo depuratore che sarà realizzato a servizio dei paesi di San Biagio della Valle e Castiglion della Valle, nel Comune di Marsciano, per un investimento complessivo di 1.900.000 euro

Territorio comunale di Marsciano

Il territorio comunale di Marsciano, nel bacino del Caina, non è servito da impianti di depurazione. I centri abitati di San Biagio della Valle, Monticelli, Castiglione della Valle e Pieve Caina sono dotati di reti fognarie locali che rilasciano i reflui nel reticolo idrografico, senza alcun tipo di trattamento. Nel piano di investimenti 2020-2023, Umbra Acque ha previsto la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione per servire gli abitati di San Biagio della Valle e Castiglion della Valle (potenzialità 5.000 A.E.), per un investimento complessivo di 2.000.000 euro.

Infine, occorre segnalare un elevato numero di case sparse e/o piccoli agglomerati distribuiti nell'intero bacino idrografico, in punti difficilmente raggiungibili, anche disponendo di una rete fognaria capillare.

4.1 Rilievo degli scarichi in alveo

Lo scopo di questo censimento è di ottenere una "fotografia" attuale dei principali recapiti fognari in alveo, propedeutica ad eventuali azioni di miglioramento delle criticità riscontrate, integrando in un

unico documento la qualità delle acque di ogni sottobacino ai rilasci di sostanze inquinanti operati in esso. Attraverso i sopralluoghi in campo è stato possibile identificare 70 scarichi in alveo. Ovviamente, è stato rilevato un numero di scarichi inferiore a quello realmente gravante sulla rete idrografica superficiale, poiché ogni corso d'acqua esaminato aveva tratti inaccessibili; vi sono alcune frazioni (Antria, Collesanto, Colle del Cardinale, Monticelli), non servite da un impianto di depurazione, per le quali non sono stati rilevati scarichi oppure è stato identificato un numero di scarichi palesemente insufficiente per la dimensione e/o la disposizione dell'abitato.

Le informazioni reperite in campo hanno consentito di redigere una carta dettagliata degli scarichi rilevati (allegato E) e una documentazione fotografica completa di georeferenziazione (allegato B).

Quasi tutti gli scarichi sono stati rilevati negli affluenti. Nell'asta principale del Caina, durante i rilievi in campo, sono state identificate poche immissioni dirette: presso gli abitati di Castelvieto (S21), Pilonico Materno (S46), Pieve Caina (S53-S54) e San Mariano (S26); quest'ultimo potrebbe rilasciare reflui misti ad acque chiare e, a scopo cautelativo, è stato mappato come scarico.

4.2 Impianti di depurazione

Nel bacino idrografico del Caina sono presenti tre impianti di depurazione principali, con capacità complessiva di 72.000 A.E. Questi impianti non scaricano direttamente nel Caina, ma in fossi con portata modesta e/o con regime idraulico stagionale. Per valutare al meglio l'impatto degli impianti di depurazione sull'idrografia superficiale, i punti di campionamento sono stati disposti in posizione strategica, con i seguenti criteri:

- a) nel fosso che riceve lo scarico dell'impianto di depurazione, a valle dello scarico, prima dell'immissione nel corso d'acqua di livello superiore;
- b) nel corso d'acqua che riceve il fosso recapitante lo scarico dell'impianto di depurazione, a monte e a valle dell'immissione;
- c) nel alveo del Caina, a monte e a valle dell'immissione del fosso che recapita lo scarico dell'impianto di depurazione.

Nel caso del depuratore di Magione, lo scarico dell'impianto entra nel Fosso Cainella, affluente dell'Emissario del Trasimeno; dopo alcuni chilometri, all'altezza di Monte Melino, l'Emissario del Trasimeno confluisce nel Caina. I punti di campionamento CA10 e CA11 sono posti sull'Emissario

del Trasimeno, rispettivamente a monte e a valle dell'immissione del Fosso Cainella; i punti CP06 e CP07 sono posti nel Torrente Caina, prima e dopo l'immissione dell'Emissario del Trasimeno e del Fosso Cainone Nord, dove scarica il depuratore di Corciano; non è stato possibile inserire un punto tra i due tributari, vista l'inaccessibilità del Caina in quel breve tratto, quindi l'impatto sul Caina dei due depuratori sarà valutabile nel suo complesso.

Non è stato previsto un punto sul fosso Cainella poiché rappresenta solo un breve raccordo idraulico con l'Emissario. Osservando i dati relativi alla campagna invernale (in quella estiva il punto CA10 era privo di acqua, vedere allegato A), si può notare che lo scarico del depuratore ha un effetto contrastante sulla qualità delle acque dell'Emissario del Trasimeno, poiché provoca un incremento di E. coli, della concentrazione di azoto ammoniacale e fosforo totale, ma anche una diminuzione di COD e BOD₅, mentre i tensioattivi (MBAS) rimangono sostanzialmente stabili. Anche l'ossigenazione delle acque subisce una modesta diminuzione e l'indice LIMeco passa da "sufficiente" a "cattivo".

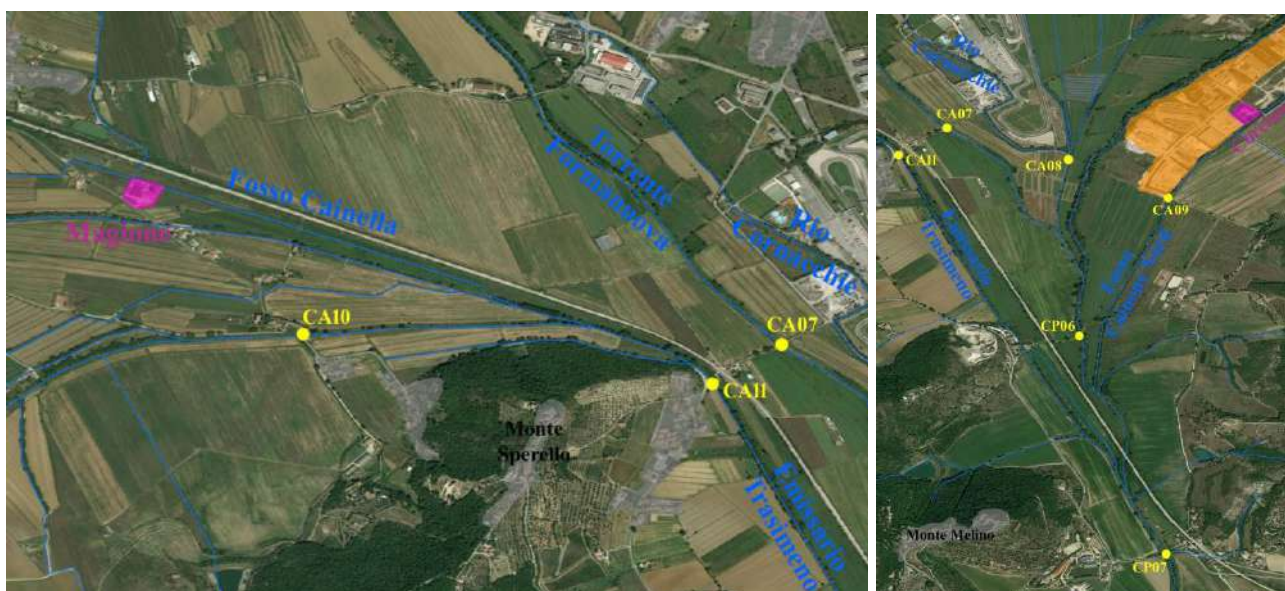


Figura 4.2.1 – Dettaglio dei depuratori di Magione-Montesperello e di Corciano. Sono indicate le aree abitate (grigio), le zone industriali (arancione), i punti di campionamento delle acque (giallo).

Il depuratore di Corciano immette lo scarico nel Fosso Cainone nord; questo fosso solca in direzione E-O le campagne a nord di Corciano, prima di entrare nella zona industriale e recepire lo scarico del depuratore. La qualità delle acque di questo tributario, a valle del depuratore, è compromessa: si rilevano concentrazioni piuttosto elevate di nutrienti e un giudizio sull'indice LIMeco "cattivo", con evidenti differenze tra la campagna invernale e quella estiva; in estate, quando il rapporto di diluizione è sfavorevole, le criticità riscontrate nella qualità delle acque sono più evidenti.

Effettuando un'analisi differenziale tra i punti denominati CP06 e CP07, possiamo fare alcune considerazioni importanti in merito all'impatto complessivo dei due depuratori sul torrente Caina. Innanzitutto, nel periodo estivo il punto CP06 è in secca, quindi la presenza di acqua nell'alveo del Caina è garantita dall'apporto dei due impianti di depurazione e dal modesto contributo del Fosso Cainone nord, che ha sempre una portata, anche se bassa; in questa situazione, nel punto CP07 il Caina presenta una qualità delle acque complessivamente modesta, con giudizio sull'indice LIMeco "scarso". Nella stagione invernale, tra i punti CP06 e CP07 la qualità delle acque non subisce diminuzioni apprezzabili; l'indice LIMeco passa da un giudizio "sufficiente" a "scarso", ma diminuiscono contestualmente le concentrazioni di COD, BOD₅ e azoto ammoniacale, mentre i tensioattivi (MBAS), E. coli e l'ossigeno disciolto rimangono pressoché invariati; la diminuzione dell'indice LIMeco è dovuta esclusivamente all'incremento di fosforo totale.

Il depuratore di Perugia-San Sisto (40.000 A.E.) scarica nel Fosso Rigo. Questo fosso nasce nella periferia occidentale dell'ospedale di Perugia e drena acque di falda, quindi presenta un flusso permanente, anche in condizioni di siccità. Il Fosso Rigo è stato campionato a monte dell'impianto di depurazione (CA24) e prima dell'immissione nel Caina (CA6); inoltre, sono stati campionati gli affluenti che si immettono a valle del depuratore, il fosso dell'Acqua Contraria (CA18) e il fosso Bulagaio (CA17), per avere una visione complessiva di questo importante sottobacino.



Figura 4.2.2 – Dettaglio del depuratore civile di Perugia – San Sisto. Sono indicate le aree abitate (grigio), le zone industriali (arancione), i punti di campionamento delle acque (giallo).

Osservando i dati, si può notare che la qualità delle acque del Fosso Rigo è già compromessa prima dell'impianto di depurazione, probabilmente a causa di scarichi presenti nel tratto in cui il fosso attraversa la zona industriale, inaccessibile per vegetazione di sponda o per scorrimento interrato. Il fosso introduce nel Caina acque di pessima qualità, ma il problema non va ricercato nel depuratore di San Sisto, quanto nell'immissione del Fosso Bulagaio; tale fosso, infatti, recepisce all'altezza di San

Mariano uno scarico di notevole entità (S57) che rilascia i reflui della porzione meridionale dell'abitato di Girasole.

Gli impianti di depurazione presenti, in condizioni ordinarie di funzionamento, gravano sensibilmente sulla qualità delle acque dei fossi recettori e del Caina. Tale impatto, più che essere legato al corretto funzionamento degli impianti di depurazione, è dovuto al rapporto di diluizione sfavorevole tra portata dello scarico rilasciato in alveo e portata del corso d'acqua; il regime idraulico dei recettori non garantisce in modo continuo un rapporto di diluizione sufficiente e la qualità delle acque, in molti casi, è già sensibilmente compromessa a monte dell'impianto stesso.

5. MONITORAGGIO DELLE ACQUE

La rete di monitoraggio delle acque, impostata seguendo i criteri illustrati nel capitolo 2, è costituita da 37 punti di campionamento, 13 dei quali distribuiti sull'asta principale del Caina e 24 sui sottobacini degli affluenti (vedere allegato E). Le due campagne di monitoraggio hanno permesso di verificare lo stato chimico e microbiologico del Caina in diverse condizioni di regime idraulico, in fase di magra avanzata e durante l'inverno. Il metodo di indagine, per quanto dettagliato e capillare, restituisce una fotografia "istantanea" della situazione attuale; per avere una visione "storica" della qualità delle acque del Caina è necessario prendere in esame i dati chimici trimestrali, acquisiti nell'ambito dell'attività di classificazione dei corpi idrici superficiali (D. Lgs. 152/06 e s.m.i.).

5.1 Dati chimici trimestrali

Sono stati esaminati i dati chimici di base (azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, COD e BOD₅), con l'intento di verificare le correlazioni esistenti con precipitazioni atmosferiche e portate fluviali. In tabella 5.1.1 è illustrata una sintesi statistica dei parametri chimici di base, relativi al decennio 2009-2019, determinati a chiusura di bacino. Innanzitutto, si notano valori medi piuttosto elevati di tutti gli analiti; in particolare, è stata rilevata una concentrazione media di azoto ammoniacale prossima a 2 mg/l; poiché l'azoto ammoniacale tende ad ossidarsi rapidamente a nitrato, una concentrazione media di tale entità, a chiusura di bacino, fa capire quanto il Torrente Caina sia vulnerato dalla presenza di reflui di natura civile.

	N-NH ₄ ⁺	Ntot	Ptot	BOD ₅	COD	COD / BOD ₅
Minimo	0,02	2,70	0,18	2,10	8,80	1,47
25° percentile	0,37	5,10	0,38	3,88	12,00	2,02
Media	1,89	7,25	1,13	6,66	17,83	3,21
Mediana	1,06	7,35	1,05	5,30	16,50	2,78
75° percentile	2,95	8,95	1,60	8,18	21,00	4,17
90° percentile	4,06	10,30	2,16	12,60	30,30	5,21
Massimo	8,72	13,00	3,10	19,00	37,00	6,80

Tabella 5.1.1 – Torrente Caina, sintesi statistica dei dati chimici di base, rilevati a chiusura di bacino, nel decennio 2009-2019.

Alcuni eventi anomali possono generare concentrazioni di BOD₅ e nutrienti molto elevate, come testimoniato dai valori massimi e dal 90° percentile degli analiti esaminati; occorre considerare che i campionamenti trimestrali sono oggettivamente inadatti a valutare la presenza e la consistenza di eventi

anomali di notevole entità, poiché la frequenza di campionamento (4 ogni anno solare) non è idonea a “cogliere” statisticamente tali eventi.

Le concentrazioni degli analiti indicati in tabella 5.1.1 sono state inizialmente confrontate con le portate fluviali rilevate a chiusura di bacino, per verificare la presenza di eventuali correlazioni; tuttavia, come specificato nel paragrafo 3.1, sono disponibili i livelli idrometrici acquisiti dalla stazione automatica di Monticelli con discretizzazione di 10 cm, non compatibile con le finalità di questo studio. Non potendo utilizzare le portate, sono state prese in considerazione le precipitazioni atmosferiche, causa diretta delle variazioni di portata. Nel bacino idrografico del Caina, sono presenti 4 stazioni pluviometriche (San Savino, Corciano, Compresso e San Biagio), che garantiscono una copertura sufficientemente rappresentativa. Sono state determinate le medie giornaliere delle piogge registrate dalle 4 stazioni, per ottenere un dato univoco, rappresentativo dell'intero bacino.

Considerando la vastità del bacino del Caina e il relativo tempo di corrivazione, le concentrazioni rilevate trimestralmente a chiusura di bacino sono state messe in relazione con le piogge rilevate lo stesso giorno del campionamento, con le piogge rilevate il giorno precedente, con la somma delle precipitazioni rilevate il giorno del campionamento e quello precedente.

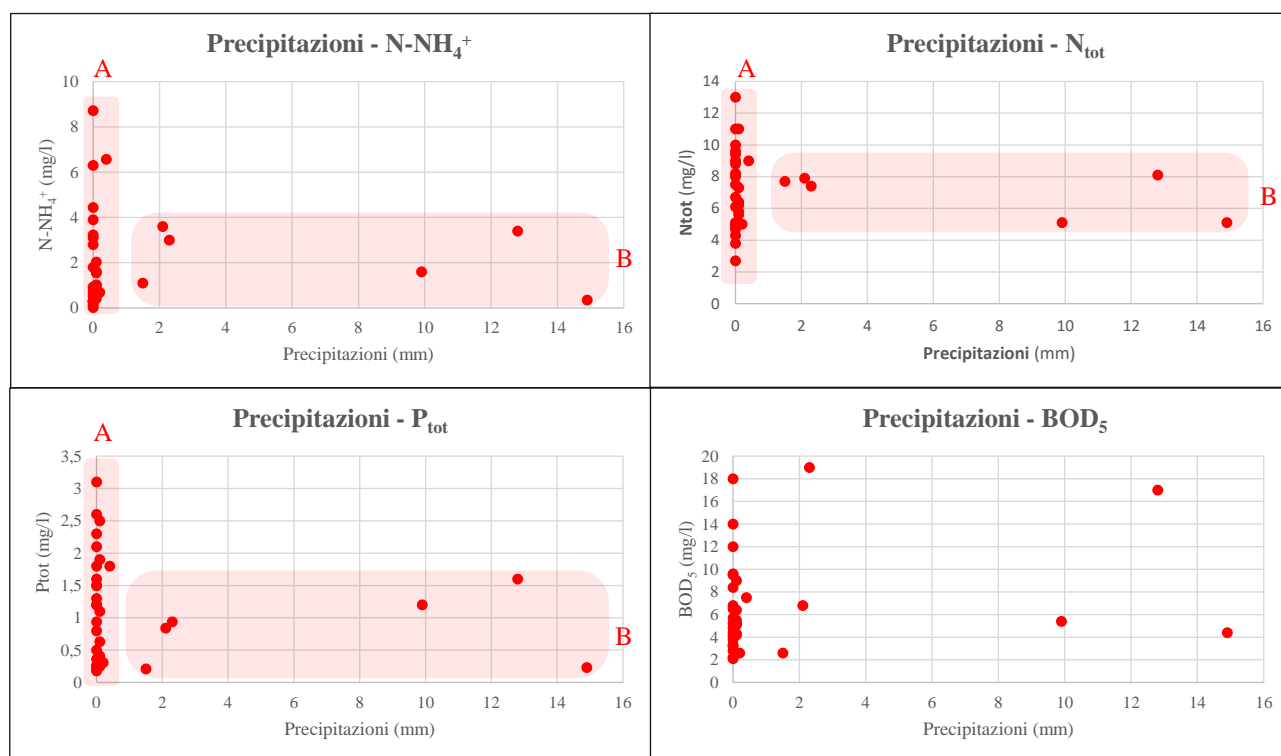


Figura 5.1.1 – Correlazioni riscontrate tra le concentrazioni di azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, BOD₅ a chiusura di bacino e le piogge medie registrate nel bacino del Caina, nel giorno precedente al campionamento.

Osservando i grafici illustrati in figura 5.1.1, si nota che le concentrazioni di nutrienti rilevate trimestralmente a Pieve Caina (chiusura di bacino) sono sufficientemente correlabili alle piogge medie registrate nel bacino idrografico, nel giorno precedente al campionamento.

La disposizione dei punti contrassegnati come insieme “B” sta ad indicare che mediamente, in presenza di precipitazioni atmosferiche il giorno precedente al campionamento, l’aumento del rapporto di diluizione dovuto alle piogge compensa l’incremento di concentrazione degli analiti rilevati; riferendo il concetto agli scolmatori di piena della rete fognaria, si potrebbe dire che l’aumento di pioggia (e conseguentemente di portata fluviale) riesce a compensare l’aumento di sostanze inquinanti in alveo, senza provocare evidenti incrementi di concentrazione.

La disposizione di punti contrassegnati come insieme “A” indica l’esistenza di una grande variabilità nelle concentrazioni degli analiti in assenza di precipitazioni atmosferiche. Questa variabilità può essere solo in parte giustificata dal rapporto di diluizione, dovuto alla stagionalità delle portate fluviali; in assenza di piogge, le concentrazioni sono eccessivamente variabili e raggiungono valori molto elevati. Questa disposizione dei dati lascia supporre che il “sistema” Caina, vulnerato da reflui di origine civile, non sia solo afflitto da un inquinamento di “base” che lascia una traccia variabile in funzione della stagionalità, ma sia interessato anche da eventi anomali di entità rilevante. Questa ipotesi sarà pienamente confermata nel paragrafo 6.1.

Infine, osservando i dati in tabella 5.1.1, si nota una discreta variabilità nel rapporto COD/BOD₅ rilevato a chiusura di bacino; questo rapporto ha un evidente andamento stagionale, con minimo nelle stagioni invernale e massimo nelle stagioni estive (figura 5.1.2).

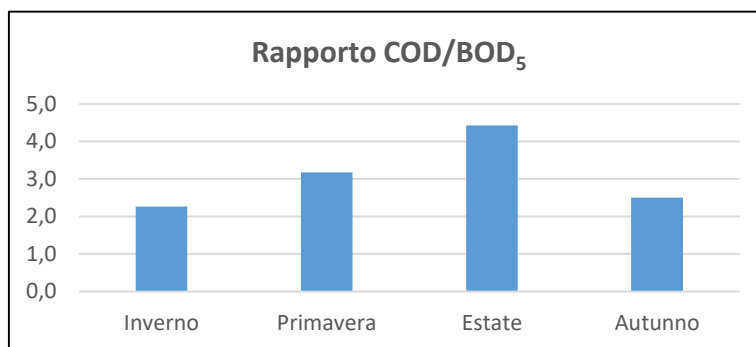


Figura 5.1.2 – Torrente Caina, rapporto COD/BOD₅ rilevato nei campionamenti trimestrali (periodo 2009-2019), distinto in stagioni.

Questo andamento può avere un’origine naturale ed essere legato alla presenza stagionale di sostanza organica scarsamente biodegradabile, come i materiali ligno-cellulosici, particolarmente resistenti all’attacco microbico.

5.2 Chimica di base

Nei punti campionati sono stati determinati in campo i parametri chimico-fisici delle acque (temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, pH) e, mediante il Laboratorio Multisito dell’Agenzia, il set analitico illustrato nel capitolo 2.



Tuttavia, per fornire un primo grado di valutazione, è stato effettuato un confronto tra i valori dei principali parametri chimici e chimico-fisici rilevati in campo e i valori di riferimento previsti in Tab. 4.1.2/A del DM 260/2010, nella determinazione del Livello di Inquinamento dei Macrodescriptors per lo stato ecologico (indice LIMeco). L’indice, basato sulla determinazione dei parametri azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e ossigeno disciolto, fornisce una valutazione specifica della qualità “di base” delle acque, legata ai nutrienti e al livello di ossigenazione; ovviamente, si tratta di un indicatore parziale che considera soltanto un aspetto del chimismo delle acque e non rappresenta in modo esaustivo lo stato

chimico generale. Inoltre, l’indice LIMeco è stato concepito per valutare gli “elementi fisico-chimici a sostegno” nella determinazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali, secondo il D.M. 260/2010 e s.m.i.; l’indice è pertanto “calibrato” su corsi d’acqua di una certa rilevanza, con bacini idrografici superiori a 10 km² di superficie (D.L. 131/2008). Applicando l’indice a corsi d’acqua minori, dove il rilascio “fresco” di reflui modifica radicalmente il chimismo delle acque, il giudizio espresso potrebbe essere facilmente sovrastimato. Tale effetto è dovuto alla natura stessa dell’indice, determinato come media di quattro sub-indici relativi a ciascun parametro precedentemente menzionato (azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e ossigeno disciolto); un fosso ove si riversino ingenti quantità di reflui, caratterizzato da elevatissime concentrazioni di azoto ammoniacale e fosforo totale ma privo di azoto nitrico e con un discreto livello di ossigenazione (poiché non si è ancora consumato il processo di ossidazione dell’azoto ammoniacale ad azoto nitrico), potrebbe dar luogo ad un indice superiore al gradino più basso della scala di giudizio.

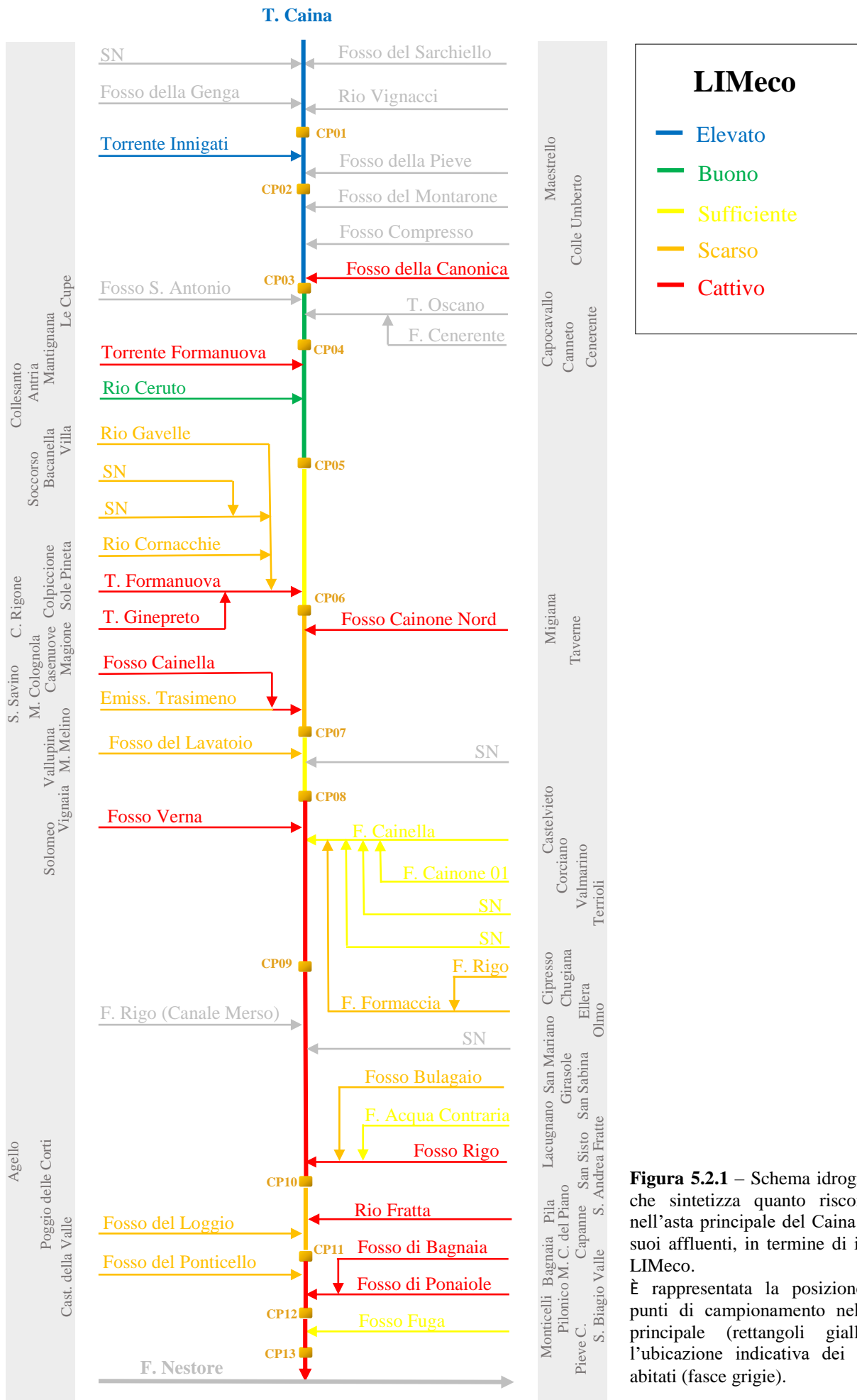


Figura 5.2.1 – Schema idrografico che sintetizza quanto riscontrato nell’asta principale del Caina e dei suoi affluenti, in termine di indice LIMEco. È rappresentata la posizione dei punti di campionamento nell’asta principale (rettangoli gialli) e l’ubicazione indicativa dei centri abitati (fasce grigie).

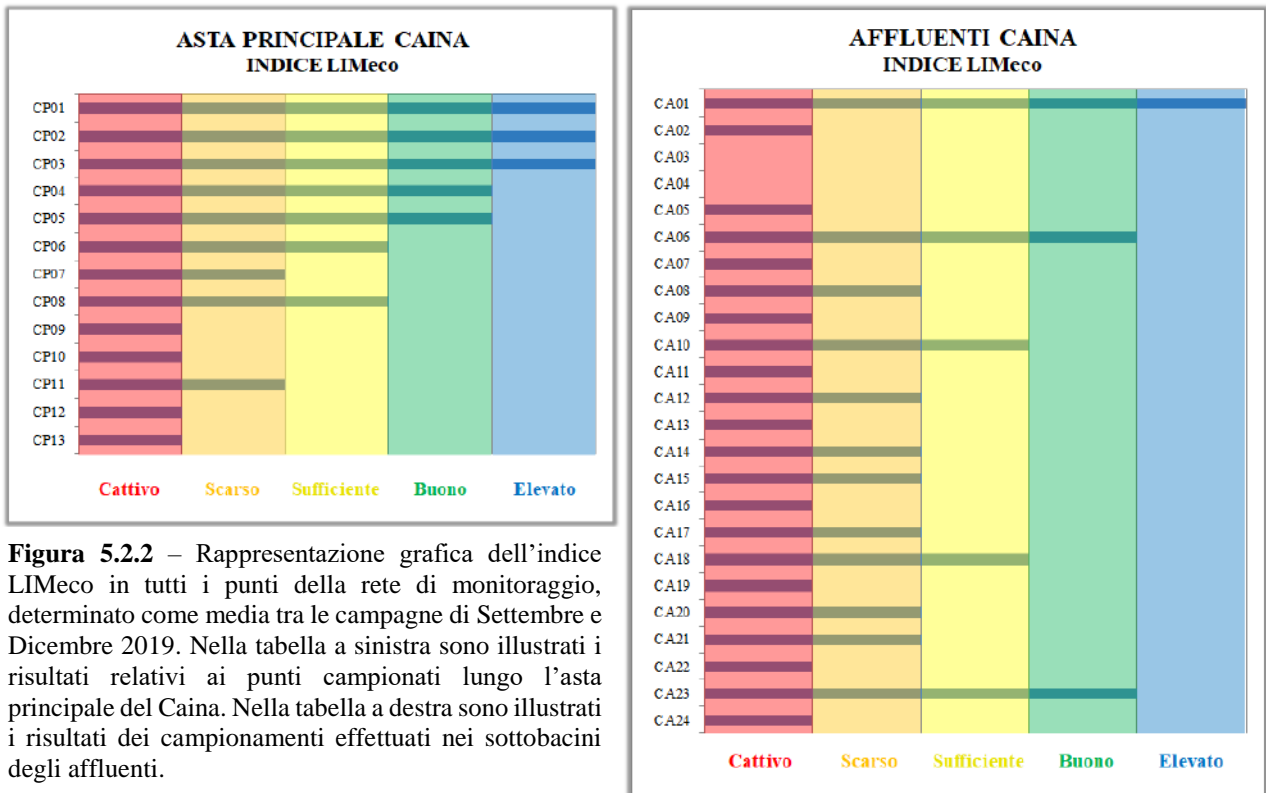


Figura 5.2.2 – Rappresentazione grafica dell'indice LIMeco in tutti i punti della rete di monitoraggio, determinato come media tra le campagne di Settembre e Dicembre 2019. Nella tabella a sinistra sono illustrati i risultati relativi ai punti campionati lungo l'asta principale del Caina. Nella tabella a destra sono illustrati i risultati dei campionamenti effettuati nei sottobacini degli affluenti.

