



# Il Progetto *RoMA* e il Parco di Veio

Un sistema di allerta precoce per la salvaguardia  
dei beni ambientali ed archeologici

a cura di Paola Carrabba e  
Laura Maria Padovani

**ENEA**

IL PROGETTO RoMA E IL PARCO DI VEIO

Un sistema di allerta precoce per la salvaguardia dei beni ambientali ed archeologici

*a cura di Paola Carrabba e Laura Maria Padovani*

2018 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile

ISBN: 978-88-8286-365-4

Copertina e revisione grafica: Cristina Lanari

Foto di copertina: Massimiliano De Mei

Revisione editoriale: Giuliano Ghisu

Stampa: Laboratorio tecnografico ENEA – Centro Ricerche Frascati

## SOMMARIO

Presentazione ENEA	5
Presentazione ROMA TRE	7
Introduzione	9
Capitolo 1. Descrizione dell'area	17
Capitolo 2. Architettura e realizzazione del GIS	21
Capitolo 3. Aspetti naturalistici e socio-economici del Parco di Veio	25
Capitolo 4. Geologia, idrologia ed idrogeologia del bacino idrografico del torrente Valchetta, detto anche Cremera	57
Capitolo 5. Campagna di rilevamento posizione beni archeologici	69
Capitolo 6. Il progetto GIS per le emergenze storico-archeologiche	71
Capitolo 7. Il progetto per le indagini archeometriche: linee guida	75
Capitolo 8. Il caso della Tomba dei Leoni Ruggenti	77
Capitolo 9. Carta del Rischio idrogeologico per le emergenze storiche e archeologiche. Procedura di elaborazione e risultati ottenuti	81
Capitolo 10. Analisi del corso del torrente Valchetta e ipotesi di deviazione dell'alveo	85
Capitolo 11. Realizzazione della rete di monitoraggio e del sistema di Early Warning	91
Conclusioni	103
Appendice 1. Principali problematiche individuate nel Parco di Veio	105
Appendice 2. Esempio di scheda per la raccolta dei metadati	107
Appendice 3. Revisione dati Parco di Veio	108
Appendice 4. Scheda Natura 2000 per il Sito di Protezione Speciale Valle del Cremera – Zona del Sorbo	109
BIBLIOGRAFIA	115
SITOLOGIA	119



## Presentazione ENEA

di Paola Carrabba e Laura Maria Padovani

*“Di tutte le città d’Etruria, nessuna occupa nella storia un posto importante quanto Veii. La più antica, la più vicina e sicuramente la più temibile nemica di Roma, per quasi quattro secoli sua rivale nel dominio delle armi, ma anche sua maestra di arte e di civiltà, baluardo meridionale dell’Etruria, la più ricca città di quella regione, la Troia italiana.”*

(da: G. Dennis, 2015. *Città e necropoli d’Etruria*. Nuova Immagine Editrice, Siena)

Attraverso l’Information Technology (IT), le “città intelligenti” continuano a migliorare la gestione delle infrastrutture come strade, trasporti pubblici, reti energetiche ecc.. La tecnologia è utilizzata per aumentare la sicurezza, per ottenere una maggior eco-sostenibilità e per aiutare gli abitanti a conseguire una migliore qualità della vita. Questo implica la costruzione di relazioni sistemiche sempre più complesse tra istituzioni pubbliche e private, tra cittadini e territori, infrastrutture e sistemi di connessioni reali e virtuali, interventi relativi all’utilizzo ottimale delle risorse, al risparmio energetico ed allo sviluppo sostenibile. Non di meno, l’IT facilita la risoluzione di problemi legati al lavoro e all’occupazione di giovani ed adulti e l’individuazione di possibili azioni di valorizzazione delle attività dell’uomo e del contesto in cui quelle attività si esplicano. Può sembrare di guardare un futuro lontano, ma alcuni aspetti sono già realtà.

Nel tema *smart city* si trova dunque uno spazio sia concettuale che concreto in risposta alle necessarie nuove politiche per la città. La Smart City può sempre più rappresentare il punto focale di coordinamento utilizzando come unità elementare di azione un perimetro applicativo di problemi legati alle grandi sfide economiche e sociali dei nostri tempi.

Il progetto RoMA (*Resilience enhancement Of a Metropolitan Area*), nell’ambito del quale si muovono le attività descritte in questo volume, si inserisce nel sistema complesso della metropoli romana, proponendo lo sviluppo di tecnologie operative e strumenti di analisi e previsione in grado di accrescere la sicurezza e la resilienza (ossia la capacità di ripristinare in maniera rapida ed efficiente il normale livello di funzionamento in seguito ad una perturbazione) la quale, insieme alla stima dei rischi connessi a tali eventi, può contribuire a mettere in moto meccanismi di allerta precoce, di reazione e di predisposizione tempestiva di strategie di mitigazione dei danni anche in presenza di perturbazioni rilevanti.

RoMA risponde proprio a questi requisiti. Partendo dall’aspetto molto importante della “Sicurezza delle infrastrutture”, nel corso delle interazioni multidisciplinari e collaborative di attori pubblici e privati, ha sviluppato una serie di “nodi intelligenti” di funzionalità integrate in rete, atte ad essere integrate a loro volta con altre funzioni che si prospettano nel corso dell’evoluzione della città stessa.

Analizzare e prevedere gli eventi meteorologici più pericolosi migliora le capacità di risposta della città e di ripristino dei servizi. Il progetto RoMA introduce, inoltre, un modello di gestione collaborativo tra cittadini e istituzioni pubbliche atti a migliorare e rendere capillare l'analisi del territorio, attraverso l'uso efficiente di nuovi sensori, l'uso di tecniche di Intelligenza Artificiale e della rete di telecomunicazione pervasiva, nell'ottica di favorire una maggiore coesione sociale.

Il presente contributo focalizza il lavoro svolto dal Progetto RoMA rispetto a uno dei "nodi intelligenti" riguardanti il controllo e l'analisi del territorio, in un'area caratterizzata da un'elevatissima densità di beni naturali e culturali: il Parco di Veio.

## Presentazione RoMA TRE

di *Elisabetta Pallottino*

La collaborazione promossa dall'ENEA è stata per il Dipartimento di Architettura, chiamato ad offrire le sue competenze, e per i componenti universitari del gruppo di ricerca, un'esperienza di grande interesse e un'occasione virtuosa di lavoro comune tra istituzioni e di condivisione di saperi disciplinari. E soprattutto, quest'iniziativa ha permesso di superare il rischio di dispersione che l'offerta universitaria (in molti casi anche ricca e generosa) si trova a correre di frequente in mancanza di una domanda chiara e organizzata. Il progetto RoMA (*Resilience enhancement of a metropolitan area - Migliorare la Resilienza delle aree metropolitane*), di cui ENEA è responsabile scientifico (insieme con Acea SpA, in qualità di coordinatore, Università di Roma "Sapienza", Selta SpA, Telecom Italia SpA, Digicom SpA, EPS Datacom Srl, E-Security Srl, Selex ES, Santer Reply SpA, Spee Srl, Himet Srl), ha permesso invece, nell'ambito specifico della sua applicazione al Parco di Veio, di mettere in evidenza le reali necessità di quei luoghi e di rivolgersi quindi in modo concreto alle competenze utili in ambito universitario, incanalando in modo proficuo sia l'attività di formazione che quella di ricerca.

La domanda è stata infatti molto chiara fin dai primi contatti con i responsabili di ENEA – Paola Carrabba e Laura Maria Padovani –, veri promotori di quell'attività interdisciplinare che già a priori poteva garantire i futuri risultati: al Dipartimento veniva richiesto di realizzare un sistema di informazioni funzionale alla salvaguardia del patrimonio storico e archeologico del Parco di Veio per quanto attiene eventuali fenomeni di esondazione del fiume Cremera e del fosso Piordo. Si trattava quindi di lavorare nel campo del restauro territoriale, mettendo a disposizione competenze di architetti rilevatori e restauratori, esperti di patrimonio culturale anche alla scala del paesaggio. E di portare a termine questo lavoro di censimento indirizzato alla salvaguardia preventiva del Parco, in collaborazione con gli archeologi e i diversi specialisti dell'ENEA (idrogeologi, naturalisti, biologi ed esperti GIS).

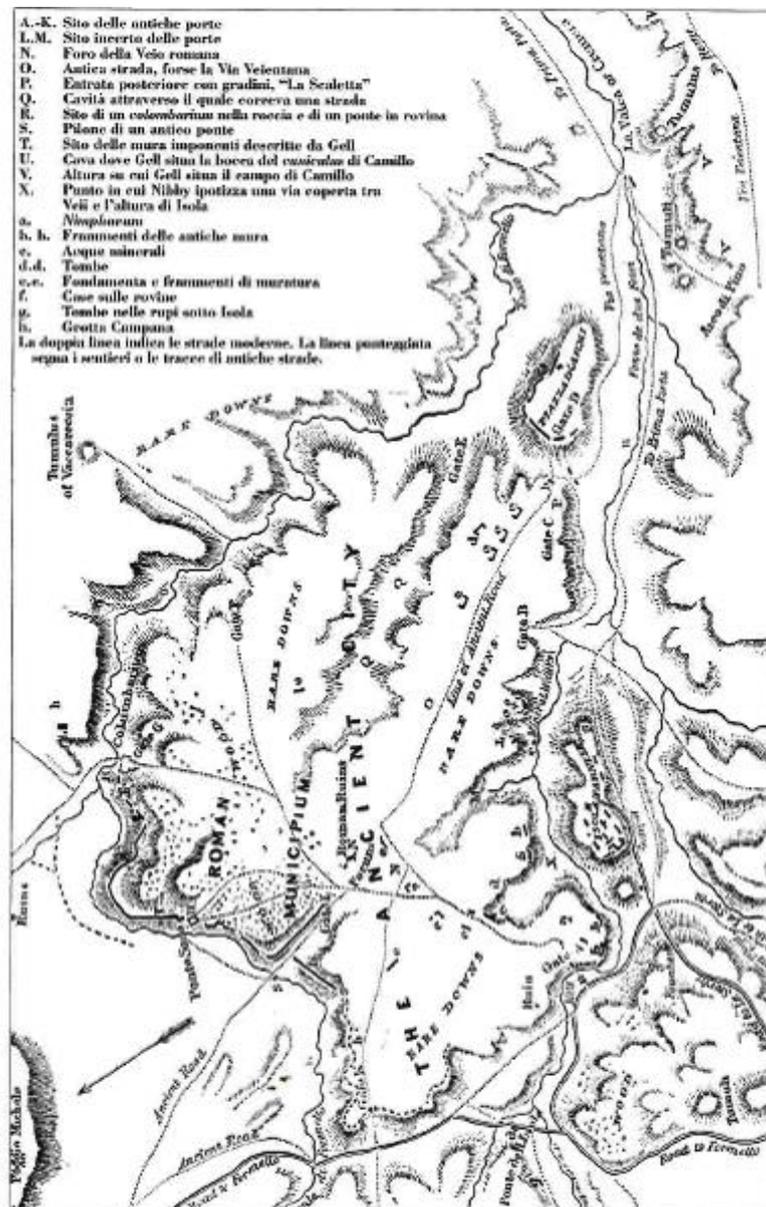
La collaborazione interdisciplinare, vero elemento di successo di questa esperienza, ha permesso di impostare nel modo più efficace e immediato il programma di lavoro e di individuare il gruppo che, già a partire da ricerche svolte per alcune tesi di laurea, possedeva l'esperienza necessaria sia nel campo della scienza del territorio antropizzato che nel campo della realizzazione di strumenti di indagine e di lettura del patrimonio propri della cultura tecnologica digitale.

Paola Porretta (per gli aspetti di analisi storica, archeologica, paesaggistica e del restauro) e Mauro Saccone (per gli aspetti legati alla realizzazione del GIS e ai sistemi di rilevamento integrato), insieme con Gaia Canè, Adriana Ruggeri e Simona Sprizzi, hanno svolto, tra il 2015 e il 2017, le seguenti attività relative a:

- la sistematizzazione organica delle molteplici conoscenze pregresse in ambito archeologico, naturalistico e paesaggistico relative al Parco di Veio e successive implementazioni e verifiche dei dati attraverso sopralluoghi e ricognizioni dirette;
- la costruzione di un GIS (per sua natura incrementabile nel tempo) finalizzato sia all'analisi organica del sistema paesaggistico e territoriale che alla realizzazione di un sistema di monitoraggio delle strutture edilizie e infrastrutturali antiche;

- la sistematizzazione dei dati relativi alle diverse emergenze architettoniche e infrastrutturali, attraverso indagini archeometriche mirate;
- l’elaborazione di specifiche linee guida finalizzate a una conoscenza esaustiva delle strutture, al monitoraggio del loro stato di conservazione e alla programmazione di futuri interventi di manutenzione, restauro e valorizzazione;
- la costruzione di una Carta del Rischio idrogeologico, a partire dai dati raccolti nel GIS e da quelli derivati dal modello matematico di previsione degli eventi di piena del paleo-alveo dei torrenti presenti nell’area (appositamente elaborato dal gruppo di ricerca dell’ENEA), con dati riutilizzabili anche in altre tipologie di Carte del Rischio.

Oltre a garantire un efficace svolgimento delle attività già descritte, la collaborazione interdisciplinare, resa possibile dall’accordo tra le due istituzioni, ha permesso di approfondire alcuni aspetti messi in luce dall’analisi organica del sistema paesaggistico e di documentare specifiche ipotesi di trasformazione antropica del territorio veiente: tra queste, in particolare, quella relativa alla deviazione dell’alveo del torrente Valchetta è in attesa di ulteriori verifiche.



## Introduzione

di Paola Carrabba

### Le Smart city

Sempre più spesso si sente parlare della necessità di rendere le città più *Smart*, dove con questo termine si intende l'aggiunta alla dimensione del vivere urbano contemporaneo di una dimensione di semplificazione ed ottimizzazione di processi e servizi che vadano incontro alle mutate condizioni e necessità dei cittadini. Questo processo, che nasce da considerazioni legate allo sviluppo sostenibile, non è pensato solo per le città metropolitane o per i grandi centri urbani, ma anche per le aree urbane di piccole e medie dimensioni, che già hanno un buon rapporto tra servizi offerti e qualità della vita, ma che ancora non possono definirsi *Smart*. Le città intelligenti, infatti, hanno un carattere innovativo di miglioramento dell'efficienza, ottenuto attraverso un'attenta pianificazione dei processi e dei controlli relativi ai diversi aspetti sociali, economici ed ambientali che le caratterizzano.

I cittadini sono protagonisti attivi del processo di realizzazione della *smart city*, infatti attraverso attività di sensibilizzazione e di informazione svolte dalla Pubblica Amministrazione, i cittadini e le aziende adottano, nel loro stesso interesse, comportamenti virtuosi e collaborativi.

Un aspetto di sostenibilità che è molto importante nel contesto delle *smart cities* è quello relativo alla sicurezza del territorio, non solo intesa nel senso più classico (sicurezza nei confronti delle infrazioni alla legge) ma anche nei suoi multiformi aspetti di sicurezza idrogeologica, delle reti dei servizi, delle infrastrutture e così via. Molti di questi aspetti sono purtroppo emersi in modo prepotente negli ultimi anni, legati ad episodi che hanno segnato, in modo a volte drammatico, la nostra quotidianità di cittadini.

Il Progetto RoMa, una parte del quale è descritto nel presente lavoro, nasce proprio attorno alle considerazioni legate a vari aspetti della sicurezza in ambito *Smart City*.

### Il Progetto RoMA

Il progetto RoMA (*Resilience enhancement of a metropolitan area - Migliorare la Resilienza delle aree metropolitane*) è stato ammesso a finanziamento sul PON MIUR Ricerca e Innovazione 2007-2013 (PON REC). Il suo obiettivo è individuare strumenti atti ad aumentare la resilienza delle aree metropolitane, intese come sistema complesso, nel quale far coesistere sicurezza, efficienza, sostenibilità, controllo del territorio, benessere e innovazione sociale. Il progetto è terminato il 31 ottobre 2017 ed ha visto la partecipazione di numerosi partner: Acea SpA in qualità di coordinatore, ENEA come responsabile scientifico, Università di Roma "La Sapienza", Selta SpA, Telecom Italia SpA, Digicom SpA, EPS Datacom Srl, E-Security Srl, Selex ES, Santer Reply SpA, Spee Srl, Himet Srl.

Il controllo e l'analisi del territorio sono fondamentali per raggiungere l'obiettivo che si propone il progetto. Questi due aspetti sono particolarmente importanti, in quanto un territorio con poca sicurezza non è fruibile né dalle componenti sociali né da quelle economiche della società, e può

altresì essere sede di danni ingenti dal punto di vista ambientale, compromettendo i presupposti di uno sviluppo realmente sostenibile.

Il controllo del territorio verrà declinato anche in termini di analisi e monitoraggio per la prevenzione di danni, del suo sfruttamento abusivo nelle varie forme, dell'identificazione di zone di vulnerabilità e di potenziale dissesto, per la salvaguardia del territorio agricolo e la gestione ambientale delle aree maggiormente esposte a problematiche di inquinamento.

Il progetto RoMA si prefigge, così, di ideare, realizzare e testare servizi evoluti rivolti ai cittadini e ai decisori, al fine di fornire una risposta adeguata ed efficiente alle necessità dello sviluppo sostenibile delle aree metropolitane, coniugando efficienza e necessità di sicurezza e protezione.

L'obiettivo del progetto RoMA si concretizza, tra l'altro, nella realizzazione di un *Centro Servizi dell'Area Metropolitana (CSAM)* in grado di offrire una serie di funzionalità e di servizi mediante l'utilizzo di informazioni provenienti da sensori sul campo, integrati in una rete pervasiva del territorio. Le informazioni sono elaborate in tempo reale mediante sistemi di calcolo avanzati e delocalizzati in una rete diffusa di nodi intelligenti. Il sistema è sviluppato in modo da essere già pensato per essere esteso a territori più vasti e per essere integrato con altre realizzazioni e soluzioni adottate in altri progetti.

Il Centro Servizi mira a diventare un punto di riferimento per la progettazione e la realizzazione di interventi nell'ambito della mobilità, della sicurezza del territorio, del coinvolgimento sociale e della sicurezza delle infrastrutture critiche, ed è suddiviso in quattro settori dedicati. Il settore che più da vicino riguarda le attività descritte nel presente lavoro è la realizzazione di un *Centro per l'Analisi e la Protezione del Territorio (CAPT)*, che ha l'obiettivo di valutare la sicurezza e il controllo del territorio, dei beni naturali e degli edifici di interesse artistico e strategico, attraverso lo sviluppo e l'implementazione di metodologie basate sull'approccio integrato *Remote Sensing*, GIS e rilievi *in situ*. In particolare il CAPT prevede di effettuare:

- a) L'analisi della vulnerabilità e del rischio per edifici e strutture di rilevanza storica, in relazione all'impatto di eventi calamitosi o fenomeni meteo-climatici estremi;
- b) Lo studio delle dinamiche di trasformazione del territorio urbano e periurbano e monitoraggio dell'abusivismo;
- c) L'analisi della stabilità di aree a rischio idrogeologico e/o sismico, a supporto della valutazione del rischio ambientale e delle possibili conseguenze sulle CI (oleodotti, elettrodotti, acquedotti ecc.);
- d) La stima di indici vegetazionali a supporto della valutazione degli impatti di fenomeni meteo-climatici estremi su sistemi colturali e aree naturali e/o protette.

Oggetto del presente lavoro è la descrizione delle attività svolte nella definizione e realizzazione del *CAPT* per quanto concerne il territorio del Parco Regionale di Veio, realizzate da ENEA in collaborazione con il Parco stesso e con il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Roma Tre.

### Il CAPT per il Parco di Veio

L'inarrestabile sviluppo umano si ripercuote vistosamente sul paesaggio naturale, che subisce ogni giorno mutamenti sotto forma di frammentazione del territorio, sfruttamento sempre più intensivo del suolo e cambiamenti della sua destinazione d'uso (Rao *et al.*, 2014). L'espansione urbana e la

costruzione di infrastrutture stradali ed energetiche hanno causato il degrado e la frammentazione di preziosi ecosistemi, con ripercussioni sugli habitat e sulle specie che li popolano, riducendo la continuità spaziale e funzionale del paesaggio.

Rispetto ad un ecosistema sano, un ecosistema degradato presenta caratteristiche tali da renderlo meno utile per la collettività sia in termini di fruizione che di benefici a valenza economica. I servizi ecosistemici (Padovani *et al.*, 2014) offerti alla comunità umana dagli ambienti naturali e semi-naturali sono in stretta connessione con le funzioni, i processi e le strutture che li generano. Ogni modifica nello stato dell'ambiente e, conseguentemente, nella fornitura di servizi ecosistemici, incide positivamente o negativamente sul benessere umano, inteso come concreta libertà di scelta e di azione, salute, buone relazioni sociali e sicurezza.

Tipicamente i servizi ecosistemici sono raggruppati in quattro categorie:

- Servizi di fornitura: tutti gli output nutrizionali, materiali ed energetici dei sistemi viventi.
- Servizi di regolazione e controllo: l'attività di mediazione di rifiuti, sostanze tossiche e altre sostanze, regolazione del microclima, nonché il controllo dei parassiti e degli agenti patogeni svolto dagli organismi e dagli ecosistemi.
- Servizi di supporto: il mantenimento delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del territorio, inteso come suolo, habitat, pool genetico, condizione dell'acqua e dell'aria, composizione atmosferica.
- Servizi culturali: tutti gli output immateriali che possono influire sullo stato fisico e mentale delle persone. I servizi ecosistemici di tipo culturale offerti dalle infrastrutture verdi sono spesso associati e connessi ad altri valori legati al territorio, quali per esempio l'eredità storica, quella artistica e quella delle tradizioni, così come i significati spirituali e religiosi associati ai luoghi.

Il Parco Regionale di Veio è un'infrastruttura verde che si incunea nel tessuto urbano di Roma. Esso comprende un sito della rete ecologica europea Natura 2000 che ospita numerose specie di flora e fauna importanti per la conservazione della biodiversità, non solo a livello regionale e nazionale ma anche a livello europeo e mondiale, elencate nelle liste delle direttive europee 'Habitat' e 'Uccelli' e in quelle di diverse convenzioni internazionali (Bonn, Berna, Washington). Il parco comprende inoltre numerosi corridoi ecologici che interconnettono le zone di pregio al territorio circostante e, attraverso le vie d'acqua, al corridoio fluviale del Tevere.

L'attività del CAPT per il Parco di Veio è orientata a realizzare un Sistema di Supporto alle Decisioni (*Decision Support System - DSS*) che contenga gli strumenti utili a valutare e prevenire i rischi per i servizi ecosistemici offerti dal parco.

Un Sistema di Supporto alle Decisioni è un sistema informatico collegato ad una base dati di tipo geografico (GIS) che supporta il processo decisionale degli Enti preposti ad affrontare problemi di gestione, sia in situazioni normali che in situazioni anomale, attraverso modelli che aumentano la capacità di analisi delle informazioni provenienti dal territorio. Le informazioni possono essere sia di tipo descrittivo generale di una situazione territoriale (dati naturalistico/ambientali, dati demografici, dati di tipo sociale, industriale, economico ecc.), sia di tipo istantaneo, come quelli provenienti da sensori collocati direttamente sul territorio (dati sul traffico, sulle situazioni meteorologiche ecc.).

La valutazione del rischio si sviluppa attraverso la realizzazione di un sistema di monitoraggio integrato ad altre attività di progetto, fondato su una base di dati georeferenziata. Gli elementi utili alla valutazione consistono da una parte nella stima della probabilità di accadimento di un evento impattante di una certa intensità e durata e, dall'altra parte, nella stima del danno apportato all'ambiente.

La probabilità di impatto dipende a sua volta dalla stima del valore atteso per un dato evento, basato sulle conoscenze a priori in un approccio di tipo Bayesiano o sulla frequenza dell'evento, e dalla vulnerabilità del target ambientale oggetto dell'impatto (AND logico).