L'indice LIMeco è stato determinato in tutti i punti campionati, come media tra i valori rilevati nelle due campagne di monitoraggio. Osservando la figura 5.2.2, si può notare una forte eterogeneità dei risultati. Gli unici punti ad avere un giudizio elevato/buono (CA01, CA06, CA23) sono localizzati in alcuni affluenti (Torrente Innigati, Rio Ceruto e Fosso Fuga) posti in un contesto agreste, ove non sono presenti scarichi civili o, se presenti, sono di entità ridotta e/o molto distanti dal punto di campionamento.



Figura 5.2.3 – Indice LIMeco, percentuali delle classi di giudizio nell'intero bacino idrografico (A), negli affluenti in sinistra idrografica (B) e negli affluenti in destra idrografica (C).

In figura 5.2.3 sono illustrate le percentuali delle classi di giudizio dell'indice LIMeco in tutto il bacino idrografico; solo il 22% dei punti campionati presenta un giudizio "buono" o "elevato", mentre il 66% dei punti hanno un giudizio "cattivo" o "scarso", a dimostrazione del livello di criticità ambientale del bacino indagato. Considerando i soli tributari, vi sono alcune differenze tra gli affluenti in sinistra idrografica del Caina (figura 5.2.3B) e quelli in destra idrografica (figura 5.2.3C) ma le criticità, a parte il tratto iniziale, sono estese a tutti il reticolo idrografico e riflettono il livello di antropizzazione del territorio indagato.

Osservando l'andamento dell'indice LIMeco relativo all'asta principale del Caina (figure 5.2.1 e 5.2.2), si può notare che il torrente è caratterizzato da un giudizio "elevato" in tutto il tratto iniziale, fino alla confluenza con il Torrente Oscano. Procedendo verso valle, la qualità decade progressivamente, portando l'indice LIMeco fino al giudizio "cattivo".

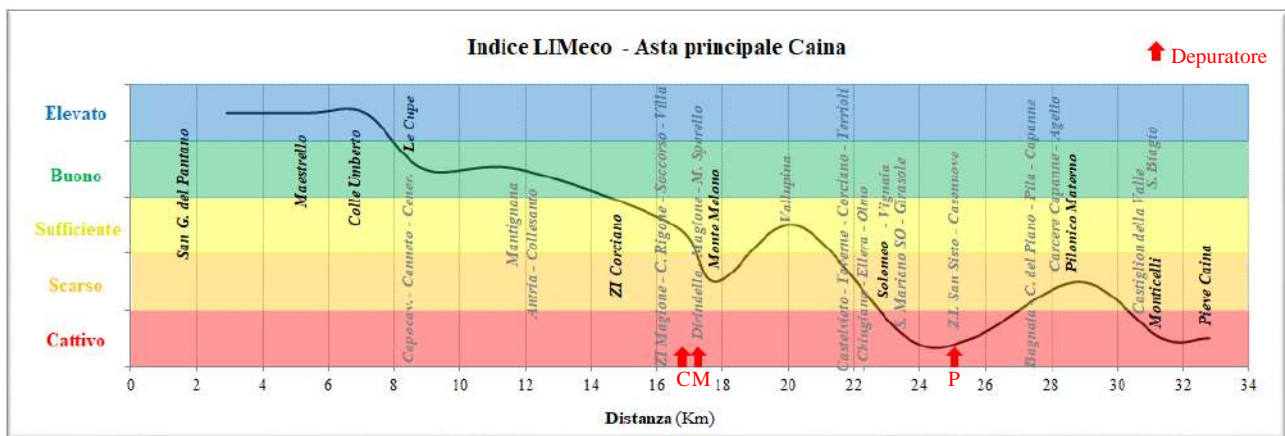


Figura 5.2.4 – Rappresentazione grafica dell'indice LIMeco nell'asta principale del Caina, riferito alla distanza chilometrica calcolata sull'asta fluviale. Nello sfondo sono indicati i riferimenti dei centri abitati e delle zone industriali posti immediatamente a ridosso dell'asta principale del Caina (nero) e nel bacino idrografico (grigio); la distanza chilometrica dei centri abitati posti nel bacino idrografico (grigio) è riferita al punto in cui l'affluente di riferimento si immette nell'asta principale del Caina. Le frecce rosse indicano i punti in cui si immettono nel Caina gli affluenti recapitanti gli scarichi dei depuratori di Magione-Montesperello (M), Corciano (C) e Perugia-San Sisto (P).

Riproducendo l'indice LIMeco in funzione della distanza chilometrica si può avere un'idea più chiara della situazione (figura 5.2.4). La qualità delle acque è già compromessa all'altezza di Monte Melino, dopo l'immissione del Fosso Cainone nord e dell'Emisario del Trasimeno, che portano rispettivamente gli scarichi dei depuratori di Corciano e Magione; tale apporto garantisce la presenza di acqua nei mesi di magra avanzata. Dopo un modesto miglioramento dovuto al passaggio in Val Lupina, zona agricola a bassa densità di popolazione, la situazione precipita e rimane critica, con modeste variazioni, fino alla confluenza con il Fiume Nestore. Dovendo associare la qualità delle acque alle caratteristiche del territorio e alle pressioni esistenti, possiamo dire che le criticità sono riconducibili al passaggio del Caina in zone densamente abitate, i cui reflui sono parzialmente o

totalmente rilasciati in alveo senza alcun trattamento; il primo tratto critico è localizzato tra Solomeo e Capanne, dove il Caina recepisce alcuni scarichi diretti di rilevante entità dagli abitati di Solomeo e San Mariano e, soprattutto, l'immissione di affluenti contaminati da reflui di natura prevalentemente civile (Fossi Verna, Cainella/Formaccia, Rigo) rilasciati dalle frazioni di Corciano, Terrioli, Castelvioto e Girasole.

Il secondo tratto critico è rappresentato dalla parte terminale del Caina, dove si immettono alcuni affluenti (Fossi del Loggio, del Ponticello, di Ponaiolo e Rio Fratta) contaminati da reflui rilasciati dai paesi di Agello, Bagnaia, Monticelli, San Fortunato della Collina e, soprattutto, San Biagio della Valle.

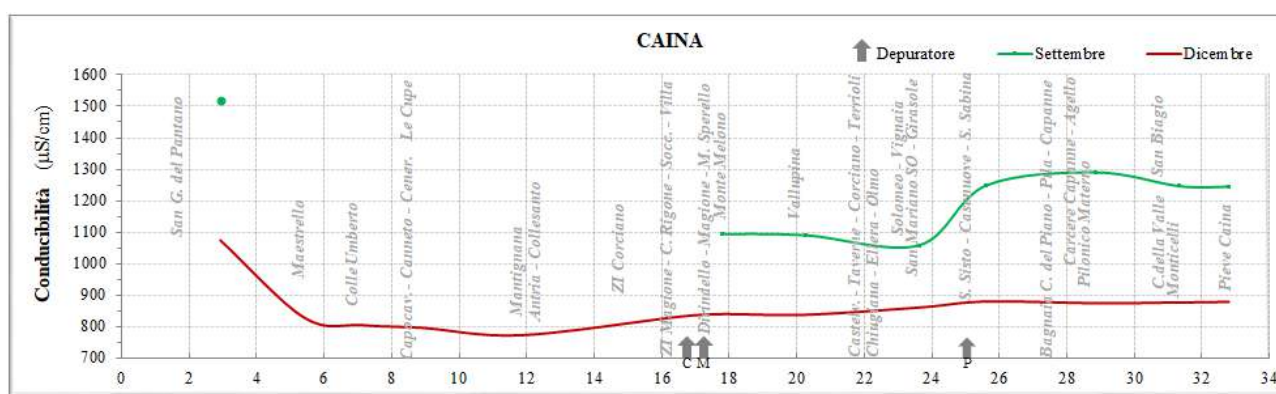


Figura 5.2.5 – Rappresentazione grafica dei valori di conducibilità elettrica riscontrati nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

I valori di conducibilità elettrica (figura 5.2.5) rilevati durante i campionamenti mostrano una marcata differenza tra la campagna estiva e quella invernale, dovuti al regime idraulico del corso d’acqua e al relativo rapporto di diluizione; nel mese di Dicembre, i valori sono mediamente compresi tra 800 e 900 µS/cm, mentre in piena estate tra 1100 e 1300 µS/cm, con un netto incremento a valle dalla confluenza con il Fosso Rigo. Tuttavia, i valori più elevati di conducibilità elettrica si riscontrano nel punto iniziale CP01, in un’area a basso impatto antropico; l’elevata concentrazione di boro, solfati e manganese, rispetto agli altri punti campionati, indica un’origine naturale, probabilmente riconducibile all’immissione di acque drenanti la formazione della Marnoso-Arenacea, presente in destra idrografica.

La concentrazione di ossigeno disciolto (figura 5.2.6) varia sensibilmente tra le due campagne, con valore minimo di 3,8 mg/l rilevato in Settembre a valle dell’immissione del Fosso Cainella (punto CP09).

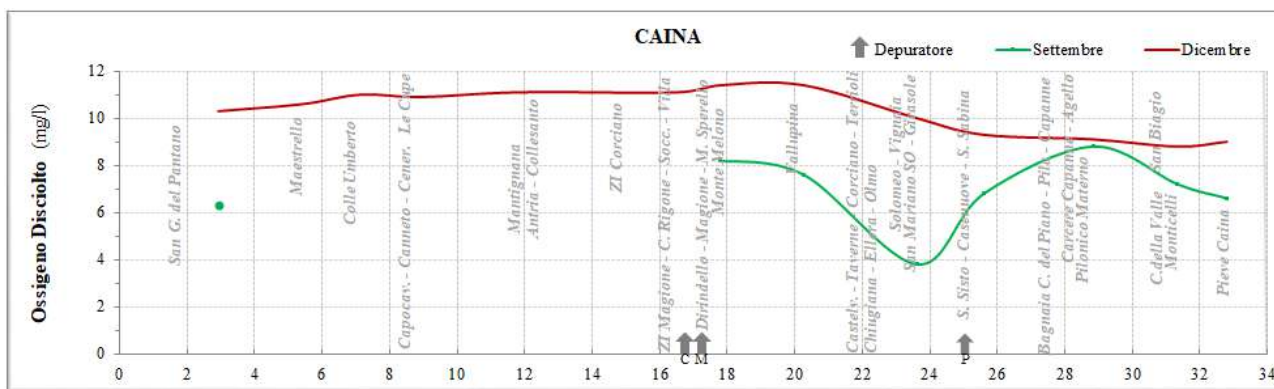


Figura 5.2.6 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di O.D. riscontrate nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

In figura 5.2.7 sono rappresentati graficamente i valori di BOD₅ riscontrati nell’asta principale del Caina. Il BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) rappresenta la quantità di ossigeno utilizzata in 5 giorni dai microorganismi aerobi, inoculati o già presenti in soluzione da analizzare, per decomporre (ossidare), al buio e alla temperatura di 20 °C le sostanze organiche presenti in un litro d'acqua; viene normalmente espresso in mg/l di ossigeno consumati in 5 giorni. Il BOD₅ è quindi una misura indiretta del contenuto di materia organica biodegradabile presente nel campione e consente di stimare il carico inquinante presente nel corso d’acqua.

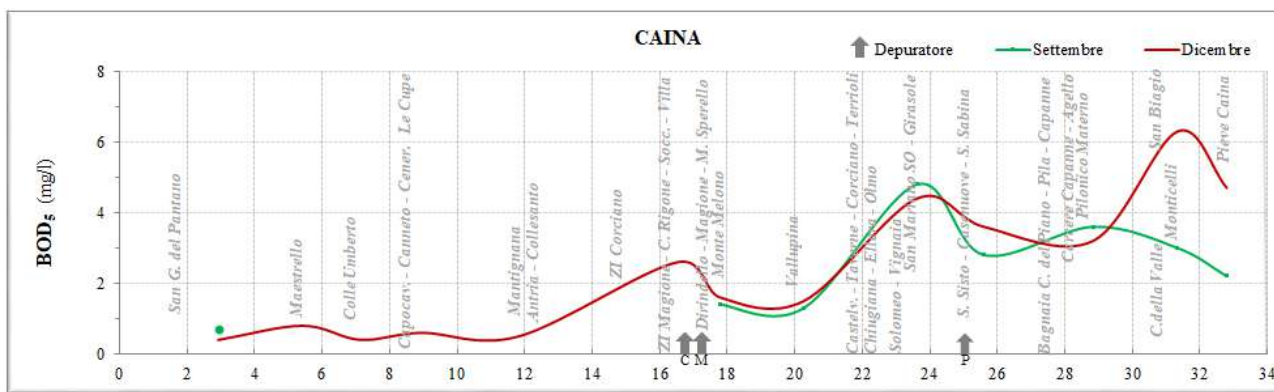


Figura 5.2.7 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di BOD₅ riscontrate nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

La maggior parte dei campioni analizzati ha fornito concentrazioni di BOD₅ comprese tra 0,4 e 6,3 mg/l. I valori più elevati sono stati rilevati nel punto CP12, a valle della confluenza con il Fosso di Ponaiole.

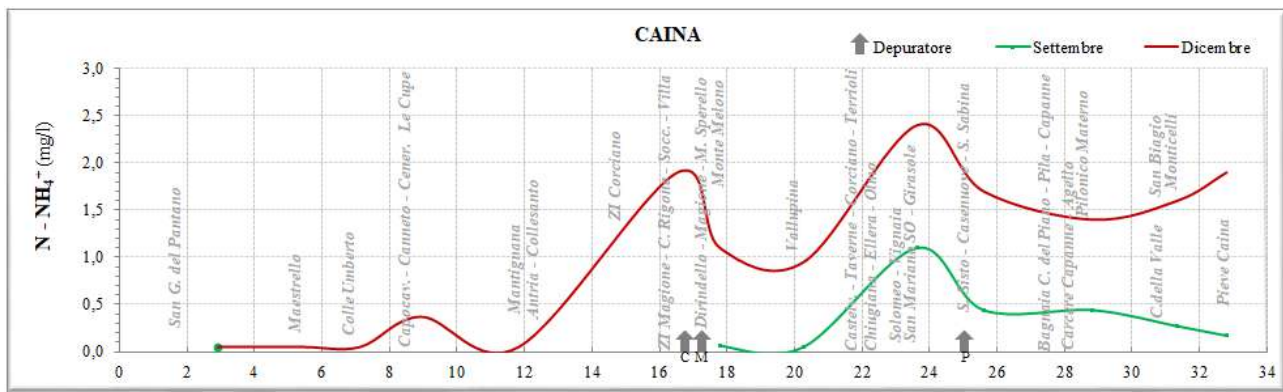
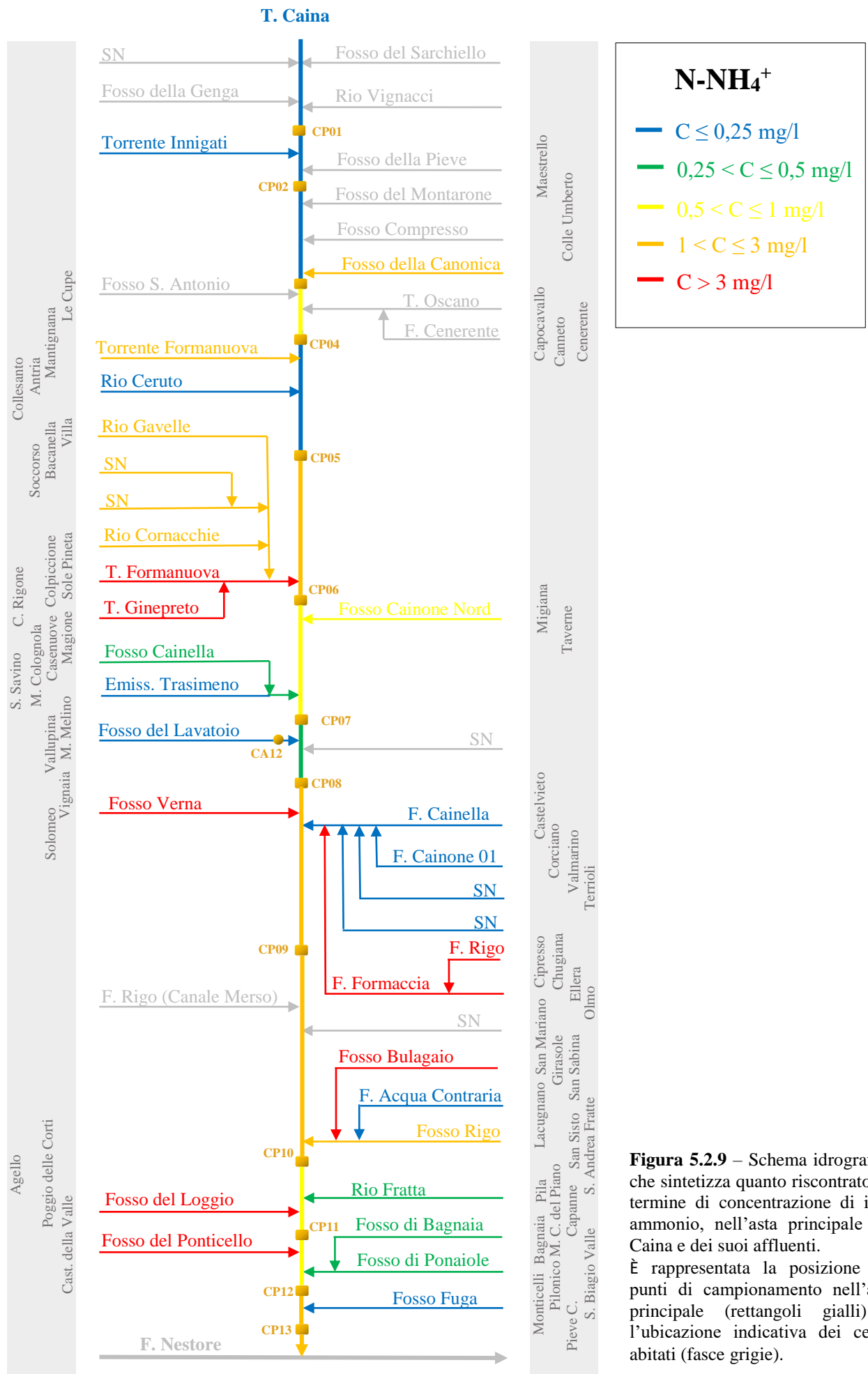


Figura 5.2.8 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di azoto ammoniacale riscontrate nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

L’azoto ammoniacale indica solitamente la presenza di inquinante “fresco”, poiché tende ad ossidarsi rapidamente ad azoto nitrico, dovuto a reflui di origine civile / zootecnica o da alcuni processi industriali. Osservando figura 5.2.8, si nota immediatamente che le curve relative alle due campagne hanno andamento simile, con valori inferiori riscontrati nella campagna estiva. Tale fenomeno è difficilmente motivabile, visto che in estate il Caina presentava una portata nettamente inferiore, con un rapporto di diluizione sfavorevole. Nella campagna invernale, procedendo verso valle, si nota un incremento progressivo e incostante della concentrazione di ammonio, con valori compresi tra la soglia di rilevabilità e 2,40 mg/l, con tre picchi piuttosto evidenti: il primo, di moderata entità, si riscontra a valle dell’immissione del Torrente Oscano, all’altezza di Cupe di Capocavallo; il secondo, di entità maggiore, a valle dell’immissione del Torrente Formanuova e del Fosso Cainone Nord, che recepiscono gli scarichi dei depuratori di Magione e Corciano; il terzo, di entità ancora maggiore, a valle dell’immissione del Fosso Cainella, che drena l’area densamente abitata afferente al territorio comunale di Corciano (Corciano, Terrioli, Chiugiana, Ellera).

In figura 5.2.9 sono evidenziati i tratti di asta principale e i gli affluenti che manifestano le principali criticità riconducibili alle concentrazioni di azoto ammoniacale. Le maggiori criticità sono riferibili al Torrente Formanuova di Magione, ai fossi Verna, Formaccia, Bulagaio, del Loggio e del Ponticello, con concentrazioni superiori a 3 mg/l. Anche il Fosso della Canonica, il Rio Gavelle, il Torrente Formanuova di Mantignana e il Fosso Rigo, con concentrazioni comprese tra 1 e 3 mg/l, si distinguono negativamente dagli altri tributari. Nel complesso, solo 7 degli affluenti monitorati sono caratterizzati da concentrazioni di ammonio inferiori a 0,25 mg/l.



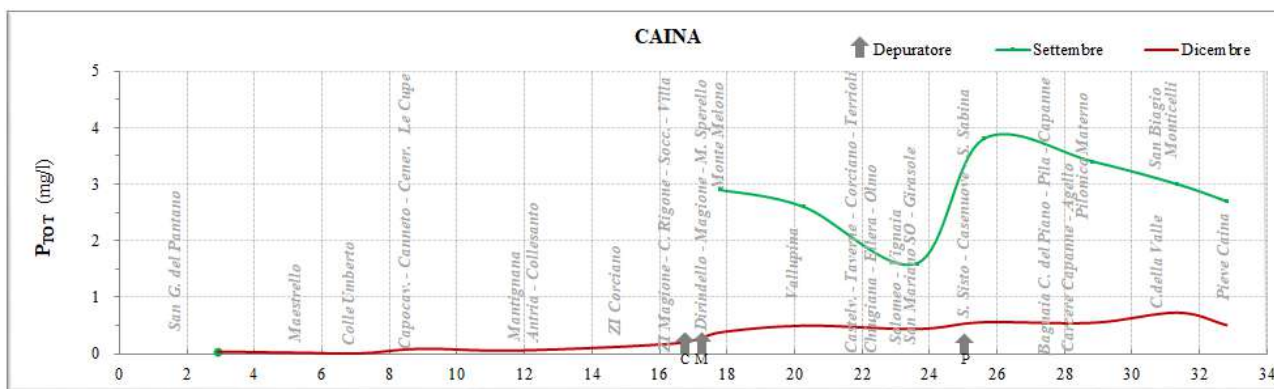


Figura 5.2.9 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di fosforo totale riscontrate nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

In figura 5.2.9 sono illustrate graficamente le concentrazioni di fosforo totale riscontrate nell’asta principale del Caina. Le principali fonti di fosforo sono riconducibili alle concimazioni fosfatiche (il fosforo è un elemento poco mobile nel terreno e arriva nei corpi idrici soprattutto per l’erosione superficiale dei campi e quindi per la cessione di partcolato alle acque di ruscellamento), agli scarichi civili, zootecnici, industriali e agli scarichi trattati degli impianti di depurazione. I dati mostrano una netta differenza tra le due campagne di monitoraggio; nella campagna invernale, la concentrazione di fosforo aumenta progressivamente procedendo verso la confluenza con il Nestore, con valori compresi tra 0 e 0,73 mg/l. Nella campagna estiva, le concentrazioni sono molto elevate a partire dal punto di campionamento CP07 e raggiungono il valore massimo di 3,80 mg/l dopo la confluenza del Fosso Rigo. È evidente l’apporto fornito dallo scarico dei depuratori civili.

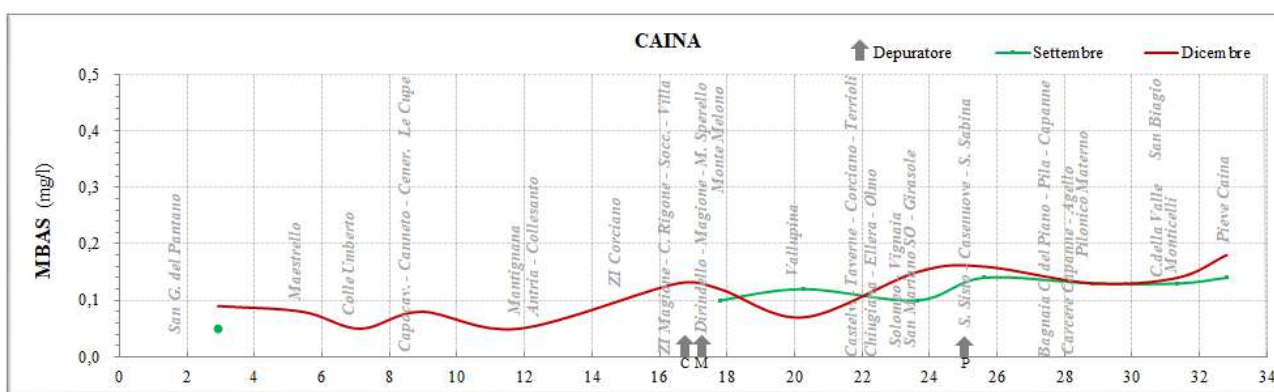


Figura 5.9.10 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni tensioattivi anionici (MBAS) riscontrate nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

In figura 5.9.10 sono illustrate le concentrazioni di tensioattivi anionici (MBAS). I tensioattivi sono componenti essenziali dei prodotti detergenti, quindi si ritrovano principalmente nei reflui di natura

civile. Tali sostanze sono presenti, anche se in concentrazioni modeste, in tutta l'asta principale del Caina e vanno crescendo in modo irregolare procedendo verso valle.

5.3 Analisi microbiologiche

Le analisi microbiologiche (figura 5.3.1) indicano che la contaminazione fecale è rilevabile a partire dal tratto iniziale, quando il Caina attraversa i primi centri abitati, e permane in tutto il corso d'acqua, con un leggero miglioramento nel tratto finale. I valori rilevati sono mediamente compresi tra 1.000 e 10.000 MPN/100 ml, con massimo rilevato a valle della confluenza con il Fosso Cainella (18.000 MPN/100 ml).

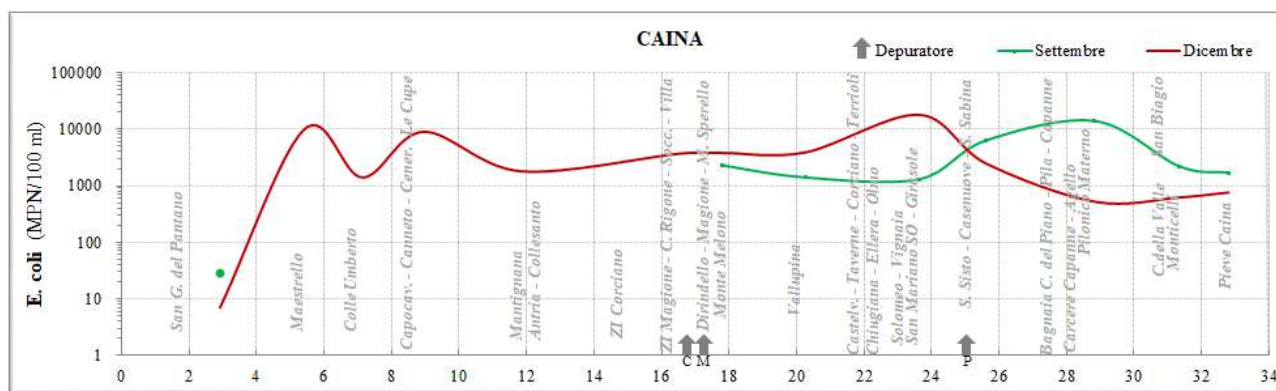


Figura 5.3.1 – Rappresentazione grafica della presenza di E. coli riscontrata nell'asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall'origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019.

5.4 Fitofarmaci

In questo studio sono state effettuate analisi chimiche per determinare la concentrazione di un erbicida non selettivo, il glifosato, largamente utilizzato in agricoltura, e del suo metabolita AMPA. Il D.Lgs. 172/2015 fissa alcuni limiti di concentrazione per i fitofarmaci nelle acque superficiali, distinguendole in sostanze appartenenti all'elenco di priorità (tabella 1/A del D.Lgs. 172/2015) e non appartenenti all'elenco di priorità (tabella 1/B del D.Lgs. 172/2015). Le soglie di concentrazione fissate per le "sostanze non appartenenti all'elenco di priorità", che includono Glifosato e AMPA, consistono in standard di qualità ambientale espressi come valori medi annui. Nel nostro caso, avendo effettuato solo due campagne nell'arco dell'anno solare e volendo evidenziare le differenze

riscontrate tra la stagione estiva e quella invernale, viene effettuato un confronto diretto tra i dati delle singole campagne e lo standard di qualità ambientale.

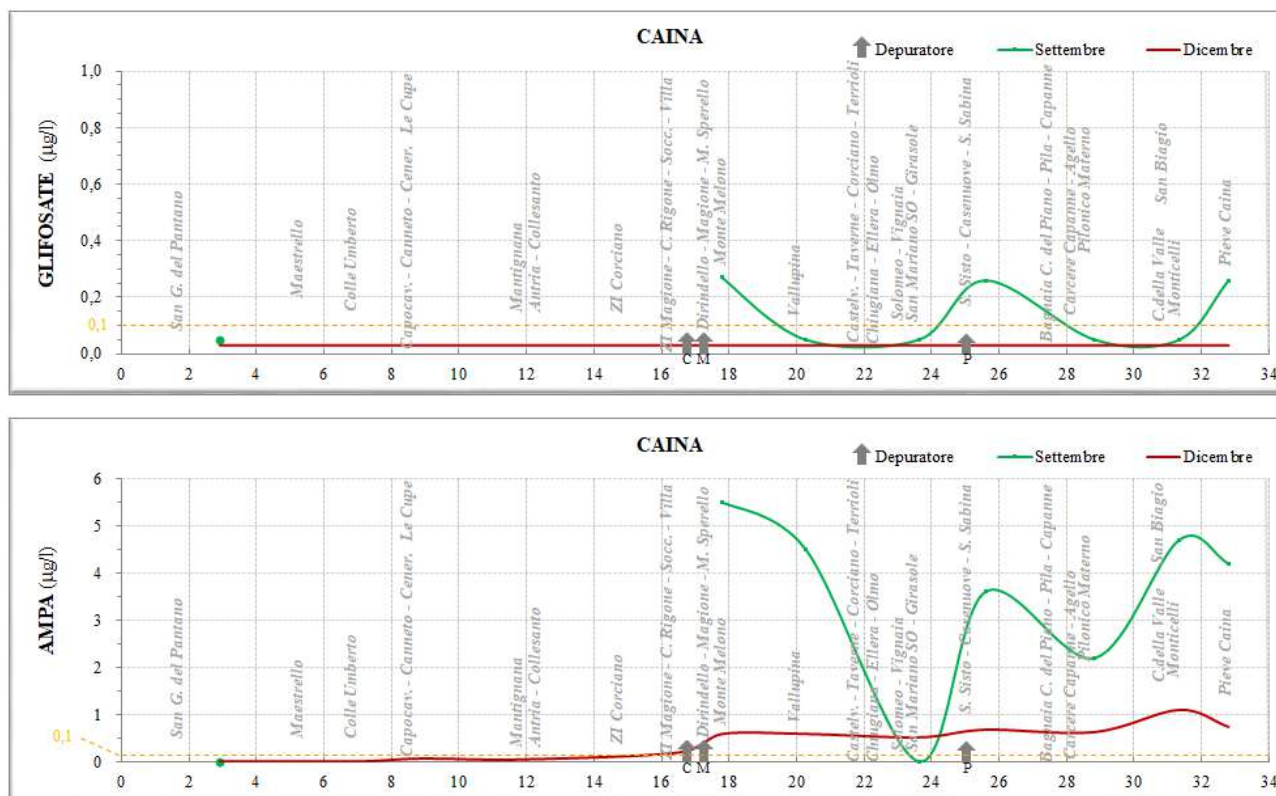


Figura 5.4.1 – Rappresentazione grafica delle concentrazioni di Glifosate e AMPA nell’asta principale del Caina, in funzione della distanza chilometrica dall’origine. In rosso sono rappresentati i dati relativi alla campagna di Dicembre 2019, in verde quelli relativi alla campagna di Settembre 2019. La linea tratteggiata arancione indica lo standard di qualità ambientale, espresso come valore medio annuo, tabella 1/B del D.Lgs. 172/2015.

Nell’asta principale, per quanto riguarda il Glifosate, si riscontrano superamenti dello standard di qualità ambientale nella sola campagna estiva, in tre punti (CP07, CP10, CP13), con concentrazioni massime di 0,27 µg/l (CP07). Il metabolita AMPA, invece, è stato riscontrato in modo diffuso a valle del punto CP06 (zona industriale di Corciano), con concentrazioni elevate, soprattutto nella campagna estiva, dove si è raggiunto il valore massimo di 5,50 µg/l (CP06). Nel complesso, considerando entrambe le campagne, lo standard di qualità ambientale è stato superato nel 44% delle determinazioni analitiche, a partire dal punto CP06 (a valle dell’immissione del Torrente Formanuova).

Negli affluenti del Caina la situazione è pressoché analoga, con il 55% di determinazioni che superano lo standard di qualità ambientale. Le maggiori criticità sono ascrivibili ai sottobacini a vocazione prevalentemente agricola: Fosso Cainone Nord (CA09), Emissario del Trasimeno (CA11), Fosso Verna (CA13), Fosso Formaccia (CA15), Fosso del Loggio (CA20) e Fosso del Ponticello (CA21) dove, nella campagna estiva, è stata riscontrata la concentrazione di 5,00 µg/l.

	CA01	CA02	CA03	CA04	CA05	CA06	CA07	CA08	CA09	CA10	CA11	CA12
Glifosate	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■
AMPA	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■

	CA13	CA14	CA15	CA16	CA17	CA18	CA19	CA20	CA21	CA22	CA23	CA24
Glifosate	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■
AMPA	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■	■ ■

Tabella 5.4.1 – Presenza di Glifosate e AMPA negli affluenti del Caina. In rosso e in verde sono contrassegnati rispettivamente i superamenti e i non superamenti dello standard di qualità ambientale (espresso come valore medio annuo, tabella 1/B del D.Lgs. 172/2015), in grigio i punti non campionati per assenza di acqua. Nelle singole celle, ciascun simbolo identifica il risultato della campagna estiva (simbolo di sinistra) e della campagna invernale (simbolo di destra).

La presenza di Glifosate e AMPA in concentrazioni elevate, sia nella campagna estiva che in quella invernale, conferma e integra quanto emerso nell’ambito dei campionamenti mensili per la definizione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici superficiali; infatti, a partire dalle prime determinazioni analitiche a chiusura del bacino idrografico, risalenti all’anno 2018, si evidenziano concentrazioni importanti di questo erbicida e del suo metabolita.

5.5 Sostanze perfluoroalchiliche (PFAS)

Le sostanze perfluoroalchiliche, indicate genericamente con la sigla PFAS, sono sostanze di sintesi con una struttura chimica che conferisce loro una particolare stabilità termica, impermeabilità all’acqua e ai grassi, elevata capacità lubrificante e un ridotto coefficiente di attrito, persistenti e stabili sotto il profilo chimico e termico. Tali sostanze sono impiegate principalmente per rendere resistenti ai grassi e all’acqua vari materiali quali carta, rivestimenti antiaderenti per contenitori di alimenti, pentole e padelle, tappeti, tessuti di vario genere, ma anche per la produzione industriale di pellicole fotografiche, detersivi, schiume antincendio, vernici e numerosi materiali tecnici. Il largo utilizzo di queste sostanze, unito alla particolare resistenza ai processi di biodegradazione, provoca una persistenza negli ambienti ove vengono rilasciate e grazie al processo di magnificazione biologica, ovvero al bioaccumulo negli esseri viventi con aumento di concentrazione dal basso verso l’alto della catena alimentare, diventano particolarmente insidiose per gli esseri umani.

Le sostanze perfluoroalchiliche sono state determinate solo sull’asta principale del Caina e non negli affluenti, poiché il Laboratorio Multisito dell’Agenzia non effettua, allo stato attuale, questa tipologia di analisi; è stato necessario inviare i campioni al laboratorio di ARPAV, limitando il numero di determinazioni analitiche al minimo necessario. In figura 5.5.1 sono illustrate le concentrazioni di

PFAS nell'asta principale del Caina, distinte nelle due campagne. Si nota chiaramente che tali sostanze vengono rilevate in concentrazioni apprezzabili a partire dal punto CP07, dopo l'immissione dei tributari recapitanti gli scarichi dei depuratori di Magione (Emissario del Trasimeno) e Corciano (Cainone Nord). Le sostanze perfluoroalchiliche rilevate sono il PFOS (acido perfluorooctansulfonico), il PFOA (acido perfluorooctanoico) il PFPeA (acido perfluoro-pentanoico) e PFHxA (acido perfluoro-esanoico), con marcate differenze tra la campagna invernale e estiva: la causa va ricercata nella diminuzione stagionale delle portate fluviali, che rende sfavorevole il rapporto di diluizione; la presenza stagionale di PFPeA, PFHxA e PFOA, contrapposta alla presenza costante di PFOS, può essere spiegata con il diverso LOQ (limite di quantificazione) dei metodi analitici relativi alle diverse sostanze perfluoroalchiliche.

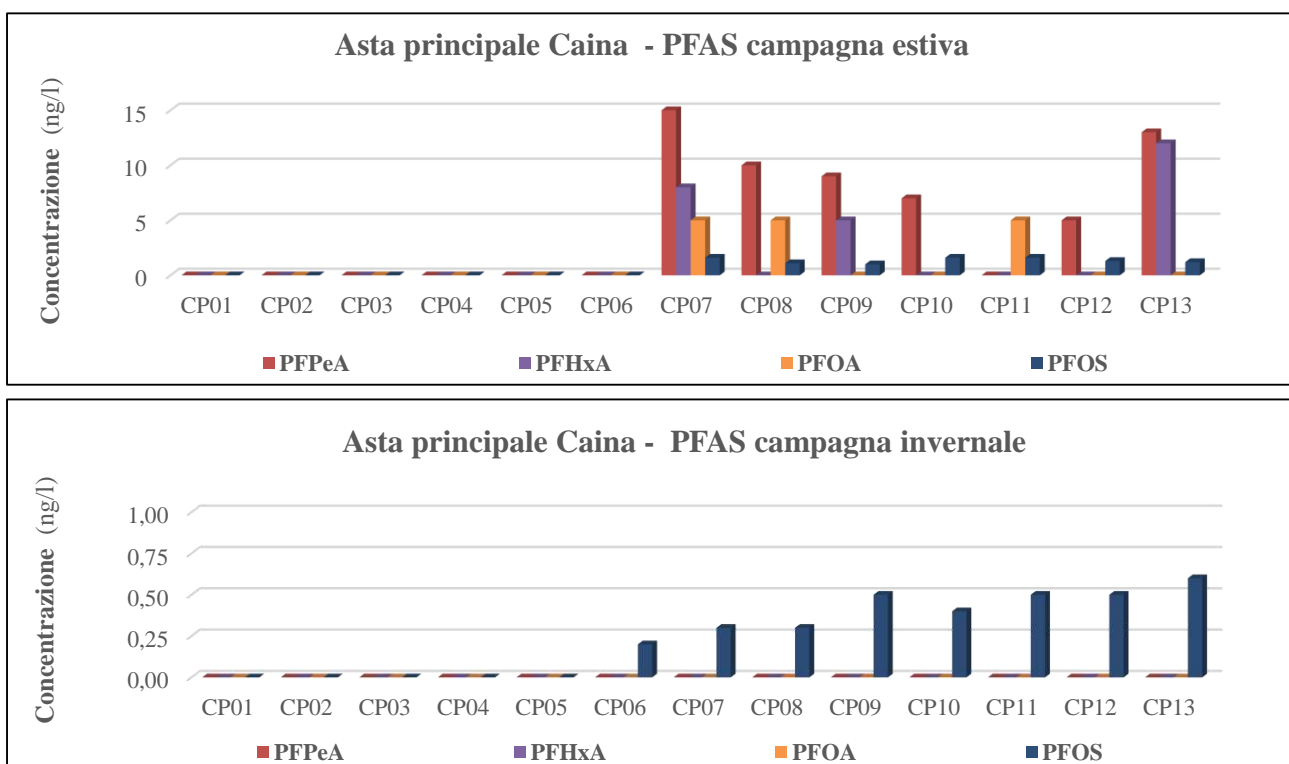


Figura 5.5.1 – Concentrazioni di sostanze perfluoroalchiliche rilevate nell'asta principale del Caina, nella campagna estiva e invernale, distinte per tipologia.

Il D.Lgs 172/2015 fissa gli standard di qualità ambientale, espressi come valori medi annui, di alcune sostanze perfluoroalchiliche (Tab. 1/B). Esaminando il dettaglio delle concentrazioni di PFOS (figura 5.5.2), si nota che lo standard di qualità ambientale (0,65 ng/l) viene superato in tutto il tratto centrale e finale del Caina, sia nella singola campagna estiva, sia nel valore medio tra le due campagne.

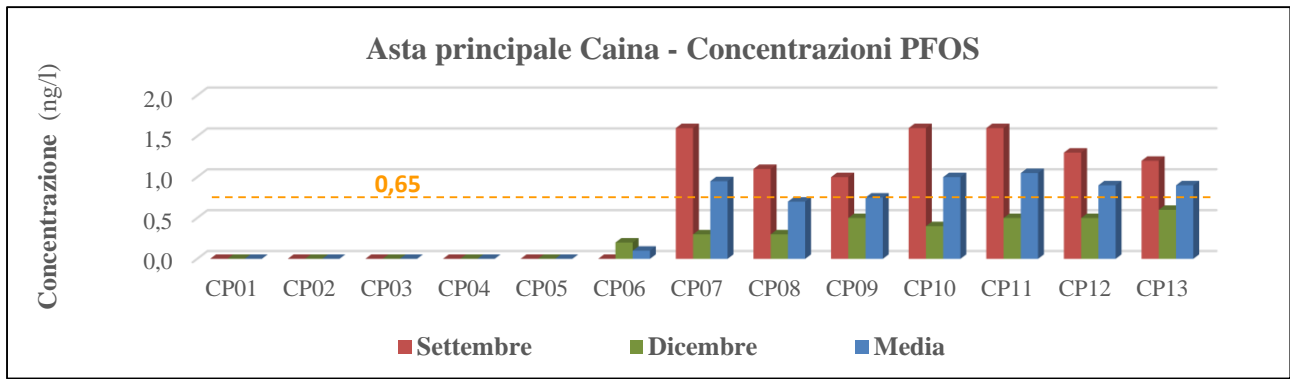


Figura 5.5.2 – Concentrazioni di acido perfluorottansulfonico (PFOS) rilevate nell’asta principale del Caina, nella campagna estiva, in quella invernale e in media tra le due campagne.

6. MONITORAGGIO CONTINUO DELLE ACQUE

La rete di monitoraggio continuo delle acque superficiali gestita da ARPA Umbria è stata realizzata in momenti diversi e ha subito numerosi adeguamenti, fino a giungere alla conformazione attuale, che vede la presenza in campo di 14 stazioni operative nel territorio umbro.

Nel bacino del Caina non sono state realizzate stazioni di monitoraggio, poiché la conformazione dell'alveo, unita alla marcata variabilità stagionale della portata, non consente l'installazione di un sistema di prelievo dell'acqua che garantisca un'operatività costante. Tuttavia, nell'ambito di questo studio, sono state posizionate due sonde multiparametriche autoregistranti in vari punti del reticolo idrografico, con acquisizione oraria dei dati, analoga a quella delle stazioni fisse. Un dispositivo di monitoraggio è stato posizionato in prossimità dell'abitato di Pieve Caina, a chiusura di bacino, ed è stato lasciato nella stessa posizione per 8 mesi, dal 01.08.2019 al 31.03.2020. L'altra sonda multiparametrica è stata ubicata in 4 diverse posizioni ritenute strategiche: a chiusura di bacino dei fossi Rigo (05.08.19-19.09.19), Emissario del Trasimeno (19.09.19-13.11.19), Cainone (13.11.19-09.01.20) e nell'alveo del Caina, presso l'abitato di Capanne (09.01.20-31.03.2020); in questo modo, è stata monitorata costantemente la situazione a chiusura di bacino del Caina, osservando contestualmente gli affluenti che ricevono lo scarico dei depuratori civili di Corciano, Magione e Perugia San Sisto. Il posizionamento della sonda presso l'abitato di Capanne, invece, ha permesso di suddividere l'asta principale del Caina in due segmenti, per stabilire l'origine di alcuni eventi anomali riscontrati a chiusura di bacino.

T. Caina

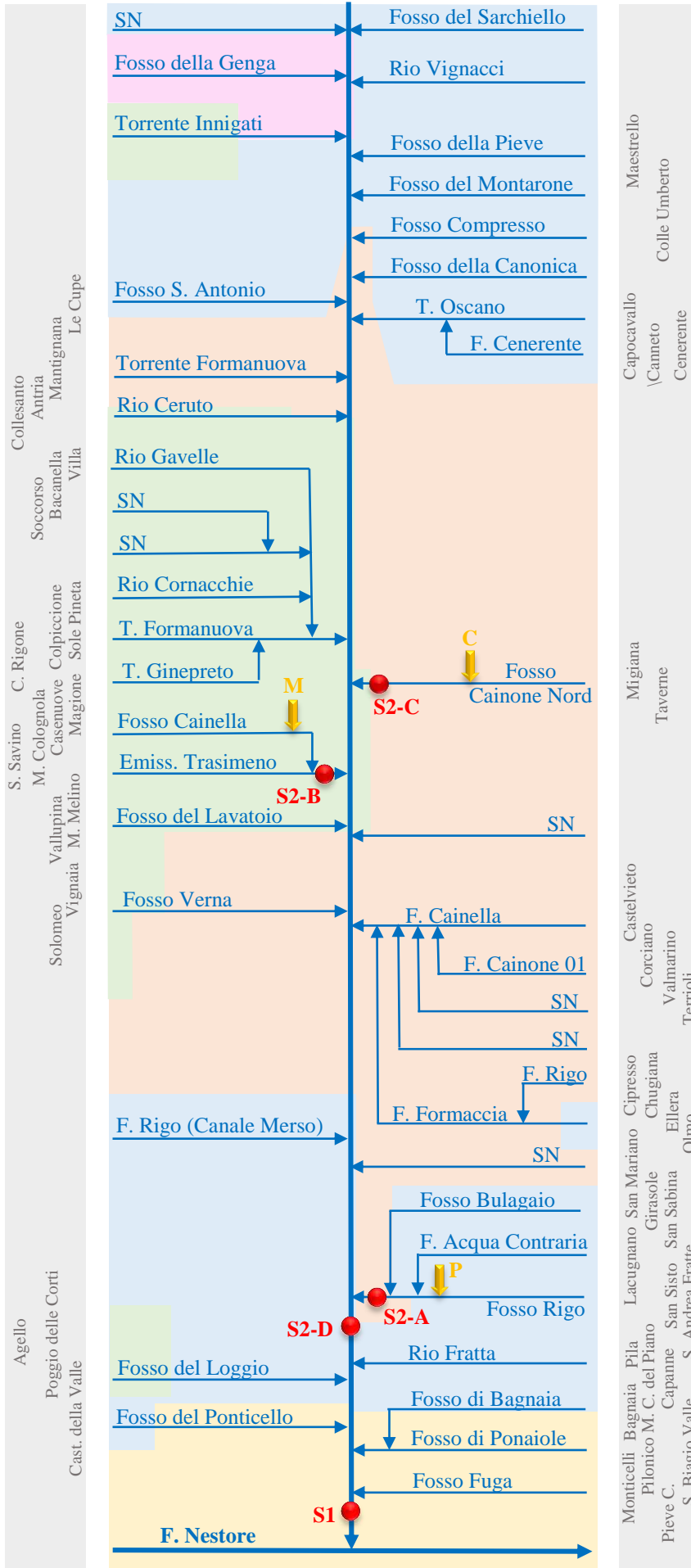


Figura 6.1 – Schema idrografico del bacino del Caina. Sono rappresentati i corsi d’acqua (blu), l’ubicazione indicativa dei centri abitati (fasce grigie), i territori comunali (Umbertide in magenta, Magione in verde, Perugia in celeste, Corciano in rosa, Marsciano in giallo), l’immissione degli scarichi dei depuratori (frece gialle, C-Corciano, M-Magione, P-Perugia), l’ubicazione delle sonde multiparametriche autoregistranti (punti rossi).

6.1 Sintesi delle serie temporali

I dati acquisiti dalla sonda autoregistrante S1 (vedere figura 6.1.2) nel periodo 01.08.2019 – 31.03.2020 sono stati analizzati per effettuare alcune considerazioni. L'analisi dei dati non poteva prescindere da un processo di semplificazione e sintesi delle serie temporali: la sonda, infatti, ha acquisito dati con cadenza oraria, fornendo 720 valori al mese per ciascun parametro monitorato. La mole di dati disponibili è tale da rendere indispensabile l'utilizzo di indicatori di sintesi, in grado di fornire le necessarie informazioni di carattere statistico con un numero limitato di rappresentazioni grafiche. Sono stati determinati i parametri statistici di base sulle serie di dati validati; per studiare il tipo di distribuzione e le sue variazioni nel tempo, i dati vengono illustrati utilizzando dei box-plot. Il box-plot è un tipo di rappresentazione grafica utilizzata in statistica, ove sono riportati i valori di mediana, primo e terzo quartile (la cui distanza indica la dispersione dei dati intorno alla mediana), i valori di due percentili estremi (5° e 95°) ed i valori massimo e minimo assunti dalla variabile. La lunghezza dei due baffi (dovuta alla differenza tra il primo quartile e il valore minimo e tra il terzo quartile e il valore massimo) e la posizione della mediana all'interno della scatola, forniscono indicazioni sul tipo di distribuzione dei dati, che può risultare o meno simmetrica (figura 6.1.1).

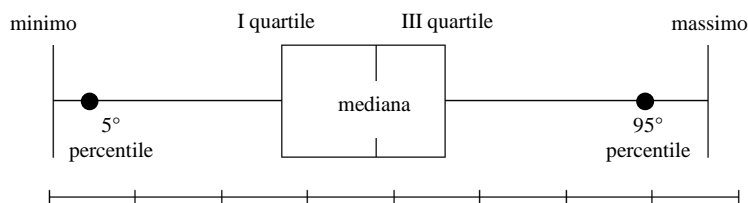


Figura 6.1.1- Esempio di box-plot.

L'ambiente esterno influisce direttamente sui parametri chimico-fisici delle acque superficiali attraverso la temperatura dell'aria, la luce e l'irraggiamento solare, che sono caratterizzati da ciclicità giornaliera. In particolare, la temperatura dell'aria e l'irraggiamento solare influenzano direttamente la temperatura dell'acqua ed indirettamente il pH, la conducibilità ed il potenziale redox. La temperatura dell'acqua segue lo stesso andamento giornaliero della temperatura dell'aria, raggiungendo i valori massimi nelle ore di massima insolazione ed i minimi durante la notte. In generale, alla temperatura della soluzione è legata la solubilità dei gas come l'anidride carbonica e l'ossigeno, con una relazione di proporzionalità inversa; per questo motivo, teoricamente, la temperatura dell'acqua può influenzare anche le variazioni giornaliere di pH e di conducibilità della

soluzione. La CO₂, infatti, disciogliendosi, acidifica la soluzione (il pH e la pressione parziale di CO₂ sono inversamente proporzionali), rendendola più aggressiva nei confronti delle particelle in sospensione e dei sali precipitati che, entrando in soluzione, ne aumentano la conducibilità. Le acque superficiali sono pertanto caratterizzate da ciclicità giornaliere / stagionali di alcuni parametri chimico-fisici (temperatura, pH, potenziale redox, ossigeno disciolto, conducibilità), più o meno marcate in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua. La torbidità, dipendendo dalla quantità di particelle in sospensione che non si dissociano in ioni, come microorganismi, fanghi, sostanza organica ecc., non mostra solitamente un andamento ciclico ed è legata agli eventi che portano un incremento di tali elementi nel corso d'acqua (precipitazioni atmosferiche, lavori in alveo, rilascio di alcuni materiali inquinanti). Lo ione ammonio, invece, essendo un inquinante, dovrebbe assumere sempre concentrazioni nulle o prossime allo zero, tranne negli eventi transitori riconducibili al rilascio di alcune sostanze (reflui di natura civile o zootecnica, scarichi industriali con presenza di ammoniaca).

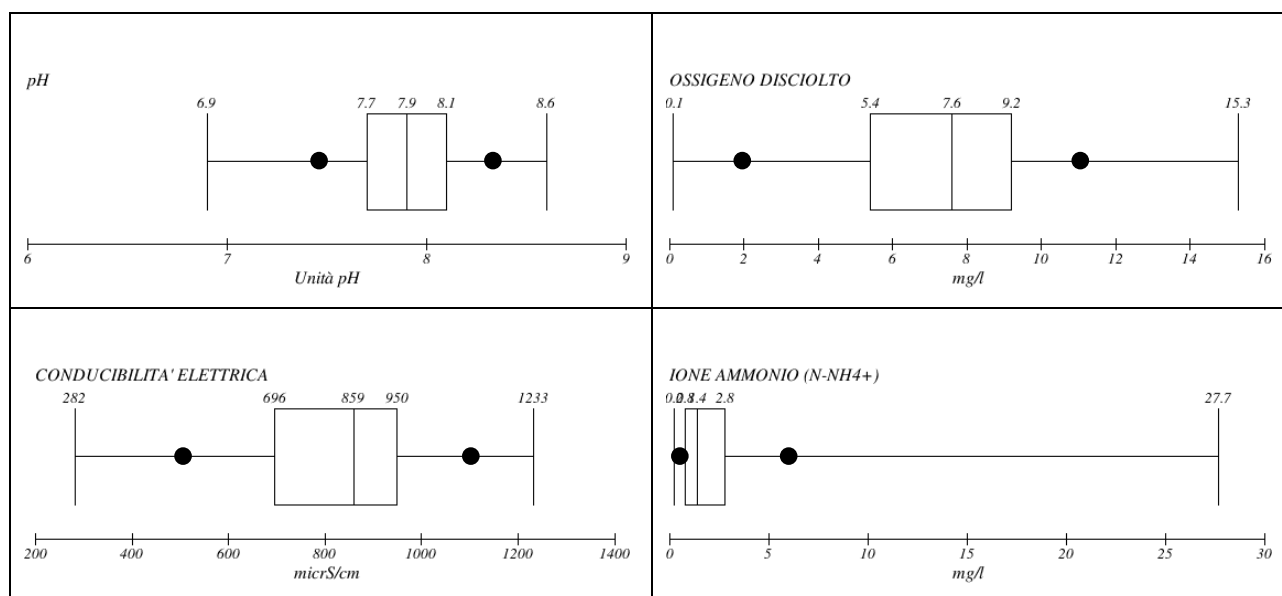


Figura 6.1.2 - Sintesi statistica dei dati relativi alla stazione di monitoraggio in continuo posta a chiusura del bacino del Caina, in prossimità dell'abitato di Pieve Caina, dal 01.08.2019 al 31.03.2020.

Osservando le rappresentazioni grafiche illustrate in fig. 6.1.2, riferite ai parametri monitorati dalla sonda S1 a chiusura dei bacino nel Caina, si possono fare alcune considerazioni interessanti.

La conducibilità elettrica è proporzionale al contenuto salino delle acque, ed è frequentemente associabile alla presenza di fenomeni inquinanti. In un contesto ideale, alle fluttuazioni giornaliere di origine naturale si dovrebbero sovrapporre periodi transitori legati alle precipitazioni atmosferiche, dove la conducibilità elettrica diminuisce per il recapito in alveo di acque a minor contenuto salino.

Oltre ad un valore medio piuttosto elevato (840,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$), il Caina è caratterizzato da percentuale significativa di dati orari con valori superiori a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e un massimo assoluto di 1233 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Osservando i box plot relativi all'ossigeno disciolto, si può notare una certa dispersione nella serie di dati ed una visibile asimmetria verso il basso, con il 5° percentile prossimo a 2 mg/l ed un minimo assoluto pari a 0,1 mg/l; quindi, nonostante il Caina abbia portate minime rilevanti all'altezza del punto monitorato, esiste un numero significativo di dati caratterizzato da valori di ossigeno disciolto molto bassi e almeno un caso in cui l'ossigeno è sceso quasi a zero. La situazione evidenziata in precedenza trova piena conferma nella lettura del box plot relativo allo ione ammonio. Ricordiamo ancora una volta che lo ione ammonio non è un parametro chimico-fisico, ma un inquinante riconducibile alla presenza di reflui non trattati di origine umana/animale e/o alla presenza di scarichi di tipo industriale. Pertanto, la rilevazione di questa sostanza è un'evidenza diretta della qualità delle acque; inoltre, per la rapidità con cui si ossida a nitrato, testimonia un rilascio recente di materiale inquinante. Il box plot indica una mediana di 1,6 mg/l (la media è di 2,4 mg/l), una distribuzione fortemente asimmetrica verso l'alto e un numero significativo di dati caratterizzato da valori di ammonio elevatissimi. Stupiscono i valori del 95° percentile e del massimo assoluto, rispettivamente pari a 6,0 e 27,7 mg/l. Nonostante l'imprecisione dell'elettrodo che può sovrastimare / sottostimare in modo rilevante la concentrazione reale, questo tipo di distribuzione fornisce due indicazioni importanti, che si coniugano bene con le letture degli altri parametri monitorati:

1. la presenza di un inquinamento di "base" che affligge permanentemente le acque del Caina, riscontrabile da valori medi di ammonio e valori medi di conducibilità elevati, dovuta al rilascio continuo di reflui non trattati dai centri abitati o porzioni di essi non collettati ad un impianto di depurazione;
2. all'inquinamento di "base" si sommano eventi anomali, anche di notevole entità, testimoniati da un numero significativo di ore nelle quali le concentrazioni di ammonio raggiungono valori elevati, che potrebbero essere riconducibili all'intervento intempestivo degli scolmatori di piena della rete fognaria e/o al rilascio di reflui di natura zootecnica e/o, in misura limitata, al dilavamento di terreni agricoli recentemente fertirrigati.