Le attività del progetto sono pertanto pianificate per la caratterizzazione dei determinanti e delle pressioni, antropiche e naturali, che possono provocare impatti sugli ecosistemi e i servizi loro associati e sulla caratterizzazione delle vulnerabilità degli stessi rispetto agli eventi impattanti. L'incrocio tra le due classi di risultati fornisce le criticità per le quali vengono valutati i rischi.

La raccolta dei dati ha riguardato le principali problematiche ambientali connesse alla conservazione dell'infrastruttura verde:

- Il rischio idraulico elevato per le zone di confluenza del Cremera e del Crescenza nel Tevere determinato dalla sostituzione dei servizi ecosistemici di supporto allo smaltimento delle acque con interventi gestionali non coordinati e talvolta inefficaci;
- L'abbandono dell'agricoltura, l'utilizzo di tecniche agricole non compatibili e l'allontanamento della popolazione attiva che, unite al fenomeno dell'abusivismo edilizio, concorrono a determinare una perdita del valore paesaggistico e impattano su taluni servizi ecosistemici e sulla biodiversità;
- La prevenzione degli incendi boschivi;
- Le minacce verso le specie di importanza biogeografica e per la conservazione della biodiversità presenti nel parco, favorite dalla vulnerabilità degli habitat idonei alla loro conservazione;
- La presenza di discariche abusive che mettono a rischio i servizi ecosistemici di regolazione e controllo;
- Il deperimento del bosco di Monte Musino dovuto a siccità e altri stress (prevalentemente pascolo incontrollato);
- L'inquinamento acustico ed atmosferico dovuto al traffico sulla Cassia Bis e sulla via Flaminia;
- Tra i rischi per i valori ambientali del Parco si devono annoverare e valutare quelli per la conservazione dei beni archeologici e culturali presenti, minacciati dagli scavi abusivi, l'abbandono e il degrado. Per quanto riguarda tali aspetti, il Parco di Veio con le sue testimonianze di età etrusca e romana rappresenta un importante patrimonio storico-archeologico la cui continua trasformazione nel tempo lo rende un caso paradigmatico e molteplice del rapporto tra infrastruttura antica e paesaggio contemporaneo.

### La scelta dell'area (caratteristiche e problematiche)

La scelta del Parco di Veio come territorio su cui realizzare una parte delle attività previste per il CAPT è stata dettata dalle caratteristiche intrinseche dell'area. Il Parco, infatti, si trova a ridosso della Città metropolitana di Roma, incuneandosi con i propri territori a carattere naturale e agricolo nel tessuto più propriamente urbano della città.

Il Parco rappresenta, da una parte, un polmone verde e un dispensatore di servizi ecosistemici per l'area nord-orientale della città di Roma, dall'altra subisce fortemente l'impatto delle attività antropiche, risultando, in caso di eventi estremi di tipo meteorologico, incapace di contenere e minimizzare l'effetto di eventi esondativi a carattere locale.

L'area del Parco, inoltre, risulta ricchissima di emergenze di tipo naturalistico ed archeologico, rappresentando quindi un buon esempio della tipologia di area a valenza naturalistico-culturale diffusissima in Italia. La presenza dell'Ente Parco, a cui fa capo la gestione di molte delle problematiche territoriali a cui si faceva cenno, ha reso più facile sia il reperimento delle informazioni territoriali necessarie, sia i contatti con gli altri Enti territoriali competenti.

Il parco Regionale di Veio è il quarto parco per estensione del Lazio (149,84 km<sup>2</sup>) confina con l'area urbana nord di Roma tra le vie consolari Flaminia e Cassia.

Oltre agli otto Comuni il cui territorio ricade in parte o in tutto nei confini del parco (Campagnano di Roma, Morlupo, Castelnuovo di Porto, Riano, Formello, Magliano Romano, Sacrofano e Mazzano Romano) il parco comprende il XV municipio di Roma Capitale (ex XX del Comune di Roma - deliberazione Assemblea Capitolina n. 11/2013. Ridefinizione delle delimitazioni dei Municipi di Roma Capitale e riduzione da 19 a 15).

La contiguità con l'area urbana densamente popolata ha contribuito alla scelta del sito che viene studiato al fine di comprenderne i meccanismi di reazione e di resilienza ai fenomeni pluviometrici particolarmente violenti, in grado di determinare locali esondazioni, provocare danni alla popolazione, alle infrastrutture e agli ecosistemi.

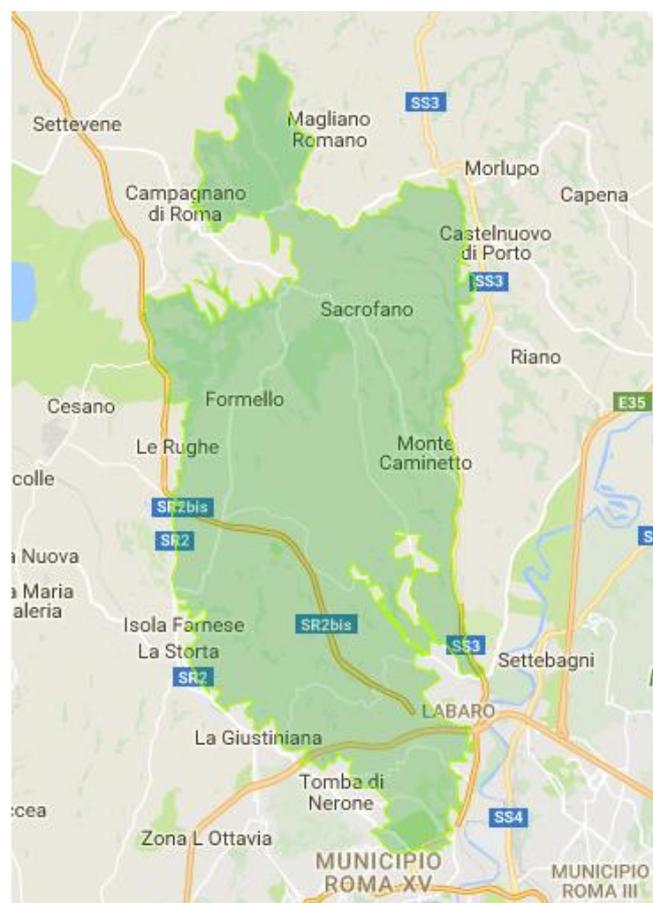


Figura 1. Il Parco di Veio (da: <http://parcodiveio.it/territorio/i-confini-del-parco-di-veio-mappa/>)

Tra i rischi per i valori ambientali del Parco si devono annoverare e valutare quelli per la conservazione dei beni archeologici e culturali, minacciati dagli scavi abusivi, dall'abbandono e dal degrado, che in alcuni casi risultano drammatici. Per quanto riguarda tali aspetti, il Parco di Veio con le sue testimonianze di età etrusca e romana rappresenta un importante patrimonio storico-archeologico, la cui continua trasformazione nel tempo rappresenta un caso paradigmatico e molteplice del rapporto tra infrastruttura antica e paesaggio contemporaneo.

### Il coinvolgimento degli stakeholder

Come sempre quando si lavora sul territorio, seguendo i dettami dell'Approccio Ecosistemico (Padovani *et al.*, 2003), l'attività di coinvolgimento dei portatori di interesse locali (stakeholder) è fondamentale, non solo per la riuscita delle iniziative ma anche per l'attività di reperimento delle informazioni necessarie. Gli stakeholder, infatti, sono sempre coinvolti nella doppia veste non solo di potenziali fruitori dei risultati dei progetti, ma anche, appunto, come detentori delle informazioni a carattere locale.

Gli stakeholder contattati e coinvolti nelle attività del Progetto RoMA sono stati prevalentemente quelli di tipo istituzionale, e cioè: gli Enti Locali, l'Autorità di Bacino del fiume Tevere, il Consorzio di Bonifica, La Protezione Civile, l'Agenzia Regionale Parchi, le Sovrintendenze ai beni culturali. Questi stakeholder sono stati interpellati all'avvio del progetto per la messa a fuoco delle problematiche e per l'individuazione di ulteriori dati utili. I successivi incontri sono stati orientati a monitorare il grado di consapevolezza e il coinvolgimento degli stakeholder sugli obiettivi del progetto.



Figura 2. Ponte sodo (da: <http://parcodiveio.it/antica-citta-di-veio-2/>)

Dai contatti preliminari con L'Ente Parco è emerso che, per quanto riguarda la biodiversità, il parco di Veio, pur essendo un parco periurbano, conserva ancora enormi potenzialità naturalistiche. Purtroppo, l'inquinamento delle acque e la relativa riduzione delle aree a macchia mediterranea, degli arbusteti e dei boschi misti, insieme allo sviluppo delle aree urbane ed agricole (soprattutto pascoli), hanno creato notevoli problemi per la conservazione di specie di rettili e anfibi di notevole pregio e di alcune farfalle e falene considerate importanti indicatori della qualità ambientale. Nella zona di Isola Farnese, con i suoi frammenti di boschi, macchie ed arbusteti ed in alcune zone dell'antica Veio, si è conservata una specie qualificante dal punto di vista della biodiversità. Importantissima per la conservazione è infatti la presenza di *Salamandrina perspicillata* (Salamandrina dagli occhiali), la cui sopravvivenza non può prescindere la qualità e la quantità delle acque in cui si riproduce ed il livello di protezione che le aree boscate sono in grado di garantire ai torrenti più idonei.

L'importanza del coinvolgimento dell'Ente Parco di Veio è di duplice natura: dal punto di vista istituzionale la sua collaborazione, in qualità di Ente dalla presenza consolidata sul territorio, ha permesso di attivare più facilmente i contatti con altri stakeholder (Comuni, Enti a carattere territoriale o sovraterritoriale); dal punto di vista naturalistico il gestore del Parco è detentore delle informazioni scientifiche fondamentali per la realizzazione del Sistema di Supporto alle Decisioni.

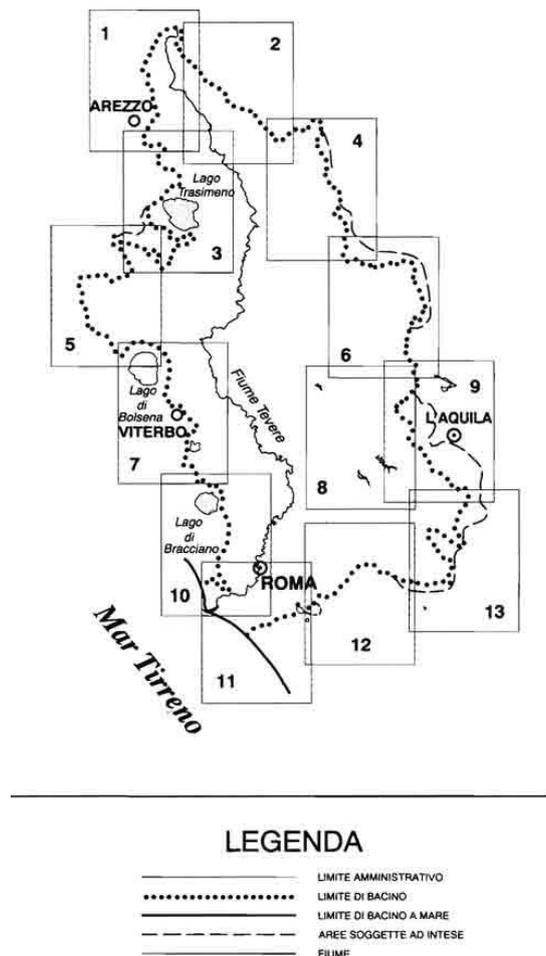
La collaborazione con il Parco ha anche permesso di tarare le attività previste dal Progetto sulle reali problematiche territoriali, al fine di individuare e realizzare uno strumento che avesse una validità e un'applicabilità di tipo pratico.

Il Parco di Veio, istituito dalla Regione Lazio con L.R. 6 ottobre 1997, n. 29, è un Parco Naturale Regionale, quindi le sue attività sono direttamente monitorate e controllate dall'amministrazione regionale. La Regione, inoltre, è detentrica delle informazioni territoriali digitalizzate relative all'area del Parco di Veio, aggregate nell'ambito del PTPR regionale. È stato possibile ottenere queste informazioni e utilizzarle come base per il Sistema Informativo Geografico del Progetto.

La Soprintendenza Archeologica del Lazio e dell'Etruria Meridionale è quella che ha competenza territoriale sui beni archeologici relativi all'area dell'antica Veio rinvenuti nel Parco. Essa è anche, come ovvio, detentrica delle informazioni relative a tali beni.

L'autorità di Bacino del Fiume Tevere è stata consultata per ottenere i dati in suo possesso relativi ai torrenti coinvolti nel progetto, appartenenti al bacino idrografico del fiume Tevere.

I Comuni di Veio, Formello e Campagnano sono stati contattati e coinvolti nel progetto non solo per la loro competenza territoriale, ma anche per ottenere delle postazioni sicure dove posizionare una parte della strumentazione relativa al sistema di monitoraggio degli eventi meteo.



**Figura 3. Delimitazione Bacino del Fiume Tevere**  
 (da: [http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/ente/delim\\_bac.jpg](http://www.abtevere.it/sites/default/files/datisito/ente/delim_bac.jpg))

Il lavoro qui presentato ha visto il coinvolgimento di differenti professionalità. Infatti la descrizione e l'analisi del territorio hanno richiesto:

- competenze di tipo naturalistico, in considerazione della ricchezza delle emergenze relative all'area protetta;
- competenze di tipo geologico ed idro-geologico per la descrizione del complesso bacino idrogeologico dell'area e delle sue connessioni con il più vasto, comprensivo, bacino del fiume Tevere;
- competenze di tipo socio-economico, per la descrizione degli aspetti demografici, sociali ed economici, in relazione anche alla presenza di attività legate al settore agronomico, industriale, dei servizi, che in qualche modo possono creare impatto sul territorio o essere impattate da eventi meteorologici estremi;
- competenze di tipo storico-archeologiche, per la localizzazione e descrizione delle numerose emergenze dell'area del Parco, notoriamente legate alla presenza di insediamenti etruschi prima e romani poi;
- competenze di tipo informatico per l'ideazione e realizzazione dell'architettura del sistema informativo geografico (GIS) che rappresenta la base per il Sistema di Supporto alle Decisioni, obiettivo ultimo del progetto.

Nelle pagine che seguono è riportata una sintesi delle attività e dei risultati raggiunti nell'esecuzione del progetto, suddivisa per aree tematiche di interesse.

## Capitolo 1

### Descrizione dell'area

di *Massimiliano De Mei*

Il Parco Naturale Regionale di Veio è stato istituito alla fine degli Anni '90 con la legge regionale n. 29 del 1997; localizzato a nord di Roma tra la via Flaminia e la via Cassia è, con i suoi 14.984 ettari, il quarto parco per estensione del Lazio. Sono compresi nove Comuni: Campagnano di Roma, Castelnuovo di Porto, Formello, Magliano Romano, Mazzano Romano, Morlupo, Riano, Sacrofano. Quasi la metà dell'area protetta, una superficie di 7.000 ettari, incide sul Comune di Roma nel XV Municipio.

Il Parco di Veio fa parte di una "cintura verde" intorno a Roma che, insieme alla Riserva Naturale dell'Insugherata, al Parco Naturale di Bracciano – Martignano e al Parco Naturale della Valle del Treja, costituisce una barriera a tutela della biodiversità ed ha un effetto mitigante sul clima.

Il parco di Veio, pur essendo un parco periurbano, conserva ancora enormi potenzialità naturalistiche. La presenza di acqua, di aree di macchia mediterranea, di arbusteti e boschi misti, insieme all'opera di conservazione e controllo espletata dal Parco sullo sviluppo delle aree urbane e sulle pratiche agro-pastorali, hanno permesso il mantenimento di una biodiversità importante. Il territorio del Parco, nel corso del tempo, è stato fortemente modificato dall'azione dell'uomo, che ha destinato i terreni pianeggianti all'agricoltura e all'allevamento. Il pascolo, la produzione del grano, del vino e dell'olio, la gestione dei boschi, sono legati ad ordinamenti quasi millenari. Le vicende storiche hanno portato ad un territorio organizzato con un'ampia maglia aziendale, basata sulla grande proprietà privata e sulla presenza di estese proprietà collettive. Infatti, circa 1.200 ettari di territorio che si estendono come una fascia nella zona centrale del Parco, sono destinati ad uso civico, tutti boschi o pascoli. Questo antico retaggio medievale è nato dalla necessità dei Signori locali di sfamare la popolazione, attraverso la cessione alla comunità di aree esterne al centro abitato dove poter raccogliere il legnatico e i frutti del bosco. Questi territori sono governati dalle Università Agrarie di vari Comuni e costituiscono un importante presidio per l'integrità del territorio e per il mantenimento degli originari valori del paesaggio. I pascoli rappresentano senza dubbio uno degli aspetti prevalenti all'interno del Parco, in quanto importante risorsa sia dal punto di vista produttivo che paesaggistico.

Le produzioni zootecniche sono riconducibili principalmente ad allevamenti di bovini da carne allevati allo stato brado. Proprio l'impiego di questo metodo di allevamento garantisce una elevata qualità delle carni prodotte. Tra le specie bovine allevate è importante ricordare la razza maremmana, tipica della zona, che produce carni di qualità elevata e di ottimo sapore. Molto diffuso, come nel resto della Campagna Romana, è l'allevamento della pecora da latte. La contaminazione storica con gli allevamenti della Sardegna, che con la transumanza venivano periodicamente trasportati attraverso il Parco per raggiungere l'Appennino, ha causato l'odierna impossibilità di riconoscere una varietà tipica locale. Molto frequente è la pecora sarda ibridata in alcune zone con la comisana.

Nel complesso però la produzione di formaggi ovini è importante, con prodotti interessanti per il buon sapore e l'ottima qualità<sup>1</sup>.

Il territorio del Parco di Veio è molto ricco di acqua e il sistema di fossi che ne deriva rappresenta il principale serbatoio di biodiversità; Il reticolo idrografico infatti, è costituito da tre bacini imbriferi del fosso della Valchetta (l'antico Crèmera), della Torraccia e della Crescenza ed è ricco di piccoli e medi corsi d'acqua che attraversano, anche in caratteristiche forre, il Parco in direttrice nord-ovest sud-est, fino al fiume Tevere a nord della città di Roma. Inoltre, sono presenti moltissime sorgenti di acque minerali fredde e calde, come le acque ferrose nei pressi di Ponte Sodo e dei Bagni della Regina, in prossimità del sito archeologico di Veio e quelle di S. Antonino, dell'Acqua Ferruginosa e del fosso dell'Acqua Forte a Castelnuovo di Porto.

La conservazione ed il miglioramento della qualità dell'acqua di questi fossi sono azioni fondamentali per la tutela di tutti gli habitat presenti nel Parco. Studi sui livelli di inquinamento delle acque hanno evidenziato che i migliori valori chimici, biologici (IBE) e funzionali (IFF) sono stati registrati nel fosso della Valchetta, nel tratto che attraversa il Sito di Importanza Comunitario (SIC) "Valle del Cremera – Zona del Sorbo". Qui, di particolare rilievo è la presenza di *Salamandrina perspicillata* (salamandrina dagli occhiali), specie tutelata dalla Direttiva Europea "Habitat" 92/43/CEE, la cui sopravvivenza non può prescindere la qualità delle acque in cui vive, per quanto riguarda l'inquinamento e la portata minima vitale, ed il livello di protezione che le aree boscate sono in grado di garantire ai torrenti più idonei. Inoltre, all'interno dell'area protetta sono presenti diverse specie di anfibi e di rettili; ad esempio, nella zona di Isola Farnese, con i suoi frammenti di boschi, macchie ed arbusteti ed in alcune zone dell'antica Veio, si è conservata una biodiversità importante dal punto di vista erpetologico con la presenza di *Testudo hermanni*.

Anche la componente avifaunistica stanziale e migratoria è varia e ben rappresentata sia da specie legate ad ambienti boschivi, come il picchio verde (*Picus viridis*), attualmente in incremento tendenziale grazie ad una gestione più conservativa degli ambienti forestali, sia da specie più strettamente legate a contesti agricoli, come l'averla piccola (*Lanius collurio*), per le quali, anche a livello nazionale, si rendono ormai necessarie azioni più mirate.

Con estrema facilità è possibile incontrare, passeggiando nel parco, le tracce della presenza dell'istrice (*Hystrix cristata*), del riccio (*Erinaceus europaeus*) o del tasso (*Meles meles*), tutte specie che per il comportamento schivo difficilmente si rendono visibili. Presenza che non passa inosservata invece, è quella del cinghiale (*Sus scrofa*), un abitante del Parco che suscita sentimenti contrastanti nella popolazione residente, che non accetta la coesistenza<sup>2</sup>.

La flora del Parco di Veio è rappresentata da un notevole numero di specie, alcune delle quali molto importanti dal punto di vista ecologico. Gli ambienti del parco sono costituiti da praterie resistenti alla media e alta siccità, boschi sempreverdi e di latifoglie, pozze umide e stagni effimeri, un sistema di forre formate dalle profonde incisioni scavate nei terreni tufacei dai torrenti e fossi che attraversano il parco. Proprio le forre sono gli ambienti più spettacolari del Parco di Veio per l'inversione termica, man mano che si scende nelle profondità delle valli tufacee, che permette lo sviluppo di un mondo straordinario caratterizzato da una grande diversità ambientale; qui l'ombreggiatura è intensa, l'umidità e la temperatura sono stabili, i venti sono assenti e le nebbie ristagnano e si possono

---

<sup>1</sup> <http://parcodiveio.it/acque/> e <http://parcodiveio.it/agricoltura-e-allevamento/>

<sup>2</sup> <http://parcodiveio.it/fauna/>

trovare specie “microterme”, legate cioè ad ambienti a clima freddo tipici di quote altimetriche superiori (come ad esempio le faggete).

Dopo l’ultima glaciazione (periodo wurmiano, circa 20.000 anni fa) con il ritirarsi dei ghiacci, le specie legate a climi freddi hanno potuto trovare rifugio alle nostre latitudini in ambienti particolari come questo, dove il clima caratteristico ne ha consentito la sopravvivenza.

La flora del Parco di Veio risulta composta da circa 730 entità e presenta notevoli somiglianze con quella censita per l’area romana; rispetto ad essa, però, emergono alcune specie dal rilevante interesse ecologico e conservazionistico. Fra tutte spicca la presenza di *Crocus suaveolens*, un endemismo molto raro, minacciato dalla presenza eccessiva di cinghiali. Altre 26 specie rappresentano le emergenze più importanti di tutta la flora del Parco: *Arisarum proboscideum*, *Buxus sempervirens*, *Cardamine enneaphyllos*, *C. heptaphylla*, *Carex depauperata*, *Circaea lutetiana*, *Crassula tillaea*, *Crocus suaveolens*, *Daphne laureola*, *Epilobium lanceolatum*, *Equisetum palustre*, *Erigeron karvinskianus*, *Euphorbia dulcis*, *Galanthus nivalis*, *Hepatica nobilis*, *Hypericum androsaemum*, *H. hirsutum*, *Ilex aquifolium*, *Lathraea squamaria*, *Orchis provincialis*, *Periballia minuta*, *Quercus crenata*, *Sedum caespitosum*, *Stachys germanica*, *Veronica acinifolia*, *V. montana*<sup>3</sup>.

Questo dato conferma che le politiche di conservazione applicate in modo appropriato sono in grado di mantenere alta la qualità ambientale e permettono il mantenimento di “comunità serbatoio”, come base per il ripristino del patrimonio idrobiologico, faunistico e floreale di aree circostanti. Nel caso del Parco di Veio, potranno fornire un apporto positivo alle condizioni generali del Bacino del Tevere.

---

<sup>3</sup> <http://parcodiveio.it/flora-e-vegetazione/>



## Capitolo 2

### Architettura e realizzazione del GIS

di Marco Sbrana

Un Sistema Informativo Geografico (GIS - Geographic Information System) è uno strumento che consente di integrare informazioni geografiche relative al territorio (reticolo idrografico, curve di livello, costruzioni, strade ecc.) con informazioni di altro tipo (dati demografici, amministrativi, economici, naturalistici, storici ecc.)