6.2 Eventi anomali nel bacino del Caina

Le sonde multiparametriche utilizzate nello studio ospitano tutti gli elettrodi per la misura dei parametri chimico-fisici e dello ione ammonio ($N-NH_4^+$). Il monitoraggio continuo dello ione ammonio è particolarmente delicato e risente di alcuni interferenti, tra i quali il potassio; ciò comporta una scarsa precisione nei valori assoluti. Effettuando alcune analisi di riscontro, sono stati rilevati errori di entità variabile, con differenze massime prossime al 30% e derive sensibili del valore di base. Tuttavia, l'identificazione di un evento anomalo è garantita dalla percezione, da parte dell'elettrodo, delle variazioni relative del parametro monitorato; anche se il valore misurato è sensibilmente diverso da quello reale, è importante che l'elettrodo reagisca prontamente alle variazioni di concentrazione dell'inquinante per “disegnare” nel tempo una curva distinguibile dalla linea di base e fornisca un'indicazione approssimativa delle concentrazioni di ammonio nelle acque.

L'analisi statistica è stata effettuata prendendo in considerazione il parametro che indica direttamente la concentrazione dell'inquinante nelle acque, vale a dire lo ione ammonio, con il supporto dei dati relativi alla conducibilità elettrica. Tale parametro non indica la presenza di un inquinante specifico, essendo dipendente dagli elettroliti complessivamente presenti in soluzione e dalla mobilità ionica degli stessi, ma fornisce un valido ausilio nell'identificazione di “picchi” anomali estranei alle normali fluttuazioni naturali. La conducibilità elettrica delle acque fluviali, in un contesto di pioggia, può essere facilmente perturbata da alcuni fenomeni contestuali, legati all'ingresso in alveo di acque di dilavamento, di reflui di natura civile dagli scolmatori di piena, di materiale inquinante rilasciato dolosamente. Pertanto, in caso di pioggia, la curva di discesa “ideale” della conducibilità, generata dall'apporto di acque a basso contenuto salino, può essere perturbata dalla sovrapposizione di picchi istantanei, dovuti ai fenomeni precedentemente descritti, tendenzialmente identificabili nella serie temporale. Gli altri parametri monitorati (ossigeno disciolto e pH) sono utilizzati, ove necessario, a supporto dei due principali, in caso di situazioni opinabili o di misurata chiarezza. I criteri adottati nell'identificazione degli eventi anomali possono essere sintetizzati nel modo seguente:

- sono stati presi in considerazione tutti i dati acquisiti dalla sonda S1 dal 01.08.2019 al 31.03.2020, per un periodo complessivo di 8 mesi;
- i parametri principali di riferimento sono la concentrazione di ione ammonio ($N-NH_4^+$) e la conducibilità elettrica;
- sono stati presi in considerazione tutti i picchi isolati di ione ammonio che si discostano chiaramente dal “linea di base” della serie temporale, intesa come la concentrazione di

ammonio presente normalmente nel Caina in condizioni ordinarie, quindi senza fenomeni perturbanti, comprensiva delle derive strumentali dell'elettrodo;

- i picchi sono oggettivamente visibili e caratterizzati da un repentino “stacco” dalla linea di base che consenta di identificare l'ora di inizio e di termine dell'evento anomalo. Non sono state presi in considerazione fluttuazioni di rilievo trascurabile;

Dopo aver identificato gli eventi anomali, si è provveduto alla loro caratterizzazione. I criteri di classificazione degli eventi anomali possono essere riassunti nel modo seguente:

1. **durata** dell'evento, dallo scostamento iniziale del parametro esaminato rispetto alla linea di base; gli eventi vengono classificati in base alla loro durata t in *brevi* ($t \leq 5$ h), *medi* ($5 \text{ h} \leq t \leq 10$ h) e *lunghi* ($t > 10$ h), denominati rispettivamente B, M e L in allegato C;
2. **entità** dell'evento, in termini di concentrazione massima di ione ammonio rilevata dalla stazione di monitoraggio, denominata: *bassa* ($c \leq 3$ mg/l), *media* ($3 \text{ mg/l} < c \leq 10$ mg/l), *alta* ($10 \text{ mg/l} < c \leq 20$ mg/l), *altissima* ($c > 20$ mg/l) e identificata rispettivamente con le lettere B, M, A, AA in allegato C. Tale classificazione è “calibrata” sulla singolare consistenza degli eventi riscontrati normalmente in questo corso d'acqua;
3. **tipologia** dei giorni interessati dall'evento, se lavorativi o non lavorativi. Per giorno non lavorativo (NL) si intende il lasso di tempo che intercorre tra il venerdì sera alle ore 20.00 e il lunedì mattina alle ore 6.00, nonché tutti i giorni festivi da calendario. Per lavorativo (L) si intende il periodo che va dal lunedì mattina alle ore 06.00 al venerdì sera alle ore 20.00. L'assegnazione è effettuata in base all'ora di inizio dell'evento anomalo. Se l'evento ricade in modo significativo in entrambe le classi viene classificato come lavorativo + non lavorativo (LNL);
4. **fascia oraria** dell'evento, per evidenziare se l'anomalia è stata rilevata nelle ore diurne o notturne. Per orario diurno (D) si intende il lasso di tempo che intercorre tra le ore 06.00 e le ore 20.00, per orario notturno (N) il lasso di tempo complementare nelle 24 ore. Se l'evento ricade in modo significativo in entrambe le fasce orarie, viene classificato come diurno + notturno (DN);
5. concomitanza dell'evento anomalo con la **piovosità**, rilevata con i pluviometri gestiti dal Servizio Idrografico della Regione Umbria.

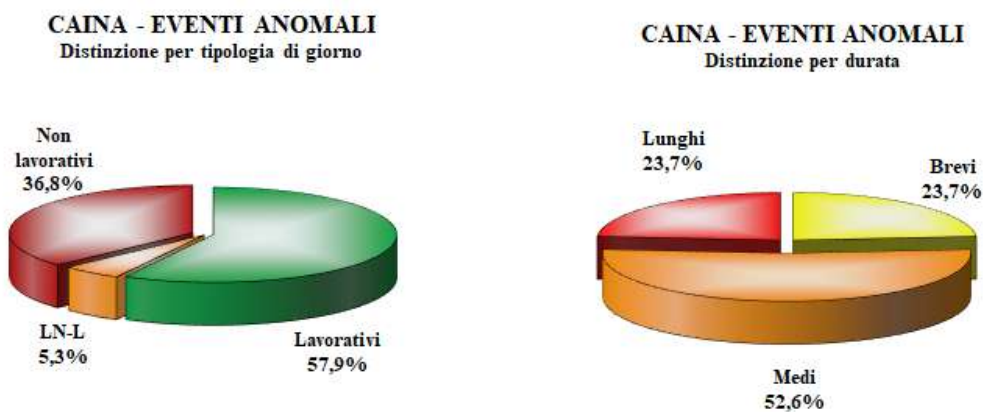


Figura 6.2.1 – Statistica degli eventi anomali. Distinzione in base alla tipologia di giorno e alla durata. La sigla LNL indica gli eventi che ricadono in modo significativo in entrambe le classi lavorativo / non lavorativo.

In figura 6.2.1 sono rappresentate graficamente le distribuzioni degli eventi anomali in base alla tipologia di giorno e alla durata. Si può notare chiaramente che gli eventi anomali, indipendentemente dalla loro entità, sono distribuiti omogeneamente tra giorni lavorativi e non lavorativi, poiché le percentuali di ripartizione illustrate nel grafico riflettono approssimativamente, nell'anno solare, le percentuali di ore ricadenti nelle classi esaminate (L e NL). Gli eventi anomali rilevati sono generalmente persistenti, poiché il 76,3 % di essi ha una durata superiore a 5 ore e il 23,7 % va oltre le 12 ore di persistenza. Nonostante le immissioni di acqua da parte dei tributari e la disomogeneità di velocità nella sezione bagnata possano “allungare” il plume inquinante durante il percorso verso il dispositivo di monitoraggio, la maggior parte degli eventi anomali sono riconducibili a rilasci prolungati di materiale inquinante, riferibili presumibilmente a sistemi ad alimentazione continua (reti fognarie) o di stoccaggio (lagune di liquami di origine zootecnica) di reflui. Gli eventi anomali sono stati distinti in base al periodo notturno / diurno in cui si sono manifestati, secondo i criteri precedentemente descritti (figura 6.2.2). Le anomalie riscontrate pienamente in fase notturna (63,2%) prevalgono su quelle riscontrate pienamente in fase diurna (18,4%). Nel complesso, una percentuale elevatissima di eventi (81,6%) coinvolge le ore notturne, in un contesto di minore criticità (attività lavorative ferme, apporto minimo ai depuratori civili, allevamenti in condizione di stasi, ecc.) e contestualmente favorevole ad azioni illecite; tuttavia, visto l'elevato tempo di transito dato dall'estensione del bacino idrografico, anche eventi transitati in piena notte a Pieve Caina (chiusura di bacino) potrebbero avere un'origine diurna. Gli eventi anomali sono stati classificati anche in base all'intensità, prendendo in esame la concentrazione massima di ione ammonio rilevata nell'ambito del singolo evento. La classificazione prevede intervalli opportunamente “tarati” per il torrente Caina,

nel quale le concentrazioni sono piuttosto elevate e riscontrabili in pochi altri corsi d'acqua monitorati dall'Agenzia.

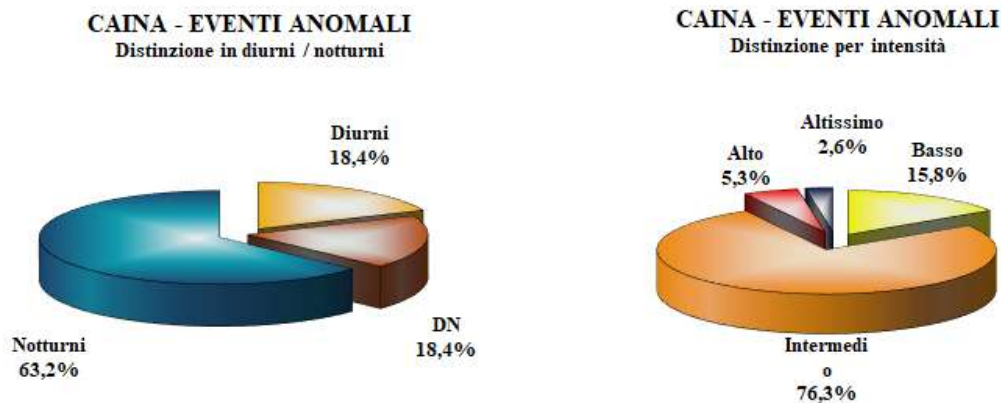


Figura 6.2.2 – Statistica degli eventi anomali. Distinzione in base alla fase del giorno e all'intensità. La sigla DN indica gli eventi che ricadono in modo significativo in entrambe le fasi del giorno (diurno / notturno).

Osservando il grafico di figura 6.2.2, si può notare chiaramente la situazione di criticità in cui versa il Caina: il 74,2% degli eventi anomali è caratterizzato da concentrazioni di ammonio superiori a 3 mg/l e il 7,9 % degli eventi (somma di “alto” + “altissimo”) supera i 10 mg/l. Vi è persino un evento di “altissima” intensità (pari al 2.6 % del totale), nel quale viene oltrepassata la soglia dei 20 mg/l. Esistono fattori strumentali che possono incidere sulla qualità del dato (imprecisione intrinseca dell'elettrodo, deriva strumentale dello zero, ecc.) sovradimensionando alcuni eventi, ma la situazione delineata da queste percentuali è piuttosto eloquente: il Caina subisce immissioni repentine di materiale inquinante, riconducibile a reflui non trattati, che innalzano notevolmente la concentrazione di ammonio nelle acque.

Gli eventi anomali sono stati analizzati effettuato un confronto diretto con le piogge registrati dalla rete pluviometrica regionale. Sono stati presi in considerazione eventi piovosi minimamente significativi (superiori a 1 mm), inclusi in una differita tra piogge e rilevazione iniziale dell'anomalia di 24 ore. Tale raffronto ha permesso di stabilire che il 71,1 degli eventi anomali rilevati dalla sonda S1 sono inseriti in un contesto di pioggia e intorbidamento delle acque fluviali (figura 6.2.3). Pertanto, in linea teorica, il 28,9 degli eventi riscontrati in assenza di piogge non sono riconducibili all'intervento degli scolmatori di piena della rete fognaria, poiché tali dispositivi, in condizioni ottimali di funzionamento, dovrebbero riversare in alveo reflui non trattati solo in condizioni climatiche avverse (piogge persistenti).

CAINA - EVENTI ANOMALI Concomitanza con eventi piovosi

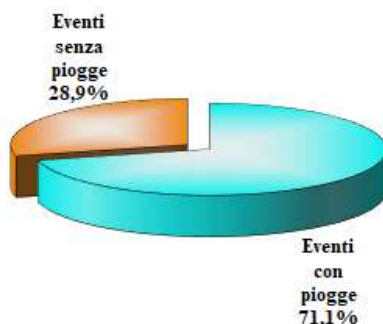


Figura 6.2.3 – Statistica degli eventi anomali. Distinzione in base alla concomitanza con eventi piovosi, distribuzione degli eventi anomali totali.

La sonda S1 stazione di monitoraggio ha fornito informazioni di grande interesse, con un limite evidente: avendo un solo punto di osservazione posizionato in chiusura del bacino idrografico, è impossibile garantire una collocazione geografica all'origine degli eventi anomali. Questo limite è stato parzialmente superato posizionando una sonda multiparametrica autoregistrante (denominata S2) in vari punti del bacino idrografico. In figura 6.2.4 sono raffigurate le concentrazioni di ammonio rilevate dalle sonde multiparametriche nei punti S1 e S2-A, posti rispettivamente a chiusura di bacino del Caina e a chiusura di bacino del Fosso Rigo.

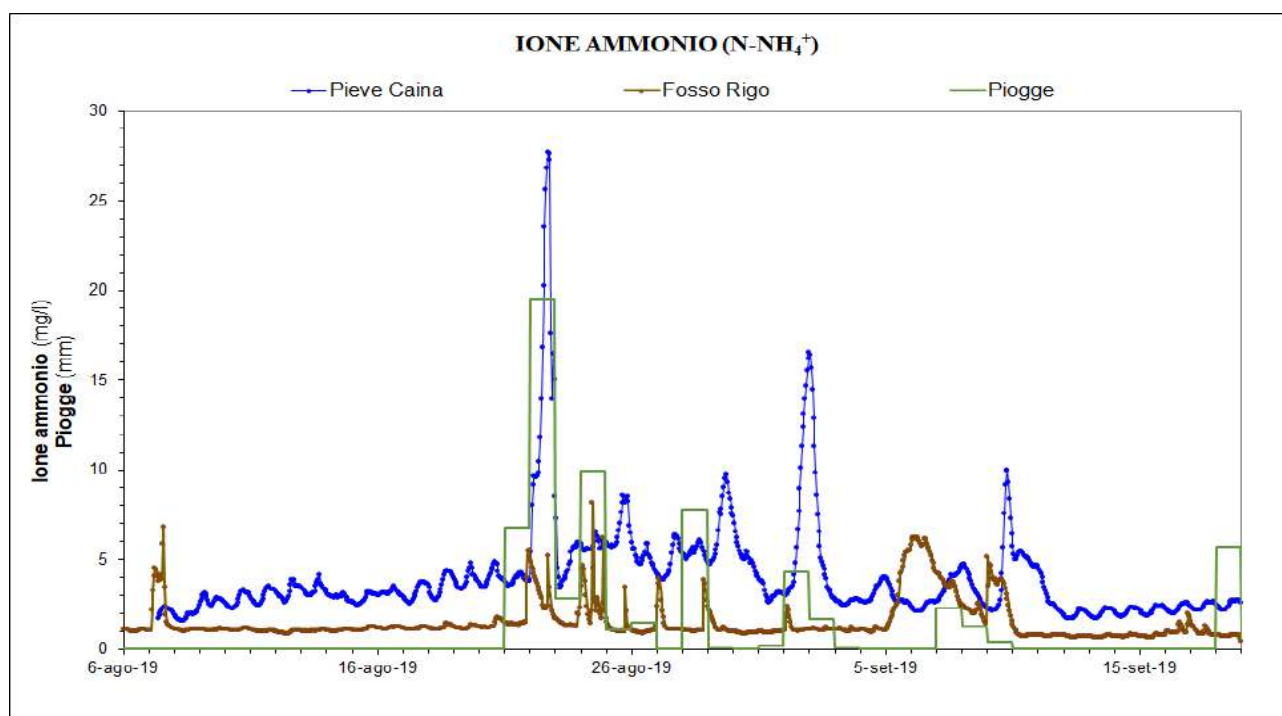


Figura 6.2.4 – Concentrazione di ione ammonio rilevata dalle sonde multiparametriche autoregistranti nelle posizioni S1 (chiusura di bacino del Caina) e S2-A (chiusura di bacino del Fosso Rigo), nel periodo 05.08.2019-19.09.2019. I due punti monitorati distano circa 8,5 km. Sono riportate anche le precipitazioni atmosferiche, determinate come media tra le misure dei pluviometri di S. Savino, Corciano, Compresso e S. Biagio della Valle.

Il Fosso Rigo recepisce lo scarico del depuratore di Perugia-San Sisto e di numerosi scolmatori della rete fognaria. Si nota chiaramente che le concentrazioni di ammonio a chiusura di bacino del Caina (Pieve Caina) sono mediamente più elevate di quelle riscontrate nel Fosso Rigo; inoltre, sono presenti numerosi picchi di notevole entità che non trovano riscontro nell'affluente. Pertanto, questi eventi di notevole entità non possono essere attribuibili al Fosso Rigo e al complesso reti fognarie/depuratore ad esso afferente. Tali eventi si verificano prevalentemente in un contesto di pioggia, caduta nel giorno stesso dell'evento o nelle 24 ore precedenti.

In figura 6.2.5 sono raffigurate le concentrazioni di ammonio rilevate dalle sonde multiparametriche nei punti S1 e S2-B, posti rispettivamente a chiusura di bacino del Caina e a chiusura di bacino dell'Emissario del Trasimeno.

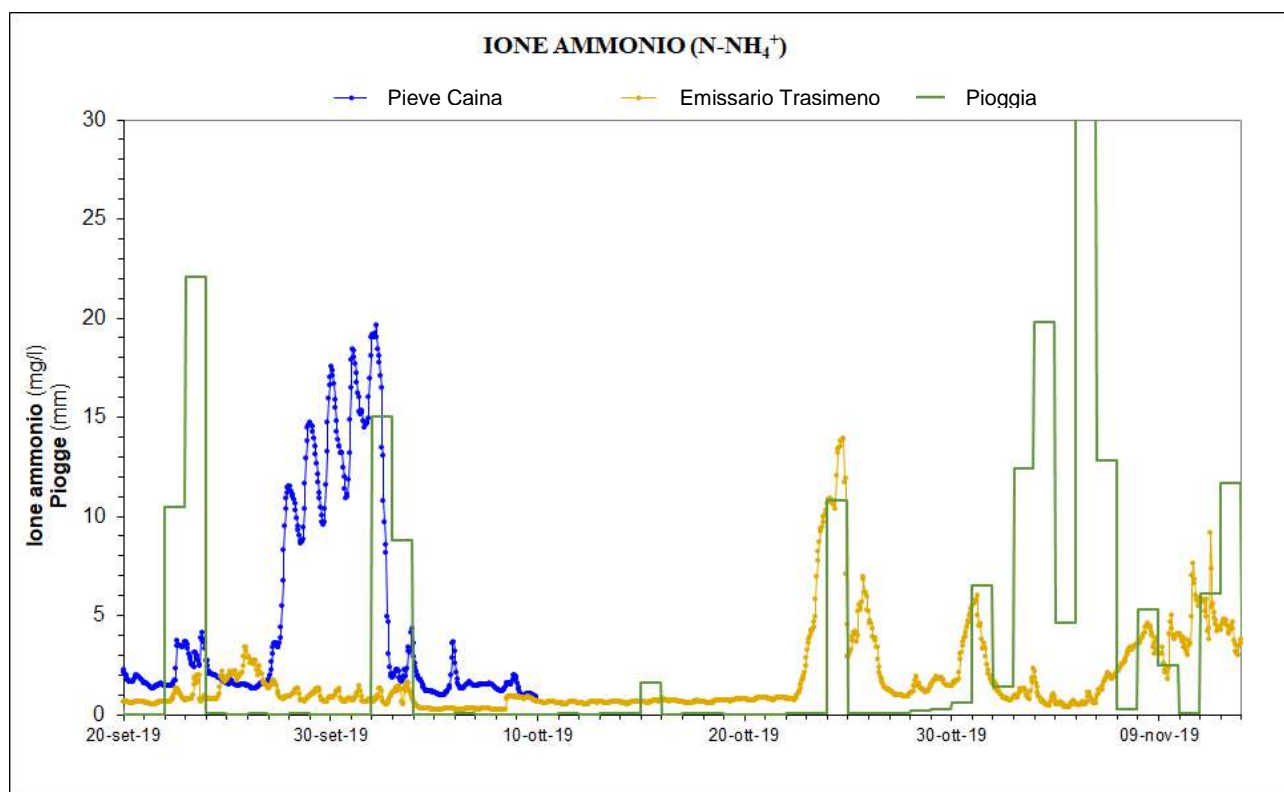


Figura 6.2.5 – Concentrazione di ione ammonio rilevata dalle sonde multiparametriche autoregistranti nelle posizioni S1 (chiusura di bacino del Caina) e S2-B (chiusura di bacino dell'Emissario Trasimeno), nel periodo 19.09.2019-13.11.2019. I due punti monitorati distano circa 17,2 km. Sono riportate anche le precipitazioni atmosferiche, determinate come media tra le misure dei pluviometri di S. Savino, Corciano, Compresso e S. Biagio della Valle.

L'emissario recepisce lo scarico del depuratore di Magione e degli scolmatori fognari ad esso afferenti. Si nota chiaramente che, nel periodo di funzionamento simultaneo delle due sonde, non vi è alcuna correlazione tra le concentrazioni rilevate. Presso Pieve Caina si rileva un forte incremento di ammonio, a cavallo tra i mesi di Settembre e Ottobre, che non trova riscontro nell'Emissario del

Trasimeno; d'altronde, la distanza tra i due punti di monitoraggio è tale da consentire un'ossidazione pressoché totale dell'azoto ammoniacale. Nell'Emissario del Trasimeno si notano incrementi notevoli di ammonio in relazione alle piogge, dovuti presumibilmente agli scolmatori di piena della rete fognaria; tuttavia, osservando attentamente i dati, si nota che l'incremento delle concentrazioni di ammonio, negli eventi del 23-26 Ottobre e 30 Ottobre, inizia prima dell'inizio delle piogge o, comunque, prima che le piogge diventino minimamente consistenti. In figura 6.2.6 sono raffigurate le concentrazioni di ammonio rilevate dalle sonde multiparametriche nei punti S1 e S2-B, posti rispettivamente a chiusura di bacino del Caina e a chiusura di bacino del Fosso Cainone Nord.

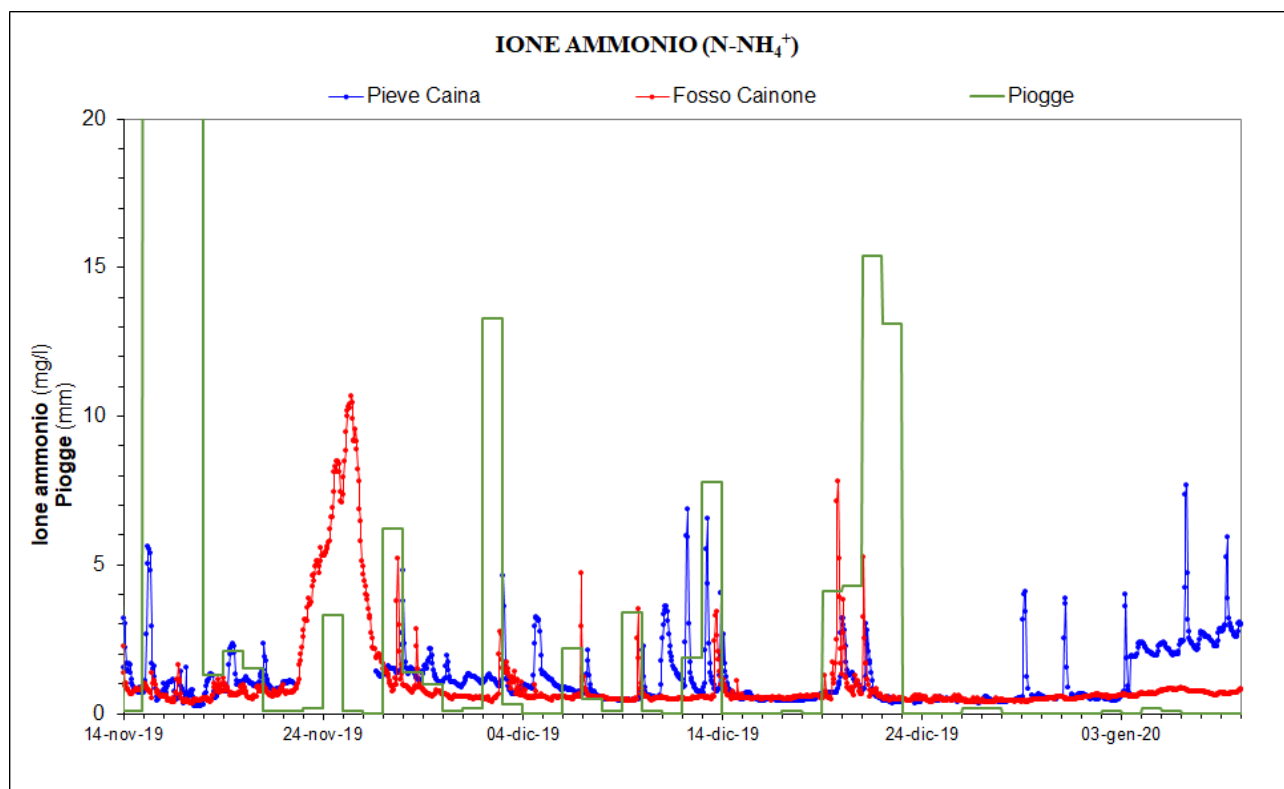


Figura 6.2.6 – Concentrazione di ione ammonio rilevata dalle sonde multiparametriche autoregistranti nelle posizioni S1 (chiusura di bacino del Caina) e S2-C (chiusura di bacino del Fosso Cainone Nord), nel periodo 13.11.2019-09.01.2020. I due punti monitorati distano circa 17 km. Sono riportate anche le precipitazioni atmosferiche, determinate come media tra le misure dei pluviometri di S. Savino, Corciano, Compresso e S. Biagio della Valle.

Anche in questo caso, non vi sono particolari corrispondenze nell'andamento rilevato dalle due sonde. I picchi anomali nella concentrazione di ammonio rilevati a Pieve Caina non trovano riscontro nel Fosso Cainone, che riceve lo scarico del depuratore civile di Corciano; in particolare, nella porzione finale del grafico, abbiamo la presenza di numerosi picchi che non si manifestano in un contesto di pioggia, hanno una durata (circa 4 ore) e una connotazione reiterata e notturna che non li rende riconducibili alle reti fognarie civili. Nel Fosso Cainone Nord, vi sono numerosi picchi di ammonio, anche di una certa entità, sempre riconducibili ad un contesto di pioggia; solo l'incremento riscontrato

nei giorni 23-24-25 Novembre inizia prima dell'inizio della pioggia e, pertanto, non è completamente associabile ad essa.

In figura 6.2.7 sono raffigurate le concentrazioni di ammonio rilevate dalle sonde multiparametriche nei punti S1 e S2-D, posti entrambi nel Caina, rispettivamente a chiusura di bacino e all'altezza dell'abitato di Capanne. Questa disposizione nasce dall'idea di avere due punti di osservazione simultanei nell'alveo del Caina, alla fine del corso d'acqua e a valle delle reti fognarie afferenti ad un impianto di depurazione; in pratica, la sonda posizionata a Capanne chiude una grossa porzione di bacino interessata da centri abitati di una certa rilevanza, prevalentemente dotati di reti fognarie e depuratori. A valle di questo punto, i centri abitati rilasciano normalmente i reflui civili nel bacino idrografico, senza impianti di trattamento e senza scolmatori di piena/sollevarimenti che possano causare variazioni marcate e repentine della concentrazione di ammonio. In realtà, vi è un ultimo fosso che può portare il contributo di alcuni scolmatori di piena della rete fognaria di Castel del Piano-Pila, il Rio Fratta, che si immette nel Caina a valle del punto S2-D; purtroppo, non è stato possibile trovare un punto idoneo per posizionare la sonda multiparametrica a valle dell'immissione di questo fosso.