Fin dalle prime fasi del progetto si è cominciato a lavorare sulla predisposizione della struttura del sistema informativo territoriale mediante un'analisi delle specifiche e dei dati, la progettazione della struttura del database, l'individuazione e realizzazione di tematismi e predisposizione delle *query*, sviluppo dei sistemi di acquisizione e trasmissione dati, la messa a punto degli strumenti hardware e software, lo sviluppo software di elaborazione e di presentazione dei dati.

La Regione Lazio, attraverso l'Ente Parco di Veio, ha messo a disposizione i dati cartografici georiferiti relativi al territorio del Parco e alle aree limitrofe ricadenti nel bacino idrografico del Tevere, provenienti dal PTPR<sup>4</sup> regionale.

In particolare sono stati ottenuti e poi utilizzati i seguenti tematismi:

- Carta tecnica regionale (CTR) 1:10000 in formato Raster
- DTM (*digital terrain model*) passo 5 metri
- Carta uso del suolo (CORINE) (in 5 livelli)
- Sistemi e ambiti di paesaggio (allegati A del PTPR)
- Beni paesaggistici (allegati B del PTPR)
- Beni dei patrimoni naturale e culturale (allegati C del PTPR)
- Carte della vegetazione
- Altri estratti dal Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)
- Piani regolatori e varianti
- Carte catastali
- Aree protette
- Aree e siti archeologici
- Altre informazioni sulle presenze di fauna e flora.

Si è quindi provveduto a georeferire tutte le cartografie utilizzando il sistema di riferimento UTM fuso 33 e alla loro importazione nel software QGIS.

Utilizzando alcuni algoritmi per la spazializzazione contenuti nel software QGIS, è stato possibile ricavare il limite del bacino idrografico del torrente Valchetta. In funzione del posizionamento dei due idrometri presenti nel bacino, sono stati individuati due relativi sottobacini, il primo con chiusura presso la località Le Rughe e il secondo presso la foce del Valchetta sul fiume Tevere.

---

<sup>4</sup> Piano Territoriale Paesistico Regionale.

QGIS è un'applicazione GIS *open source*, molto simile nell'interfaccia utente e nelle funzioni ai pacchetti GIS commerciali equivalenti. La scelta di utilizzare un software *open source* nasce dalla necessità di rendere il prodotto finale facilmente utilizzabile anche da realtà operative che non dispongono delle licenze dei prodotti software GIS in commercio.

Si è quindi provveduto a definire e ritagliare in ambiente QGIS i confini dell'area del Parco di Veio, procedendo ad un'accurata verifica delle coordinate geografiche e alla identificazione dei bacini idrografici interessanti per il progetto, utilizzati per la messa a punto del sistema di allerta precoce sulle esondazioni.

Sulla base di una prima elaborazione, infatti, è stato possibile calcolare i parametri morfometrici dell'asta fluviale, l'area, la quota massima, minima e media dei due sottobacini, parametri necessari per lo sviluppo dei calcoli per i relativi tempi di corrivazione.

I dati pluviometrici a passo orario sono stati ricavati da 9 stazioni gestite dal servizio idrografico della Regione Lazio e da tre stazioni posizionate nell'ambito di questo progetto.

Gli eventi pluviometrici di particolare intensità sono stati analizzati tenendo conto dei volumi calcolati pertinenti ai due sottobacini e delle altezze idrometriche registrate alla sezione di chiusura posta nei pressi della foce sul fiume Tevere. Sono state messe in correlazione le due grandezze ricavate dagli idrogrammi, costituite da:

- la differenza di altezza idrometrica iniziale e massima nella curva costituita dall'onda di piena provocata dagli afflussi meteorici in funzione del tempo di transito;
- il volume transitato nello stesso intervallo di tempo alla sezione.

In questo modo si ottiene un grafico con in ascisse il volume orario transitato in m<sup>3</sup> ed in ordinate il gradiente idrometrico orario in metri.

Per il periodo settembre 2014 -maggio 2015 sono stati isolati degli eventi pluviometrici significativi sia in termini di durata che di volume delle piogge.

Attraverso l'interpolazione spaziale secondo il modello IDW (Interpolazione pesata sull'inverso della distanza) sono stati assegnati i valori pluviometrici orari alle singole celle (10x10 metri) che ricoprono l'intera superficie del bacino. L'elaborazione consente di ottenere il volume totale delle precipitazioni con scansione oraria per entrambi i sottobacini.

Analizzando un elevato numero di eventi significativi si prevede di ottenere una curva di taratura che consenta di prevedere le altezze idrometriche massime alla sezione di chiusura in funzione dei volumi delle precipitazioni, dei tempi di corrivazione e dell'altezza idrometrica iniziale.

L'attività collegata alla realizzazione del GIS ha anche permesso di produrre un certo numero di carte tematiche: la mappa degli habitat, dell'idoneità degli ambienti per le specie importanti, le carte tematiche idrologiche ed idrogeologiche per i settori d'interesse e la carta dei beni culturali.

Le carte realizzate hanno permesso di compiere una serie di analisi territoriali ed ambientali e precisamente: grado di frammentazione degli habitat, rischio idrogeologico, identificazione di stato e di vulnerabilità degli ecosistemi e dei beni culturali.

**Realizzazione della mappa delle minacce:** Sulla base della raccolta di informazioni sui presidi e le attività umane e sui rischi naturali presenti nel territorio di interesse, a scala di bacino e di sottobacini, sono state realizzate le mappe degli impatti reali e potenziali utili per la valutazione del rischio sui target specificati. Identificazione di indicatori di impatto.

**Realizzazione del sistema di valutazione del rischio:** Elaborazione dei dati immagazzinati nel GIS e dei dati rilevati da operatori e sensori per la valutazione del rischio.

Inizialmente le informazioni aggregate dovevano essere fruite in due diverse modalità, che verranno qui indicate rispettivamente con i termini GIS-Veio e Web-GIS-Veio. La prima modalità (GIS-Veio) costituisce l'insieme di tutte le informazioni, georeferenziate, rese disponibili su di un sistema informativo geografico al fine di consentire l'esecuzione di operazioni utili alla valutazione di impatto in caso di esondazione, quali ad esempio, il calcolo di distanze, di pendenze, ed in genere di funzioni geostatistiche per stimare le dimensioni delle aree vulnerabili alle eventuali esondazioni. Il sistema GIS-Veio è pertanto uno strumento destinato all'utilizzo da parte dei responsabili, decisori e gestori del territorio, cioè in prima battuta i responsabili dell'Ente Parco di Veio e i tecnici specializzati nell'operare con i sistemi informativi geografici regionali e comunali. Il sistema GIS-Veio, considerati sia la grande quantità di informazioni sia le funzionalità specialistiche ivi rese disponibili insieme alla ridotta platea di persone a cui è destinato, svolge il ruolo di supporto alle decisioni e non è necessaria la sua fruibilità su web.

La seconda modalità (Web-GIS-Veio) consiste di un sistema webGIS capace di rendere fruibili, su web, un sottoinsieme delle informazioni che costituiscono il sistema GIS-Veio. Tale modalità è destinata all'uso da parte di una vasta platea di utenti: ricercatori, operatori sul territorio, visitatori, studiosi, cittadini. Le caratteristiche fondamentali di questa modalità di fruizione sono la facilità e lo *user friendly*, ottenibili entrambe mediante una forte e ben ponderata selezione delle informazioni e delle funzionalità predisposte da rendere disponibili ad utenti non necessariamente confidenti con i GIS ed sistemi informatici in genere.

Le informazioni disponibili consistono in una serie di file georeferenziate che riportano i limiti del Parco e delle aree archeologiche, la collocazione dei beni archeologici presenti nell'area di progetto, il tracciato del Torrente Valchetta e dei suoi affluenti, corredate da altre informazioni amministrative a supporto. Tali informazioni, messe a confronto con le carte ufficiali del Parco di Veio, disponibili sul sito web istituzionale del Parco, hanno evidenziato però delle carenze che hanno reso necessario una cospicua attività di integrazione.

Una particolare attenzione è stata dedicata al controllo e alla elaborazione dei dati reperiti, alla armonizzazione dei dati raccolti in campo e quelli forniti *in continuum* dalle centraline di rilevamento idraulico e meteorologico, della base dati e cartografica.

In particolare: sono stati riorganizzati, omogeneizzati e ordinati i dati reperiti secondo le necessità del Progetto RoMA. In tale ambito, si è proceduto alla verifica puntuale dei dati e metadati di ciascuno strato informativo, procedendo alla riproiezione omogenea, alla catalogazione e alla suddivisione secondo tematismi di interesse per il Progetto (aree archeologiche, elementi naturali – vegetazione e fauna – aree protette, bacini idrografici, eccetera).



## Capitolo 3

### Aspetti naturalistici e socio-economici del Parco di Veio

di Mario Castorina, Caterina Salvadego, Marco Sbrana, Carlo Tronci

#### Introduzione

Con legge regionale n. 29 del 6/10/1997 la Regione Lazio ha istituito il Parco naturale di Veio (Figura 4) designando così come area protetta regionale un territorio, quello dell'Agro veientano, già noto per le sue valenze naturali e paesaggistiche, oltre che per quelle storiche e archeologiche.

Il Parco di Veio si trova a NW di Roma e la sua superficie di ca. 15.000 ha è delimitata a Sud dal Fosso dell'Acqua Traversa, a Ovest dalla via Cassia, a Nord dalla Strada Provinciale Campagnanese, a Est dalla via Flaminia. Il territorio è ondulato e non vi sono rilievi particolarmente elevati: il più alto è Monte Razzano (434m). La morfologia è stata determinata dall'attività del complesso vulcanico sabatino: la maggior parte dei rilievi sono residui di antichi apparati vulcanici (Monte Musino-Monte Broccoletto, Monte Razzano e Monte Aguzzo sono coni di scorie) e gli avvallamenti derivano dalle antiche bocche dei crateri, come per esempio, la depressione di Sacrofano.

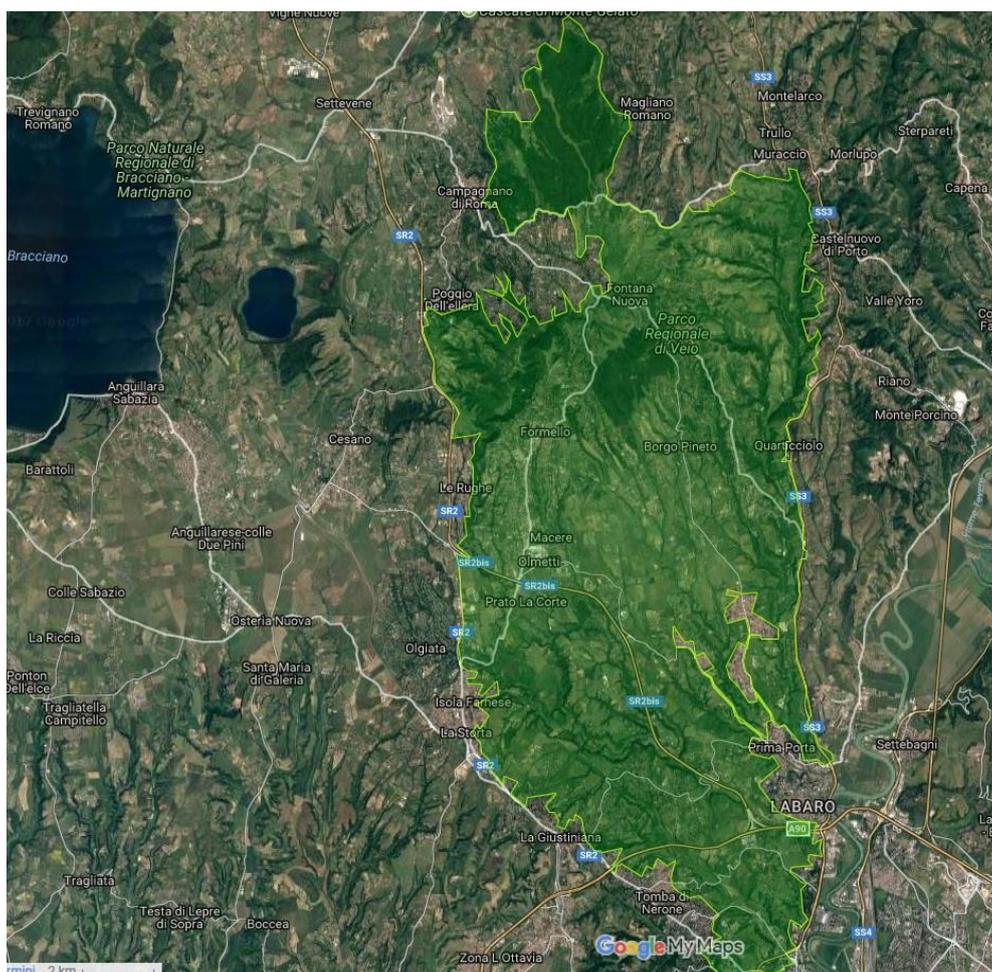


Figura 4. Limiti del Parco di Veio

L'azione delle acque ha poi modellato il territorio: le numerose scarpate di erosione bordano quasi tutti i corsi d'acqua. Il reticolo idrografico è costituito da numerosi fossi: i principali sono (vedi la sezione idrogeologica di questo lavoro) il fosso della Crescenza, della Torraccia e della Valchetta (o Cremera).

La classificazione fitoclimatica dell'area (Blasi, 1994) è inquadrabile nella regione mediterranea di transizione, dove la parte meridionale presenta un termotipo mesomediterraneo medio o collinare inferiore e ombrotipo subumido superiore. Questo tipo è caratterizzato da precipitazioni annuali di 819-940 mm con aridità concentrata nei mesi di giugno, luglio e agosto e temperatura media di 14,8-15,6 °C. La parte settentrionale presenta invece un termotipo mesomediterraneo medio o termocollinare e ombrotipo subumido superiore/umido inferiore, con precipitazioni annuali di 822-1110 mm. Qui l'aridità nei mesi estivi è meno elevata e la media delle temperature oscilla tra i 13,7 e i 15,2 °C.

La formazione forestale prevalente, da un punto di vista fisionomico, è il bosco misto dominato da *Quercus cerris* (90% della formazione boschiva) e lembi di lecceta sono sparsi un po' ovunque nel territorio dove il substrato è tufaceo caratterizzato da marcata aridità edafica. In relazione a vari fattori (esposizione, tagli, suolo) sono presenti anche *Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *A. monspessulanum*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Celtis australis* che possono essere localmente dominanti rispetto al cerro. Lo strato arboreo delle forre è invece dominato da *Carpinus betulus* e *Corylus avellana*, mentre quello dei boschi ripariali, dove presenti, è riconducibile a due tipologie: quella con *Salix* sp. pl. e *Populus* sp. pl. e quella con *Quercus robur* e *Alnus glutinosa*.

L'area protetta costituisce il legame territoriale tra le regioni floristiche della Campagna romana e quella della Tuscia meridionale ed è uno degli elementi più significativi del corridoio biologico che attraversa la città di Roma in direzione NO-SE, essendo collegato alla Riserva dell'Insugherata e, attraverso il Tevere, al Parco archeologico dei Fori Imperiali e al Parco dell'Appia Antica.

Il valore naturale dell'area è stato riconosciuto anche a livello europeo, dapprima con il suo inserimento nel database CORINE Biotopes (sito Vallone del Sorbo, codice 300012027) e infine con la designazione del sito di importanza comunitaria (SIC) Valle del Cremera - Zona del Sorbo (codice sito IT6030011) all'interno dell'area protetta. L'area designata SIC entra così a far parte della rete ecologica europea Natura 2000. Invero il SIC comprende gli elementi del parco di maggiore interesse biogeografico e di pregio per la conservazione della biodiversità: sono presenti due habitat, di cui uno prioritario, tra quelli elencati nell'Allegato I della direttiva 91/43/CEE 'Habitat' e sono ospitate sei specie, di cui una prioritaria, dell'Allegato II della stessa direttiva, oltre alla presenza di altre otto specie protette da convenzioni internazionali.

Dal punto di vista amministrativo il territorio del parco è ripartito tra i Comuni di Campagnano, Castelnuovo di Porto, Formello, Magliano, Mazzano, Morlupo, Riano Sacrofano e il XV Municipio del Comune di Roma secondo percentuali diverse di copertura (Figura 5). L'area protetta è ritagliata attorno al tessuto residenziale, per cui l'uso del suolo è prevalentemente a coltivi quando il territorio non è naturale. Cionondimeno e premesso che le attività agricole hanno anche degli impatti positivi per la conservazione di alcune specie, l'analisi ambientale deve considerare che oltre agli eventuali impatti negativi solitamente associati alle pratiche agricole (cioè l'uso della risorsa idrica, la sottrazione di naturalità, la contaminazione e l'impoverimento del suolo e della qualità delle acque) debbono essere valutati anche gli eventuali impatti associati alle altre attività umane che sono svolte all'interno dei territori comunali compresa la stessa presenza del presidio umano.

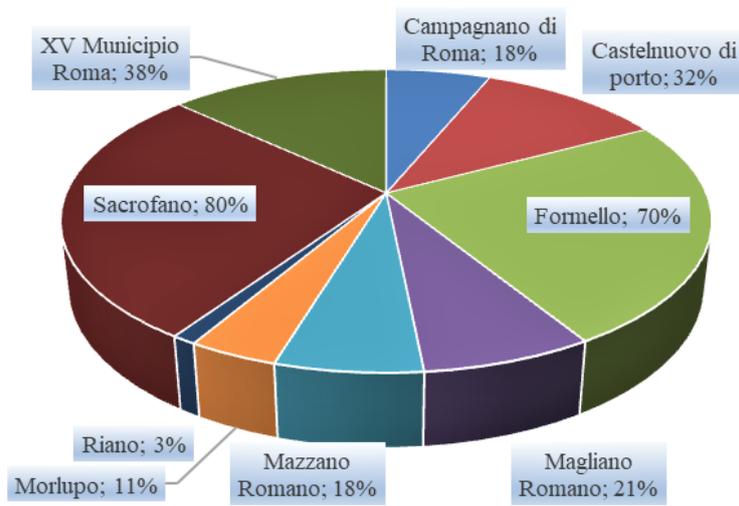


Figura 5. Percentuale dei territori comunali sottoposta a protezione

Anche da un altro punto di vista, quello più antropocentrico, si deve tener conto che la conservazione degli ambienti naturali e seminaturali produce numerosi benefici, sia a favore degli agricoltori e delle comunità locali, sia a livello globale. Infatti, il patrimonio naturale del parco offre molteplici Servizi Ecosistemici (SE):

- SE di ricreazione e di ecoturismo, col valore aggiunto del patrimonio storico-culturale del Parco di Veio, offerti ad un immenso bacino di fruizione che comprende, oltre alle comunità locali, l'area di Roma metropolitana. Infatti, oltre alla possibilità di pratiche sportive e salutistiche, la sola presenza del patrimonio naturale e culturale ispira e alimenta valori estetici, spirituali e senso di appartenenza e identità;
- SE di regolazione dell'erosione e di protezione dal dissesto idrogeologico offerti dalla capacità protettiva delle comunità vegetali;
- SE di disponibilità e di purificazione delle acque offerti dalla vegetazione ripariale che controlla anche il flusso dei nutrienti e di suolo (attraverso il trasporto e la distribuzione di sedimenti);
- SE di impollinazione offerti dalla gilda di impollinatori che mantengono la diversità e contribuiscono alla produzione agricola;
- SE di regolazione delle popolazioni di infestanti, offerti dalla rete trofica degli ecosistemi;
- SE di produzione di cibo e di foraggio offerti dalla presenza di animali e di piante edibili;
- SE di regolazione dei gas e di purificazione dell'aria, offerti sia dall'emissione in atmosfera che dall'estrazione dall'atmosfera di numerosi elementi chimici che influenzano diversi aspetti, come la regolazione del bilancio  $O_2/CO_2$ , il mantenimento dello strato di ozono, la cattura dell'azoto;
- SE di regolazione del clima locale offerti dalla interferenza della copertura vegetale e della rete idrica con la più generale circolazione regionale che determina temperatura e umidità localmente;
- SE di mantenimento della biodiversità globale offerti dalla creazione di habitat e dal mantenimento delle specie e quindi del patrimonio genetico.

I servizi ecosistemici, che hanno sempre un valore economico seppure di non semplice valutazione, giustificano la scelta politica regionale ed europea di conservare l'area ora protetta. Nondimeno, le attività umane concorrono al mantenimento dei servizi stessi quando sono inserite nei processi che conservano la biodiversità (come, per esempio, il pascolo sostenibile).

### Metodologia dell'analisi ambientale

Per giungere alla identificazione e alla valutazione dei rischi per l'ambiente naturale si è convenuto di ispirarsi allo schema DPSIR<sup>5</sup> (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte) per individuare le dinamiche in atto sul territorio una volta che siano state evidenziate le principali problematiche ambientali. Per questa ultima finalità sono stati svolti una serie di incontri tra gli analisti e la direzione del Parco e con i funzionari dell'area protetta. Gli incontri hanno prodotto un elenco dei problemi di maggiore preoccupazione per la salvaguardia e per la conservazione dei valori naturali del parco (Appendice 1. Principali problematiche individuate nel Parco di Veio).

Agli incontri sono seguite una serie di interviste ai funzionari responsabili dei diversi settori della gestione del parco, sulla base dell'organigramma e del mansionario fornito dalla direzione. Lo scopo delle interviste è stato quello di consentire a ciascun funzionario intervistato di esplicitare le basi di dati da lui/lei utilizzate per mantenere aggiornate le informazioni riguardanti il proprio specifico settore di responsabilità. I risultati delle ventotto interviste sono stati riportati sulla modulistica creata per l'occasione e quindi riepilogati in un file di metadati (informazioni sui dati) (Appendice 2. Esempio di scheda per la raccolta dei metadati). Successivamente i metadati sono stati inseriti in un database MS Access per renderli compatibili con il sistema informativo.

I metadati sono stati quindi analizzati e valutati per selezionare i dati da acquisire perché utili alle finalità del progetto, cioè si è stabilito di acquisire i dati più recenti, completi e affidabili tra quelli georeferenziati e quindi idonei ad essere inseriti nel GIS ideato per il monitoraggio dei rischi. I risultati della selezione sono riportati in Appendice 3 (Revisione dati Parco di Veio). Nelle prime tre colonne della tabella sono riportati i codici dell'intervista di riferimento, nelle successive tre colonne è descritto il dato e infine nelle ultime due colonne sono annotate informazioni riguardanti la disponibilità e la possibilità di utilizzo del dato stesso.

Parallelamente alla raccolta dei dati selezionati tra quelli posseduti e messi a disposizione dal gestore del parco sono stati raccolti i dati ISTAT riguardanti: il territorio, le attività umane che si svolgono nei Comuni del parco e l'economia locale.

In particolare, per quello che riguarda i dati demografici, sono state utilizzate le informazioni riportate nei siti [www.tuttitalia.it](http://www.tuttitalia.it) per ciascuno dei piccoli Comuni del parco, [www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it) e <http://www.laboratorioroma.it/popolazione-zone-urbanistiche.html> per i dati riguardanti il XV Municipio della capitale.

Informazioni utili per l'inquadramento preliminare sono state ricavate anche dai lavori di tesi di Boschi (2006) e Vallini (2007), svolti sugli usi del suolo immediatamente prima e dopo l'istituzione del parco.

---

<sup>5</sup> <http://sira.arpat.toscana.it/sira/sira/dpsir.html>

Ulteriore documentazione si è acquisita dal proposto Piano di Assetto del Parco di Veio e dal rapporto di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) dello stesso, dal rapporto ambientale per la VAS del PUCG del Comune di Campagnano, l'unico disponibile in rete, dal rapporto sulla qualità dei corsi d'acqua dell'Istituto Superiore di Sanità (Della Bella *et al.* 2009) e dallo studio di Valutazione di Incidenza (Michetti *et al.*) nell'iter autorizzativo di un progetto proposto all'interno del SIC, documento riservato ma gentilmente messo a disposizione degli analisti dalla Direzione del Parco.

Infine, ma non di minore importanza, una preziosa fonte di informazioni è costituita dagli studi e atti di convegno pubblicati dal Parco stesso.

Le problematiche di rilievo inquadrate con il primo approccio sono state approfondite consultando la letteratura scientifica disponibile per la materia di interesse e riportata in bibliografia.