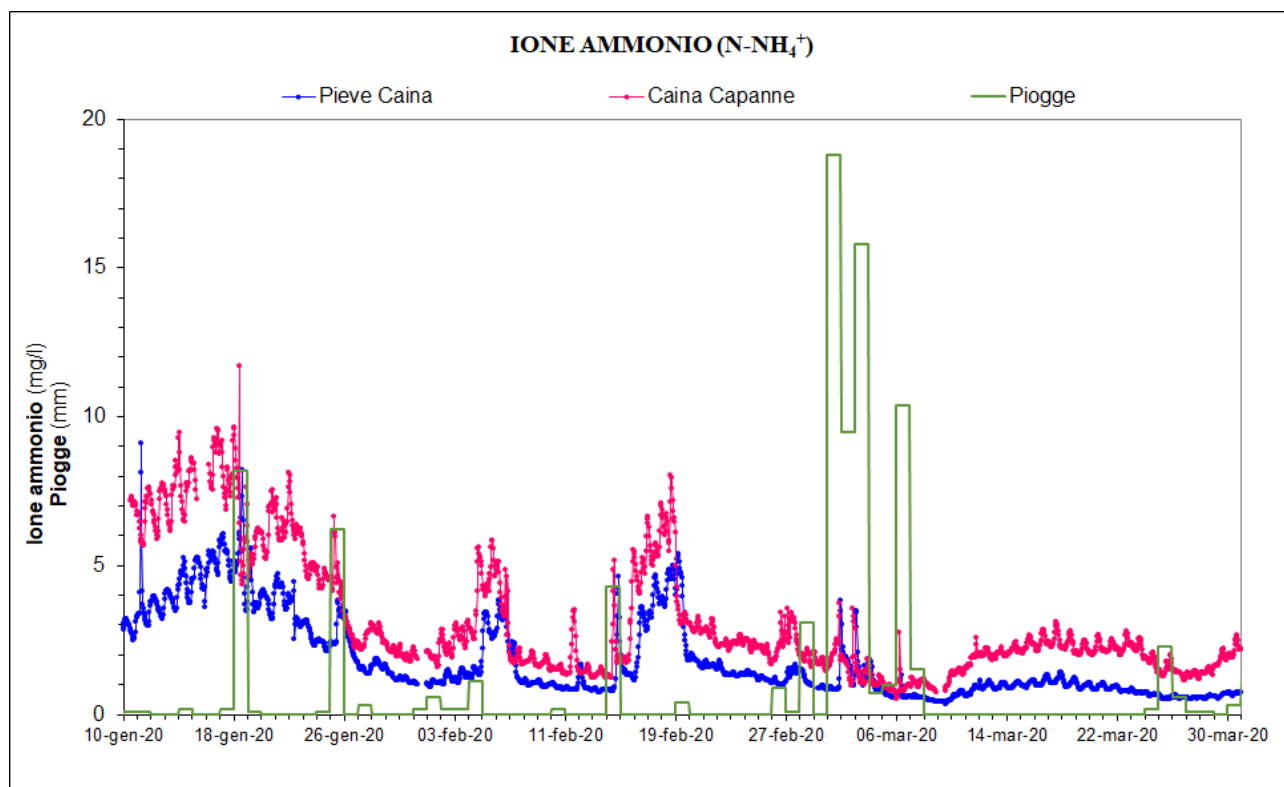


Figura 6.2.7 – Concentrazione di ione ammonio rilevata dalle sonde multiparametriche autoregistranti nelle posizioni S1 (chiusura di bacino del Caina) e S2-D (Caina in località Capanne), nel periodo 09.01.2019-31.03.2020. I due punti monitorati distano circa 7,2 km. Sono riportate anche le precipitazioni atmosferiche, determinate come media tra le misure dei pluviometri di S. Savino, Corciano, Compresso e S. Biagio della Valle.

In ogni caso, il grafico illustrato in figura 6.2.7 mostra in modo eloquente che i due punti di osservazione replicano piuttosto fedelmente l'andamento delle concentrazioni di ammonio in alveo. Vi è un solo picco registrato a chiusura di bacino che non è visibile all'altezza di Capanne, rilevato il giorno 11.01.2020; questo picco, avente caratteristiche analoghe a quelli illustrati in figura 6.2.6 (durata breve e connotazione notturna), sembra concludere una serie di eventi non riconducibili alle reti fognarie che, stando alle misure effettuate, traggono origine nel tratto compreso tra Capanne e Pieve Caina. Le concentrazioni riscontrate nell'alveo del Caina sono comunque elevate, variabili, generalmente riconducibili alla porzione di bacino posta a monte dell'abitato di Capanne e tendono a stabilizzarsi sensibilmente con l'inizio del periodo di lockdown legato al Covid-19.

I dati acquisiti dalle sonde multiparametrica sono fondamentali per comprendere le criticità del bacino idrografico e dimostrano quanto sia necessaria la presenza di una o più stazioni fisse per il monitoraggio continuo delle acque.

7. REFLUI DI NATURA ZOOTECNICA

Il bacino del Caina è caratterizzato dalla presenza di numerosi allevamenti di varia natura e entità. I liquami di origine suinicola rappresentano una fonte di inquinamento potenzialmente rilevante per un corso d'acqua, per la vulnerabilità dei sistemi di stoccaggio (lagune), la facilità con cui possono essere veicolati in alveo in caso di rilascio doloso, il contenuto elevato di sostanze nocive all'habitat fluviale. In questo studio, sono stati presi in esame i soli allevamenti suinicoli presenti nel bacino idrografico, poiché si ritiene che gli effluenti zootecnici "palabili" quali la pollina e il letame, riconducibili agli allevamenti di bovini, equini e avicunicoli, costituiscano un elemento di minore criticità per le acque superficiali. Anche se questi allevamenti producono frazioni di effluenti assimilabili a liquami (liquidi di sgrondo di palabili in fase di accumulo/stoccaggio e acque di lavaggio mescolate a liquami), si ritiene trascurabile, rispetto alle deiezioni suinicole, la possibilità di rilascio nelle acque superficiali.

COMUNE	RIF	ALLEVAMENTO	CONSISTENZA 12.2017	CAPI AUTORIZZATI	BACINO RECETTORE
CORCIANO	015PG002	MARTINI SPA SOCCIDA OTTAVI MARIO	4450	4472	Caina
	015PG003	MENCAGLIA CESARE E MARCO	80	55	Fosso Cainella
	015PG011	PIOPI SAURO	500	355	Fosso Cainone Nord
	015PG015	SCHIPPA MARIO	60	19	Fosso Rigo
MAGIONE	038PG001	MARTINI SPA SOCCIDA AGR 94 SRL	1500	1531	Torrente Formanuova Magione
		SOCIETA' AGRICOLA VALIGI	1400	1404	
	026PG001	AGR. MAGIONESE A COLTURA INTENSIVA DI MARIO GRADASSI	4000	4417	Torrente Formanuova Magione
	026PG002	SOCIETA AGRICOLA LA PELLEGRINA SPA	1800	1856	Fosso Verna
	026PG004	MARTINI S.P.A. DI GORETTI MASSIMO E C.	1600	1671	Fosso del Loggio
	026PG028	RIBUIO SOC.AGR.DI CAPODURI BENEDETTA - LUPINELLI MILVA	1000	710	Fosso Verna
		MANGIMIFICIO ROMAGNOLO S.R.L SOCCIDA LUPINELLI MILVA	1000	715	
		LUPINELLI MILVA	1000	588	
	026PG032	AGRICOLA LE PIAGGE S.S. SOCCIDA TORRE DELL'OLIVETO SAS	1200	0	Fosso del Loggio
		POGGIO DELL'OLIVETO SOCIETA' AGRICOLA SRL	1200	1940	
SOCIETA' AGRICOLA AGR SUINI S.R.L.		1200	0		
026PG222	MENCAGLIA CESARE E MARCO	80	55	Fosso Cainella	
PERUGIA	039PG001	MILLETTI GIACOMO	100	0	Torrente Oscano
	039PG110	AZIENDA AGRARIA CARLO E MARCO CARINI	100	86	Fosso della Canonica
	039PG320	SOCIETA' AGRICOLA LAGI GIUSEPPE & CARLO S.S	400	376	Rio Fratta

Tabella 7.1 – Allevamenti suinicoli con capienza superiore a 50 capi, presenti nel bacino idrografico del Caina. Sono indicati i territori comunali di appartenenza, la consistenza aggiornata al 2017, la capienza autorizzata, il sottobacino recettore di eventuali rilasci di reflui.

Trascurando gli allevamenti di minima consistenza (< 50 capi), si rilevano 14 siti rilevanti, con una capacità autorizzata di circa 22.500 capi e una consistenza complessiva di circa 20.000 capi,

aggiornata all'anno 2017; la vocazione zootecnica del territorio implica pertanto la presenza diffusa di punti di potenziale rilascio di reflui di natura suinicola in 10 sottobacini del Caina, ovvero nel Caina stesso.

8. DETTAGLIO DEI SINGOLI SOTTOBACINI

Il torrente Caina è caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti rilevanti (15 in sinistra idrografica e 13 in destra idrografica) che consentono una suddivisione del bacino idrografico in 28 sottobacini principali, di dimensioni variabili, le cui superfici variano da 1.07 km² a 38.12 km². Nei paragrafi successivi saranno esaminati in dettaglio i singoli sottobacini, evidenziando il reticolo idrografico, la qualità delle acque riscontrata nei punti di campionamento, gli scarichi rilevati, le interazioni con la rete fognaria e i principali elementi di pressione. Le fotografie e le coordinate geografiche degli scarichi nominati nel testo sono consultabili nell'allegato B. I dati analitici commentati nel testo sono consultabili negli allegati A1, A2 e A3. In figura 8.1 è illustrato uno schema che rappresenta, in modo semplificato, il bacino idrografico del Caina. Sono indicati i nomi dei fossi, i punti di campionamento della rete di monitoraggio, l'andamento schematico dei confini comunali e i centri abitati di riferimento.

T. Caina

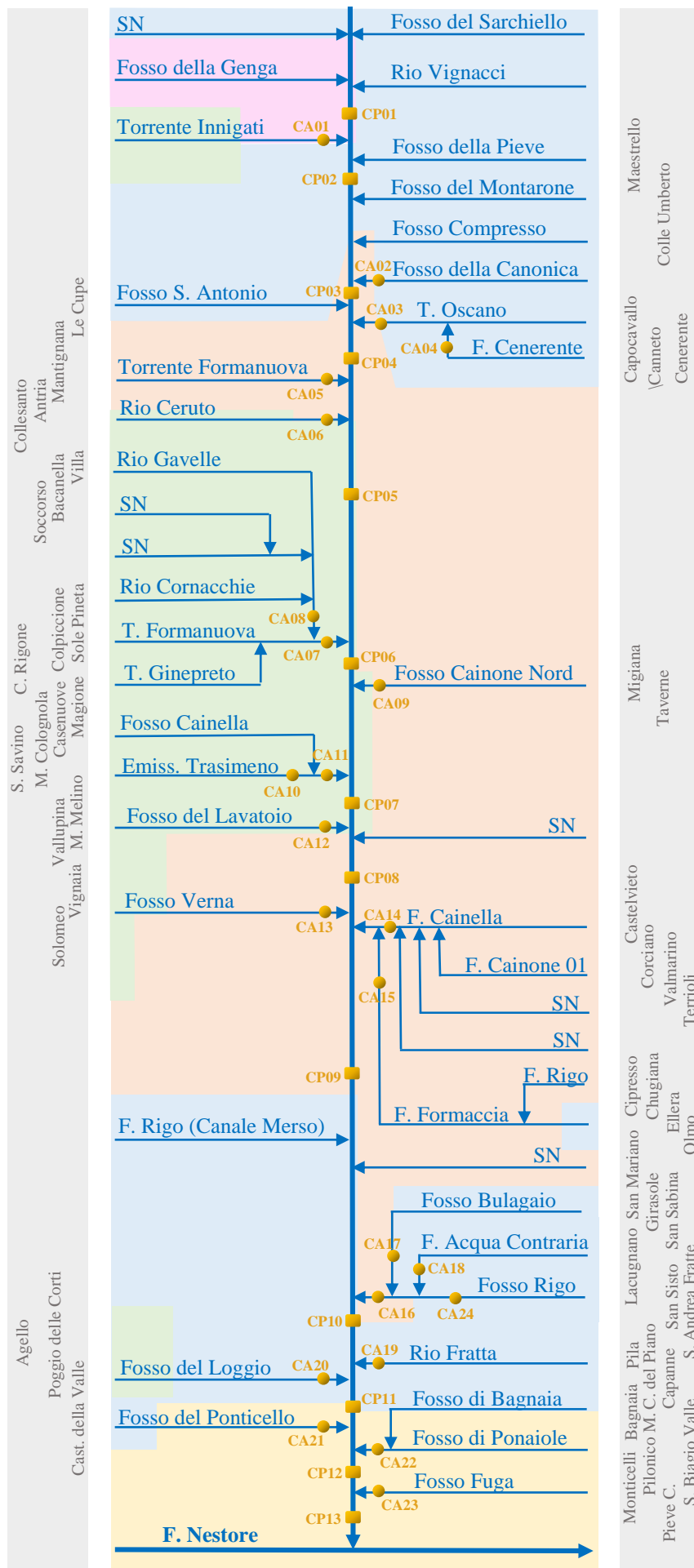


Figura 8.1 – Schema idrografico del bacino del Caina. Sono rappresentati i corsi d’acqua (blu), l’ubicazione indicativa dei centri abitati (fasce grigie), i territori comunali (Umbertide in magenta, Magione in verde, Perugia in celeste, Corciano in rosa, Marsciano in giallo), i punti di campionamento delle acque (punti gialli).

8.1 Affluenti del tratto iniziale (CP01)

Gli affluenti del tratto iniziale sono riconducibili geograficamente all'area di San Giovanni del Pantano. Sono presenti alcuni fossi di modesta entità, provenienti dal versante nord-occidentale di Monte Tezio (Fosso del Sarchiello, Rio Vignacci) e dal Fosso della Genga, posto in destra idrografica.

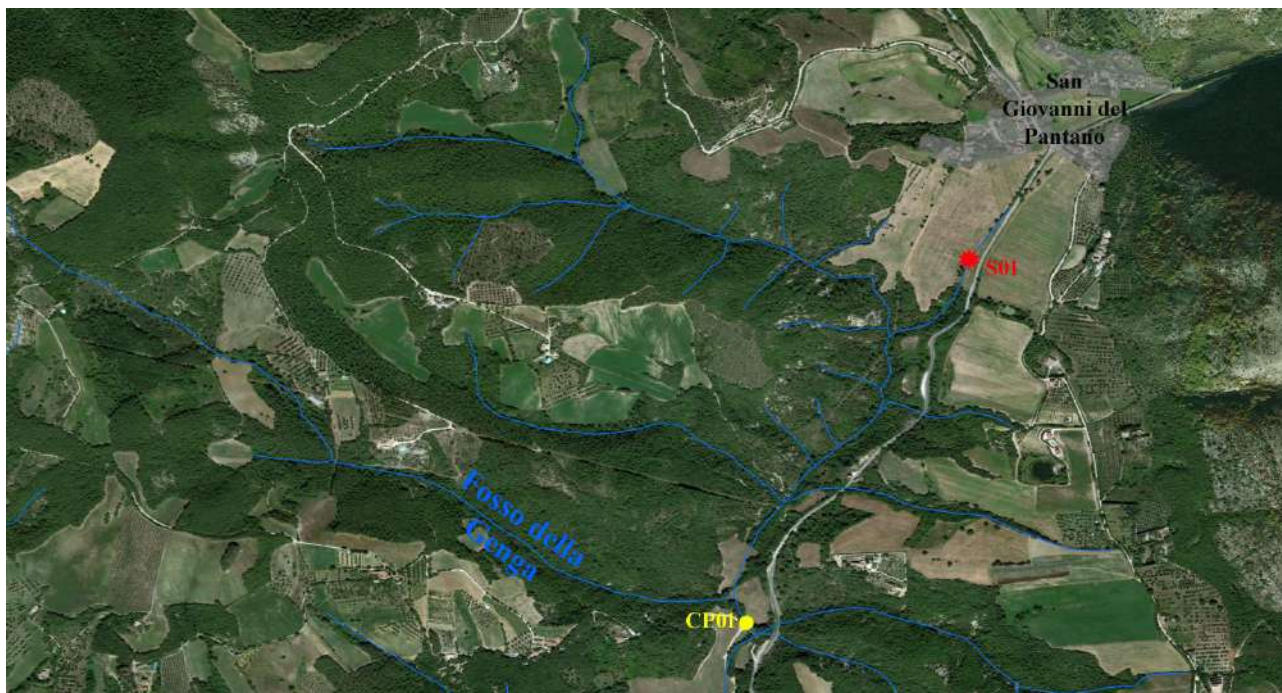


Figura 8.1.1 – Fossi del tratto iniziale, identificazione dei corsi d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate.

La qualità delle acque degli affluenti del tratto iniziale è stata determinata in un solo punto, nell'asta principale del Caina, denominato CP01. In questo punto, l'indice LIMeco è "elevato", a testimonianza della bassa concentrazione di nutrienti e della buona ossigenazione delle acque. Lo scarico denominato S01, che raccoglie buona parte dei reflui civili dell'abitato di San Giovanni del Pantano, non influisce in modo significativo sulla qualità delle acque, caratterizzate da un valore di conducibilità elettrica molto elevato, superiore a qualsiasi altro punto del reticolo idrografico. Questi valori elevati di conducibilità sono associati a concentrazioni notevoli di boro, solfati e manganese, presumibilmente di origine naturale, vista la conformazione litologica dei terreni attraversati dagli affluenti in destra idrografica.

8.2 Torrente Innigati (CA01)

Il Torrente Innigati ha un bacino idrologico di circa 7.9 km², posto in destra idrografica del Caina. Il corso d'acqua è alimentato dalla confluenza di due fossi piuttosto importanti, il Fosso della Contessa e il Torrente Sambro. Il Fosso della Contessa nasce in prossimità della discarica di Borgo Giglione, nel territorio comunale di Magione, chiaramente visibile chiaramente visibile nella porzione occidentale della carta (figura 8.2.1). Non vi sono centri abitati, attività industriali e/o zootecniche che, oltre alla discarica, possano influire sulla qualità delle acque del torrente.



Figura 8.2.1 – Torrente Innigati, identificazione dei corsi d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento.

Il torrente è stato campionato nel punto CA01 solo nel mese di Dicembre, poiché privo di acqua corrente durante la campagna estiva. Le analisi effettuate indicano una qualità eccellente delle acque, con un indice LIMeco “elevato” e la totale assenza di sostanze inquinanti.

8.3 Fosso della Canonica (CA02)

Il Fosso della Canonica ha un bacino idrografico di circa 2,65 km² ed è posto in sinistra idrografica del Caina, nasce nel versante sud-occidentale di Monte Tezio e transita nel territorio afferente al centro abitato di Colle Umberto. L'idrografia superficiale di questa zona è caratterizzata dalla presenza di alcuni scarichi di una certa rilevanza, nonostante l'abitato di Colle Umberto sia coperto da rete fognaria, afferente al depuratore civile di Corciano. In destra idrografica del Caina, vi sono

due terminali (S02 e S03) che rilasciano reflui provenienti dall'abitato di Colle del Cardinale; i reflui percorrono dei fossi di campo e vengono prevalentemente assorbiti dal terreno, alimentando prevalentemente la falda. Vi sono poi due scarichi che rilasciano nel bacino del Fosso della Canonica (S04 e S05); in particolare, lo scarico denominato S05 raccoglie i reflui di parte dell'abitato posto a sud di Colle Umberto e li rilascia in un piccolo fosso che, transitando all'interno del centro ippico, confluisce nel Fosso della Canonica in sinistra idrografica.

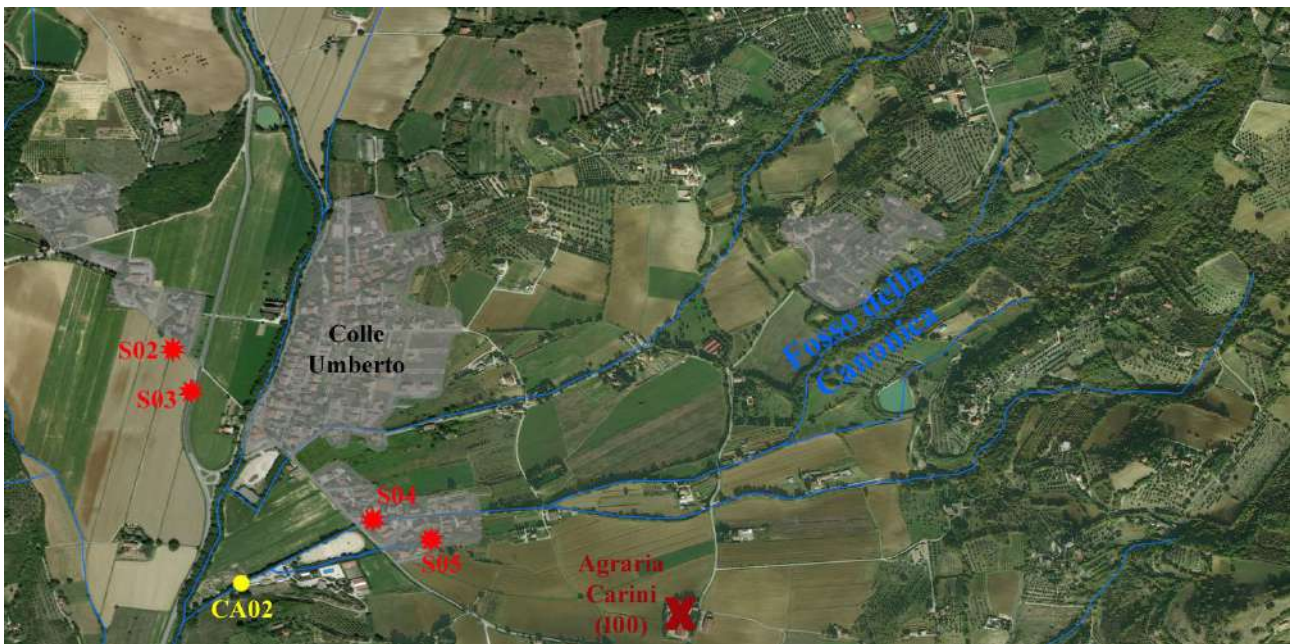


Figura 8.3.1 – Fosso della Canonica, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli ricadenti nel bacino idrografico del fosso.

È presente anche un allevamento suinicolo di modesta entità (capacità 100 capi), nella porzione meridionale del bacino. Le analisi effettuate nel punto CA02 mostrano chiaramente l'impatto degli scarichi civili sulla qualità delle acque del fosso: indice LIMeco "cattivo", COD e BOD₅ elevati, alte concentrazioni di azoto ammoniacale e fosforo totale, presenza di tensioattivi ed elevato numero di batteri fecali. Inoltre, sono state rilevate concentrazioni di AMPA (metabolita del glifosate) superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

8.4 Torrente Oscano (CA03 – CA04)

Il Torrente Oscano (figura 8.4.1) è uno dei principali affluenti del Caina in sinistra idrografica. Il bacino di riferimento è di circa 22,90 km² e si estende dalle pendici nord-orientali di Monte Malbe

all'area meridionale di Monte Tezio, includendo il Monte Tezino. Il torrente ha un affluente, il Fosso di Cenerente, che si estende in direzione SE, immettendosi all'altezza dell'abitato di Canneto.

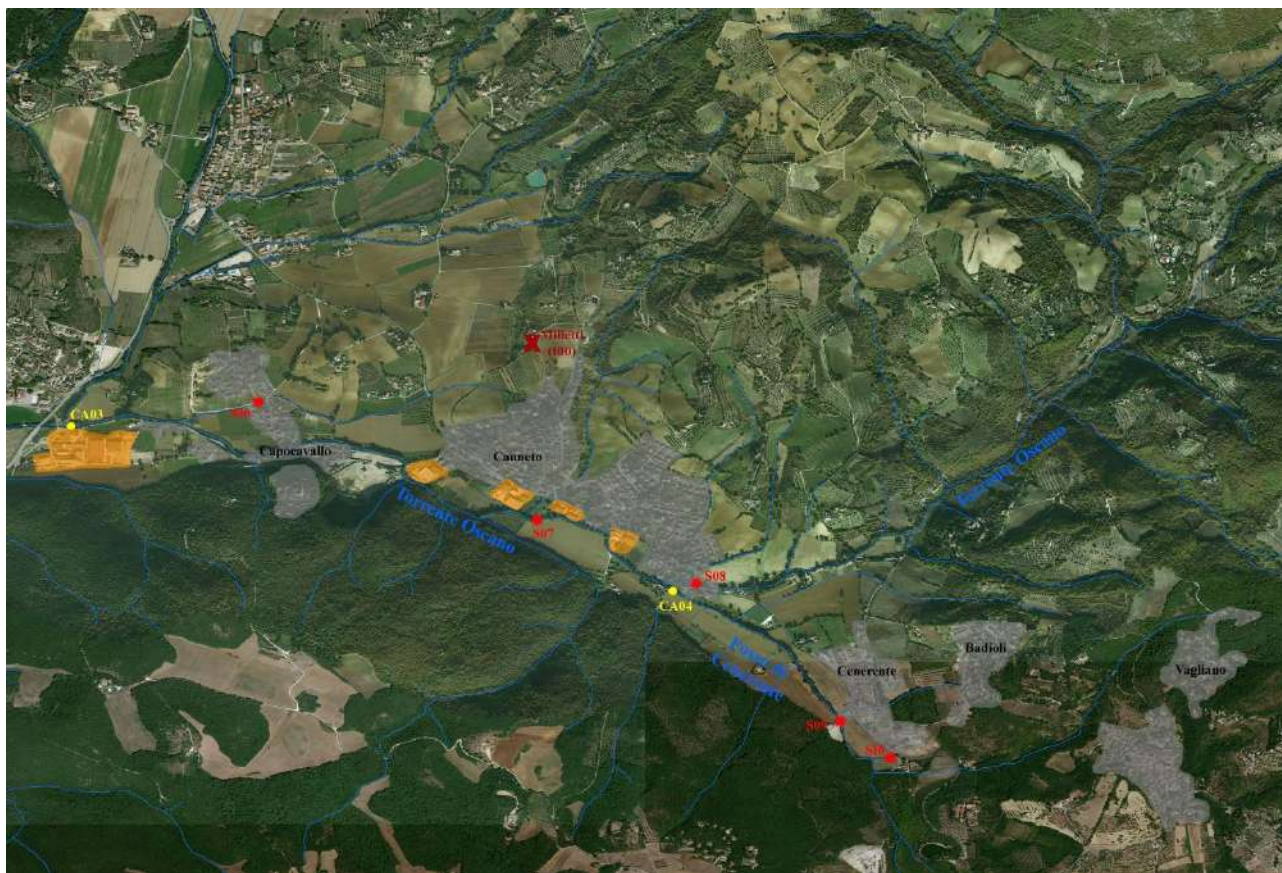


Figura 8.4.1 – Torrente Oscano, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli ricadenti nel bacino idrografico del fosso.

La valle dell'Oscano è caratterizzata dalla presenza di alcuni centri abitati di piccole dimensioni (Capocavallo, Canneto, Cenerente), tutti coperti da rete fognaria (afferente al depuratore civile di Corciano) ed alcune zone industriali di modesta estensione (Capocavallo-Le Cupe e Canneto). Vi è anche un allevamento suinicolo di piccole dimensioni (capacità 100 capi). Durante i sopralluoghi finalizzati al rilievo degli scarichi, il Torrente Oscano è stato esplorato dall'interno dell'alveo per un lungo tratto privo di acqua, compreso tra la confluenza con il Caina e la porzione centrale dell'abitato di Canneto. Procedendo verso monte, l'alveo è caratterizzato dalla presenza di pozze d'acqua sempre più grandi, fino a trovare, anche nella stagione estiva, la presenza di un flusso piuttosto consistente; pertanto, il flusso d'acqua rilevabile all'altezza della confluenza con il Fosso di Cenerente si infila in subalveo e va ad alimentare la falda freatica. Anche nella campagna di monitoraggio invernale, quando gli affluenti del Caina erano tutti attivi, il Torrente Oscano e il Fosso di Cenerente, nei punti di campionamento denominati CA03 e CA04, non portavano acqua; pertanto, non abbiamo riferimenti per determinare la qualità delle acque di questo importante tributario. In ogni caso, sono

stati rilevati alcuni scarichi che gravano sul reticolo idrografico: il Fosso di Cenerente, al momento del rilievo in campo, era caratterizzato dalla presenza di reflui civili rilasciati da un grande condotta in cemento collegata ad un pozzetto fognario (S10) e da una modesta tubazione afferente ad alcune abitazioni (S09). All'altezza dell'abitato di Capocavallo, è stata rilevata una perdita di reflui da una stazione di sollevamento (S06) che si immette in un piccolo fosso, affluente del Torrente Oscano in destra idrografica.

8.5 Torrente Formanuova di Mantignana (CA05)

Il Torrente Formanuova di Mantignana (figura 8.5.1) è un affluente in destra idrografica del Caina, ha un bacino idrografico con una superficie di circa 11,90 km² che include gli abitati di Mantignana, Fratta, e Buchignano. Il torrente è alimentato da due fossi principali (Campanetta e Petroso). I centri abitati sono interamente serviti da rete fognaria, afferente al depuratore civile di Corciano. È presente una zona industriale a sud dell'abitato di Mantignana, nell'area di confluenza con il Caina.

Il Torrente Formanuova è stato campionato nel punto CA05 solo nel mese di Dicembre, poiché nel mese di Agosto non vi era acqua corrente. Osservando i dati chimici, si notano immediatamente alcune criticità nella qualità delle acque: indice LIMeco "cattivo", concentrazioni di COD e BOD₅ abbastanza elevate, presenza rilevante di azoto ammoniacale e fosforo totale, presenza di tensioattivi. Non sono state rilevate condotte di scarico in alveo, poiché alcuni tratti del Fosso Petroso e dello stesso Formanuova corrono interrati sotto il centro abitato di Mantignana. Probabilmente, nel periodo in cui è stato effettuato il campionamento, vi erano delle perdite di reflui civili dagli scolmatori /sollevamenti della rete fognaria e/o rilasci di reflui nei tratti interrati dei fossi.