Una volta realizzata la base di dati necessaria alle richieste dallo schema DPSIR si è provveduto a omogeneizzare la georeferenziazione di tutte le informazioni acquisite, per renderle idonee alle interrogazioni del GIS previsto dal progetto (prodotto, questo ultimo, utilizzando il software ArcGis della ESRI) e si è provveduto a ritagliare, quali dati utili, le informazioni cartografiche relative alle aree che ricadono entro i confini del parco e immediate vicinanze, nonché nei suoi bacini imbriferi.

I database così ottenuti, insieme alla cartografia tecnica di base, sono stati poi utilizzati per costruire interrogazioni nel GIS e ottenere le carte tematiche utili per l'analisi ambientale.

### Indici di frammentazione

Per misurare il grado di frammentazione di un determinato tipo di habitat è stata adottata una notazione a tre indici (Castorina *et al.*, 2004) normalizzati per variare tra 0 e 1: un indice  $I_c$  che tiene conto del grado di compattezza topologica dell'habitat, derivato dall'indice di Patton (Patton, 1975), un indice  $I_r$  che tiene conto della distribuzione dell'area dell'habitat tra i suoi frammenti (derivato dall'Indice di Equiripartizione di Shannon) e un indice di dispersione  $I_f$  che tiene conto della distanza media tra i frammenti. La valutazione degli impatti sugli habitat, per quello che riguarda la forma e l'estensione della loro superficie, può così essere realizzata attraverso la variazione di ciascuno dei tre indici, che salgono a cinque se si considerano anche la estensione normalizzata della superficie totale ricoperta dall'habitat e la valutazione della qualità dell'habitat.

Questa notazione va adattata volta per volta al tipo di habitat che si sta valutando, ad esempio per gli habitat fluviali usiamo soltanto un sottogruppo di indici.

Prima di descrivere in dettaglio il significato e la misura degli indici si devono introdurre alcune definizioni:

1. **Area di plot:** intendiamo la porzione cartografica del Parco che intendiamo analizzare. Essa dovrebbe essere determinata sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali del territorio nella scala adeguata ai tipi di habitat che si stanno considerando. I bacini imbriferi sono un buon candidato, ma i limiti dell'area possono essere individuati anche per esigenze gestionali. In questo studio-prototipo l'area di plot dell'habitat prioritario è fatta coincidere con quella del SIC, per i motivi che sono esposti nella prossima sezione ma anche perché è quella per la quale sono disponibili più dati tra quelli necessari per l'analisi ambientale.

2. **Minimo areale:** intendiamo la minima superficie dell'habitat che stiamo analizzando che sarebbe necessaria per la vitalità delle specie ospitate. La sua scelta dipende dal tipo di habitat e dalle specie considerate.
3. **Distanza massima tra frammenti:** è la massima distanza che accettiamo tra i bordi di due poligoni che racchiudono il tipo di habitat in esame perché si possano considerare frammenti di uno stesso complesso. Oltre quella distanza, che dipende dal tipo di habitat e dalle specie che attraversano il corridoio, i due poligoni vanno intesi come due diverse istanze di quel tipo di habitat.

L'indice  $I_c$  di compattezza fornisce una misura di quanto il bordo dell'habitat sia frastagliato. Il calcolo dell'indice parte dal presupposto che il cerchio è la figura geometrica più compatta, di conseguenza il rapporto tra il perimetro e l'area di una figura qualsiasi non può che essere maggiore del corrispondente rapporto per il cerchio equivalente. Tanto maggiormente i due rapporti divergeranno, tanto meno l'insieme considerato sarà "compatto". L'espressione matematica di  $I_c$  è la seguente:

$$I_c = 1 - 1/F = 1 - [2 \sqrt{(\sum_i A_i \pi)}] / \sum_i P_i,$$

dove con  $F$  si è indicato l'indice di Patton e la somma è estesa ai perimetri  $P_i$  ( $i=1\dots n$  frammenti) e alle superfici  $A_i$  di tutti i frammenti di habitat presenti nel complesso considerato all'interno dell'area di plot. L'indice va calcolato per ogni complesso di frammenti presenti nell'area di plot. Il valore dell'indice varia nell'intervallo  $[0,1]$  ed è tanto più elevato quanto maggiore è questo tipo di frammentazione.

L'indice  $I_r$  di ripartizione è basato sulla formula di Shannon per il calcolo dell'*evenness*:

$$I_r = 1 - (- \sum_i p_i * \log p_i) / \log n$$

dove la somma è estesa a tutti i rapporti  $p_i = A_i / (\sum_i A_i)$  per gli  $n$  frammenti di habitat presenti nell'areale considerato. Il postulato che sta alla base dell'indice è che quanto più un habitat è esteso tanto più sarà in grado di assolvere le sue funzioni e sarà meno vulnerabile. Perciò, per esempio, una frammentazione che divide l'habitat in due parti uguali è meno dannosa di quella che divide l'habitat in un grosso frammento più un piccolo frammento che potrebbe essere destinato a scomparire oppure così piccolo rispetto agli *home range* da risultare insufficiente per le necessità delle specie ospitate. Il valore dell'indice varia nell'intervallo  $[0,1]$  ed è tanto più elevato quanto più disomogenea è la ripartizione dell'habitat in più areali, cioè quando l'habitat si presenta ripartito in grandi areali circondati da piccoli frammenti all'interno dell'area di plot.

L'indice  $I_f$  di dispersione calcola la distanza media tra i frammenti nell'ambito di un cammino minimo che unisce tra di loro tutti i frammenti di habitat all'interno del complesso considerato (Figura 6. Esempio di distanza tra frammenti di habitat). Esso misura il grado di allontanamento dei frammenti tra di loro, cioè le soluzioni di continuità all'interno dell'habitat, ed è calcolato usando l'estensione "Spatial analyst" del software grafico ArcMap. È calcolato a partire dalla misurazione e somma delle minime distanze tra un frammento e l'altro che un osservatore dovrebbe percorrere partendo da un frammento per tornare al punto di partenza dopo aver attraversato tutti i frammenti.

$$I_f = \sum_i d_i / 2(n-1)D$$

Con  $d_i$  distanza dell' $i$ .mo frammento dal primo vicino nel percorso,  $n$  è il numero di frammenti e  $D$  è la distanza massima tra frammenti. L'indice varia tra zero e uno e cresce all'aumentare della distanza tra i frammenti.

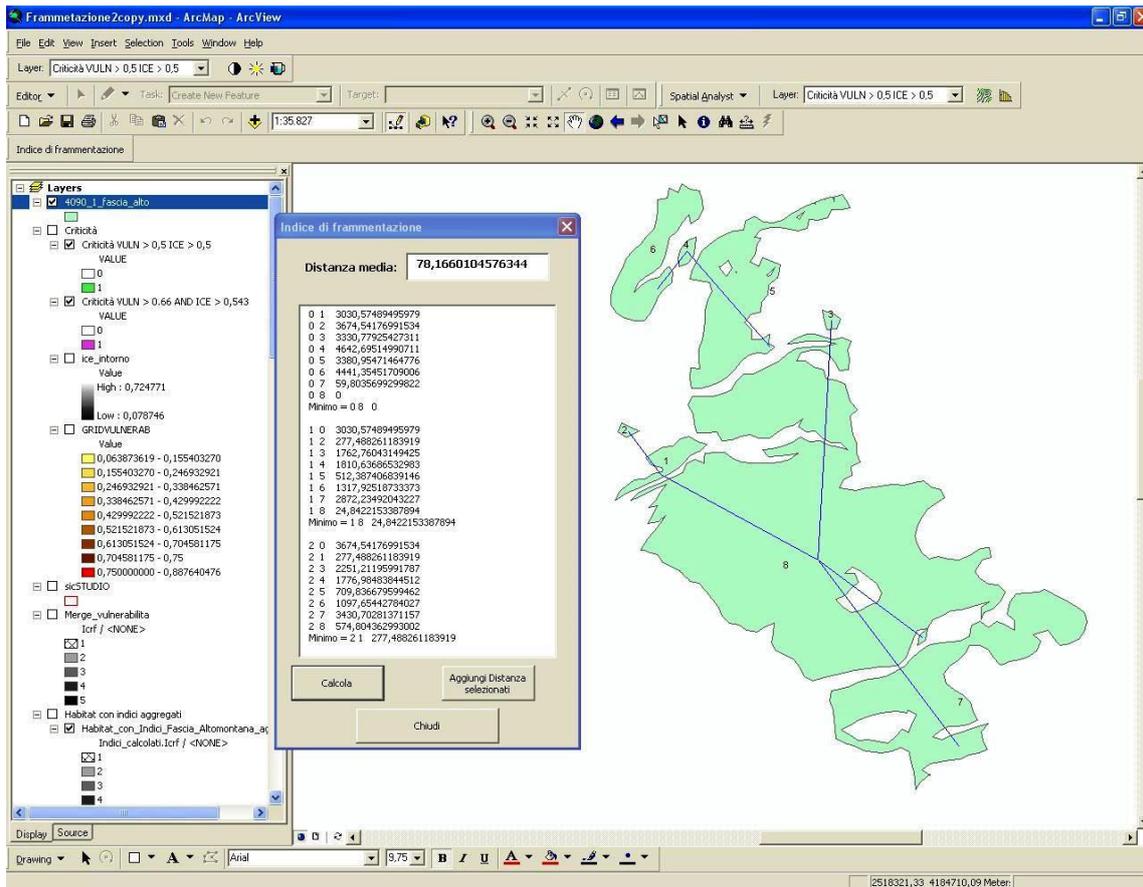


Figura 6. Distanza media tra frammenti

Infine, l'indice di superficie  $I_s$  è calcolato dividendo il minimo areale  $M$  dell'habitat per l'estensione superficiale dell'habitat misurata nell'area di plot.

$$I_s = M / \sum_i A_i$$

mentre l'indice  $I_q$ , che misura la qualità dell'habitat, è misurato a partire dalla valutazione del grado di conservazione  $GC$  dell'habitat all'interno del SIC, come prescritta nelle note informative del Formulario Natura 2000 (vedi sezioni seguenti e Appendice 4. Scheda Natura 2000 per il Sito di Protezione Speciale Valle del Cremera – Zona del Sorbo) ed è così computato:

se  $GC = A$ , allora  $I_q = 0$

se  $GC = B$ , allora  $I_q = 1/3$

se  $GC = C$ , allora  $I_q = 2/3$

Gli indici presentati sono utili in tutti i casi di confronto tra situazioni diverse nel tempo e nello spazio, per esempio nel valutare l'impatto negativo di un eccessivo carico di pascolo o, viceversa, quello positivo di un intervento di risanamento su un dato habitat. Oppure per confrontare la frammentazione tra diverse aree di plot dello stesso habitat. L'utilizzo degli indici di frammentazione va sempre commisurato alle caratteristiche dell'area di plot e al tipo di impatto che si vuole monitorare perché la frammentazione può essere dovuta alla morfologia del territorio e non sempre è necessariamente l'effetto di un impatto. L'uso degli indici deve, pertanto, essere effettuato con cautela: non vanno usati i valori assoluti ma devono essere confrontate, con l'uso del GIS, le

frammentazioni *ex post* ed *ex ante* dell'habitat monitorato quando questo è stato oggetto di un impatto antropico o naturale.

Se l'utente finale desiderasse rappresentare le informazioni sulla frammentazione in modo più sintetico i valori degli indici possono essere combinati tra di loro nelle interrogazioni del GIS attraverso gli operatori aritmetici e logici del software ESRI.

### Indici ambientali fluviali

Per gli ambienti fluviali gli indici da utilizzare sono, da una parte, quelli misurati dall'autorità competente per determinare la qualità delle acque (IBE, IFF, RQE ecc.) e, dall'altra, l'indice di frammentazione per gli habitat di acque correnti (dove la geodetica in questo caso è l'asta fluviale e non la distanza tra i bordi). Per questo studio si sono utilizzati gli indici IBE<sup>6</sup> e IFF<sup>7</sup> misurati nel parco dall'Istituto Superiore di Sanità nel 2009 non essendo disponibili altri dati. Qualora la Regione Lazio dovesse implementare nelle proprie procedure il prototipo qui realizzato, allora il piano di monitoraggio del Parco dovrebbe prevedere accordi con le varie istituzioni che raccolgono dati territoriali per consentire l'aggiornamento periodico delle informazioni utili alla valutazione dei rischi, ciascuna istituzione secondo la propria competenza.

Una volta determinato lo stato dell'ambiente naturale e individuate le pressioni antropiche che agiscono sul territorio, per identificare i possibili impatti ci si è ispirati all'approccio suggerito dall'Allegato A del DGR n. 64 del 29 gennaio 2010 della Regione Lazio<sup>8</sup>, che specifica i tempi e i modi della valutazione di incidenza. Il risultato di questa indagine è stato una lista qualitativa di impatti reali e potenziali.

Tenendo quindi conto delle problematiche ambientali rilevate, si sono prescritte le disposizioni per l'aggiornamento periodico del GIS e quelle per la valutazione quantitativa dei rischi allo scadere di un periodo di riferimento (quello suggerito è l'intervallo dei censimenti generali dell'Agricoltura, per l'aggiornamento delle carte di uso dei suoli e quello dei monitoraggi delle acque stabiliti dall'autorità regionale competente).

L'algoritmo di valutazione dei rischi utilizza la formula:

$$(1) \quad R_j = 100 * \frac{\sum_{i=1}^N p_i * L_i}{N}$$

che è stata derivata, normalizzandola tra 1 e 100, da quella classica di valutazione dei rischi, dove, in questo caso, **R<sub>j</sub>** è il rischio per il j.mo ambiente monitorato, **p<sub>i</sub>** è la probabilità dell'i.mo impatto e **L<sub>i</sub>** esprime il "danno" ecologico per effetto dell'impatto. In questo lavoro il valore di **L<sub>i</sub>** è fatto coincidere con il valore di ciascuno degli indici relativi all'ambiente che si sta monitorando. Se l'indice considerato è tale che assume valori crescenti all'aumentare dell'impatto (come fanno gli indici di frammentazione) allora a **L<sub>i</sub>** si attribuisce il valore dell'indice, ovvero se l'indice è tale che a valori più alti dell'indice corrisponde una migliore qualità ambientale (come fa l'indice IBE) allora a **L<sub>i</sub>** si attribuisce il valore del complemento all'unità dell'indice considerato.

<sup>6</sup> <http://www.isprambiente.gov.it/temi/biodiversita/documenti/indice-biotico-esteso-ibe>

<sup>7</sup> <http://www.isprambiente.gov.it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/iff-2007-indice-di-funzionalita-fluviale>

<sup>8</sup> [http://www.regione.lazio.it/binary/rl\\_main/tbl\\_documenti/AMB\\_DGR\\_64\\_29\\_01\\_2010\\_AllegatoA.pdf](http://www.regione.lazio.it/binary/rl_main/tbl_documenti/AMB_DGR_64_29_01_2010_AllegatoA.pdf)

La sommatoria nella (1) è estesa a tutte le estensioni dell'ambiente che si sta considerando: se si tratta di un ambiente fluviale la sommatoria si estende a tutti i tratti compresi tra una stazione di misura e l'altra, gli stessi tratti che si considerano nel calcolo degli indici di qualità delle acque. Se si sta valutando invece un habitat del tipo formazioni erbose, arbustive o boschive la sommatoria è estesa a tutta l'area di plot dove si sono calcolati gli indici di frammentazione per quell'habitat all'interno del Parco. Il valore della probabilità  $p_i$  è assunto uguale alla frequenza del tipo di impatto se non si dispone di stime migliori.

L'indice di rischio  $R$  esprime il rischio in un dato momento per un dato ambiente, ma il valore da prendere in considerazione per stabilire le misure di gestione è l'incremento/decremento del rischio tra la fine e l'inizio del periodo di monitoraggio. Per tale motivo i valori assegnati al minimo areale  $M$  e alla distanza massima tra i frammenti  $D$ , che sono affetti da un buon grado di arbitrarietà, sono poco rilevanti ai fini del risultato gestionale: l'importante è che si mantengano gli stessi riferimenti per tutta la durata del monitoraggio.

L'analisi ambientale è stata condotta prevalentemente su basi bibliografiche, ma nei casi di dubbia interpretazione o di evidente carenza di informazioni sono stati effettuati rilievi di campagna seguendo le modalità operative indicate nel suddetto DGR 64/2010.

### Il patrimonio naturale

Il territorio del parco presenta al suo interno una discreta biopermeabilità (Romano, 2000). Poiché, infatti, il confine è ritagliato attorno al tessuto urbano, gli ambienti sono prevalentemente superfici agricole (agricoltura non intensiva) e territori naturali (Figura 7), dove complessivamente, se si escludono alcuni tratti non sopraelevati della Cassia Bis e la punta meridionale del parco (la zona del Labaro e quella attorno al Grande Raccordo Anulare), non si evidenziano severe barriere ecologiche per le specie presenti e la connettività è assicurata dai numerosi corsi d'acqua. Ovviamente tale assunzione viene meno non appena varcati i limiti del parco. Le due grandi vie consolari, Cassia e Flaminia che circondano il parco, la elevata densità abitativa e la continuità del tessuto urbano e artificializzato interrompono con un brusco gradiente di connettività la rete ecologica, così come avviene in molti altri parchi italiani.

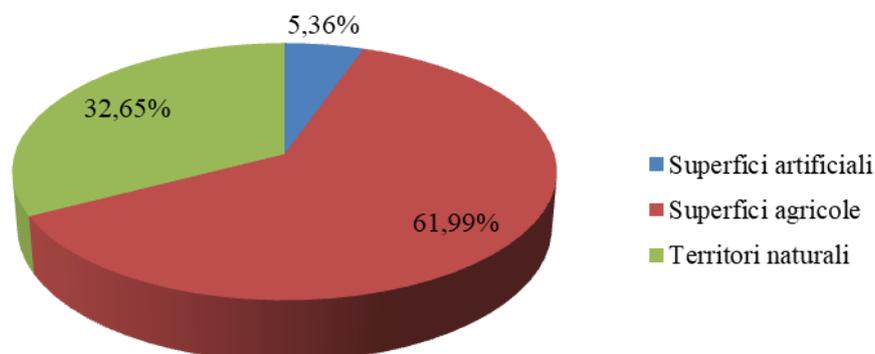


Figura 7. Uso del suolo nel Parco di Veio

Per tale motivo è fondamentale per la salvaguardia della biodiversità che gli ambienti di transizione e seminaturali interconnessi al territorio naturale all'interno del parco vengano mantenuti tali. Quegli ambienti costituiscono, infatti, aree ecotonali di vitale importanza per la biologia di molte specie.

Il territorio del parco può considerarsi al suo interno un *continuum* di ecosistemi che si estendono, seppure a macchia di leopardo, dall'interno del SIC verso il tessuto urbano con un grado decrescente di naturalità. Gli elementi di maggior pregio per la conservazione della biodiversità sono gli habitat e le specie per le quali il SIC è stato designato come parte della rete ecologica europea. Il sito di importanza comunitaria rappresenta, per dirlo con le parole del Piano di Assetto "...il fulcro della biodiversità presente nel territorio del parco", il luogo dove "tutti gli elementi ambientali di maggior spicco, vegetazionali, floristici e faunistici sono presenti e rappresentati nella loro forma tipica".

Per la realizzazione di questo prototipo si è pertanto stabilito di circoscrivere l'analisi ambientale agli elementi naturali presenti nel SIC, assumendo che la conservazione di questo sia, come avviene per quella delle specie al vertice della piramide ecologica nei confronti di altri elementi della piramide stessa, il tornasole della qualità dell'ambiente circostante. Infatti, se, da una parte la qualità ambientale è alimentata dalla presenza del SIC per diffusione di naturalità, dall'altra essa supporta il mantenimento del SIC grazie al tessuto connettivo biopermeabile che però peggiora gradualmente in naturalità via via che ci si allontana dal SIC verso i confini del parco. Infatti gli habitat di importanza comunitaria non sono limitati dai confini del SIC ma si estendono oltre quelli all'interno del parco (Figura 8 e Figura 9).

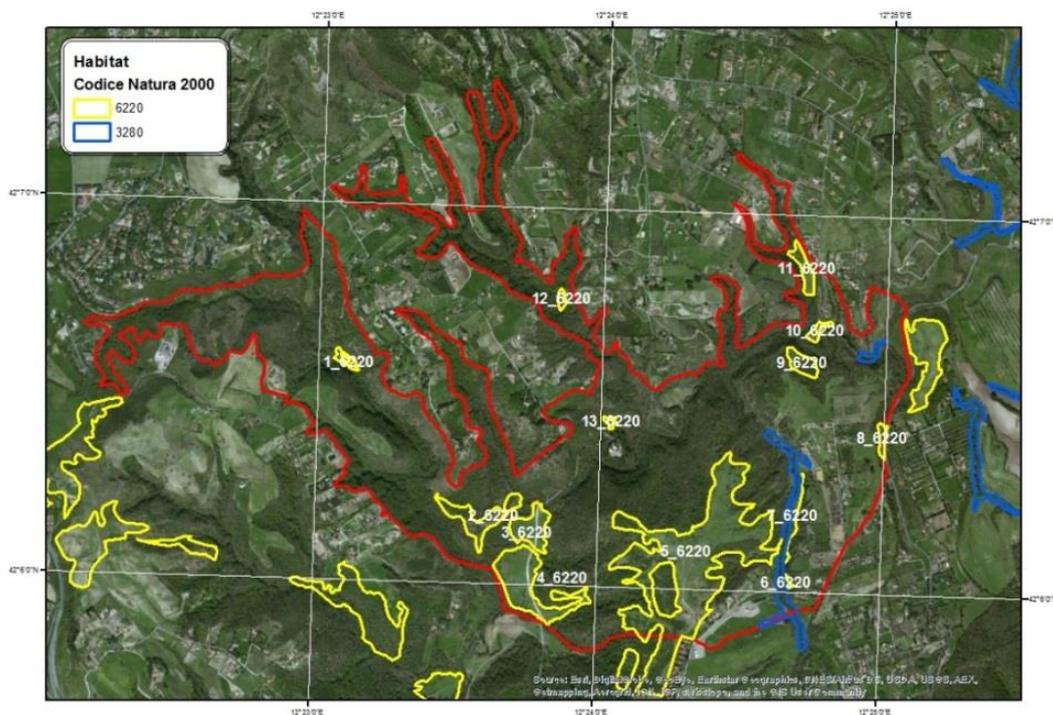


Figura 8. Habitat Natura 2000. In rosso i confini del SIC

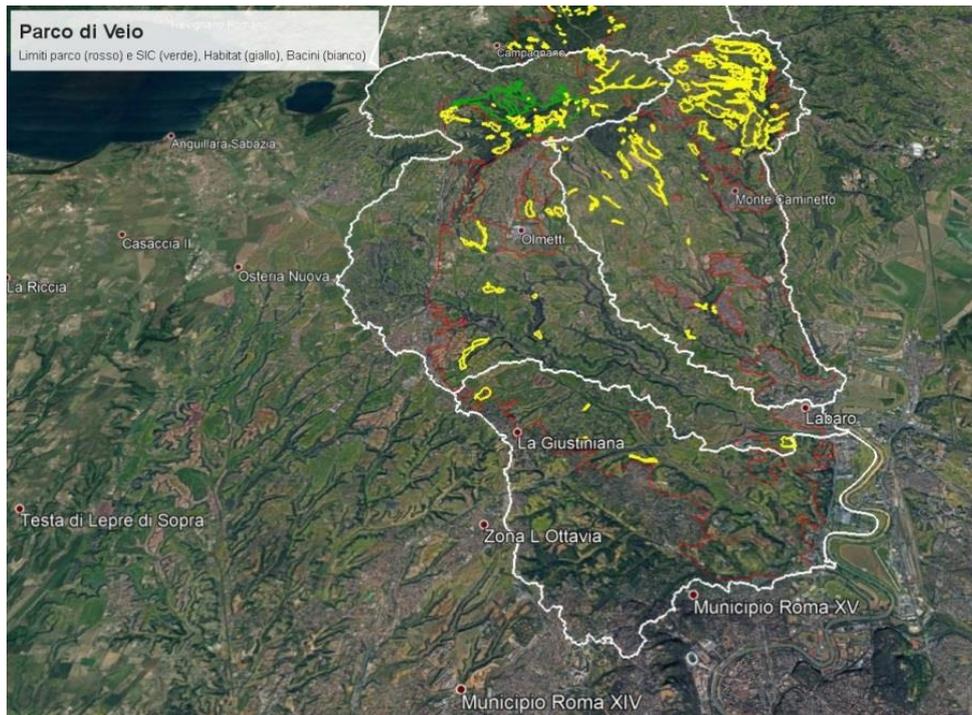


Figura 9. Habitat Natura 2000, SIC e bacini idrografici

### Gli habitat di importanza comunitaria

Gli habitat della Direttiva 91/43/CEE riportati nella sezione 3.1 della scheda (o formulario) Natura 2000 registrata per il SIC IT6030011 presso l'EEA (*European Environmental Agency*) (Appendice 4, Scheda Natura 2000 del SIC) sono i "Percorsi substeppeici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*", codice 6220\*, e quello dei "Fiumi mediterranei a flusso permanente con il *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*", codice 3280.