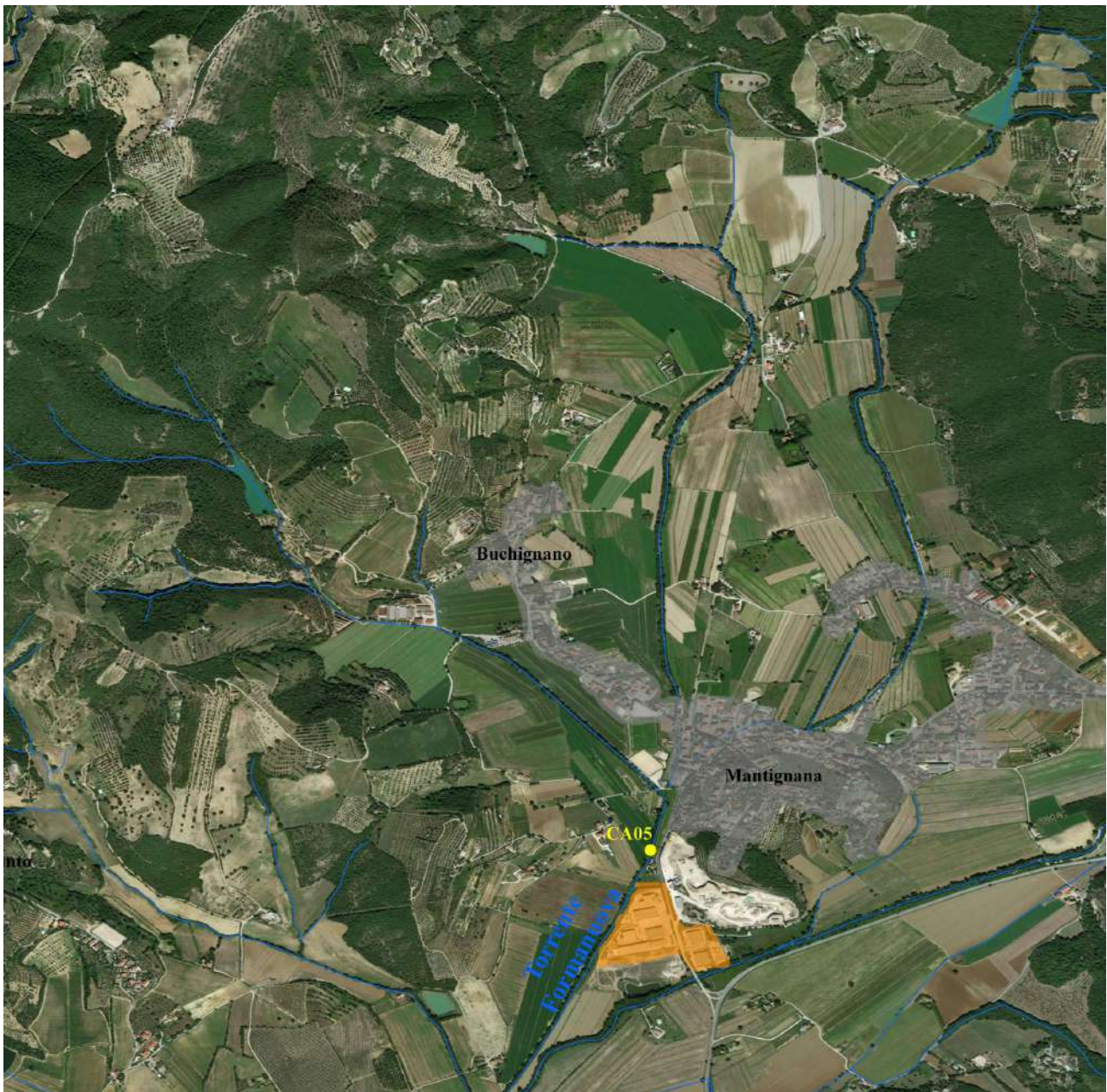


Figura 8.5.1 – Torrente Formanuova di Mantignano, identificazione del corso d’acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali.

8.6 Rio Ceruto (CA06)

Il Rio Ceruto (figura 8.6.1) è un affluente di modesta entità, localizzato in destra idrografica del Caina, con un bacino idrografico di circa 2,85 km². Il bacino interessa una porzione di territorio a vocazione prettamente agricola, che interessa parte degli abitati di Antria e Collesanto. Questi centri abitati non sono attualmente collegati ad un impianto di depurazione, ma sono dotati di piccoli rami di rete fognaria che rilasciano i reflui civili nei fossi di campo. In fase di rilievo, non è stato possibile

determinare la posizione di tutti i terminali di scarico, a causa della fitta vegetazione che impedisce l'accesso ai tratti apicali dei fossi; tuttavia, è lecito supporre che vi sia un rilascio di reflui in entrambi i versanti dei colli ove sorgono i centri abitati.

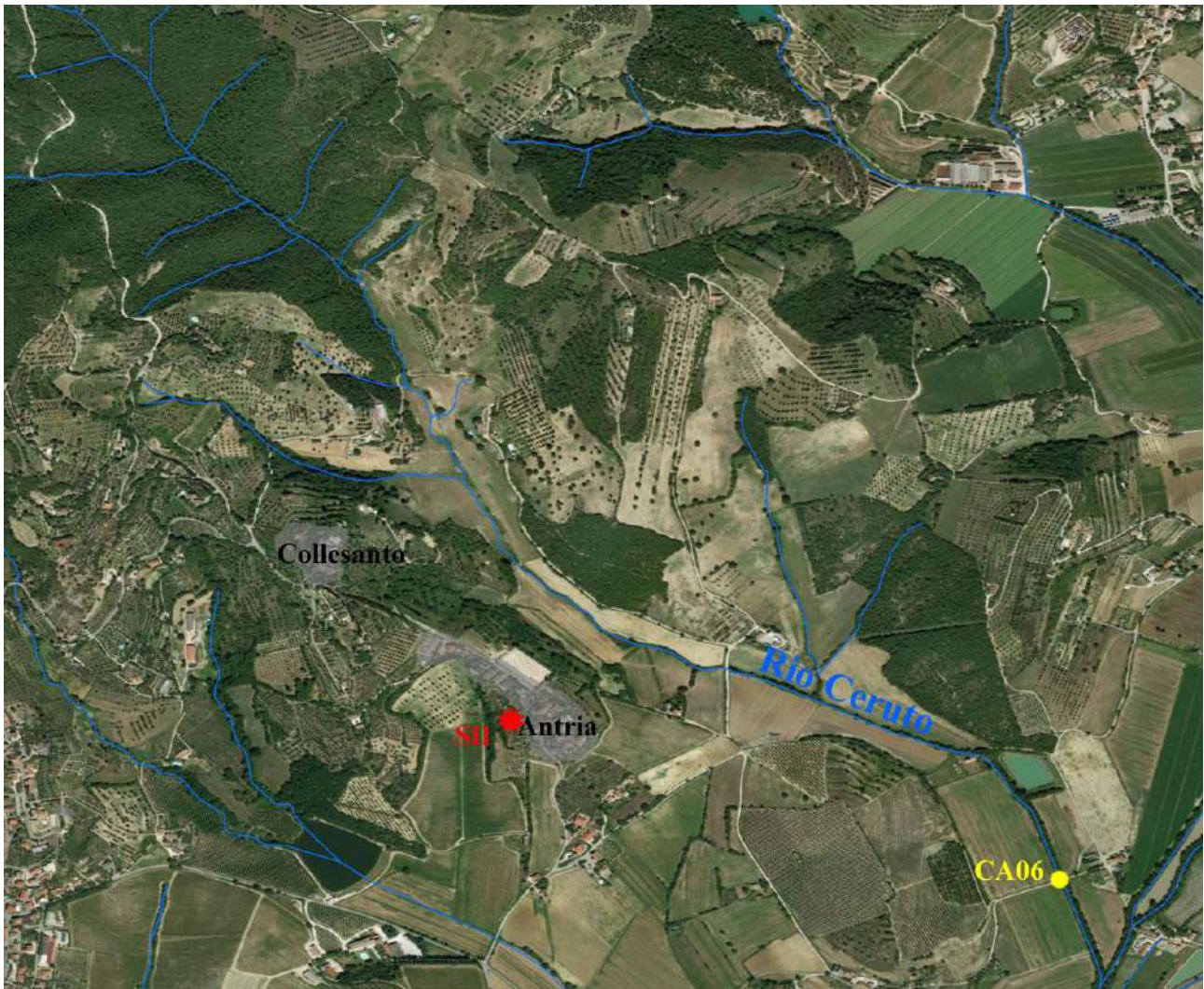


Figura 8.6.1 –Rio Ceruto, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

Il Rio Ceruto è stato campionato nel punto CA06, poco prima dell'immissione nel Caina, solo nella campagna invernale. Il giudizio sull'indice LIMeco è "buono", le concentrazioni di BOD₅ e COD sono molto basse, non sono state rilevate concentrazioni apprezzabili di azoto ammoniacale, tensioattivi e fitofarmaci. La contaminazione fecale è molto contenuta.

8.7 Torrente Formanuova di Magione (CA07-CA08)



Figura 8.7.1 - Torrente Formanuova, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali, in magenta gli impianti di depurazione civili. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli ricadenti nel bacino idrografico del fosso.

Il Torrente Formanuova di Magione (figura 8.7.1) è l'affluente principale del Caina. Il bacino ha una superficie di circa 38,12 km² e si estende per intero nel territorio comunale di Magione. In questo studio, il bacino del Formanuova è stato diviso in due aree, cui fanno capo due punti di campionamento. La prima area, afferente al punto di campionamento CA07, è costituita dal bacino idrografico del Formanuova s.s. e del suo affluente principale, il Fosso Ginepreto; si estende dalle colline di Borgo Giglione - Col di Selva fino alle cime di San Vito, passando per Castel Rigone, mentre in direzione sud lambisce l'abitato di Magione / Sole Pineta (e relativa zona industriale) e include i terreni agricoli compresi tra Bacanella e Monte Sperello. In quest'area sono dislocati due allevamenti suinicoli di medio-grandi dimensioni, per una capacità complessiva di 6900 capi.

La seconda area, afferente al punto di campionamento CA08, è costituita dai sottobacini di alcuni fossi che si aprono a ventaglio, inclusi tra il Rio Gavelle e il Rio Cornacchie; questi sottobacini includono i centri abitati di Bacanella, Soccorso, Villa, l'autodromo di Magione e la zona industriale di Bacanella. Queste aree sono interamente coperte da rete fognaria, afferente al depuratore civile di Magione.

La ricerca in campo di scarichi è stata particolarmente difficile, vista la scarsa accessibilità dei corsi d'acqua e la folta vegetazione che ne impedisce la visione. Sono stati rilevati solo due scarichi, entrambi afferenti alla seconda area; il primo (S12) è localizzato nella periferia orientale di Villa e rilascia nel Rio Gavelle i reflui generati di un gruppo di abitazioni, posto dall'altra parte della strada. Il secondo scarico (S13), di entità considerevole, è localizzato in prossimità del centro logistico Eurospin di Magione, ed è caratterizzato da una grande canalizzazione che emerge a ridosso della strada asfaltata; si tratta di uno scarico misto ad una rilevante quantità di acqua, la cui provenienza è ignota. Occorre sottolineare che ARPA Umbria nel 2017 aveva già segnalato, con apposita comunicazione, la presenza di questo scarico al Comune di Magione e al gestore umbra Acque; recentemente, il problema dovrebbe essere stato risolto.

I campionamenti sono stati effettuati solo nel mese di Dicembre, poiché nella campagna estiva non vi era presenza di acqua corrente. Osservando i dati relativi al punto CA07, si nota una netta discrepanza tra la qualità delle acque e l'assenza di scarichi rilevati in campo; l'elevata tenore di ammonio e la presenza di fosforo totale, tensioattivi e BOD₅ in concentrazioni rilevanti, denotano un evidente inquinamento di origine antropica, confermato dal giudizio LIMeco "cattivo". Evidentemente, il tratto antropizzato del torrente compreso tra l'autodromo e la periferia settentrionale di Magione è caratterizzato dalla presenza di scarichi, non rilevabili per motivi di accesso all'alveo. Per quanto riguarda i dati relativi punto CA08 (seconda zona), il giudizio

sull'indice LIMeco è “scarso”, vi sono concentrazioni apprezzabili di ammonio, fosforo, tensioattivi e la contaminazione fecale è piuttosto marcata.

L'intero bacino idrografico del Torrente Formanuova è caratterizzato da concentrazioni di glifosate e AMPA superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

8.8 Fosso Cainone Nord (CA09)

Il Fosso Cainone Nord (figura 8.8.1) è un affluente importante posizionato in sinistra idrografica del Caina, cui corrisponde un bacino idrografico di circa 12.80 km². Il bacino comprende il settore settentrionale di Monte Malbe, la stretta valle ad est del colle di Corciano e un'ampia porzione di terreni pianeggianti posti a N-NO dello stesso paese.



Figura 8.8.1 – Fosso Cainone Nord, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali, in magenta gli impianti di depurazione. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli ricadenti nel bacino idrografico del fosso.

Il tratto terminale del fosso attraversa un'ampia zona industriale, dove è situato l'impianto di depurazione di Corciano. Nel bacino idrografico del Fosso Cainone Nord ricadono i centri abitati di Corciano, Migiana e un allevamento di medie dimensioni, con una capacità di 500 capi.

Il fosso è stato campionato nel punto CA09, posto a valle dell'impianto di depurazione, alla fine della zona industriale di Corciano. Osservando i dati, si nota che le acque del fosso presentano evidenti criticità, soprattutto nel periodo estivo, quando lo scarico dell'impianto di depurazione costituisce una percentuale significativa della portata in alveo. Il giudizio sull'indice LIMeco è "cattivo" e si rilevano elevate concentrazioni di nutrienti (azoto totale e fosforo totale), concentrazioni apprezzabili di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, associate alla presenza di tensioattivi e un marcato inquinamento fecale (E. coli). Infine, sono state rilevate concentrazioni di glifosate e AMPA superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015)

8.9 Emissario del Trasimeno (CA10-CA11)

L'Emissario del Trasimeno (figura 8.9.1) è un canale artificiale realizzato nel 1898, che consente la fuoriuscita delle acque del Lago Trasimeno, in località San Savino, indirizzandole verso il bacino del Caina. Nel complesso, l'Emissario del Trasimeno ha un bacino idrografico circa 18,50 km², che si estende dal versante nord-occidentale di Monte Sperello a Montecolognola e include i centri abitati di Dirindello, Casenuove, Magione (parte) e Monte Sperello. L'affluente principale è il Fosso Cainella, che si immette nell'Emissario dopo aver ricevuto lo scarico del depuratore di Magione. Nel bacino, sono presenti due zone industriali di piccole dimensioni, presso Casenuove di Magione.

Nel corso dei sopralluoghi in campo, sono stati rilevati alcuni scarichi di entità rilevante; il primo (S68), localizzato nella periferia orientale di Magione, è il terminale di uno scolmatore di piena della rete fognaria, che rilasciava reflui anche in assenza di pioggia. Il secondo scarico (S66) raccoglie i reflui di un gruppo di abitazioni della zona nord-occidentale di Monte Sperello. Il terzo scarico (S67) emerge dal terreno in prossimità di un piccolo depuratore interrato, ad ovest di Monte Sperello; probabilmente, vi era una perdita sotterranea nel collettore di raccolta delle acque reflue, indirizzato al piccolo impianto di depurazione.

L'Emissario del Trasimeno è stato campionato in due punti, prima (CA10) e dopo (CA11) l'immissione del Fosso Cainella, recapitante lo scarico del depuratore di Magione; osservando i dati relativi alla campagna invernale (in quella estiva il punto CA10 era privo di acqua), si può notare che l'immissione del Fosso Cainella ha un sensibile impatto sulla qualità delle acque dell'Emissario del Trasimeno: si rileva un incremento di E. coli, della concentrazione di azoto ammoniacale e fosforo totale, il giudizio sull'indice LIMeco passa da "sufficiente" a "cattivo" e le concentrazioni di glifosate e AMPA diventano superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

La fitta vegetazione ha limitato le possibilità di rilievo in campo degli scarichi prima dell'immissione del Fosso Cainella; tuttavia, osservando i dati relativi al punto di campionamento CA10, è lecito supporre che vi sia un modesto rilascio di reflui dalle reti fognarie o da qualche abitazione posta a ridosso dell'Emissario.

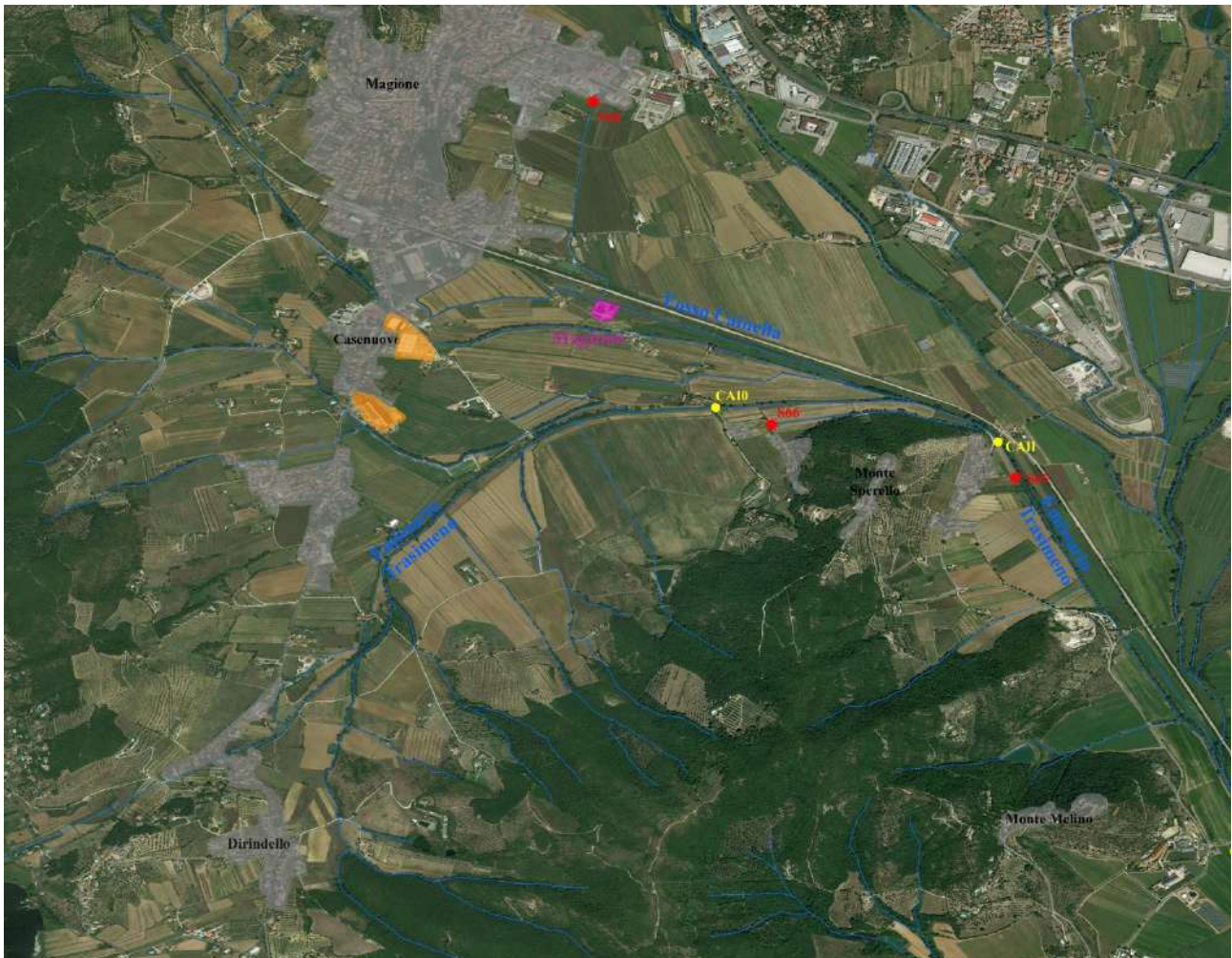


Figura 8.9.1 – Emissario del Trasimeno, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali, in magenta gli impianti di depurazione. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

8.10 Fosso del Lavatoio (CA12)

Il Fosso del Lavatoio (figura 8.10.1) è un'affluente in destra idrografica del Caina, con un bacino idrografico di circa 10,20 km² che si estende nell'area compresa tra i colli di Montemelino e Agello; include i centri abitati di Colle, Vallupina, la parte settentrionale di Agello ed è presente un allevamento suinicolo di modesta entità (capacità 25 capi). Durante i sopralluoghi è stato rilevato uno

scarico (S40) che rilascia nel segmento apicale di un fosso reflui di natura civili, afferenti alla porzione settentrionale dell'abitato di Agello; inoltre, è ragionevole supporre che vi siano modesti rilasci di reflui dagli abitati di Vallupina e Colle, non serviti da un impianto di depurazione. Purtroppo, la folta vegetazione e le limitazioni di accesso ai fossi dovuti alle proprietà private hanno impedito l'esecuzione di un rilievo di dettaglio. Il Fosso del Lavatoio è stato campionato nel punto CA12 solo nella campagna di Dicembre, poiché in estate era privo di acqua; i dati mostrano la presenza di azoto ammoniacale, fosforo totale, tensioattivi e un giudizio sull'indice LIMeco "scarso".



Figura 8.10.1 – Fosso del Lavatoio, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli ricadenti nel bacino idrografico del fosso.

8.11 Fosso Verna (CA16)

Il Fosso Verna (figura 8.11.1) è un'affluente in destra idrografica del Caina con un bacino idrografico di circa 3,15 km² che include il centro abitato di Vignaia e la porzione centro-settentrionale di Solomeo, dove è presente una zona industriale. Nella zona occidentale del bacino idrografico, vi sono tre allevamenti suinicoli, per una capacità complessiva di superiore a 4.800 capi. Sono stati rilevati

numerosi scarichi, anche di notevole entità; il centro abitato di Vignaia è dotato di una condotta fognaria che rilascia i reflui (S22) dell'intero paese in un fosso di campo, affluente del Verna.



Figura 8.11.1 – Fosso Verna, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli inclusi nel bacino idrografico del fosso.

Poco più a valle, in un canale parallelo alla zona industriale che si immette nel Verna, sono stati rilevate alcune tubazioni in cemento (S29-S30-S31-S32-S34) in sinistra idrografica; la scarsa presenza di flusso, associata alla parziale immersione delle tubazioni, non ha consentito di verificare se fosse in atto una fuoriuscita di reflui; tuttavia, viste le condizioni palesemente critiche dell'acqua al momento del sopralluogo (figura 8.11.2), le tubazioni sono state cautelativamente contrassegnate come scarichi.



Figura 8.11.2 – Condizioni del canale parallelo alla zona industriale di Solomeo, che si immette nel Fosso Verna

All'inizio della zona industriale, in sinistra idrografica, è stata rilevata una fuoriuscita di reflui nascosta dalla vegetazione (S33); vista la posizione dello scarico, i reflui potrebbero provenire dal centro sportivo adiacente. Infine, è stato rilevato uno scarico di notevole entità (S35) proveniente dal centro abitato di Solomeo; i reflui vengono rilasciati in un fosso di campo che alimenta il Verna, poco prima della confluenza con il Caina.

Il Fosso Verna è stato campionato nel punto CA13, prima che lo scarico S35 confluisca in esso. I dati mostrano un contesto di forte degrado, con differenze notevoli nel chimismo delle acque tra la campagna estiva e quella invernale: valori di conducibilità elevati, concentrazione di ossigeno disciolto molto bassa, concentrazioni notevoli di BOD₅, azoto totale, azoto ammoniacale, fosforo totale, tensioattivi e presenza di fenoli fanno del Fosso Verna uno degli affluenti più inquinati del bacino del Caina; il giudizio sull'indice LIMeco è "cattivo" e vi è una contaminazione fecale elevata. Anche le concentrazioni di glifosate e AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

8.12 Fosso Cainella (CA14-CA15)

Il Fosso Cainella (figura 8.12.1) è un'affluente in sinistra idrografica del Caina con un bacino idrografico complessivo di circa 17.80 km² che si sviluppa dal versante Sud-occidentale di Monte Malbe fino a Castelvieto e Solomeo. Il bacino del Cainella può essere distinto in alcuni sottobacini di un certo rilievo: il Fosso Formaccia, con il suo affluente Rigo, abbraccia una vasta zona abitata che va dalla periferia meridionale di Corciano a Cipresso, Chiugiana, Ellera, Olmo, la porzione centro-settentrionale del quartiere Girasole e la zona commerciale di Ellera, dove alcuni tratti sono interrati; il Fosso Cainone 01 si estende dal versante occidentale dei colli di Corciano al Monte Rentella, includendo parte degli abitati di Corciano / Castelvieto, l'intera frazione di Terrioli e tutta la zona commerciale di Corciano; il Fosso Cainella s.s., che include l'abitato di Castelvieto e la zona agricola ad esso afferente. Trattandosi di un bacino idrografico piuttosto ampio e articolato, sono stati effettuati campionamenti in due punti: il primo punto (CA14) è riferibile ai sottobacini idrografici dei fossi Cainone 01 e Cainella s.s., il secondo punto (CA15) è riferibile al sottobacino del Fosso Formaccia. Osservando i dati, si notano evidenti criticità nella qualità delle acque: il Fosso Formaccia (CA15) presenta elevate concentrazioni di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, tensioattivi, giudizio sull'indice LIMeco "scarso", con marcate differenze tra la stagione estiva e quella invernale.

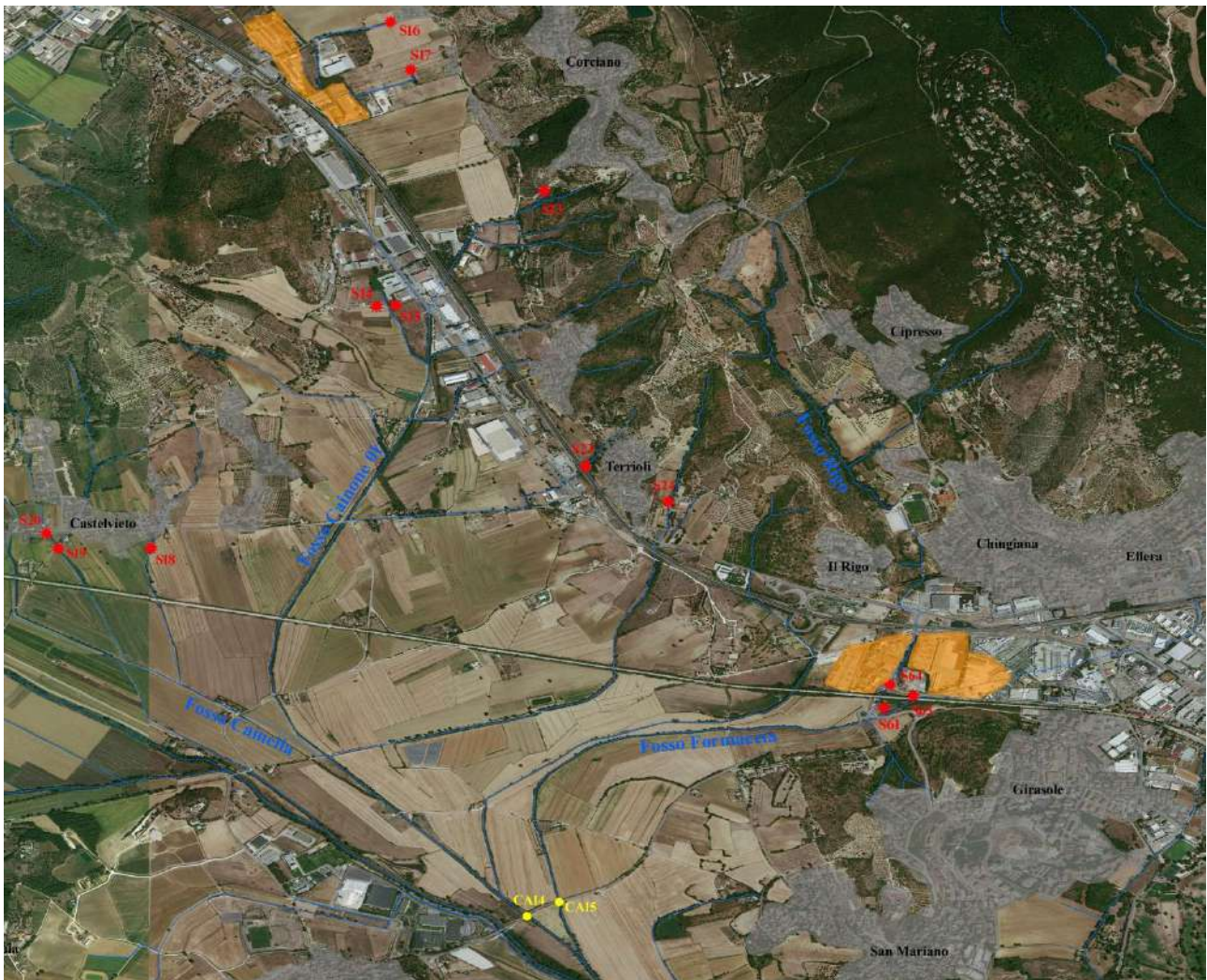


Figura 8.12.1 – Fosso Cainella, identificazione del corso d’acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

Le criticità sono riconducibili ad alcuni scarichi localizzati in prossimità della rotatoria di accesso al Quasar Village: lo scarico S64 raccoglie i reflui di alcuni capannoni posizionati in destra idrografica del Fosso Rigo; lo scarico indicato con la sigla S63 è, in realtà, il punto in cui il Fosso Formaccia emerge dal sottosuolo, dopo aver attraversato l’intera area commerciale/industriale di Ellera in una condotta interrata; l’aspetto delle acque, unito al caratteristico odore, lascia ipotizzare che, nel tratto interrato, il fosso recepisca dei reflui. Anche il Fosso Rigo, emergendo dal tratto interrato (a sud dell’ex stabilimento Ellesse), presentava una modesta quantità di schiuma, tipica dei tensioattivi, mentre nel tratto a monte aveva un aspetto normale; pertanto, il fosso potrebbe ricevere qualche scarico nel tratto interrato. Lo scarico S61 è il terminale di una grossa stazione di sollevamento, che raccoglie i reflui dell’abitato Migiana-Ellera-Olmo-San Mariano; al momento del sopralluogo, in

assenza totale di pioggia, era attivo e riversava nel Fosso Formaccia una quantità considerevole di reflui (vedere allegato B).