**L'habitat 6220** è considerato prioritario nell'Unione Europea (asteriscato nell'Allegato I). Tali tipologie di habitat hanno una via preferenziale nei finanziamenti che riguardano la conservazione della natura in Europa (ad esempio, il programma LIFE+). Esso è costituito da praterie xerofile discontinue, meso e termo-mediterranee, ricche di terofite, che si sviluppano su suoli oligotrofici e alcalini, spesso su substrati calcarei. Le specie tipiche di questo habitat sono, tra le dominanti, *Trachynia distachya* (alias di *Brachypodium distachyum*) e *Trifolium scabrum*. Le specie compagne possono essere *Catapodium rigidum*, *Coronilla scorpiodes*, *Hypochaeris achyrophorus*, *Linum strictum*, *Lotus ornithopodioides*, *Scorpiurus muricatus*, *Trifolium stellatus* e *T. angustifolium*. Le comunità dominate da graminacee perenni sono caratterizzate da *Ampelodesmos mauritanicus* o *Hyparrhenia hirta*, con specie compagne *Brachypodium retusum*, (alias di *B. ramosus*), *Clematis flammula*, *Elaeoselinum asclepium*, *Lonicera implexa*, *Bituminaria bituminosa* (alias di *Psoralea bituminosa*).

L'habitat è considerato di pregio soprattutto per le splendide fioriture di orchidee. Nel Parco sono state segnalate *Dactylorhiza maculata*, *Platanthera chlorantha*, *Ophrys apifera*, *O. holosericea* (Lucchese F. & Di Domenico F., 2008).

Nel Parco di Veio le specie caratteristiche dell'habitat 6220 sono senz'altro presenti e sono abbastanza comuni, mentre tra le specie compagne alcune (*Brachypodium retusum*, *Clematis flammula*, *Elaeoselinum asclepium*, *Lonicera implexa*) non sono state affatto rilevate negli ultimi censimenti floristici (De Sanctis *et al.*, 2003; Lucchese & Di Domenico, 2008).

Riguardo alle graminacee, seguendo il criterio di classificazione di Anzalone (1994, 1996), *Hyparrhenia hirta* è rara nel parco e *Ampelodesmos mauritanicus* non è stata nemmeno rilevata. Altre specie indicate tra le caratteristiche (*Coronilla scorpioides*, *Linum strictum*, *Scorpiurus muricatus*,) sono poco comuni nel parco. Sono invece state rilevate molte specie congeneri di quelle caratteristiche dell'habitat come indicate dal Manuale Europeo di interpretazione degli Habitat (pubblicato anche *on line* dalla DG Ambiente dell'UE e consultabile interattivamente in Italiano al sito <http://vnr.unipg.it/habitat/cerca.do> a cura dell'Università di Perugia).

Con riferimento alla sezione 3.1 del Formulario Natura 2000, i compilatori per la Regione Lazio hanno assegnato a questo habitat un grado di rappresentatività (=quanto vicino al "tipo") pari a B (Buona) tra i quattro livelli possibili (A eccellente, B buona, C significativa, D non significativa).

Per quanto riguarda questo tipo di valutazione, è noto come gli ambienti italiani non siano ben rappresentati nella lista redatta a suo tempo dalla Comunità Europea. L'Italia, infatti, è il paese europeo più ricco in biodiversità, dove per la particolare specificità climatica e geografica della nostra penisola abbondano ambienti misti, ambienti relitti e specie extrazonali. Pertanto, è da aspettarsi che in gran parte degli habitat che sono stati censiti nel territorio nazionale in vista della designazione dei siti di importanza comunitaria (Progetto *Bioitaly* del Ministero dell'Ambiente) non si riscontrino appieno le caratteristiche espresse nel Manuale Europeo o, viceversa, che la ricchezza e il valore biogeografico e di conservazione delle specie presenti nell'habitat siano notevolmente più elevate di quelle attese dal Manuale. Pertanto, il valore assegnato alla Rappresentatività, che è stato utile per la designazione del SIC, deve essere inteso come puramente indicativo della qualità dell'habitat.

Il grado di superficie relativa assegnato a questo habitat nel SIC, cioè la porzione della superficie dell'habitat rispetto a quella occupata totalmente da habitat dello stesso tipo nel territorio nazionale è C (inferiore al 2%). Il grado di conservazione assegnato all'habitat è B (buona conservazione). Per comprendere il significato di questa valutazione occorre far riferimento la Tabella 1, elaborata a partire dalle Note esplicative del Formulario Natura 2000.

**Tabella 1. Tabella di valutazione della conservazione degli habitat (Formulario Natura 2000)**

		I. Prospettive di Conservazione delle Funzioni Eccellenti			II. Prospettive di Conservazione delle funzioni Buone			III. Prospettive di Conservazione delle funzioni Sfavorevoli		
		ripristino facile (I)	ripristino medio(II)	ripristino difficile (III)	ripristino facile (I)	ripristino medio(II)	ripristino difficile (III)	ripristino facile (I)	ripristino medio(II)	ripristino difficile (III)
<b>Struttura Habitat</b>	<b>A. Eccellente</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	<b>B. Buona</b>	A	A	A	B	B	B	B	B	C
	<b>C. Degradata</b>	B	B	C	B	C	C	C	C	C

La valutazione del grado di conservazione, e quindi dello stato di qualità dell'habitat, si costruisce considerando i seguenti criteri:

- Grado di conservazione della struttura;
- Grado di conservazione delle funzioni;
- Possibilità di ripristino.

Lo stato della struttura è valutato secondo il "miglior giudizio degli esperti" sulla base del Manuale di interpretazione degli Habitat europei, delle informazioni scientifiche pertinenti e del confronto con lo stesso tipo di habitat in altri siti. Il risultato della valutazione della struttura può essere: A (eccellente), B (ben conservata), C (mediamente o parzialmente degradata).

Il grado di conservazione delle funzioni è inteso come la possibilità e capacità per il tipo di habitat nel sito in questione di mantenimento futuro della sua struttura, considerando le possibili influenze, favorevoli e sfavorevoli, e le possibili iniziative per la conservazione. Anche per questa valutazione sono stabiliti tre punteggi (Prospettive eccellenti, buone, mediocri o sfavorevoli).

Infine, la valutazione della Possibilità di ripristino esprime fino a che punto sia possibile il ripristino della struttura o delle funzioni degradate. Il risultato può essere: facile, possibile con impegno medio, difficile o impossibile.

Conclusione: Il punteggio B assegnato all'habitat 6220 del parco esclude che lo stato della struttura sia eccellente e si adatterebbe a descrivere:

1. una buona valutazione della struttura accompagnata da buone prospettive di conservazione delle funzioni o, perlomeno, facilmente ripristinabili se degradate, oppure:
2. una struttura degradata ma accompagnata da eccellenti o buone prospettive di conservazione delle funzioni con buone possibilità di ripristino.

Poiché, sulla base della nostra analisi ambientale, struttura e funzioni risultano fortemente interconnesse nel Parco di Veio e, con riguardo alle esigenze della fauna ospitata, all'uso che si fa dei suoli, all'opera di salvaguardia e all'attività di monitoraggio del gestore, all'effetto più rilevante degli impatti subiti che è stato, almeno finora, la frammentazione/riduzione degli habitat, possiamo escludere la seconda interpretazione e concludere che **il grado di conservazione dell'habitat 6220 è buono perché la struttura è in buono stato e le prospettive di conservazione delle funzioni sono perlopiù buone o facilmente ripristinabili allo stato buono.**

Poiché si tratta di fitocenosi a carattere secondario la cui persistenza è legata a fattori di disturbo, quali gli incendi e il pascolo, le indicazioni gestionali per la conservazione di questo habitat consistono nel mantenimento dei processi e degli usi che ne hanno determinato l'esistenza. Le principali minacce, a parte gli interventi che distruggono l'estensione e la continuità dell'habitat, sono il pascolo eccessivo e l'assenza di pascolo, gli incendi troppo o troppo poco frequenti e l'erosione del suolo.

**L'habitat 3280** è identificato da formazioni erbacee nitrofile annuali e perenni dei depositi alluvionali dei grandi fiumi mediterranei con *Paspalum paspailodes*, *P. vaginatum*, *Polypogon viridis* (alias di *Agrostis verticillata*), *Cyperus fuscus*, e filari ripari di *Salix* spp. e *Populus alba*. È la popolazione erbacea che colonizza i depositi alluvionali fini e grossolani all'interno dell'alveo di piena. Risulta caratterizzato da grandi specie erbacee a rapido accrescimento necessitanti per il loro sviluppo di disponibilità di sostanze azotate.

Le specie dominanti sono: *Paspalum distichum* (= *P. paspaloides*), *Persicaria hydropiper* (= *Polygonum h.*), *Persicaria dubia* (= *Polygonum mite*), *Bidens tripartita*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum*. Specie compagne: *Polypogon viridis*, *Persicaria lapathifolia* (= *Polygonum lapathifolium*), *Bidens frondosa*, *Cyperus fuscus*, *Juncus articulatus*, *Juncus bufonius*, *Salix* spp., *Populus alba*. Specie di pregio: *Bidens cernua*. Tra le specie presenti alcune sono riconducibili alle classi *Phragmitetea* e *Magnocaricetea* (*Thypha latifolia*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Scirpoides holoschoenus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Lythrum salicaria*). Il corteggio floristico annovera anche varie specie della classe *Stellarietea mediae*.

Nel Parco di Veio il *Paspalum distichum* è classificato, sempre seguendo il citato criterio di classificazione di Anzalone, come poco comune, mentre invece *Persicaria hydropiper* è comune. Delle altre specie tre sono rare (*Persicaria dubia*, *Juncus bufonius* e *Salix purpurea*), tre sono poco comuni (*Bidens tripartita*, *Thypha latifolia* e *Veronica anagallis-aquatica*). Non sono state rilevate *Bidens cernua*, *B. frondosa*, *Xanthium orientale* subsp. *italicum* (ma è molto comune il congenere *X. spinosum* e comune lo *X. strumarium*), *Cyperus fuscus*, *Juncus articulatus*, *Scirpoides holoschoenus*, *Schoenoplectus lacustris*. Tutte le altre specie indicate dal Manuale sono comuni nell'habitat.

Con riferimento alla sezione 3.1 del Formulario Natura 2000 relativo al SIC, risulta che i compilatori hanno assegnato a questo habitat un grado di rappresentatività (rispetto al "tipo") pari a C (rappresentatività significativa). Per questa valutazione valgono le stesse considerazioni fatte per l'habitat precedente.

Il grado di Superficie relativa assegnato, cioè la porzione della superficie dell'habitat rispetto a quella occupata totalmente da habitat dello stesso tipo nel territorio nazionale è C (inferiore al 2%).

Il grado di conservazione assegnato all'habitat è B (buona conservazione). Sulla base dei sopralluoghi che sono stati effettuati in questo studio per valutare l'estensione e il livello di frammentazione dell'habitat (che cartograficamente risultava essere discontinuo lungo l'asta dei fossi), si è confermato che questo è frequentemente interrotto nella sua linearità e la struttura è parzialmente degradata in diversi tratti. Pertanto lo stato di conservazione della struttura non può essere definito Buono. Ne consegue, con riferimento alla tabella di cui sopra, che in questo caso **il grado di conservazione dell'habitat 3280 è buono perché le prospettive di conservazione delle funzioni sono buone e sebbene la struttura sia parzialmente degradata il ripristino è possibile con poche difficoltà.**

C'è da evidenziare che lo stato di conservazione di questo tipo di habitat è difficile da valutare, con riguardo alla struttura e alle funzioni, visto che si parla di una vegetazione in buona parte effimera, condizionata dal regime delle acque, da cui dipende anche il ciclo di deposizione dei sedimenti e di emersione del greto (l'ispezione visiva ha mostrato che di frequente l'interruzione della continuità lineare dell'habitat coincide con sezioni di alveo asciutte per buona parte della stagione secca e soggette, in quel periodo, a calpestio da parte di persone e di animali). Le principali minacce per questo di habitat possono provenire dall'inquinamento delle acque, dal deposito di rifiuti, dall'invasione di specie esotiche e dal disturbo derivante dalle pratiche agricole (attraversamento e pascolo di animali). Fortunatamente non sono presenti opere di artificializzazione delle sponde, ma l'accumulo di detriti in alcuni tratti dei fossi, se non rimosso, può costituire un limite alle capacità espansive dell'alveo di piena.

## Altri ambienti

Si deve evidenziare che gli **ambienti di forra**, caratterizzati da diverse specie extrazonali (*Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, varie specie di felci) e le aree a bosco misto del parco (Monte Mussino, M. Bruciato, Macchia di Roncigliano, Valle del Sorbo) che pure non sono segnalati nella lista degli habitat di interesse comunitario, consentono la conservazione di molte specie vegetali sia all'interno che ai margini del bosco (come, per esempio, l'endemismo *Crocus suaveolens*) e di specie faunistiche importanti che in quegli ambienti svolgono le loro funzioni biologiche (come la Salamandrina dagli occhiali che si riproduce in acqua ma vive nel bosco, varie specie di avifauna e di chiroteri che necessitano di rifugi arborei o arbustivi, la Tartaruga di terra che nel periodo riproduttivo si sposta nelle aree aperte ecotonali adiacenti alla macchia, e così via per varie altre specie di rettili, micromammiferi e invertebrati). Pertanto il mantenimento della qualità degli ambienti di forra e delle aree boscate non è di minore importanza di quello degli habitat comunitari ai fini della conservazione della biodiversità.

In particolare, per quanto riguarda gli **ambienti di bosco**, da uno studio di fitopatologia effettuato a Monte Musino (Vettrano & Vannini, 2008) risulta che l'ambiente è soggetto al fenomeno del deperimento per la presenza di vari fattori di stress, quali l'aumento dei periodi di siccità, l'abbandono delle pratiche agricole colturali, il pascolo e gli incendi. In particolare, il bosco di Monte Musino risultava, all'epoca dello studio, un ceduo invecchiato per la mancata applicazione di piani di assestamento, ma la sua condizione non appariva molto diversa da quella degli altri boschi di ceduo invecchiato, e gli autori auspicano interventi urgenti per bloccare la frammentazione dell'habitat.

La tipologia di uso del suolo "**boschi igrofili a pioppi e salice bianco e/o ad ontano nero e/o a frassino meridionale**" si estende per 162,96 ha nel Parco e la maggior parte ricade nel Comune di Roma (87,03 ha). La tipologia "**Cerrete collinari**", che è di gran lunga la categoria più diffusa nel parco, comprende 2970 ha, di cui 866,45 ha nel Comune di Roma, 554,27 ha in quello di Sacrofano e 422,88 ha nel Comune di Formello. **Leccete** (209,02 ha) e **Sugherete** (30,16 ha) sono prevalentemente nel Comune di Roma (171,08 ha di Lecceta e tutta la superficie a Sughero). Complessivamente la superficie boscata ricopre 3376,72 ha di parco ed è ripartita tra tutti i Comuni (Figura 10). Da notare che la porzione di territorio comunale di Riano che ricade nel parco (76 ha) è quasi tutta di bosco (73 ha), il resto è seminativo.

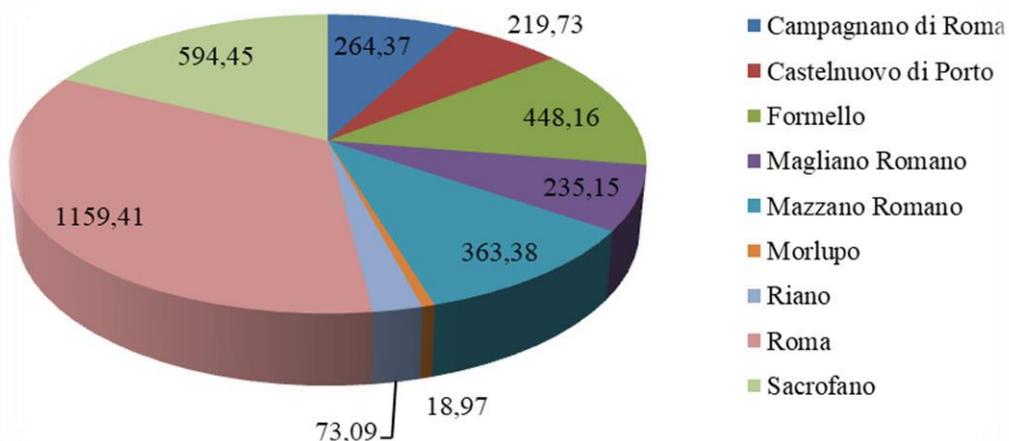


Figura 10. Superfici boscate del Parco, suddivise per Comune di appartenenza (in ha)

La **qualità dei corsi d'acqua** del Parco di Veio è stata valutata approfonditamente in uno studio dell'Istituto Superiore di Sanità (Della Bella *et al.*, 2009). L'analisi ha preso in considerazione i bacini dei tre corpi idrici principali: il Fosso della Torraccia, il Fosso della Valchetta (o Cremera) e il Fosso della Crescenza e i loro affluenti di una certa portata. Sono state svolte indagini chimiche, batteriologiche, di comunità (IBE) e di funzionalità fluviale (IFF).

Dalle indagini è risultata una situazione fortemente compromessa dal punto di vista della qualità in tutte le aree esterne al sito di importanza comunitaria. Dal punto di vista chimico, sono state individuate elevate concentrazioni di fosfati, basso contenuto di ossigeno disciolto e alti valori della domanda di ossigeno biologica (BOD5), che interessano in modo più accentuato il bacino del Fosso della Crescenza e gli affluenti degli altri due fossi (precisamente il Fosso Piordo nel bacino del Fosso della Valchetta e il fosso Canneto - o Sacrofano - nel bacino del Fosso della Torraccia). Questi risultati spiegano anche il deterioramento della qualità dei corpi recettori, in particolare il peggioramento rilevato nel Fosso della Valchetta a valle della confluenza con il Fosso Piordo.

I risultati delle analisi microbiologiche hanno confermato le criticità e indicano un generale inquinamento fecale in tutte le acque ad eccezione della zona SIC e alla sorgente del Fosso della Torraccia.

L'indagine delle comunità macrobentoniche (IBE) completa i risultati precedenti, evidenziando la qualità migliore nel Fosso della Valchetta nella zona SIC e quella peggiore nel Fosso della Crescenza. Il Fosso della Torraccia presenta una qualità delle acque buona prima dell'immissione del Fosso di Sacrofano, mentre più a valle (località Pietra Pertusa) la qualità peggiora lievemente. Approssimandosi la confluenza col Tevere (all'interno del Grande Raccordo Anulare) il risultato dell'IBE è scadente per tutti i fossi. Lo stesso indice rivela una situazione maggiormente compromessa nella campagna estiva rispetto a quella autunnale, specie per il Fosso della Torraccia, che evidentemente soffre maggiormente di stress idrico. Inoltre gli autori evidenziano che l'andamento dell'indice non manifesta sostanziali cambiamenti rispetto alla precedente campagna di misura effettuata nel 2001. Anche l'indice di funzionalità fluviale IFF evidenzia un progressivo peggioramento procedendo dalle sorgenti dei fossi verso l'immissione nel Tevere.

Il territorio del SIC ricade interamente nella parte settentrionale del bacino del Fosso della Valchetta, dove la qualità delle acque è ancora buona. È quindi presumibile che se la qualità del corso d'acqua potesse migliorare in futuro gli habitat di molte specie si estenderebbero anche oltre il SIC.

Con riguardo alla pressione ambientale derivata da eventuali contaminazioni e inquinamenti dei suoli e delle acque di risulta delle irrigazioni (oltre ai problemi di rete fognaria evidenziati dallo studio dell'ISS) si deve tener conto che la morfologia del territorio è tale che la maggior parte delle precipitazioni, circa l'80%, viene ruscellata. Pertanto una minima parte di sostanze inquinanti penetra nella falda mentre la maggior parte si riversa nei fossi e quindi nel Tevere.

I territori dei bacini ricadono sotto diverse responsabilità amministrative: il bacino del Fosso della Crescenza, che sottende la parte meridionale dell'area protetta, ricade interamente nel territorio comunale di Roma, mentre l'estremità settentrionale del Parco ricade nel bacino del Treja, che scorre fuori parco, ed è ripartita amministrativamente tra i Comuni di Campagnano, Mazzano e Magliano. Il bacino del Fosso della Valchetta dipende dai Comuni di Campagnano, Sacrofano, Formello e Roma. Il bacino del Fosso della Torraccia è ripartito amministrativamente tra i Comuni di Morlupo, Castelnuovo di Porto, Riano, Sacrofano, Formello e Roma.

## Le specie di importanza comunitaria

Con riferimento alla sezione 3.2 del Formulario Natura 2000 relativo al SIC, le specie riconosciute di importanza comunitaria (Allegato II della Direttiva) segnalate nel sito sono il rettile *Elaphe quatorlineata*, gli uccelli *Lanius collurio* e *Milvus migrans*, l'invertebrato *Melanargia arge*, l'anfibio *Salamandrina perspicillata* e i pesci *Padogobius nigricans*\* e *Telestus muticellus*.

La conservazione del Ghiozzo etrusco *Padogobius nigricans* è considerata prioritaria per la Comunità Europea (un asterisco posto ad apice del nome nell'All. II della Direttiva indica che la specie è prioritaria). L'Averla piccola *Lanius collurio* è classificata "di minor preoccupazione" nella lista rossa internazionale, mentre è "vulnerabile" in quella italiana perché è sospetta una diminuzione di circa il 50% della popolazione negli ultimi dieci anni in pianura padana. Il Nibbio bruno *Milvus migrans* è ugualmente classificato "di minor preoccupazione" dall'IUCN internazionale ma è "quasi minacciato" nella lista rossa nazionale. C'è infatti il timore che la popolazione possa scendere al di sotto della soglia di mille individui nei prossimi anni.

Nel campo 'Altre importanti specie di flora e fauna' (sezione 3.3 del Formulario) sono inoltre segnalati i rettili *Coronella girondica*, *Elaphe longissima*, *Natrix tessellata*, l'anfibio *Rana italica*, i mammiferi *Hystrix cristata*, *Martes martes*, *Muscardinus avellanarius*, *Mustela putorius* e l'endemismo vegetale *Digitalis micrantha* presente con una trentina di esemplari.

I dati non sono affidabili, infatti l'elenco delle specie è stato ricavato esclusivamente per via bibliografica e, come indica la segnalazione DD (scarsità di dati) effettuata dai compilatori nel campo "Data quality" del Formulario, le informazioni non sono aggiornate. Infatti dagli studi più recenti (Filippi & Luiselli, 2008; Chiocchio *et al.*, 2008) non risulta più certa la presenza di *Elaphe quatorlineata*, di *Elaphe longissima*, di *Natrix tessellata* e di *Melanargia arge* (sebbene, per quanto segnalata come 'Poco Comune' da De Sanctis *et al.* (2003), la specie endemica *Phleum ambiguum*, pianta nutrice del lepidottero, è ancora presente nel parco). *Coronella girondica* non è una specie riportata nell'All. IV ma è protetta dalla Convenzione di Berna, non è una specie particolarmente minacciata (status IUCN: *Minor preoccupazione*) e, comunque, non rientra tra le recenti segnalazioni. Ancora, è accertata la presenza di *Testudo hermanni* e di *Zerynthia polyxena* (Filippi & Luiselli, 2008; Chiocchio *et al.*, 2008), specie listate nell'All. IV della Direttiva ma non riportate nel Formulario del sito, come pure *Hystrix cristata*, presente nello stesso allegato seppure ritenuta "di minore preoccupazione" nella Lista Rossa nazionale.