Il Fosso Cainella s.s. e il Fosso Cainone 01 (CA14) sono caratterizzati da un giudizio sull'indice LIMeco "scarso" e, dal punto di vista della chimica di base, presentano criticità meno evidenti del Formaccia; tuttavia, questi fossi ricevono una quantità rilevante di reflui dal territorio comunale di Corciano: gli scarichi S18, S19, S20 rilasciano i reflui dell'intero abitato di Castelviato, sprovvisto di depuratore; gli scarichi S16, S17 e S13 sono riconducibili a parte dell'abitato di Corciano e periferia: nonostante il paese sia collegato all'impianto di depurazione, vi sono tratti importanti di rete fognaria che rilasciano reflui nei tratti apicali del Fosso Cainone 01. Anche i reflui dell'abitato di Terrioli vengono rilasciati in un ramo secondario dello stesso fosso (S23). Gli altri scarichi indicati in fig. 8.12.1 sono riferibili a singole abitazioni, quindi di secondaria importanza.

8.13 Fosso Rigo (CA16-CA17-CA18-CA24)

Il Fosso Rigo (figura 8.13.1) è un'affluente in sinistra idrografica del Caina con un bacino di circa 18,80 km². Il fosso nasce nell'area afferente l'ospedale di Perugia, alimentato dalle acque di falda; attraversa la zona industriale di S. Andrea delle fratte, recepisce lo scarico del depuratore di San Sisto e le acque di due affluenti (Fosso dell'Acqua Contraria e Fosso Bulagaio), solca la valle compresa tra San Mariano e Castel del Piano e confluisce nel Caina. Il bacino idrografico del Rigo è piuttosto esteso e include un'area fortemente antropizzata, costituita dagli abitati di Olmo, Girasole, Santa Sabina, Lacugnano, San Sisto, Strozzeapponi e San Mariano; la qualità delle acque è stata determinata in 4 punti, per avere un quadro dettagliato della situazione: il punto CA24 si trova a valle della zona industriale di S. Andrea delle Fratte, prima dell'impianto di depurazione di San Sisto; il punto CA18 è posto a chiusura del sottobacino del Fosso dell'Acqua Contraria; il punto CA17 è posto sul Fosso Bulagaio, prima che si immetta nel Rigo; il punto CA16 si trova sul fosso Rigo, prima dell'immissione nel Caina. Osservando i dati relativi al punto CA24, si nota che la qualità delle acque è già compromessa a monte dell'impianto di depurazione; sono presenti elevate concentrazioni di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, manganese e presenza di tensioattivi, xileni e tetracloroetilene, con forti differenze tra campagna estiva e quella invernale. Il giudizio sull'indice LIMeco è "cattivo". Questo tratto di fosso non è accessibile e non è stato possibile effettuare il rilievo delle condotte di scarico; tuttavia, i dati analitici fanno ipotizzare il rilascio di modeste quantità di reflui di natura civile

e industriale, nonostante l'area sia coperta da rete fognaria. L'unico scarico rilevato (S56) è posto nel sottopasso della strada regionale 220.

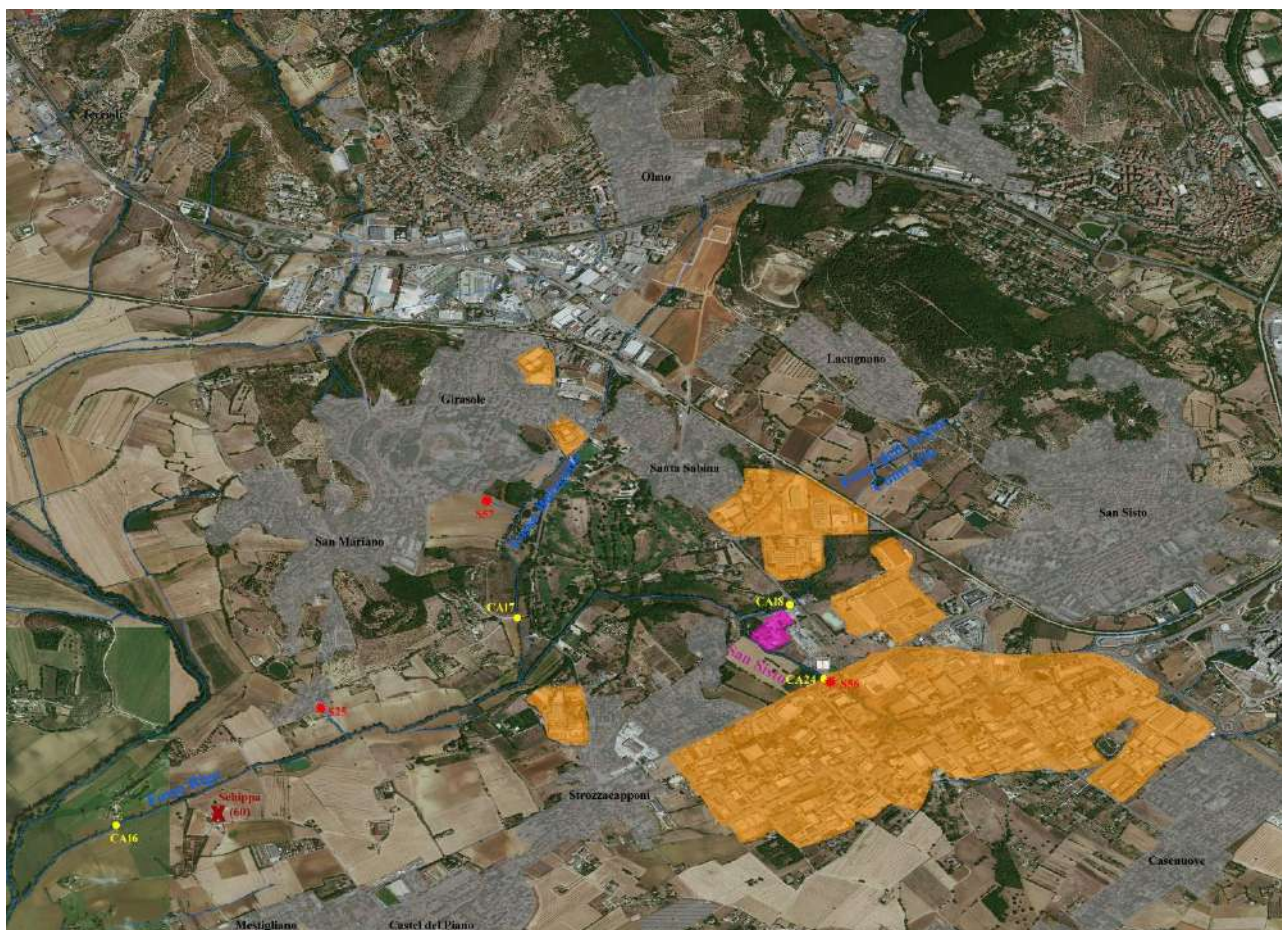


Figura 8.13.1 – Fosso Rigo, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali, in magenta gli impianti di depurazione. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli inclusi nel bacino idrografico del fosso.

Il Fosso dell'Acqua Contraria (CA18) è stato campionato solo nella stagione invernale, a causa della mancanza d'acqua in fase di magra; i dati indicano una modesta contaminazione da reflui civili, probabilmente dalla zona industriale di S. Sabina. Il giudizio sull'indice LIMeco è "sufficiente", non si rilevano particolari problematiche.

Il Fosso Bulagaio (CA17) costituisce l'elemento di maggior criticità nel sottobacino del Fosso Rigo: bassissime concentrazioni di ossigeno disciolto, elevata conducibilità, elevatissime concentrazioni di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, fosforo totale, tensioattivi, manganese, presenza di fenoli e elevata contaminazione fecale. Questo fosso, nella stagione estiva, era secco fino all'abitato del Girasole, dove uno scarico di grande portata e forte impatto ambientale (S57) costituiva la totalità della portata presente in alveo; tale scarico è riferibile ad uno scolmatore della rete fognaria dell'abitato di Girasole.

Osservando i dati relativi al punto CA16, possiamo valutare la qualità complessiva delle acque del Fosso Rigo: giudizio sull'indice LIMeco "cattivo", elevata conducibilità, forte apporto di nutrienti, con elevate concentrazioni di BOD₅ e COD, azoto ammoniacale, fosforo totale e presenza di tensioattivi. La qualità delle acque è fortemente compromessa e l'elemento di maggior impatto ambientale è costituito dallo scarico S57. Le concentrazioni di AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015) in tutti i punti campionati.

8.14 Rio Fratta (CA19)

Il Rio Fratta (figura 8.14.1) è un'affluente in sinistra idrografica del Caina, con un bacino idrografico di circa 8,35 km². Il bacino include, parzialmente o totalmente, gli abitati di Pila, Mestigliano, Castel del Piano, Capanne, Bagnaia e due allevamenti suinicoli, con una capacità complessiva di 450 capi.



Figura 8.14.1 – Rio Fratta, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli inclusi nel bacino idrografico del fosso.

Il Rio Fratta (CA19) è caratterizzato da un giudizio sull'indice LIMeco "cattivo"; sono state rilevate concentrazioni piuttosto alte di BOD₅, azoto ammoniacale, fosforo totale e presenza di tensioattivi. Le concentrazioni di AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015). Le criticità sono riconducibili ad alcuni scarichi civili che gravano sul bacino idrografico; gli scarichi denominati S55 e S60 rilasciano reflui da porzioni periferiche dell'abitato di Pila, gli

scarichi S58 e S59 raccolgono le acque di scarico di un gruppo di case di recente costruzione, poste a sud di Mestigliano; l'intero abitato di Bagnaia, sprovvisto di impianto di depurazione, rilascia i reflui civili direttamente in alveo, attraverso i terminali di scarico denominati S48, S49, S50.

8.15 Fosso del Loggio (CA20)

Il Fosso del Loggio (figura 8.15.1) è un'affluente in destra idrografica del Caina, con un bacino idrografico complessivo di circa 8,40 km².

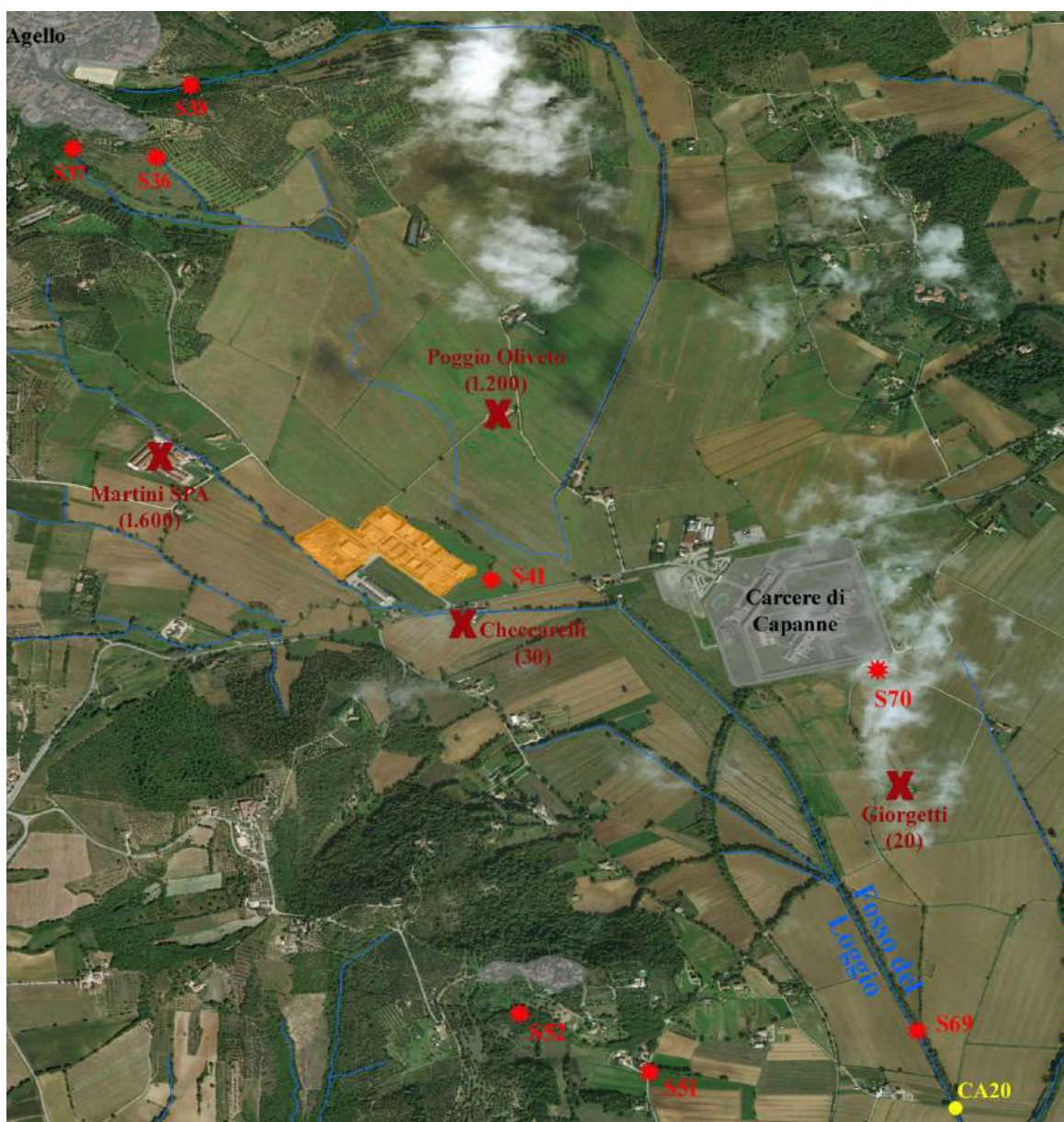


Figura 8.15.1 – Fosso del Loggio, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo. La X indica gli allevamenti suinicoli inclusi nel bacino idrografico del fosso.

Il bacino include l'abitato di Poggio delle Corti, parte del paese di Agello, il carcere di Capanne, la zona industriale di Capanne e 4 allevamenti suinicoli, con una capacità complessiva prossima a 3000 capi. Il fosso è stato campionato nel punto CA20, posto a chiusura di bacino.

Osservando i dati, si notano evidenti criticità nella qualità delle acque: elevate concentrazioni di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, azoto totale, fosforo totale, tensioattivi, giudizio sull'indice LIMeco "scarso", con marcate differenze tra la stagione estiva e quella invernale. Le concentrazioni di glifosate e AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015). Sono stati rilevati numerosi scarichi di natura civile e industriale; i reflui della porzione sud-orientale del paese di Agello vengono rilasciati nei tratti apicali del fosso (S36, S37, S38, S39); i reflui afferenti alla zona industriale di Capanne vengono convogliati in un piccolo impianto a ossidazione, il cui funzionamento è dubbio, visto l'aspetto delle acque rilasciate nel fosso adiacente (S41); il carcere di Capanne, dotato di un impianto di depurazione interno, rilascia i reflui trattati nel punto di scarico S69; il borgo di Poggio delle Corti, sprovvisto di impianto di depurazione, scarica direttamente in alveo, nei punti denominati S51 e S52.

8.16 Fosso del Ponticello (CA21)

Il Fosso del Ponticello è l'ultimo affluente in destra idrografica del Caina prima della confluenza con il Nestore (figura 8.16.1). Ha un bacino idrografico di circa 3,04 km² che include buona parte dell'abitato di Castiglion della Valle e relativa zona industriale. L'elemento di maggior impatto sulla qualità delle acque è costituito proprio dal paese sopra citato, che riversa in alveo i reflui di origine civile e industriale nei punti di scarico denominati S44 e S45; questi scarichi di notevole entità raccolgono i reflui dei rami principali di fognatura, afferenti all'area centro-settentrionale dell'abitato. I dati relativi al punto di campionamento CA21 sono piuttosto eloquenti: giudizio sull'indice LIMeco "cattivo", elevatissima conducibilità, forte apporto di nutrienti, con alte concentrazioni di BOD₅, COD, azoto ammoniacale, fosforo totale, cloruri, fosforo totale, presenza di tensioattivi ed elevata contaminazione fecale. Le concentrazioni di AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

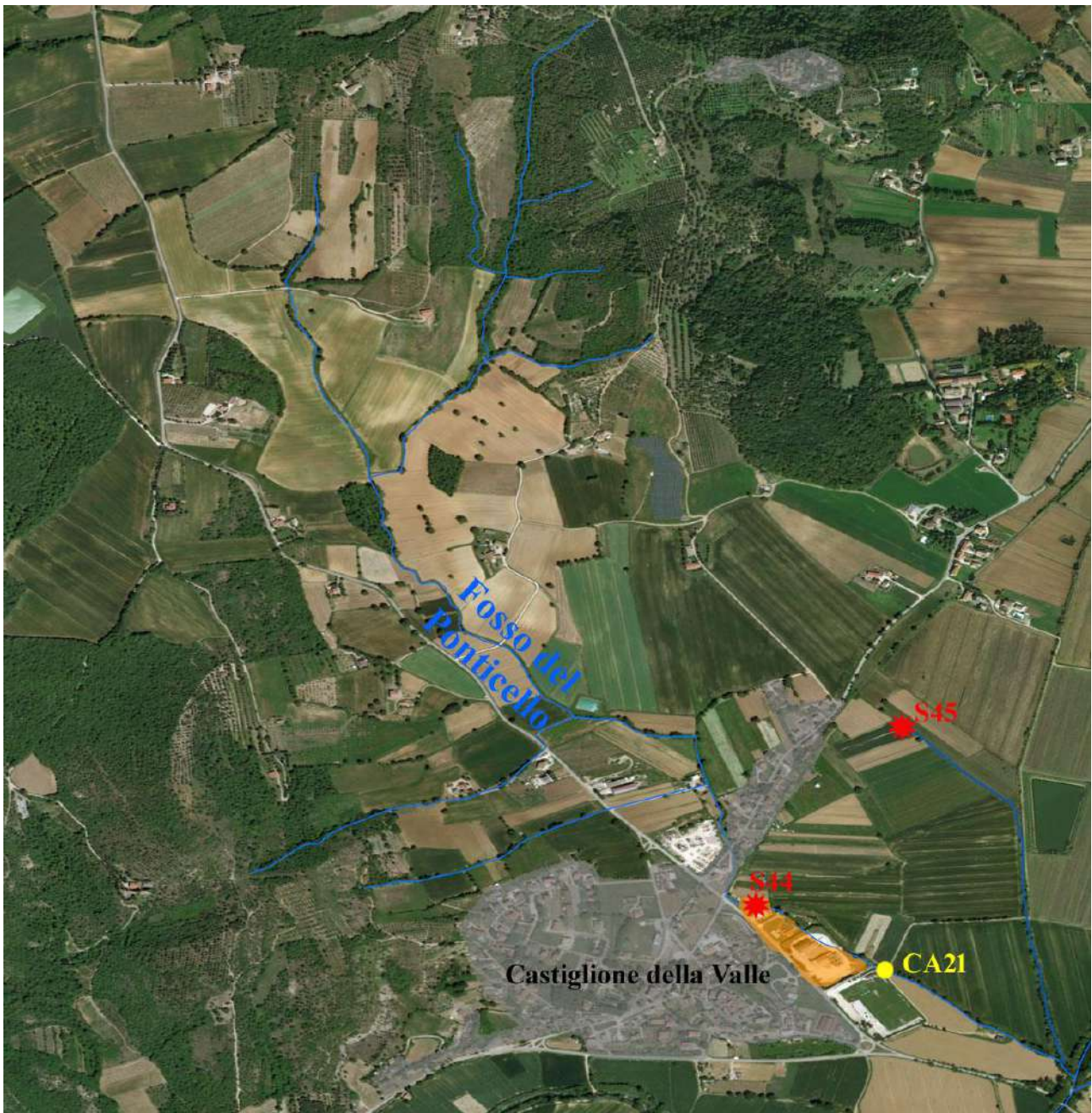


Figura 8.16.1 – Fosso del Ponticello, identificazione del corso d’acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate, in arancione le zone industriali. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

8.17 Fosso di Ponaiole (CA22)

Il Fosso di Ponaiole (figura 8.17.1) è un’affluente in sinistra idrografica del Caina, con un bacino idrografico di circa 7,20 km² e un affluente importante, il Rio di Bagnaia. Il bacino include il paese di Monticelli e parte degli abitati di Pilonico Materno e San Biagio della Valle. Il fosso è stato

campionato a valle dell'immissione del Rio di Bagnaia, a chiusura di bacino, nel punto denominato CA22.

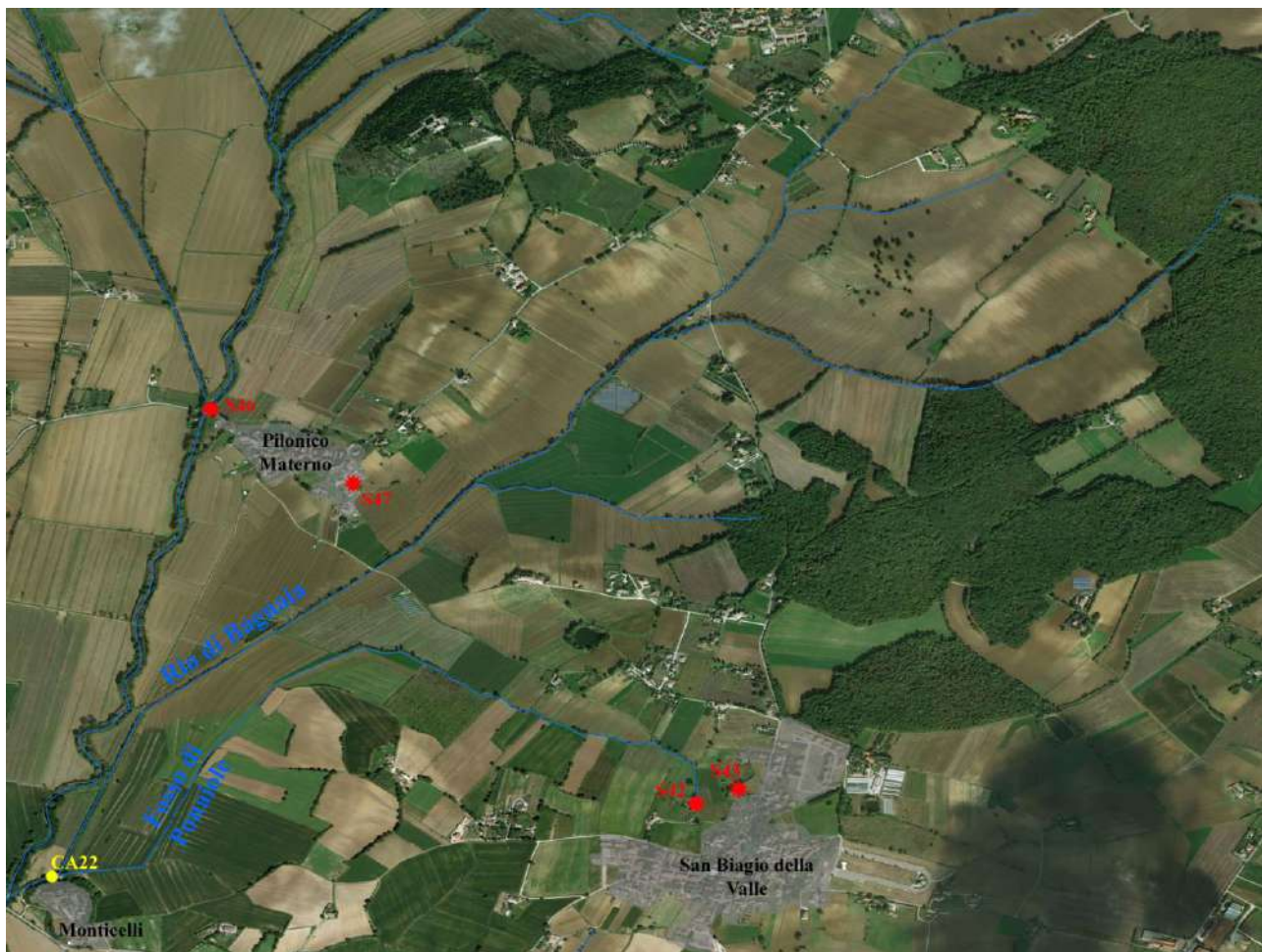


Figura 8.17.1 – Fosso di Ponaiole, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

Il fosso recepisce i reflui non depurati dei centri abitati presenti nel bacino idrografico: lo scarico S47 raccoglie i reflui della porzione meridionale di Pilonico Materno, gli scarichi denominati S42 e S43 rilasciano nel tratto apicale del fosso i reflui prodotti nel settore orientale di San Biagio della Valle. Per quanto riguarda il paese di Monticelli, la fitta vegetazione che caratterizza il tratto terminale del Fosso di Ponaiole ha impedito il rilievo dei terminali di scarico, ma è certo che il centro abitato, privo di impianto di depurazione, rilasci i reflui nel reticolo idrografico. Questi scarichi determinano una situazione di degrado del fosso, che ha un giudizio sull'indice LIMeco "cattivo" e una qualità complessivamente mediocre delle acque; le concentrazioni di AMPA sono superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).

8.18 Fosso Fuga (CA23)

Il Fosso Fuga (figura 8.18.1) è l'ultimo affluente in sinistra idrografica del Caina, con un bacino idrografico di circa 3,45 km². Non si riscontrano particolari elementi di pressione, solo qualche casa sparsa che può rilasciare modeste quantità di reflui civili. Il paese di Pieve Caina, sprovvisto di impianto di depurazione, scarica direttamente nel Torrente Caina (S53, S54) e non incide sulla qualità delle acque del Fosso Fuga. I dati relativi al punto CA22 indicano un contesto complessivamente accettabile, il giudizio sull'indice LIMeco è "buono" e non si riscontrano particolari criticità nella qualità delle acque.

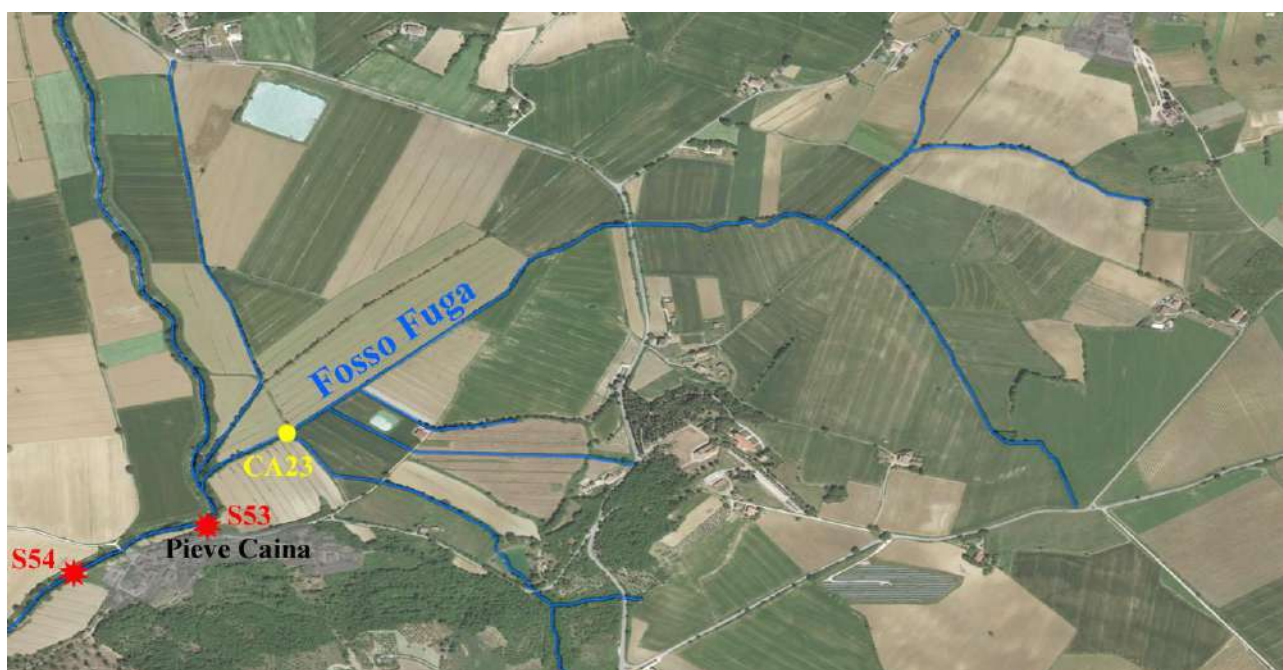


Figura 8.18.1 – Fosso Fuga, identificazione del corso d'acqua e localizzazione dei punti di campionamento. In grigio sono indicate le aree densamente abitate. Il simbolo rosso rappresenta gli scarichi rilevati in alveo.