Oltre alle specie citate negli allegati della Direttiva Habitat, sono state segnalate, in quanto oggetto di studi, 60 specie di uccelli (gli uccelli sono tutti prioritari per la Direttiva, che ha inglobato la Direttiva 79/409/CEE 'Uccelli') e nove specie di chiroteri (oggetto della convenzione europea *Bat Agreement* a cui l'Italia ha aderito), che si aggiungono alle citate *Testudo hermanni* e *Zerynthia polyxena* come specie a rischio da monitorare.

Tutte le specie citate non sono minacciate direttamente, grazie anche alle attività di prevenzione e di salvaguardia del Parco, ma per la loro sopravvivenza è cruciale la buona conservazione degli habitat (Lucchese F. & Di Domenico F., 2008; De Santis *et al.*, 2003; Biscardi & Russo, 2008; Batary *et al.*, 2008; Celik, 2012).

La specie più importante per la conservazione risulta così essere il pesciolino *Padogobius nigricans* (Ghiozzo di ruscello o Ghiozzo etrusco). Questa specie oltre ad essere un endemismo del Centro Italia, risulta minacciata nella lista rossa dell'IUCN ed è riportata negli allegati di due altre convenzioni

internazionali (Berna 1979<sup>9</sup> e Risoluzione n.6 di Berna 1998). È una specie che vive nei corsi d'acqua di piccola e media portata caratterizzati da acqua limpida, rapida e ben ossigenata e da fondali a ciottoli o ghiaiosi. Si riproduce nei mesi di maggio e giugno e si nutre di larve di insetti, crostacei e oligocheti. La specie è fortemente a rischio: il suo status IUCN è Vulnerabile (VU) per una diminuzione del 30% della popolazione negli ultimi 10 anni per effetto dell'introduzione di specie invasive (in particolare *Padogobius bonelli*, in alcuni corsi d'acqua della Toscana e del Lazio) e perdita nella qualità dell'habitat. La specie è danneggiata dai prelievi idrici e ogni altra forma di captazione delle acque, dalla predazione di specie ittiofage, dall'inquinamento delle acque. In alcuni corsi d'acqua secondari è fortemente minacciata dalle carenze idriche estive. Non risultano studi recenti sulla popolazione nel Parco di Veio ma la presenza della specie è stata confermata dall'ente gestore nelle acque del Cremera nella Valle del Sorbo.

La *Salamandrina perspicillata* (Salamandrina di Savi) è un endemismo italiano e non risulta particolarmente minacciata in generale (Status IUCN: di minor preoccupazione). Tuttavia la sua presenza al Parco di Veio, limitata a due popolamenti, è critica per i diversi impatti che saranno discussi nel seguito. In effetti, la specie che è citata nell'Allegato II della Direttiva è *Salamandrina terdigitata* e non *S. perspicillata*, ma le due specie, che per il resto sembrano molto simili, sono state distinte solo di recente in seguito a un confronto genetico. La prima salamandrina è settentrionale e la seconda è meridionale, la linea di demarcazione degli areali è stata fissata al Volturno sebbene alcuni gruppi di *S. terdigitata* siano stati trovati anche più a Nord. *Salamandrina perspicillata* vive principalmente nei boschi di tipo misto mesofilo ed elevata umidità, in prossimità di corsi d'acqua a lento corso. È una specie elusiva, ma è possibile vederla al momento della ovodeposizione, che avviene in acqua a primavera. Si nutre essenzialmente di collemboli e controllando gli invertebrati del suolo essa svolge un importante ruolo nelle funzioni ecosistemiche forestali (Salvidio *et al.*, 2012). La maggioranza delle salamandre è vivipara ma *S. perspicillata* deposita le uova ancorandole alle rocce ed altri oggetti sommersi. Le femmine ritrovano i siti di ovodeposizione grazie all'odore, pertanto alterazioni della natura dell'acqua (fertilizzanti, pascolo, erbicidi ecc.) rappresentano una minaccia alla riproduzione della specie (Romano & Ruggero, 2008). Nel parco di Veio sono state rinvenute due popolazioni di *Salamandrina perspicillata* (Filippi & Luiselli, 2008). La densità delle popolazioni ed altri aspetti delle loro attività terrestri sono state studiate nella Valle dell'Inferno (Della Rocca *et al.*, 2008) e risulta che la disponibilità di rifugi rocciosi e di corpi idrici a bassa inclinazione siano cruciali nel determinare un'alta densità delle salamandre. Pertanto un rischio per la specie è rappresentato da eventuali violente alluvioni che possono trascinare a valle adulti, uova e larve. Il rischio maggiore potrebbe però derivare dall'introduzione di salmonidi (trote).

**Ricapitolando:** il Parco di Veio esprime habitat e specie importanti da un punto di vista biogeografico e per la conservazione della biodiversità. Il patrimonio naturale è focalizzato nell'area del sito di importanza comunitaria ma, se ci fossero le condizioni favorevoli, potrebbero espandersi in altre aree del parco. Lo stato degli habitat e delle biocenosi è generalmente buono ma vulnerabile rispetto a diversi fattori: occorre limitare il rischio di frammentazione, di riduzione delle superfici e di degrado della struttura. Per la biologia di diverse tra le specie da proteggere (ad esempio la testuggine e l'averla) è importante il mantenimento degli ambienti ecotonali e della continuità ecologica, infatti la maggior minaccia per il mantenimento delle popolazioni è rappresentata potenzialmente, per tutte le specie elencate sopra, dalla perdita di habitat.

---

<sup>9</sup> <http://www.isprambiente.gov.it/temi/biodiversita/convenzioni-e-accordi-multilaterali/convenzione-sulla-conservazione-della-vita-selvatica-e-dellambiente-naturale-in-europa-berna>

In particolare, per le specie importanti più a rischio (ma non solo), quali *Padogobius nigricans* e *Salamandrina perspicillata*, è cruciale la qualità dei corsi d'acqua.

Nelle prossime sezioni saranno esaminate le pressioni a cui sono soggetti gli ecosistemi, i loro determinanti e gli impatti reali e potenziali sul patrimonio naturale in vista della valutazione del rischio.

### L'ecosistema umano

Il presidio umano riveste un ruolo rilevante nella dinamica degli ecosistemi del parco: se da una parte cittadini e agricoltori fruiscono i servizi ecosistemici offerti dal patrimonio naturale, dall'altra parte essi interferiscono con i processi naturali con impatti positivi e negativi.

La popolazione complessiva dei Comuni del Parco ammontava nel 2016 (registrazioni anagrafiche) a 178.685 unità, distribuite per oltre la metà nel territorio del XV Municipio di Roma (sono escluse, per le finalità dell'analisi ambientale, le zone di Tor di Quinto, Farnesina, Cesano, Martignano e Foro Italico che coprono bacini diversi da quelli del parco) e nei restanti otto Comuni (Figura 11). Prendendo come riferimento il censimento del 2001, la popolazione complessiva che afferisce al parco è aumentata del 14,04% nel censimento 2011 e del 18,68% nell'anticipazione del 2016. La variazione non è stata omogenea tra i Comuni ma varia da un minimo del 6,88% a Magliano Romano a un massimo del 62,89 a Riano. L'incremento è stato positivo in tutti i Comuni per tutto il periodo considerato, eccetto per Magliano Romano dove si è passati da un +11,20% del 2011 al +6,88% del 2016 (Figura 12).

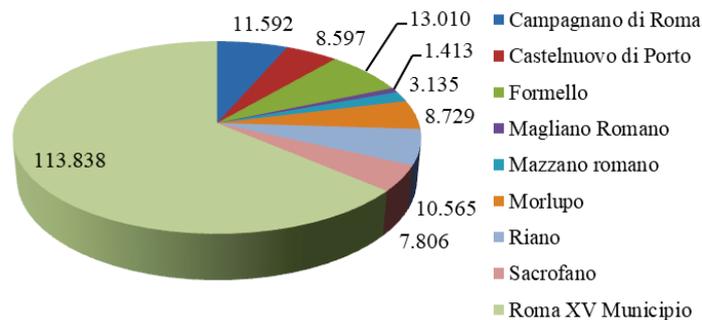


Figura 11. Popolazione nei Comuni nel 2016

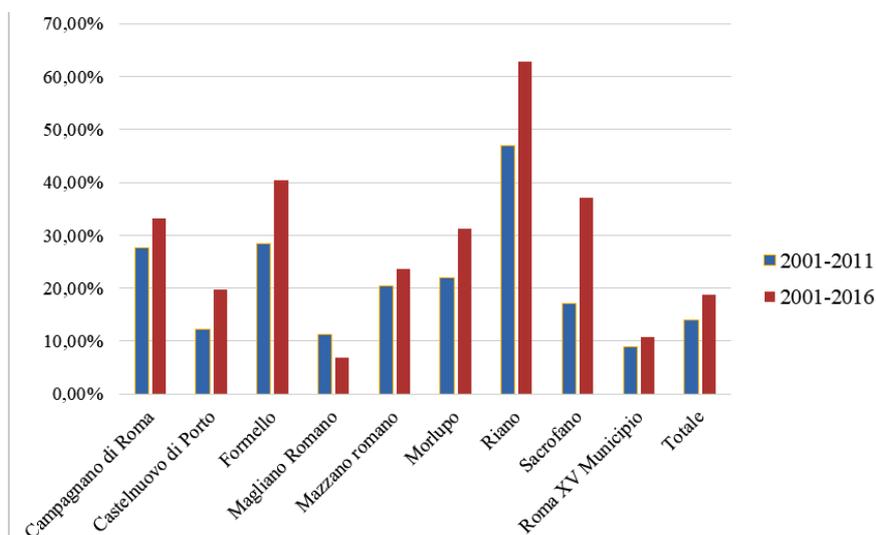


Figura 12. Confronto popolazioni 2001-2011-2016

L'indice di vecchiaia, che rappresenta il grado di invecchiamento di una popolazione, è maggiore di 100 in tutti i Comuni del parco, escluso il Comune di Riano, dove vale 96,4 (Figura 13). Esso è calcolato come rapporto percentuale tra il numero degli ultrasessantacinquenni ed il numero dei giovani fino ai 14 anni. Ad esempio, nel 2016 l'indice di vecchiaia per il Comune di Campagnano di Roma dice che ci sono 105,5 anziani ogni 100 giovani. La velocità di variazione dell'indice negli ultimi 15 anni si aggira mediamente intorno al 2% annuo, con esclusione del Comune di Riano dove il tasso di incremento annuo dell'indice vale -0,64 e conferma quel Comune come il più giovane del parco.

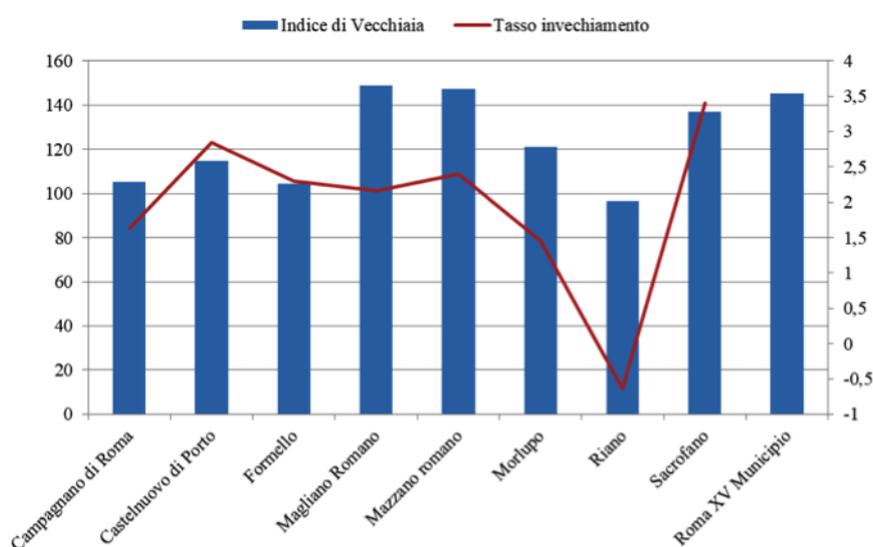


Figura 13. Indici di vecchiaia

Negli otto piccoli Comuni (in confronto a Roma) la popolazione attiva, cioè gli abitanti di età compresa tra i 15 e i 65 anni, è passata dalle 19.487 unità del 2001 (Figura 14) alle 50.368 unità del 2011 (Figura 15). La forza lavoro (occupati più persone in cerca di occupazione) è aumentata come conseguenza dell'incremento di popolazione e le persone in cerca di occupazione sono passate dal 6,59% al 5,98% della popolazione attiva mentre gli occupati sono scesi dal 58,36% al 49,30%. Se ne deduce pertanto che è cresciuto il numero dei senza lavoro che hanno rinunciato anche a cercarlo. Risulta incrementato, nel 2011 rispetto al 2001, anche il numero di persone in pensione o che sono percettori di altro tipo di rendita e quello di persone prive di reddito proprio (studenti, casalinghe e altri). Non sono disponibili i dati corrispondenti alle zone del XV Municipio di Roma.

In definitiva, risulta che la popolazione complessiva del parco è in generale aumentata, grazie all'immigrazione piuttosto che alle nascite, e che l'andamento degli occupati, in particolare, non segue lo stesso tipo di trend anche in conseguenza del progressivo invecchiamento della popolazione.

Per quanto concerne le pressioni esercitate dal carico umano sull'ambiente naturale, si deve considerare che, oltre all'occupazione, alla artificializzazione e alla impermeabilizzazione del suolo da parte del presidio umano, una sorgente di impatto è quella esercitata da alcune zone sui bacini del Fosso della Crescenza e di quello della Torraccia, come è stato evidenziato dallo studio dell'ISS, a causa del cattivo funzionamento delle reti fognarie.

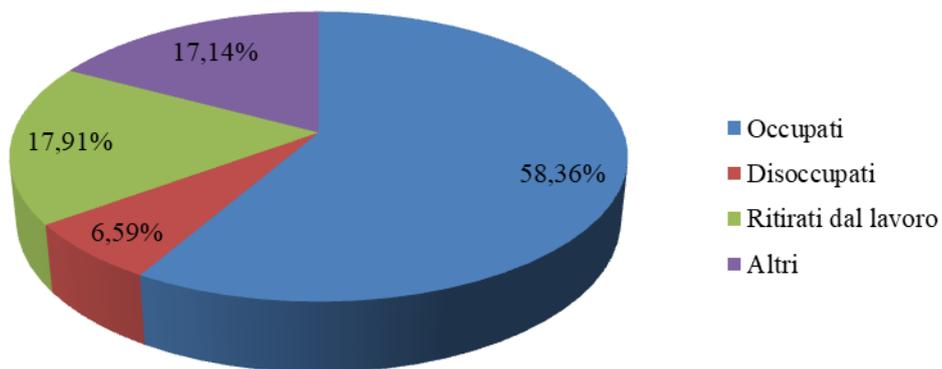


Figura 14. Popolazione attiva (19.487 unità) e forza lavoro nel 2001

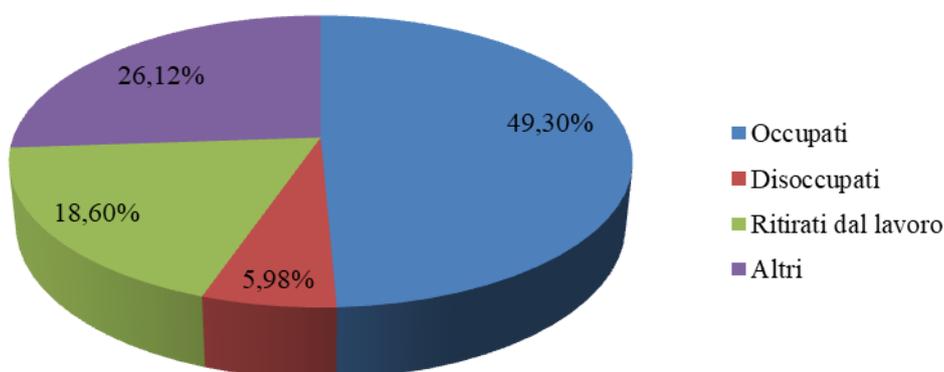


Figura 15. Popolazione attiva (50.368) e forza lavoro nel 2011

A fronte degli impatti, reali e potenziali, derivati dalla sola presenza umana sono state disposte adeguate risposte da parte delle autorità competenti (Regione, Comuni, Ente gestore) sotto forma di norme, regolamenti e piani volti a limitare l'urbanizzazione, a evitare il calpestio indiscriminato degli ambienti naturali, a limitare il disturbo e a gestire gli scarichi. In particolare, l'attività di sorveglianza da parte degli organi competenti, oltre a prevenire gli impatti, consente il monitoraggio delle pressioni sull'ambiente attraverso il numero e la qualità delle segnalazioni di infrazione.

È però evidente come la situazione debba essere sistematicamente monitorata con l'aggiornamento delle statistiche socio-economiche, registrate nel GIS a seguito del rilascio di nuovi elaborati da parte delle istituzioni competenti e con l'aggiornamento degli usi del suolo e delle carte degli habitat nella scala adeguata. I dati più rilevanti per la valutazione dei rischi sono quelli relativi all'estensione delle aree artificiali e alla loro dinamica rispetto a quella degli ambienti naturali e quelli relativi alla appropriatezza delle reti fognarie.

Con riferimento alle attività economiche, sempre in relazione ai piccoli Comuni, le attività prevalenti sono pertinenti ai servizi e al commercio (Figura 16). La maggior parte delle attività manifatturiere, in numero di 202, sono svolte da microimprese (1-9 addetti), mentre sono 11 le piccole imprese (10-49 addetti) e 1 sola media impresa (50-249) nei Comuni del parco, Roma esclusa. Allo stesso modo sono 653 le microimprese nel settore delle costruzioni, contro le 71 piccole e 1 media impresa.

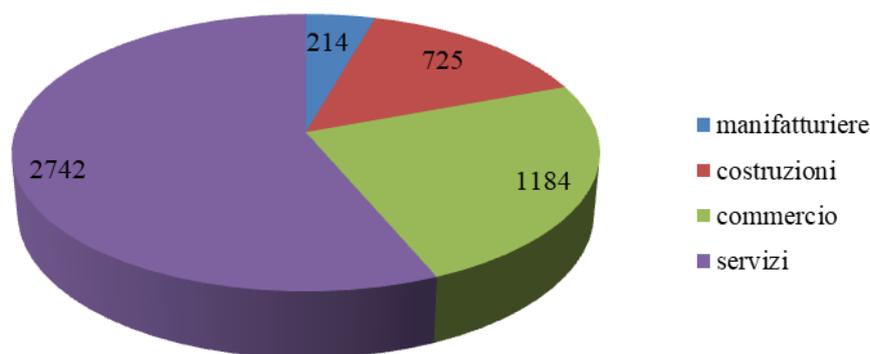


Figura 16. Attività economiche nei piccoli Comuni del Parco

Nel commercio ci sono 1.133 microimprese, 42 piccole imprese e 7 medie imprese, ma anche due imprese che contano oltre 249 addetti. Infine sono 2.608 le microimprese nel settore dei servizi, 123 le piccole imprese e 11 le medie imprese.

Le pressioni esercitate dalle attività economiche dipendono dal tipo di attività e non possono essere esplicitate senza un'adeguata analisi ambientale per ciascuna attività o filiera, ma sarebbe auspicabile che le imprese che operano all'interno o sui bacini dei parchi, oltre all'osservanza delle leggi ambientali si dotino anche, singolarmente o a livello di filiera, di un sistema di gestione ambientale.

L'agricoltura è di gran lunga l'attività più diffusa all'interno del territorio del parco. La superficie agricola totale (SAT) dei piccoli Comuni complessivamente è risultata di 11.102,99 ha all'ultimo censimento generale dell'Agricoltura (2010) e la superficie agricola utilizzata dalle aziende (SAU) era di 8.730,76 ha. Non si hanno dati per quello che riguarda il XV Municipio di Roma.

Tra i due censimenti, quello del 2000 e quello del 2010 (ma il trend è stato lo stesso anche nel decennio precedente), la SAT complessiva è diminuita, come pure sono diminuite la SAU e il numero di aziende agricole (Tabella 2). Ciononostante il rapporto SAU/SAT è rimasto invariato. Inoltre, in controtendenza, è aumentato il numero di aziende nelle classi di superficie SAU e SAT maggiori di 10 ettari.

Tali numeri, seppure indicativi dello spessore dei determinanti ambientali nel territorio, sono poco significativi per quello che riguarda le pressioni ambientali e gli impatti sulle acque e sul suolo, perché non tengono conto della posizione delle SAU rispetto ai bacini, dove appunto convergono gli inquinanti delle acque e i contaminanti del suolo.

Tabella 2. Variazione nel numero di aziende agricole operanti sul territorio del Parco

Variazioni	Totali	(<2 ha)	(>2 e <10ha)	(>10ha)
Numero aziende: 1990-2001	-1110			
Numero aziende: 2001-2010	-2515	-2276	-280	+37
SAT 2001-2010	-1.845,54	-1.522,45	-1.277,07	+953,98
SAU 2001-2010	-1.276,08	-1.542,6	-1.015,69	+1.282,21

All'interno dei bacini dell'area protetta, la maggior parte della superficie agricola è utilizzata per seminativi in aree non irrigue o, in minore estensione, per prato/pascolo (Figura 17). Il seminativo è il tipo di coltura più diffusa ed è distribuito omogeneamente in tutta l'area protetta (Figura 18).

La maggior parte dei vigneti ricade fuori dall'area di interesse; appezzamenti di frutteto si trovano nel Comune di Sacrofano, bacino del Fosso della Torraccia; gli oliveti sono situati nei Comuni di Formello e Castelnuovo di Porto, bacino del Cremera, e sparsi nell'area del Comune di Roma che è sottesa da tutti e tre i bacini; le aree a prato/pascolo sono per lo più situate nei Comuni di Campagnano e Formello, tutte nel bacino del Cremera.