9. CONCLUSIONI

Il bacino idrografico del Caina è caratterizzato da un'idrografia piuttosto articolata; sono stati effettuati numerosi sopralluoghi preliminari per realizzare una mappatura dettagliata dei corsi d'acqua e prendere visione dei problemi di carattere ambientale che gravano su di essi. Sono stati identificati e georeferenziati gli scarichi gravanti sull'intero bacino idrografico. Sono state effettuate due campagne di monitoraggio, a distanza di 3 mesi, in 37 punti strategici del reticolo idrografico, posizionati lungo l'asta principale del Caina e nei suoi affluenti. È stata esaminata la conformazione delle reti fognarie, identificando i principali scolmatori di piena e le stazioni di sollevamento. Sono stati elaborati ed analizzati i dati relativi ad alcuni dispositivi mobili per il monitoraggio continuo delle acque, posti a chiusura del bacino idrografico e in alcuni punti strategici. Infine, le informazioni sono state raccolte ed illustrate per singolo sottobacino, per evidenziare a grande scala le criticità riscontrate.

I risultati dello studio possono essere sintetizzati nel modo seguente.

1. Nel primo triennio del secondo ciclo di campionamenti (2015-2017) relativi alla rete operativa dei corpi idrici superficiali, finalizzato alla determinazione dello stato di qualità ambientale ai fini del D.L. 152/06 e s.m.i., il Caina (punto CA11) è stato classificato con uno *stato ecologico cattivo* (A. Cingolani, F. Charavgis, 2017), indotto dal giudizio derivante dagli elementi di qualità chimico-fisica di base. Il corpo idrico è caratterizzato da condizioni ecologiche compromesse, dovute alla presenza di elevate concentrazioni di nutrienti, non compatibili con la capacità autodepurativa del corso d'acqua. I tenori di azoto ammoniacale e nitrico e di fosforo totale, quasi sempre critici, evidenziano condizioni di trofia tra le più marcate dell'intero reticolo regionale. Le prime valutazioni relative al triennio 2017-2020 mostrano una sostanziale concordanza con quanto rilevato nel ciclo precedente: comunità biologiche (benthos) fortemente alterate, giudizio su indice LIMeco "cattivo", presenza di PFOS e glifosate/AMPA in concentrazioni superiori allo standard di qualità ambientale (Tabella 1/B - D.Lgs. 172/2015).
2. Effettuando delle correlazioni tra concentrazione di nutrienti (azoto ammoniacale, Azoto totale e fosforo) a chiusura di bacino e piogge cadute nel giorno precedente ai campionamenti, si nota che l'effetto diluente dovuto alle piogge compensa mediamente l'incremento di sostanze inquinanti in alveo. In assenza di precipitazioni, le concentrazioni rilevate sono estremamente variabili, elevate e non possono essere completamente giustificabili con la

stagionalità delle portate fluviali e il conseguente rapporto di diluizione. Sembra che il “sistema” Caina non sia solo afflitto da un inquinamento di “base” che lascia una traccia variabile in funzione della stagionalità, ma sia interessato anche da eventi anomali di entità rilevante.

3. Vi sono alcune aree riconducibili alle zone di Colle Umberto, Colle del Cardinale, Antria, Collesanto, Villa, Monte Sperello, Castelviato, Corciano, Terrioli, Ellera (zona commerciale), Solomeo, San Mariano, Agello, Pila, Bagnaia, Vignaia, Pilonico Materno, San Biagio della Valle, Castiglione della Valle e Pieve Caina ove tratti di reti fognarie e/o intere frazioni non sono collegate agli impianti di depurazione e i reflui civili vengono rilasciati nella rete idrografica locale. Il carico fognario di questi centri abitati viene riversato nei fossi tramite rami di fognature; nel bacino idrografico del Caina sono state identificate, georeferenziate e fotografate 70 condotte di scarico, di varia natura ed entità. Tale numero deve essere considerato parziale, viste le difficoltà di accesso agli alvei e alla conseguente difficoltà di rilevare i terminali di scarico.
4. In tutti i punti campionati è stato determinato l'indice LIMeco, basato sulla determinazione dei parametri azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e ossigeno disciolto, che fornisce una valutazione specifica della qualità “di base” delle acque, legata ai nutrienti e al livello di ossigenazione. Nel complesso, solo il 22% dei punti campionati presenta un giudizio “buono” o “elevato”, mentre il 66% dei punti hanno un giudizio “cattivo” o “scarso”. Nell'asta principale del Caina, la qualità delle acque decade all'altezza della zona industriale di Corciano, dove l'indice LIMeco raggiunge rapidamente il giudizio “scarso”. In seguito, dopo un leggero miglioramento nella zona di Vallupina, la situazione precipita rapidamente, fino a raggiungere un giudizio “cattivo” all'altezza dell'abitato di Capanne. Questa situazione è confermata dai dati relativi alla chimica di base, i quali identificano nei tratti compresi tra Z.I. di Corciano - Monte Melino e in tutto il tratto a valle di Solomeo le maggiori criticità.
5. La presenza di glifosate e AMPA in eccedenza ai limiti normativi è stata riscontrata in modo diffuso nell'asta principale del Caina (a partire dalla Z.I. di Corciano) e nei negl affluenti; fanno eccezione i sottobacini del Torrente Formanuova di Mantignana e i fossi del Lavatoio, Fuga e Rio Ceruto. I corsi d'acqua che hanno manifestato le maggiori problematiche sono il Fosso Cainone Nord (Corciano), il Fosso Cainella (Magione), il Fosso Formaccia (zona San Mariano), il Fosso Rigo (zona Perugia-Castel del Piano-San Mariano), il Fosso del Loggio (zona Agello-Carcere di Capanne) e il Fosso del Ponticello (Castiglione della Valle), tutti

ubicati in aree a vocazione prettamente agricola. Le concentrazioni di AMPA, in particolare, sono elevate e si riscontrano in modo diffuso anche nella campagna invernale.

6. Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) sono state rilevate in concentrazioni apprezzabili, nell'asta principale del Caina, dopo l'immissione dei tributari recapitanti gli scarichi dei depuratori di Magione (Emissario del Trasimeno) e Corciano (Cainone Nord), con marcate differenze tra la campagna invernale e estiva: la causa va ricercata nella diminuzione stagionale delle portate fluviali, che rende sfavorevole il rapporto di diluizione. Lo standard di qualità ambientale per le concentrazioni di PFOS (Tab. 1/B - D.Lgs 172/2015) viene superato in tutto il tratto centrale e finale del Caina, sia nella singola campagna estiva, sia nel valore medio tra le due campagne.
7. Analizzando i dati acquisiti dalla sonda multiparametrica posta a chiusura di bacino, si conferma quanto ipotizzato al punto 2: la presenza di un inquinamento di "base" che affligge permanentemente le acque del Caina, dovuto al rilascio continuo di reflui non trattati da numerose frazioni sprovviste di impianto di depurazione, da parti di abitato non collettate agli impianti esistenti, da un contributo indeterminato di nutrienti di origine agricola, cui si sommano eventi anomali di notevole entità, testimoniati da un numero significativo di ore nelle quali le concentrazioni di ammonio raggiungono valori molto elevati. Tali eventi anomali, classificati e analizzati statisticamente, sono distribuiti omogeneamente tra giorni lavorativi / non lavorativi, coinvolgono frequentemente le ore notturne e sono frequentemente persistenti, quindi riconducibili a sistemi ad alimentazione continua (reti fognarie / depuratori) o di stoccaggio di reflui (lagune di liquami di origine zootecnica). L'intensità straordinaria di alcuni eventi lascia supporre un'origine di natura zootecnica.
8. Con l'ausilio di una seconda sonda multiparametrica, si è potuto constatare che non vi è corrispondenza tra i picchi di ammonio rilevati a chiusura di bacino e le concentrazioni misurate negli affluenti che recapitano gli scarichi degli impianti di depurazione; ne consegue che gli impianti di depurazione, pur contribuendo al degrado della qualità delle acque nei fossi recettori, non generano le repentine variazioni nella concentrazione di ammonio riscontrate a chiusura di bacino. Queste variazioni sembrano essere prevalentemente riconducibili alla porzione di bacino idrografico posta a monte dell'abitato di Capanne, dove risiede la (quasi) totalità delle reti fognarie e dei relativi punti di potenziale rilascio di reflui (scolmatori di piena e stazioni di sollevamento).
9. L'analisi di dettaglio operata a livello di singolo sottobacino ha consentito di identificare i fossi e le porzioni di territorio ad essi afferenti caratterizzati dalle maggiori criticità. I fossi

della Canonica, Formanuova (Mantignana), Formanuova (Magione), Cainone nord, Emissario del Trasimeno (a valle depuratore Magione), Verna, Cainella, Rigo, Fratta, del Loggio, del Ponticello, di Ponaiole, sono caratterizzati da evidenti condizioni di degrado ambientale, dovuto al rilascio ordinario e continuo di reflui civili non trattati. Il Torrente Formanuova (Magione) e i fossi Cainone Nord (Corciano), Verna (Solomeo), Rio Fratta (Bagnaia-Capanne), del Loggio (Agello-Carcere Capanne) fanno capo a sottobacini che ospitano allevamenti di natura suinicola di entità rilevante e rappresentano potenzialmente un veicolo di immissione di reflui di natura zootecnica nell'asta principale del Caina.

9.1. Suggerimenti per il miglioramento della qualità ambientale

La qualità delle acque del bacino indagato può essere migliorata agendo su vari fronti. La riduzione del carico complessivo di inquinanti non depurati recapitati in alveo rappresenta il denominatore comune delle azioni da intraprendere.

1. I centri abitati distribuiti nella valle del Caina sono numerosi, alcuni di essi sono provvisti di dorsali fognarie collegate a impianti di depurazione, ma rilasciano comunque parte dei reflui nel reticolo idrografico (Corciano, Mantignana, Colle Umberto, Villa, Monte Sperello, Terrioli, zona industriale Ellera, Girasole, Pila). Questi rilasci sono dovuti prevalentemente all'assenza di brevi tratti di collegamento tra la rete fognaria locale e le dorsali adduzione agli impianti di depurazione e possono essere risolti con modesti investimenti.
2. Alcuni centri abitati (Antria, Collesanto, Castelviato, Monte Melino, Vallupina, Vignaia, Agello, Poggio delle Corti, Castiglion della Valle, Pieve Caina, Pilonico Materno, Bagnaia, Monticelli, San Biagio della Valle) sono completamente sprovvisti di impianto di depurazione e i reflui vengono costantemente rilasciati nel reticolo idrografico. Alcune frazioni che bordano la valle rilasciano parte del carico fognario anche nei bacini idrografici adiacenti (Genna e Nestore). Il rilascio dei reflui negli affluenti del Caina concorre ad abbattere la qualità del torrente in tutto il suo corso, alimentandone l'inquinamento di "base". Il trattamento delle acque reflue di questi centri abitati è assolutamente indispensabile per migliorare lo stato del Caina. Occorre valutare tecnicamente ed economicamente la possibilità di collegare alcuni di questi centri abitati agli impianti esistenti e/o realizzare nuovi impianti di depurazione a servizio di singoli abitati o gruppi di essi. Umbra Acque, nel piano di

investimenti 2020-2023, ha già previsto la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione a servizio degli abitati di San Biagio della Valle e Castiglione della Valle, e il collegamento delle frazioni di Castelvioto, Vallupina, Vignaia, Bagnaia e Pilonico Materno a depuratori esistenti/da realizzare, per un investimento complessivo di 6.435.000 euro.

3. Occorre continuare a gestire in modo accurato i depuratori esistenti, poiché con un carico complessivo di 72.000 A.E., viste le caratteristiche del bacino di recapito, hanno un impatto non trascurabile sulle acque del Caina, che può essere minimizzato solo tenendo gli impianti in perfette condizioni di esercizio.
4. Gli scolmatori di piena rappresentano un problema di notevole importanza per la qualità delle acque, che può essere risolto solo con opere imponenti finalizzate a scorporre i reflui fognari dalle acque chiare. In un tessuto cittadino complesso e articolato come quello umbro, quest'operazione comporterebbe oneri e difficoltà tali da renderla difficilmente perseguibile. Ciò non toglie che si possano adottare accorgimenti idonei e migliorare la situazione attuale. Nell'ambito di questo studio, si è potuto constatare che i terminali di scarico di alcuni scolmatori della rete fognaria / stazioni di sollevamento erano attivi anche in assenza totale di precipitazioni atmosferiche o a distanza di molti giorni da esse. È probabile che queste condizioni siano dovute a problemi idraulici nelle reti fognarie e/o alla gestione delle stesse (pulizia dei grigliati, ostruzioni, insufficienza nella capacità di recapito, ecc.) e/o alla rottura delle pompe di sollevamento. Occorre aumentare il livello di consapevolezza, garantendo la necessaria priorità alla manutenzione e allo sviluppo delle reti fognarie, evitando che quantità ingenti di reflui finiscano in alveo per tempi eccessivamente dilatati rispetto alle normali possibilità di intervento.
5. È necessario che il gestore continui a sviluppare una capillare rete di telecontrollo su scolmatori e impianti di sollevamento, che consenta di individuare istantaneamente il problema e provvedere alla sua risoluzione. Questa rete di controllo sarebbe utile per colmare il deficit attuale di informazioni in merito a: portata dei reflui rilasciati, correlazioni tra le quantità di reflui rilasciati e durata / intensità delle precipitazioni atmosferiche. Poiché le acque di prima pioggia costituiscono un carico inquinante notevole, trasportando sostanze nocive quali residui oleosi, metalli pesanti e idrocarburi, occorrerebbe valutare la possibilità di realizzare vasche di accumulo, correttamente dimensionate, in prossimità dei principali scolmatori, per limitare l'apporto in alveo di tali sostanze.
6. La presenza massiccia e diffusa di glifosate e AMPA nel reticolo idrografico del Caina fa emergere la problematica dell'utilizzo agricolo di fitofarmaci. L'utilizzo di fertilizzanti e

fitofarmaci è largamente diffuso in agricoltura ed è utile per garantire la necessaria produttività dei raccolti. Tuttavia, vi sono effetti collaterali che si ripercuotono sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee. È necessario agire con lungimiranza, adottando tutte le soluzioni attualmente disponibili sul mercato per ottimizzare l'utilizzo di questi prodotti e minimizzarne conseguentemente gli effetti sull'ambiente.

7. Il rilascio di reflui di natura zootecnica rappresenta un problema non trascurabile nel bacino del Caina. Fermo restando la necessità di perseguire con decisione ogni azione dolosa, sarebbe utile adottare alcuni accorgimenti per contenere il fenomeno. Le precipitazioni atmosferiche particolarmente intense e durature possono innalzare il livello dei reflui nelle lagune di stoccaggio alimentando fenomeni di tracimazione. Sarebbe necessario mantenere, all'interno degli invasi, un franco di sicurezza che tenga conto anche di situazioni eccezionali sotto il profilo meteorologico.
8. Sarebbe necessario realizzare una stazione per il monitoraggio continuo delle acque del Caina, a chiusura di bacino, all'altezza di Pieve Caina. La presenza di reflui di natura civile e/o zootecnica, principale criticità riscontrata in questo studio, può essere rilevata utilizzando elettrodi per la misura di ione ammonio; l'acquisizione oraria dei dati consentirebbe di rilevare eventi anomali anche di breve durata.

BIBLIOGRAFIA

Cingolani A., Charavgis F., (2017). Valutazione dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici fluviali (2015-2017). Relazione ARPA Umbria.

Nucci M., Charavgis F., Renzi S., Sbaragli M., (2008). Valutazione dello stato di qualità ambientale del reticolo idrografico del Fiume Clitunno e del sottobacino Marroggia-Teverone-Timia. *Pubblicazione ARPA Umbria*.

Nucci M., Renzi S., (2008) - Il monitoraggio chimico-fisico delle acque superficiali in Umbria. Quaderni di ARPA Umbria, 2010.

Nucci M., Sbaragli M., (2010) – Bacino idrografico del fiume Nestore – Monitoraggio chimico e microbiologico di acque e scarichi. Relazione tecnica ARPA Umbria, 2010.

Nucci M., (2012) – Stato dei corsi d’acqua nel Comune di Bevagna. Relazione ARPA Umbria, 2012.

Nucci M., (2013) – Stato qualitativo dei corsi d’acqua nel bacino idrografico del Fosso Alveolo. Relazione ARPA Umbria, 2013.

Nucci M., (2015) – Stato ambientale dei corsi d’acqua nel bacino idrografico del Torrente Genna. Pubblicazione ARPA Umbria, 2015.

Allegato A3

DATI ANALITICI ACQUE






FITOFARMACI, SOSTANZE PERFLUOROALCHILICHE E MICROBIOLOGIA

Punto	Distanza km	Corso d'acqua	Posiz, Idrogr,	Glifosate µg/l		AMPA µg/l		PFPeA ng/l		PFHxA ng/l		PFOA ng/l		PFOS ng/l		PFAS TOT ng/l		E, coli MPN/100 ml		
				Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set	Dic	Set
CP01	3,30	Caina - Tratto iniziale		< 0,050	< 0,03	< 0,010	< 0,01	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 0,2	< 0,2		< 5	29	7	
CP02	5,98	Caina - A valle di Maestrello			< 0,03		< 0,01		< 5		< 5		< 5		< 0,2		< 5		10000	
CP03	7,95	Caina - A valle di Colle Umberto			< 0,03		< 0,01		< 5		< 5		< 5		< 0,2		< 5		1400	
CP04	9,80	Caina - A valle confluenza Oscano			< 0,03		0,070		< 5		< 5		< 5		< 0,2		< 5		9000	
CP05	12,90	Caina - A valle confluenza Formanuova e Rio Ceruto (Mantignana)			< 0,03		0,050		< 5		< 5		< 5		< 0,2		< 5		1800	
CP06	16,52	Caina - A valle confluenza Formanuova (Magione)			< 0,03		0,200		< 5		< 5		< 5		0,2		< 5		3700	
CP07	17,79	Caina - A valle confluenza Emissario Trasimeno		0,270	< 0,03	5,500	0,590	15,0	< 5	8,0	< 5	5,0	< 5	1,6	0,3	29,6	0,3	2300	3800	
CP08	21,69	Caina - A valle confluenza Fosso del Lavatoio (Valle Lupina)		< 0,050	< 0,03	4,500	0,590	10,0	< 5	< 5	< 5	5,0	< 5	1,1	0,3	16,1	0,3	1400	3900	
CP09	23,61	Caina - A Valle confluenza Fosso Cainella		< 0,050	< 0,03	< 0,010	0,520	9,0	< 5	5,0	< 5	< 5	< 5	1,0	0,5	14,0	0,5	1300	18000	
CP10	25,56	Caina - A Valle confluenza Fosso Rigo		0,260	< 0,03	3,600	0,680	7,0	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	1,6	0,4	8,6	0,4	6300	2500	
CP11	28,82	Caina - A Valle confluenza Fosso del Loggio		< 0,050	< 0,03	2,200	0,630	< 5	< 5	< 5	< 5	5,0	< 5	1,6	0,5	6,6	0,5	14000	520	
CP12	31,08	Caina - A Valle confluenza Fosso Poniaiole		< 0,050	< 0,03	4,700	1,100	5,0	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	1,3	0,5	6,3	0,5	2200	620	
CP13	32,76	Caina - A Valle confluenza Fosso Fuga		0,260	< 0,03	4,200	0,740	13,0	< 5	12,0	< 5	< 5	< 5	1,2	0,6	26,2	0,6	1700	760	
CA01		Torrente innigati - Fosso della Contessa	DX		< 0,03		< 0,01												64	
CA02		Fosso della Canonica (tra Colle Umberto e Torrente Oscano)	SX		< 0,03		0,320												110000	
CA03		Torrente Oscano 1	SX																	
CA04		Torrente Oscano 2 - Fosso di Cenerente																		
CA05		Torrente Formanuova (Mantignana)	DX		< 0,03		< 0,01												4600	
CA06		Rio Ceruto	DX		< 0,03		< 0,01												570	
CA07		Torrente Formanuova 1 (Magione)	DX		< 0,03		0,110												3900	
CA08		Torrente Formanuova 2 (Soccorso-Villa-ZI Magione)	DX		< 0,03		0,320												15000	
CA09		Fosso Cainone Nord (depuratore Corciano)	SX	0,310	< 0,03	7,300	0,480											160000	5000	
CA10		Emissario Trasimeno 1 (monte depuratore Magione)	DX		< 0,03		< 0,01												310	
CA11		Emissario Trasimeno 2 (valle depuratore Magione)	DX	0,530	0,090	10	3,300											6200	14000	
CA12		Fosso del Lavatoio (Valle Lupina)	DX		< 0,03		0,050												180	
CA13		Fosso Forma Verna	DX	0,340	< 0,03	0,900	0,480												>8000000	28000
CA14		Fosso Cainella 1 (monte immissione Fosso Formaccia)	SX	< 0,050	0,080	0,650	0,340												1300	160000
CA15		Fosso Cainella 2 (Fosso Formaccia)		0,400	< 0,03	1,400	0,700												18000	30000
CA16		Fosso Rigo 1		< 0,050	< 0,03	0,200	2,800												23000	3200
CA17		Fosso Rigo 2 - Fosso del Bulagaio	SX	< 0,050	< 0,03	< 0,010	0,400												6300000	330000
CA18		Fosso Rigo 3 - Fosso dell'Acqua Contraria			< 0,03		0,120													1200
CA19		Rio Fratta	SX		< 0,03		0,390													12000
CA20		Fosso del Loggio	DX	< 0,050	0,170	3,900	1,400												10000	390
CA21		Fosso del Ponticello	DX	< 0,050	< 0,03	5,000	0,290												4100000	79000
CA22		Fosso di Poniaiole	SX		< 0,03		0,310													620
CA23		Fosso Fuga	SX		< 0,03		0,090													110
CA24		Fosso Rigo 4 - A monte del depuratore	SX	< 0,050	< 0,03	< 0,010	0,1												180000,0	13000
Limite normativo D.Lgs. 172/2015				0,1		0,1		3000		1000		100,000		0,650						
				Tab 1/B-VMA		Tab 1/B-VMA		Tab 1/B-VMA		Tab 1/B-VMA		Tab 1/B-VMA		Tab 1/B-VMA						


Allegato B

SCARICHI






GEOREFERENZIAZIONE E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Rif.	Zona	Entità	X	Y	Posizione	Fotografia
S01	Pantano	Media	2302707	4788673	Dx	
S02	Villa del Cardinale	Media	2301709	4783853	C	
S03	Villa del Cardinale	Piccola	2301795	4783671	C	
S04	Colle Umberto	Piccola	2302171	4783229	Dx	
S05	Colle Umberto	Grande	2302303	4783176	C	






S06	Capocavallo	Piccola	2302117	4782324	-	
S07	Canneto	Piccola	2303307	4781650	Dx	
S08	Canneto	Media	2303881	4781259	Sx+Dx	
S09	Cenerente	Piccola	2304525	4780460	Dx	
S10	Cenerente	Grande	2304742	4780244	C	

S11	Collesanto	Piccola	2297446	4781272	-	
S12	Villa	Media	2296758	4780861	C	
S13	Corciano	Grande	2299120	4778033	C	
S14	Taverne	Piccola	2298424	4777414	C	
S15	Taverne	Media			C	






S16	Corciano	Media	2298528	4778991	C	
S17	Corciano	Grande	2298580	4778699	-	
S18	Castelvieto	Grande	2297459	4776091	C	
S19	Castelvieto	Media	2297086	4776137	C	
S20	Castelvieto	Grande	2297047	4776204	C	






S21	Castelvioto	Media	2296001	4776367	Sx	
S22	Vignaia	Grande	2297130	4773870	C	
S23	Terrioli	Grande	2299244	4776506	Sx	
S24	Terrioli	Piccola	2299556	4776289	Dx	
S25	San Mariano	Media	2300344	4772664	C	
S26	San Mariano	Grande	2299765	4772839	Sx	

S27	San Mariano	Media	2299949	4772900	C	
S28	San Mariano	Grande	2299861	4774115	C	
S29	Solomeo	Media	2298101	4774105	Sx	
S30	Solomeo	Media	2298123	4774100	Sx	
S31	Solomeo	Media	2298223	4774061	Sx	







S32	Solomeo	Media	2298243	4774059	Sx	
S33	Solomeo	Media	2297999	4774101	Dx	
S34	Solomeo	Media	2297983	4774154	Sx	
S35	Solomeo	Grande	2298692	4773461	C	
S36	Agello	Grande	2298692	4773461	C	
S37	Agello	Grande	2295302	4772047	Sx	
S38	Agello	Grande	2295609	4772256	?	

S39	Agello	Media	2295972	4772842	C	
S40	Agello	Grande	2295461	4772633	C	
S41	Capanne	Grande	2296319	4770474	-	
S42	San Biagio	Grande	2298889	4766550	C	
S43	San Biagio	Grande	2298900	4766733	-	

S44	Castiglione della Valle	Grande	2296232	4766819	Dx	
S45	Castiglione della Valle	Grande	2296577	4767293	Sx	
S46	Pilonico Materno	Grande	2297526	4768192	Sx	
S47	Pilonico Materno	Grande	2297619	4767842	-	
S48	Bagnaia	Grande	2298854	4769590	Dx	

S49	Bagnaia	Grande	2299022	4769515	C	
S50	Bagnaia	Grande	2299103	4770007	C	
S51	Poggio delle Corti	Media	2296656	4768766	C	
S52	Poggio delle Corti	-	2296313	4769029	?	
S53	Pieve Caina	-	2297070	4764783	?	
S54	Pieve Caina	-	2296818	4764694	Sx	
S55	Pila	Media	2301857	4770112	C	
S56	San Sisto	Grande	2302627	4772845	Sx	
S57	San Mariano Est	Grande	2301088	4774032	C	

S58	Capanne-Castel del Piano	Grande	2300098	4770613	Dx	
S59	Capanne-Castel del Piano	Media	2299896	4770615	Dx	
S60	Pila	Media	2302689	4770445	Dx	
S61	San Mariano	Grande	2300381	4775096	Dx	
S63	Zona Quasar	Indefinito	2300520	4775201	-	
S64	Zona Quasar	Grande	2300436	4775255	Dx	

S65	Montesperello	Media	2295092	4778324	-	
S66	Montesperello	Grande	2294140	4778638	-	
S67	Magione	Indefinito	2295822	4779336	-	
S68	Magione	Grande	2293510	4780379	-	
S69	Capanne	Grande	-	-	Sx	
S70	Capanne	Piccola	-	-	-	

Allegato C

MONITORAGGIO CONTINUO

CLASSIFICAZIONE DEGLI EVENTI ANOMALI

N°	Data			Tipologia	Fascia oraria	NH ₄ ⁺ max	Entità	Condizioni Meteo	Pioggia (mm)
		ore tot	classe						
1	22/08/2019	23	L	L	N/D	27,62	AA	P	19,5
2	25/08/2019	13	L	NL	D	8,47	I	P	9,9
3	29/08/2019	17	L	L	D	9,79	I	P	7,8
4	01/09/2019	23	L	L	N/D	16,38	A	P	4,3
5	09/09/2019	9	M	L	D	10,00	I	P	2,3
6	27/09/2019	124	L	L-NL	N/D	19,60	A		
7	03/10/2019	6	M	L	N	4,35	I	P	15
8	05/10/2019	6	M	NL	N	3,64	I		
9	15/11/2019	10	M	L	N	5,51	I	P	42,3
10	19/11/2019	8	M	L	D	2,24	B	P	2,1
11	21/11/2019	4	B	L	N	2,35	B	P	2,1
12	27/11/2019	5	M	L	N	4,79	I	P	6,2
13	03/12/2019	3	B	NL	N	4,63	I	P	13,3
14	04/12/2019	9	M	L	D	3,17	I	P	13,3
15	07/12/2019	4	B	NL	N	2,13	B	P	2,2
16	10/12/2019	3	B	NL	N	2,25	B	P	3,4
17	10/12/2019	12	L	NL	N	3,58	I	P	304
18	12/12/2019	5	M	L	N	6,88	I		
19	13/12/2019	5	M	L	N	6,54	I	P	7,8
20	13/12/2019	7	M	L	N	4,05	I	P	7,8
21	19/12/2019	8	M	L	N	3,21	I	P	4,3
22	21/12/2019	7	M	NL	N	3,03	I	P	4,3
23	29/12/2019	5	M	NL	N	4,11	I		
24	31/12/2019	4	B	L	N	3,89	I		
25	03/01/2020	3	B	L	N	3,99	I		
26	06/01/2020	5	M	L	N	7,66	I		
27	08/01/2020	4	B	L	N	5,91	I		
28	11/01/2020	4	B	NL	N	9,12	I		
29	18/01/2020	6	M	NL	D	8,20	I	P	8,2
30	19/01/2020	8	M	NL	N	5,57	I	P	8,2
31	25/01/2020	26	L	NL	N/D	3,74	I	P	6,2
32	05/02/2020	58	L	L	N/D	3,81	I	P	1,1
33	12/02/2020	8	M	L	N	1,68	B		
34	14/02/2020	8	M	NL	N/D	4,64	I	P	4,3
35	16/02/2020	75	L	L-NL	N/D	5,40	I		
36	01/03/2020	6	M	NL	N	3,84	I	P	18,8
37	03/03/2020	6	M	L	N	3,45	I	P	9,5
38	06/03/2020	3	B	L	D	1,30	B	P	10,4

Allegato D

MONITORAGGIO CONTINUO

IDENTIFICAZIONE DEGLI EVENTI ANOMALI