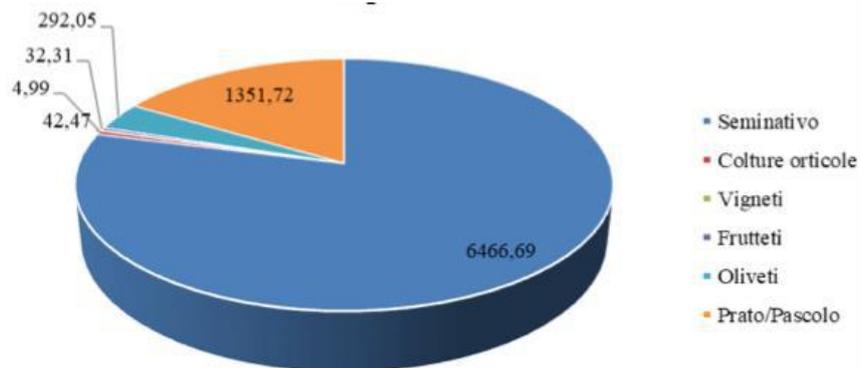


Figura 17. Coltivazioni nell'area del parco

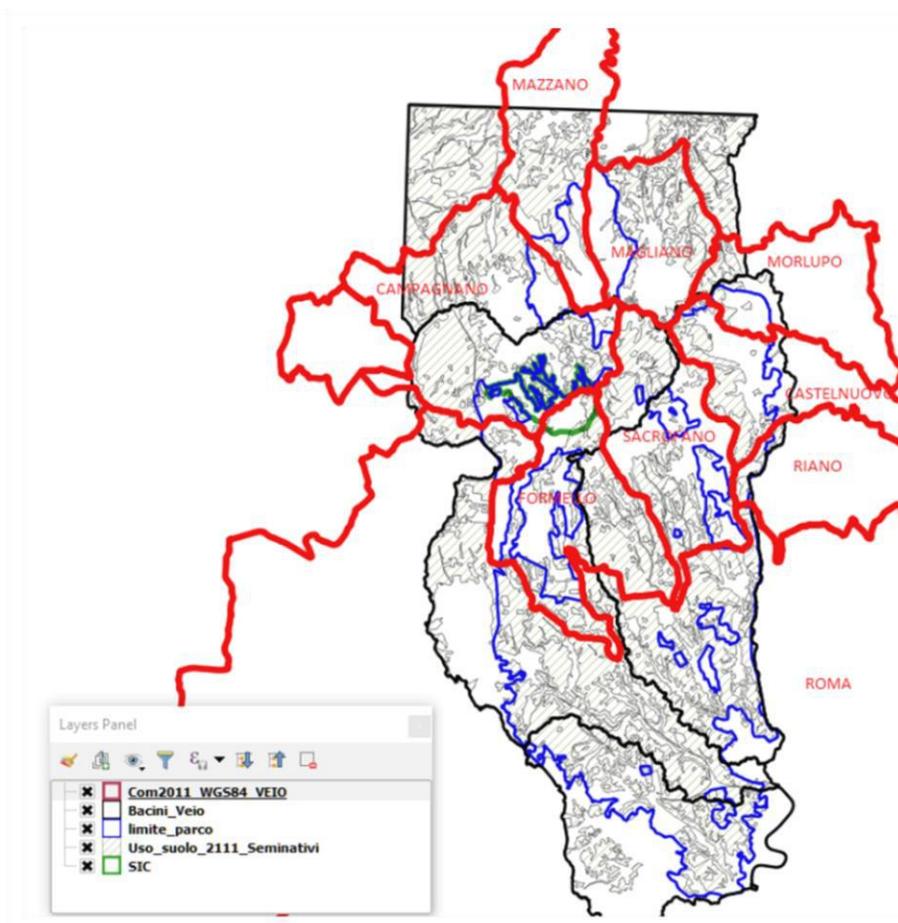


Figura 18. Seminativo (ombreggiato)

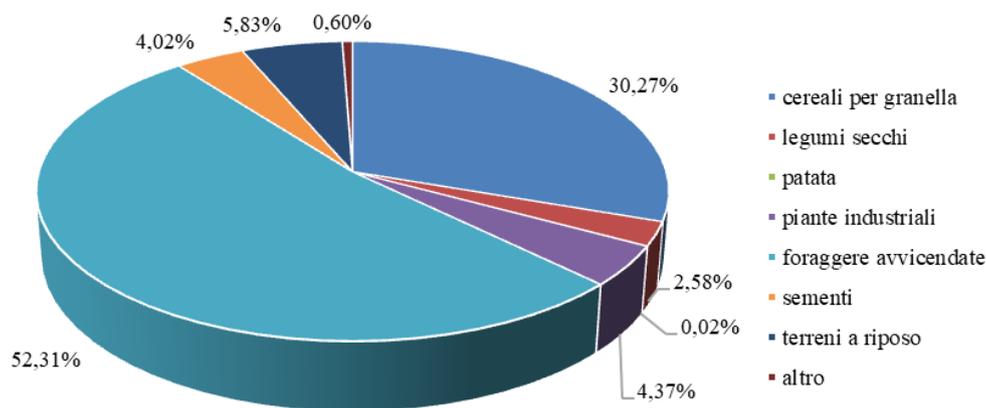


Figura 19. Tipologia di Seminativo

Il seminativo, che è la coltura più rilevante per dimensioni, concerne principalmente cereali per granella e foraggere avvicendate (Figura 19).

I principali rischi ambientali (Tabella 3) associati a queste colture sono stati pubblicati sul sito del Ministero dell’Ambiente.

Tabella 3. Rischi ambientali gravanti sulle rese produttive

SISTEMA	Resa granella (t/ha)	Carboon Footprint (t CO <sub>2</sub> /t)	Water Footprint (m <sup>3</sup> /ha)	Ecological Footprint (gha/t)	Efficienza utilizzazione azoto (kg/kg)	Rischio DON (0-9)
Cerealicolo	3,3	0,67	745	0,73	28,4	3,9
Foraggio	4,3	0,3	478	0,47	66,7	0

(fonte: [http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rio\\_20/forum\\_rio20\\_ruini\\_barilla3.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rio_20/forum_rio20_ruini_barilla3.pdf))

Nella tabella la *Carboon Footprint* esprime l’effetto dei gas serra, la *Water Footprint* esprime il consumo di acqua in evapotraspirazione, l’*Ecological Footprint* misura l’area biologicamente produttiva (*global hectares, gha*) necessaria per riprodurre le risorse consumate, l’Efficienza utilizzazione azoto esprime quanto raccolto è prodotto per unità di azoto distribuito e il rischio DON esprime il rischio di contaminazione del prodotto da parte del Deossinilalenolo (DON), una pericolosa microtossina sviluppata da un gruppo di germi patogeni, e varia da 0 (non c’è rischio) a 9 (condizioni molto favorevoli allo sviluppo delle microtossine). L’indice combina i fattori meteorologici favorevoli alla microtossina con quelli predisponenti e specifici dell’unità produttiva, quali la sensibilità varietale, la precessione colturale e la lavorazione del suolo.

Gli effetti più importanti delle coltivazioni a livello locale sono il consumo di acqua, l’alienazione dalla naturalità e l’impoverimento del suolo, l’introduzione di fertilizzanti e fitofarmaci nelle acque superficiali. Tenendo conto della rotazione delle colture e della normativa in materia di fertilizzanti, se osservata, gli ultimi due tipi di impatto dovrebbero essere poco significativi, ma non ci sono dati in proposito.

Per quanto riguarda l'allevamento, non sono disponibili dati disaggregati per le zone di interesse situate nel Comune di Roma. Negli otto piccoli Comuni, invece, prevalgono bovini, bufalini, ovini e caprini (intorno alle 1500 unità nel Censimento Generale dell'Agricoltura 2010), con una riduzione del 54% nel numero di unità bovine/bufaline mentre tra il 2001 e il 2010 si è registrata una drastica riduzione (ca. 90% in media) degli allevamenti ovini/caprini, avicoli, suini ed equini (-100%) che probabilmente consegue alla riduzione delle aziende agricole di classe medio-piccola. Non si dispone di dati riguardanti la presenza animale nel parco, ma uno studio sulla sostenibilità del pascolo (Catorci *et al.*, 2008) ha evidenziato carichi che, a seconda delle zone, variano dagli 1,5 UBA/ha ai 3 UBA/ha, ben al di sopra della capacità di carico teorica (0,3-0,9 UBA/ha secondo gli autori) necessaria per il mantenimento della beta-diversità degli ambienti di pascolo.

### Valutazione dei rischi e discussione

Tutti gli ambienti in Europa sono semi-naturali. Questo significa che le attività umane sono parte integrante della loro conservazione. Infatti, si è già evidenziato che talune attività, come per esempio alcune pratiche agricole e il pascolo sostenibili abbiano un impatto positivo sugli habitat: incendi periodici e carichi di pascolo adeguati contribuiscono a mantenere la biodiversità del prato-pascolo, che altrimenti seguirebbe il suo sviluppo seriale naturale. Anche le attività ricreative e culturali, quali le passeggiate guidate, i corsi di pittura naturalistica e di botanica, i giochi didattici e ogni altra attività mirata a coinvolgere i cittadini dei Comuni del Parco e di quelli limitrofi accrescono l'affezione nei confronti del luogo protetto e lo inseriscono nel vissuto delle persone che si sentono così maggiormente motivate a mantenerlo e proteggerlo. La presenza umana e, soprattutto, le attività economiche hanno, però, effetti impattanti negativamente sul suolo, sull'acqua, sull'aria e sulla biodiversità. Gli impatti sono poi più o meno significativi a seconda della specie che ne subisce gli effetti, della intensità e della durata dell'impatto e del periodo o dei periodi dell'anno in cui gli impatti accadono. Possono andare dal semplice disturbo, alla cattura o alla predazione delle specie. Inoltre possono verificarsi impatti che non dipendono direttamente dall'uomo e dalle sue attività, come le catastrofi naturali e gli effetti del cambiamento climatico. In definitiva, si è instaurato un equilibrio dinamico tra gli ecosistemi e con l'ecosistema umano che usufruisce dei servizi ecosistemici quando sostiene la semi-naturalità. Il risultato dell'equilibrio dovrebbe essere la conservazione della biodiversità. Poiché è inserito in una cornice dinamica con un numero elevato di variabili indipendenti l'equilibrio è necessariamente instabile e il solo modo per sorvegliarne l'evoluzione, e quindi pensare e attuare misure correttive, è quello di riferirsi a indicatori sintetici capaci di integrare gli effetti delle pressioni più disparate evidenziando l'effetto cumulativo degli impatti. L'integrità degli habitat è il miglior indicatore in questa direzione.

Se si fa eccezione per la cattura, per la predazione diretta delle specie protette e per l'introduzione di specie aliene devastanti per le specie autoctone, tutte attività peraltro fuorilegge, i tipi di impatto negativo individuati nelle tabelle che seguono (Tabelle da 4 a 6) hanno come effetto finale la riduzione dell'areale e la frammentazione degli habitat ovvero il loro degrado (nella struttura e nelle funzioni: una perdita di qualità è a tutti gli effetti una riduzione).

Tabella 4. Tipologie di pressione agenti sulla componente Suolo del Parco

DETERMINANTI	SUOLO							
	Occupazione suolo	Impermeabilizzazione	Artificializzazione	Contaminazione	Riduzione fertilità	Scavi e movimentazione	Alterazioni microclima	
Tessuto residenziale continuo e denso	X	X	X	X	X	X	X	
Tessuto residenziale discontinuo	X		X	X	X			
Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)	X	X	X	X	X	X		
Cantieri e spazi in costruzione e scavi Sono qui comprese le aree di norma circoscritte dalle recinzioni	X	X	X	X	X	X		
Suoli rimaneggiati e artefatti			X	X	X	X	X	
Aree verdi ricreative e sportive			X					
Seminativi semplici in aree non irrigue				X	X			
Altre coltivazioni				X	X			
Traffico								X
Allevamento				X				
Caccia/pesca di frodo								
Attività ricreative culturali e didattiche								
Opere idrauliche			X			X		
Discariche abusive	X		X	X	X	X		

Tabella 5. Tipologie di pressione agenti sulla componente Acque del Parco

DETERMINANTI	ACQUE							
	Prelievi di acqua superficiale	Emissioni inquinanti	Accumulo detriti o altro sulle zone di espansione alveo	Alterazione Morfologia fluviale	Alterazioni dell'idrologia	Consumo per evapotraspirazione	Prelievi di acqua sotterranea	Alterazione idrografia sotterranea
Tessuto residenziale continuo e denso		X			X			X
Tessuto residenziale discontinuo	X	X					X	X
Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc)		X			X			
Cantieri e spazi in costruzione e scavi (Sono qui comprese le aree di norma circoscritte dalle recinzioni)		X		X	X			
Suoli rimaneggiati e artefatti								
Aree verdi ricreative e sportive								
Seminativi semplici in aree non irrigue	X	X				X		
Altre coltivazioni/silvicoltura	X	X	X	X		X	X	
Traffico		X						
Allevamento		X						
Caccia/pesca di frodo								
Attività ricreative culturali e didattiche								
Opere idrauliche				X	X			X
Discariche abusive		X						

Tabella 6. Tipologie di pressione agenti sulla componente Habitat e Specie del Parco

DETERMINANTI	HABITAT E SPECIE										
	perdita di habitat	prelievo di specie vegetali	prelievo di specie faunistiche	presenza di specie aliene invasive	pascolo	disturbo	incendi	calpestio	barriere ecologiche	mortalità indotta da incidenti	contaminazione da idrocarburi
Tessuto residenziale continuo e denso	X			X		X		X	X	X	X
Tessuto residenziale discontinuo	X			X				X		X	
Reti stradali e spazi accessori (svincoli, stazioni di servizio, aree di parcheggio ecc.)	X					X	X		X	X	X
Cantieri e spazi in costruzione e scavi (Sono qui comprese le aree di norma circoscritte dalle recinzioni)	X								X	X	X
Suoli rimaneggiati e artefatti	X										
Aree verdi ricreative e sportive	X			X		X		X	X		
Seminativi semplici in aree non irrigue					X	X	X				
Altre coltivazioni	X					X			X		
Traffico						X	X			X	X
Allevamento		X		X	X	X		X			
Caccia/pesca di frodo			X	X		X					
Attività ricreative culturali e didattiche		X				X		X			
Opere idrauliche											
Discariche abusive	X					X		X			

Ciascuna delle voci elencate nelle tabelle si presta ad essere rappresentata da misure oggettive che possono poi essere messe in relazione con le probabilità di impatto, pertanto le dinamiche dei determinanti e quelle delle loro pressioni devono senz'altro essere oggetto di un piano di monitoraggio la cui redazione esula dalle limitazioni del presente lavoro.

Ci preme però sottolineare che la valutazione periodica del rischio per gli habitat presenti nel parco, come descritta nel seguito, è l'indicatore che deve essere preso a riferimento per valutare significatività degli impatti sul patrimonio naturale.

Per ciascuno degli ambienti considerati dall'analisi ambientale sono stati computati gli indici presentati nella sezione Metodologia del presente lavoro e i risultati sono stati utilizzati nella (1) per la valutazione del rischio associato a ciascun ambiente. Per la caratterizzazione degli habitat di interesse comunitario 6220 e 3280 e per quella delle zone boscate si scelto di far coincidere l'area di plot con i limiti del SIC. Il rischio è stato valutato alla data della più recente carta di Uso del suolo (2010). Il fattore di rischio così determinato non è importante in valore assoluto, seppure è indicativo della vulnerabilità, ma bensì lo è per il confronto con la successiva valutazione dello stesso prevista all'acquisizione dei dati del Censimento Generale dell'Agricoltura 2020.

Per la determinazione del Minimo areale **M** e della Distanza massima tra frammenti **D** riferite all'habitat 6220 e alle aree boscate si è stabilito di prendere come specie di riferimento *Testudo hermanni*. La specie ha un *home range* massimo di ca. 7 ha (Mazzotti *et al.*, 2002), pertanto: M=7 ha e D=150 m, che è il raggio del cerchio di area 7 ha.

L'habitat 3280 è un habitat lineare composto da soli due tratti nell'area di plot (vedi Figura 8). L'habitat è caratterizzato da una grande varietà ed eterogeneità di specie ospitate, che comprendono

anfibi, anuri, urodela e diverse specie di uccelli legate all'acqua e ai greti. Sembra quindi ragionevole, specie per le esigenze di riparo e di riproduzione dell'avifauna, assumere come minimo areale una fascia di lunghezza 20m e di larghezza di 150m dalle sponde. All'interno del SIC l'habitat è composto da due tratti separati da una distanza di 1354m (di ascissa curvilinea computata lungo i corpi idrici che collegano i tratti) e afferenti a due diversi corpi idrici che convergono nel Fosso della Valchetta, che non possono quindi essere trattati come due frammenti ma, come ha confermato anche l'indagine visiva, sono due diverse stazioni dello stesso tipo di habitat.

### Habitat 6220

Si è applicato il concetto di massima distanza tra i frammenti a tutti i poligoni dell'habitat comprese nel SIC, a quelli che ne intersecano i limiti e a quelli che anche se ricadono al di fuori dei limiti del SIC distano meno di D=150m da un poligono dei primi due tipi. Sono stati così individuati 7 complessi di frammenti (Figura 8) di cui tre composti da un solo frammento (1; 12; 13), uno da due frammenti (8; 15), due da tre frammenti (2; 3; 4) e (9; 10; 11) e uno da cinque frammenti (5; 6; 7; 14; 16). I risultati del calcolo degli indici, dove applicabili, sono mostrati in Tabella 7 per quanto riguarda la compattezza e la frammentazione dell'habitat.

Si noti che, con l'eccezione del poligono 5\_6220, nessuno degli areali, preso singolarmente, avrebbe la capacità di soddisfare l'esigenza di *home range* di *Testudo hermanni*, ma non è più così se si considerano i complessi e le limitrofe aree boscate.

Tabella 7. Indici di compattezza e frammentazione per l'habitat 6220

Areale	Complesso	Area mq	Perimetro m	Ic	Ir	If
2_6220	1	29418,13	1401,67			
3_6220	1	25803,14	815,58			
4_6220	1	65652,39	1918,03	0,53	0,09	0,18
5_6220	2	301870,03	6619,30			
6_6220	2	1886,73	223,71			
7_6220	2	8595,28	941,16			
14_6220	2	12348,69	480,89			
16_6220	2	5775,35	394,21	0,32	0,83	0,47
9_6220	3	12242,41	479,51			
10_6220	3	4164,59	381,17			
11_6220	3	12137,08	661,64	0,41	0,08	0,73
8_6220	4	4512,52	403,80			
15_6220	4	49194,45	1419,70	0,45	0,58	0,83
13_6220	5	1922,68	228,28	0,32	n.a.	n.a.
12_6220	6	2842,38	237,97	0,21	n.a.	n.a.
1_6220	7	4402,58	498,14	0,53	n.a.	n.a.

Riguardo agli indici di superficie e di qualità si ha:

$$I_s = 0.13$$

$$I_q = 0.33$$

Non sono disponibili dati specifici che consentano una stima della probabilità di impatto per i singoli complessi, poiché, per quanto esposto nelle sezioni precedenti, occorrono dati sulla frequenza degli incendi e sul sovra/sottopascolo rispetto al limite critico. Pertanto, in prima approssimazione, si è assegnata la stessa probabilità a tutti i complessi e il valore dell'indice  $I_s$  è stato utilizzato come migliore stima della probabilità, fondando questa scelta sul postulato che quanto maggiore è l'areale di distribuzione dell'habitat tanto maggiore sarà la sua resilienza.

Sostituendo nella (1) i valori per il calcolo si ottiene:

$$R_{6220} = 5,54$$

Considerando che il rischio può assumere valori che vanno da zero a cento, il risultato ottenuto rappresenta, nei limiti delle approssimazioni che abbiamo posto, una situazione abbastanza buona, ma che deve comunque essere considerata come riferimento per il successivo monitoraggio.

### Habitat 3280

Nel caso specifico di questo habitat curvilineo, piuttosto che la superficie dell'habitat, abbiamo preso in considerazione la larghezza  $2L$  della fascia ripariale che circonda l'asta fluviale sulle due sponde, al fine di determinare il "minimo areale" a cui rapportare i valori misurati con lo scopo di normalizzarli tra zero e uno. Pertanto per il calcolo dell'indice  $I_s$  si è utilizzata una "fascia ripariale minima", anziché un minimo areale. Prendendo a riferimento una fascia minima di 5m da ciascuna delle rive (Boz *et al.*, 2012) e trascurando la larghezza della fascia bagnata che è di pochi metri, si ha in prima approssimazione se il tratto è sufficientemente lungo:

$L = 2A/p$ , dove con  $A$  si è indicata l'area del poligono e con  $p$  il suo perimetro come computati dal GIS. Ne consegue che, in questo caso:

$$I_{s3280} = 5p/2A$$

Si ha pertanto:

Tabella 8. Indici di compattezza e frammentazione per l'habitat 3280

Areale	Complesso	Area mq	Perimetro m	Ic	Ir	If	I <sub>s</sub>	I <sub>q</sub>
1_3280	1	4778,24	442,50	0,45			0,46304	0,33
2_3280	2	42254,21	2891,57	0,75			0,342163	0,33

Che sostituiti nella (1) producono:

$$R_{3280} = 9.10$$

Un valore quasi doppio rispetto a quello risultato per l'habitat 6220.

### Ambiente acquatico

Per stimare il rischio di (ulteriore) impatto sull'ambiente acquatico, che è quello che ospita le specie più a rischio per la conservazione, deve essere considerato l'intero corso del Fosso della Valchetta e non ci si può limitare al tratto di fiume che attraversa il SIC (peraltro con acque di ottima qualità in quel tratto).

Seguendo la suddivisione adottata nello studio dell'ISS, il corso d'acqua è stato caratterizzato in sette tratti, ciascuno limitato da una stazione di misura, contrassegnati come v1,...,v7 nella direzione della corrente. Il tratto più a monte, v1, è stato poi scartato per l'impossibilità di eseguire le misure in condizioni di portata estremamente variabile (dai tre metri di alveo all'alveo asciutto).

Per ciascuno dei tratti è stato computato l'indice IBE a Primavera (IBE1) e in Autunno (IBE2). In questo studio si sono utilizzati i valori numerici dell'IBE (con l'accortezza di porre l'indice uguale a dieci se  $IBE \geq 10$ , condizione che non si è mai verificata).

Per la stima delle probabilità  $pi$  di impatto si sono assunti i superamenti dei valori limite dei macrodescrittori, usando come riferimento il D.Lgs. 152/99, ora abrogato, rispetto al numero di misure effettuato in ciascuna stazione in tutto il periodo di campagna.

Seguendo la procedura presentata nella sezione metodologia si sono calcolati gli indici da impiegare nella (1):

**Tabella 9. Qualità e probabilità di impatto dei tratti considerati del Torrente Valchetta**

Tratto	pi	IBE1	IBE2	L1	L2
v2	0,25	7	8,5	0,30	0,15
v3	0,31	8	7	0,20	0,3
v4	0,38	5	6	0,50	0,4
v5	0,38	7	7	0,30	0,3
v6	0,63	2	1	0,80	0,9
v7	0,75	5	2	0,50	0,8

Che hanno prodotto:

$$R_{\text{Valchetta}} = 23,91$$

Valore di rischio molto più elevato dei precedenti, come era da aspettarsi date le premesse.

L'ambiente acquatico del Fosso della Valchetta risulta così essere quello più a rischio già al "punto zero" del monitoraggio. La prevenzione dell'aumento del rischio per questo fiume, anche in considerazione dell'importanza per la conservazione delle specie che ospita, dovrebbe costituire il nucleo centrale dei programmi di ripristino, di monitoraggio e di salvaguardia.

## Conclusioni

Col presente studio, che si inserisce tra i prototipi sviluppati nell'ambito del progetto RoMA, si è introdotta e applicata una metodologia di valutazione del rischio per il patrimonio naturale, focalizzata soprattutto sulla conservazione degli habitat. La buona conservazione degli habitat costituisce infatti la migliore garanzia per quella delle specie ospitate, fatte salve le minacce specificatamente indirizzate.

La valutazione utilizza indici basati su misurazioni semplici, oggettive e facilmente replicabili o riconfigurabili sulla base di nuovi elementi (per esempio una migliore stima delle probabilità di impatto, che richiede tuttavia un periodo di ricerca e sperimentazione che esula dal mandato di questo studio). L'importante è, come è vero per la confrontabilità di tutti gli indici, che i riferimenti e i criteri di misura siano mantenuti fermi per tutto il periodo di monitoraggio.

Sono infatti le variazioni del rischio che possono attivare, a discrezione del Gestore dell'area protetta, eventuali procedure di emergenza.

La soggettività entra nel processo di valutazione in due sole circostanze:

1. La stima del grado di conservazione dell'habitat secondo il "miglior giudizio dell'esperto".
2. La fotointerpretazione che conduce alle carte degli habitat e a quelle degli usi del suolo.

Si deve comunque da evidenziare che, riguardo al primo punto, il giudizio concerne la scelta di uno su tre livelli, il che riduce notevolmente i margini di errore.

Riguardo al secondo punto, la scala di lavoro e l'osservanza rigorosa dei criteri di classificazione dovrebbero ridurre al minimo la possibilità di risultati soggettivi.

Concludiamo con l'auspicio che la Regione Lazio e l'Ente Gestore trovino utile l'esercizio qui svolto e che sia loro cura, in quanto responsabili della conservazione, recepirne le indicazioni e inserirle nei loro piani e procedure operative.



## Capitolo 4

### Geologia, idrologia ed idrogeologia del bacino idrografico del torrente Valchetta, detto anche Cremera

di *Maurizio Bucci, Umberto Brandimarte, Marco Sbrana*

#### Inquadramento geologico

Il Parco di Veio è localizzato a Nord di Roma tra le vie consolari di Cassia e Flaminia, si estende su un'area di circa 15 kmq occupando parte dell'area vulcanica Sabatina; ad Ovest confina con il parco naturale di Bracciano-Martignano e a Nord con il parco della Valle del Treja. I depositi piroclastici che lo caratterizzano danno luogo a un paesaggio collinare, area centrale (il cratere di Sacrofano), intervallato da profonde incisioni vallive dovute all'erosione delle acque.

L'attività vulcanica e la deposizione delle piroclastiti e delle lave hanno inizio nel Pleistocene medio (ca. 600.000 anni fa). Il primo edificio vulcanico si è sviluppato tra Morlupo e Castelnuovo di Porto e risulta completamente obliterato dalla sedimentazione più recente. Successivamente si è attivato il centro eruttivo di Sacrofano, che ha eruttato un notevole volume di materiale fino a ca. 370.000 anni fa. Le forme riferibili a quest'attività sono il Mt. Aguzzo ed una serie di coni posti lungo il cratere di Sacrofano.

Le due principali colate piroclastiche sono il "Tufo giallo della Via Tiberina", affiorante attualmente nelle incisioni vallive, e il "Tufo giallo di Sacrofano", affiorante intorno al cratere. La colata del "Tufo rosso a scorie nere", anch'essa ampiamente affiorante nei versanti vallivi, non è ritenuta d'origine locale. I prodotti di ricaduta dell'area sabatina sono generalmente noti come "Tufi stratificati varicolori".

Circa 370.000 anni fa è avvenuto il collasso dell'edificio di Sacrofano, con formazione di un'ampia caldera delimitata da una bassa cinta. Nelle zone periferiche, l'attività ha continuato fino a periodi molto recenti, tra l'altro dando luogo al cratere di Baccano, i cui depositi colmano la superficie interna del cratere di Sacrofano.

La morfologia dell'area è stata fortemente influenzata dall'azione delle acque superficiali. L'interno della caldera di Sacrofano drena attualmente verso sud, attraverso la profonda valle del fosso della Mola, che poi diventa torrente Valchetta (o rio Cremera). Tale avvallamento dovrebbe corrispondere a una depressione nel lato meridionale del recinto craterico, causata da un evento vulcanico precedente all'attività di Baccano. A questo bacino imbrifero si è aggiunto in seguito anche l'interno del cratere di Baccano.

Lo spartiacque principale dell'area si trova sulla linea costituita dal lato settentrionale dei crateri di Baccano e Sacrofano, per poi passare, verso est, in corrispondenza del centro eruttivo di Morlupo. A nord dello spartiacque, le acque superficiali drenano verso il fiume Treja, che raggiunge il Tevere dopo un lungo giro a nord del monte Soratte. A sud dello spartiacque, le acque defluiscono nel Tevere attraverso il torrente Valchetta, il fosso della Torraccia e alcuni fossi minori.

La forma del reticolo idrografico si avvicina a quella radiale - tipica degli stratovulcani con il centro in corrispondenza al cratere di Sacrofano. Alla ricchezza di acque di falda, tipica delle zone vulcaniche dell'Italia centrale, si collega il notevole numero di sorgenti, diffuse un po' in tutta l'area, ma in modo dominante nel bacino del fosso della Torraccia. Il lavoro ha preso in considerazione il bacino idrografico del Torrente Valchetta interamente compreso all'interno dell'area del parco di Veio.

### Il bacino idrografico del torrente Valchetta<sup>10</sup>

Il torrente Valchetta, detto anche Cremera, (Figura 20) confluisce nel fiume Tevere poco a valle di Castel Giubileo, a q. m. 15 s.l.m. circa. Il torrente è formato dalla unione del fosso della Mola dei Monti e del fosso della Mola di Formello, la cui confluenza è a q. m. 164 s.l.m. circa, a 15 km per NNO dalla foce del torrente.

Il fosso della Mola dei Monti ha inizio sulle pendici orientali di M. S. Angelo, a quota m. 210 s.l.m., con il nome di fosso Curzio e scende a valle con direzione da nord ovest a sud est fino alla suddetta confluenza.

Il fosso della Mola di Formello ha inizio sulle pendici di M. Cavalluccio, con il nome di fosso Carraccio, a q. di m. 330 s.l.m., e scende a valle per sud ovest fino alla suddetta confluenza. Il bacino occupa una regione collinare con vette anche di poco superiori ai m. 400 s.l.m. nella parte alta del bacino e sempre più basse andando verso valle. I versanti sono in genere dolci; la regione è poi incisa da profondi e stretti fossi; solo il basso corso del torrente Valchetta forma una vallata piuttosto ampia.

La superficie del bacino è di 103 kmq, la sua altitudine media è di m. 178 s.l.m., la lunghezza d'asta del fosso è di km 36,7 e la sua pendenza media è 0,9%. Il 30% circa della superficie del bacino è coperta da boschi, il 15% è lasciata a pascolo; il rimanente è coltivato a seminativo.

In questo bacino sono notevolmente estesi i terreni vulcanici dell'apparato sabatino. Sono anche presenti le alluvioni recenti ed attuali di fondo valle, un piccolissimo affioramento di terreni di facies salmastra del Basso Pleistocene ed un relativamente vasto affioramento di depositi sartumosi dell'Olocene.

I terreni di facies salmastra (**qm**) (le sigle relative ai terreni e alle rocce trovano corrispondenza nella carta lito-stratigrafica della provincia di Roma) del Basso Pleistocene affiorano a fondo valle di un affluente di destra di fosso Piordo su un'area di circa l'1% di quella totale. Sono costituiti da argille con intercalazioni sabbiose. Le alluvioni recenti ed attuali (**qa**) affiorano sui fondi valle dei fossi, prevalentemente sul basso e medio bacino, occupando nel complesso un'area inferiore al 5% del totale. Sono costituiti da limi più o meno argillosi e sabbiosi. Nel basso bacino sono presenti anche terre nere palustri. I depositi alluvionali dell'Olocene occupano nell'alto bacino il fondo di un lago prosciugato (Valle di Baccano) su un'area superiore al 5% di quella totale. Sono costituiti da argille terrose nerastre o grigiastre.

Stratigraficamente superiori ai terreni sedimentari del Basso Pleistocene ed inferiori alle alluvioni di fondo valle, sono i terreni vulcanici. Sono presenti anche alcuni affioramenti di lave e scorie nell'alto e nel medio bacino; gli affioramenti più settentrionali fanno parte dell'orlo craterico di Sacrofano, a sud di Formello, mentre quello del medio bacino costituisce il cono di M. Aguzzo.

---

<sup>10</sup> Parzialmente rielaborata da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002.

Tra i tufi sono presenti: il tufo stratificato di Sacrofano (**SI3**) su meno del 5% della superficie; il tufo giallo della via Tiberina (**Sn1**) su un'area molto limitata; il tufo rosso a scorie nere (**Vv4**) complessivamente su meno del 5% dell'area; il tufo stratificato de La Storta (**Sg1**) su circa il 20% dell'area; ed infine, su circa il 60% dell'area si estende un complesso di tufi biancastri comprendenti il tufo di Baccano (**Sd1**), il tufo di Martignano (**Sb1**) ed il tufo di Formello (**Se6**).

Dal punto di vista della permeabilità, i terreni sedimentari pleistocenici, che costituiscono il substrato del bacino, sono da considerarsi impermeabili o comunque molto meno permeabili dei soprastanti terreni vulcanici. Nel sedimentario peraltro sono presenti, benché non affioranti nel bacino, livelli a granulometria grossolana che sono sede di acque sotterranee, in pressione, e che costituiscono falde di buona produttività.

I terreni alluvionali della Valle di Baccano sono da considerare impermeabili. Poco permeabili nell'insieme sono i terreni alluvionali recenti di fondo valle nei quali, nel basso bacino, è peraltro presente una falda acquifera non trascurabile.

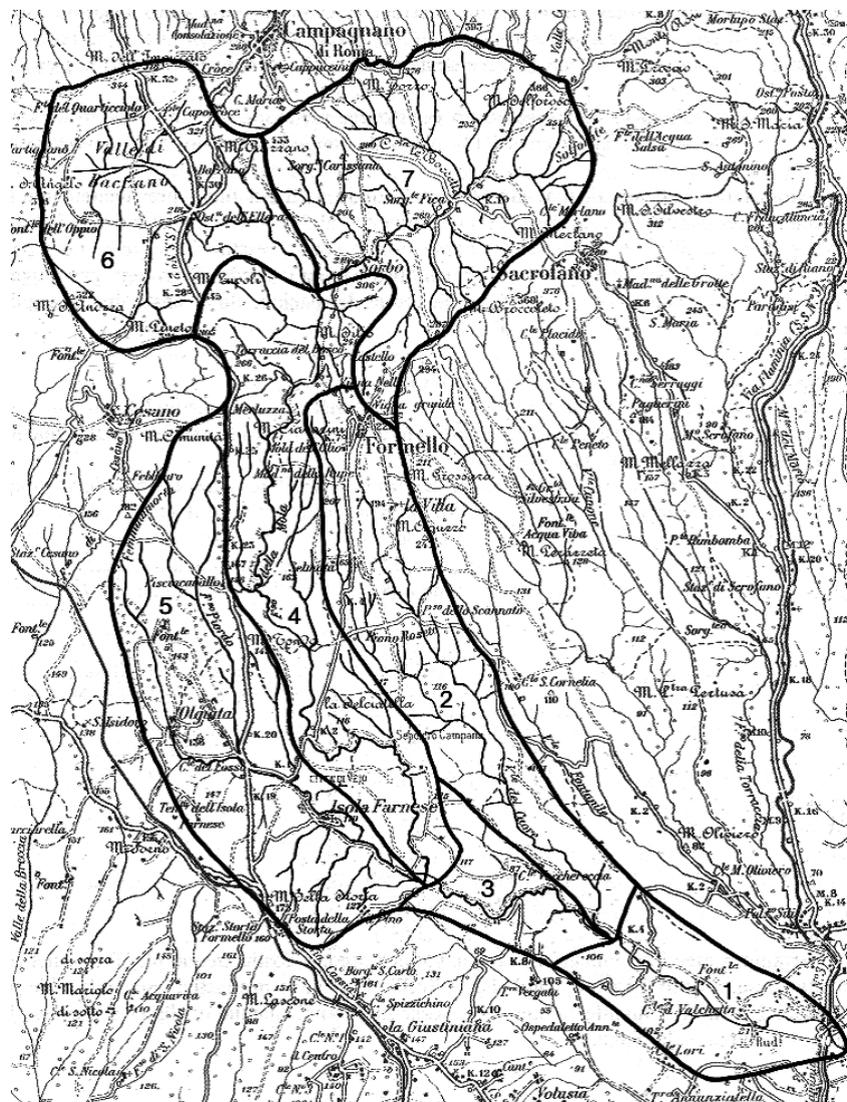


Figura 20. Torrente Valchetta - schema fuori scala

(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

In quanto ai terreni vulcanici, relativamente poco permeabili sono i tufi stratificati di Sacrofano e quelli de La Storta, più o meno intensamente argillificati; nell'insieme poco permeabili sono i tufi incoerenti più recenti e le lave, mentre i tufi litoidi fessurati, e cioè il tufo rosso a scorie nere ed il tufo giallo della via Tiberina, sono da mediamente a poco permeabili per fratture. Sono pertanto presenti nel vulcanesimo acque sotterranee che costituiscono una falda, nel complesso praticamente estesa su tutto il bacino, suddivisa in livelli più o meno produttivi a seconda della permeabilità dei terreni. La falda acquifera si manifesta con varie sorgenti perenni, alcune di discreta portata, in genere emergenti sulle scarpate dei fossi. Il bacino del torrente Valchetta (Figura 20) è stato suddiviso in sette sottobacini.

**1° Sottobacino: dalla confluenza del torrente Valchetta con il fosso dei Pantanucci allo sbocco nella piana del Tevere.**

Questo sottobacino (Figura 21) è drenato dal torrente Valchetta nel tratto della sezione immediatamente a valle della confluenza con il fosso dei Pantanucci (quota m. 32 s.l.m.) fino allo sbocco nella pianura del Tevere (quota m. 17 s.l.m.). Il bacino occupa una regione di basse colline dai dolci pendii nella quale il torrente ha scavato una valle relativamente larga. Esso ha forma allungata con direzione da NO a SE. La sua lunghezza è di km 4 e la sua larghezza, piuttosto costante, è di poco inferiore ai 2 km.

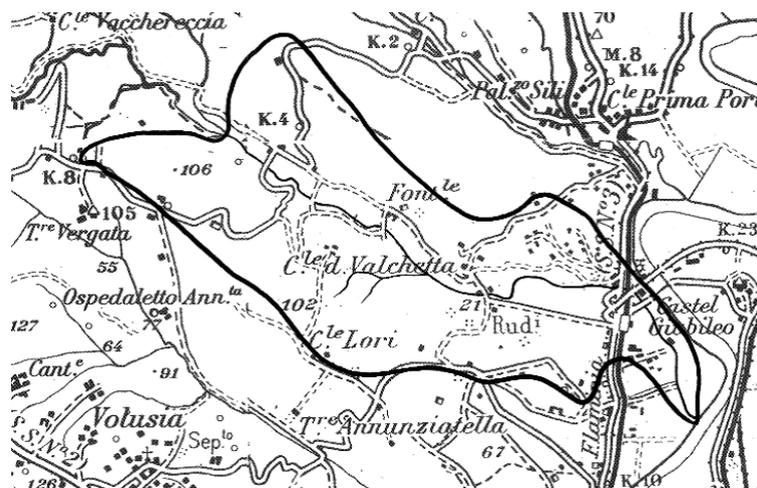


Figura 21. 1° Sottobacino - schema fuori scala

(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

All'interno del sottobacino ricade il M. Paoloni (m. 81 s.l.m.). La superficie del bacino è di kmq 8, la sua altitudine media è di m. 53 s.l.m., la lunghezza d'asta del fosso è di km 5 e la sua pendenza media è 0,3%. Il 30% della superficie del sottobacino è coperta dal bosco, il 10% è lasciato a pascolo; il rimanente 60% è coltivato a seminativo.

In questo bacino sono presenti, oltre le alluvioni fluviali (qa), il tufo giallo della via Tiberina (Sh1), il tufo stratificato di Sacrofano (Sl3), il tufo rosso a scorie nere (Vv4) ed il tufo stratificato de La Storta (Sg1). Le aree di affioramento, in percentuale rispetto all'area totale del bacino, sono le seguenti: alluvioni recenti ed attuali e prodotti di dilavamento 20% circa; tufo giallo della via Tiberina circa il

15%; tufi stratificati di Sacrofano circa il 15%; tufo rosso a scorie nere circa 20%; tufi stratificati de La Storta circa il 30%.

In relazione alla diversa permeabilità dei terreni esistono vari livelli acquiferi più o meno direttamente collegati idraulicamente.

## 2° Sottobacino: bacino del fosso dei Pantanici.

Questo sottobacino (Figura 22) è drenato dal fosso dei Pantanici, affluente di sinistra del torrente Valchetta, con confluenza a quota m. 32 s.l.m..

Il fosso dei Pantanici ha inizio in prossimità dell'abitato di Formello, a quota di circa m. 200 s.l.m., e scende a valle dapprima verso sud e poi verso SE fino a gettare le sue acque nel torrente Valchetta. Il bacino ha forma molto allungata, nell'insieme con direzione da NNO a SSE; la sua lunghezza è un po' superiore alla decina di chilometri. La sua larghezza, piuttosto uniforme, varia tra poco meno di 7 km ed i 2 km.

Come già accennato, in questo bacino ricade il paese di Formello. Il bacino occupa una regione collinare con versanti mediamente acclivi e la sua superficie è di kmq 16; la sua altitudine media è di m. 205 s.l.m.; la lunghezza d'asta del fosso è di km 15,8 e la sua pendenza media dell'1,1%.

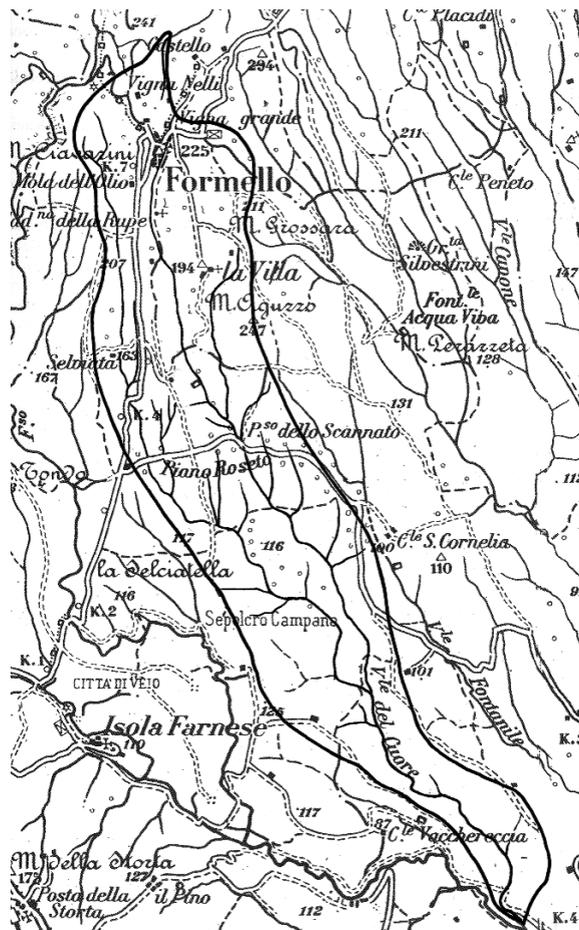


Figura 22. 2° Sottobacino: bacino del fosso dei Pantanici - schema fuori scala  
(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

Il 40% della superficie del sottobacino è coperto da boschi, il rimanente 60% è coltivato a seminativo.

Nel bacino sono presenti le alluvioni recenti ed attuali (qa), il tufo giallo a pomici gialle della via Tiberina (Sn1), il tufo stratificato di Sacrofano (Sl3), il tufo litoide a scorie nere (Vv4), il tufo stratificato de La Storta, (Sg1), il tufo di Formello (Sc6) ed il tufo di Baccano (Sd1). Le aree di affioramento dei vari terreni, in percentuale dell'area totale del bacino, sono le seguenti: alluvioni 1-2%; tufo giallo della via Tiberina circa il 10%; tufi stratificati di Sacrofano circa il 5%; tufo rosso a scorie nere circa il 10%; tufi stratificati de La Storta circa il 15%; tufo di Formello circa il 10%; tufo di Baccano circa il 40%. Sono inoltre presenti, a sud di Formello, le scorie del cono di M. Aguzzo ed alla base una colata di lava (SL1) che complessivamente coprono circa il 5% dell'area totale del sottobacino.

Si incontrano acque sotterranee a diversi livelli più o meno produttivi a seconda della permeabilità dei terreni. Le acque sotterranee si manifestano all'esterno con alcune piccole sorgenti.

### **3° Sottobacino: tra la confluenza del torrente Valchetta con il fosso Piordo e quella con il fosso dei Pantanici.**

Questo sottobacino (Figura 23) è drenato dal torrente Valchetta nel tratto dalla sezione immediatamente a valle della confluenza con il fosso Piordo (m. 43 s.l.m.) alla sezione a monte della confluenza con il fosso dei Pantanici (quota m. 32 s.l.m.). In questo tratto il torrente scende a valle con direzione di insieme da NO a SE, ricevendo un solo affluente di una certa importanza e cioè il fosso Vacchereccia, affluente di sinistra, con confluenza a quota m. 34 s.l.m.. Tra il fosso ed il torrente si eleva il Colle Tartarugheto (m. 110 s.l.m.).

Il bacino ha forma leggermente allungata con direzione da NO a SE. La sua lunghezza è di circa 3 km e la sua larghezza varia tra l'1 e l'1,5 km. Occupa una regione di basse colline tra le quali il torrente ha scavato una valle piuttosto ampia. La superficie del bacino è di 4 kmq circa, la sua altitudine media è di m. 80 s.l.m. la lunghezza d'asta del fosso è di 4 km e la sua pendenza media è dello 0,3%.

Il 50% della superficie del bacino è coperta da boschi; il rimanente 50% è coltivata a seminativo.

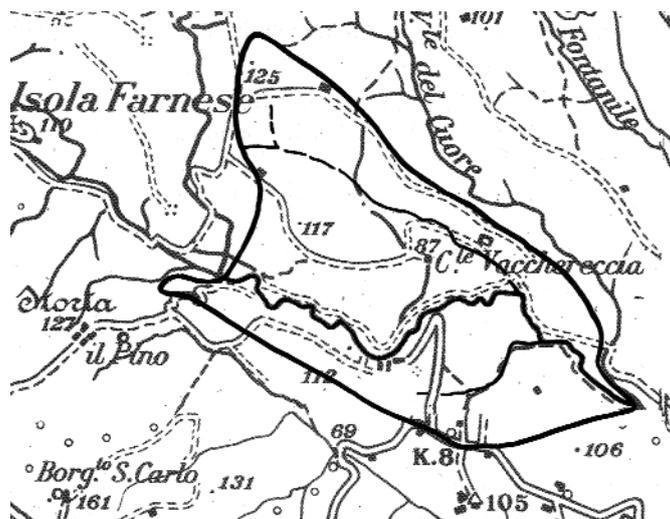


Figura 23. 3° Sottobacino - schema fuori scala

(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

In questo bacino sono presenti le alluvioni recenti ed attuali (qa), il tufo giallo della via Tiberina (Sn1), il tufo stratificato di Sacrofano (Sl3), il tufo rosso a scorie nere (Vv4), il tufo stratificato de La Storta (Sg1). Le aree di affioramento, dei diversi terreni, in percentuale dell'area totale del sottobacino, sono le seguenti: alluvioni recenti ed attuali, circa il 10%; tufo giallo a pomici gialle della via Tiberina, circa il 20%; tufi stratificati varicolori di Sacrofano, circa il 10%; tufo rosso a scorie nere, circa il 25%; tufi stratificati de La Storta, circa il 35%.

**4° Sottobacino: tra la confluenza del fosso della Mola dei Monti con il fosso della Mola di Formello e la confluenza del torrente Valchetta con il fosso Piordo.**

Questo sottobacino (Figura 24) è drenato dal torrente Valchetta nel tratto dalla confluenza del fosso di Mola dei Monti con il fosso di Mola di Formello (quota m. 164 s.l.m.) alla sezione immediatamente a monte della confluenza con l'affluente di destra, fosso Piordo (quota m. 43 s.l.m.).

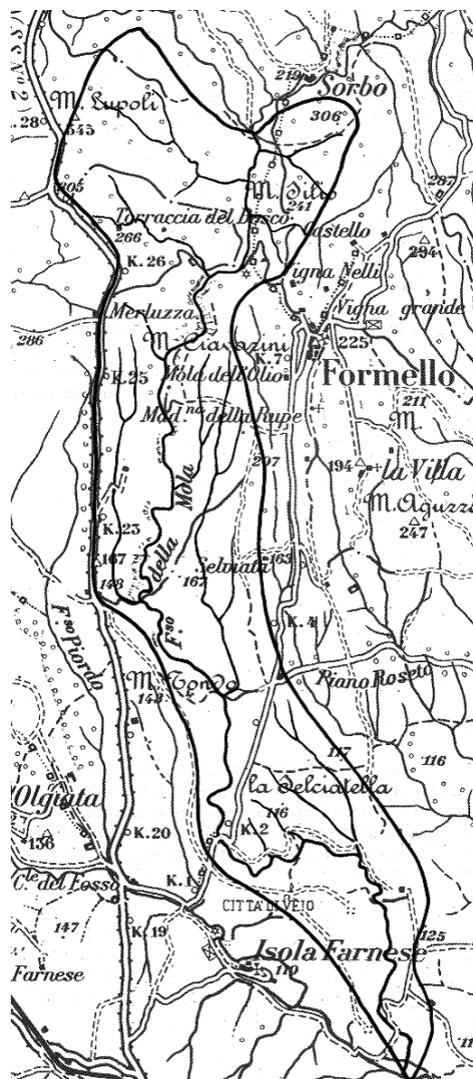


Figura 24. 4° Sottobacino - schema fuori scala

(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

Nella porzione più a monte di questo tratto, il fosso ha il nome di fosso della Mola e va verso sud percorrendo una stretta gola. In questo tratto esso riceve (da monte verso valle), come affluenti di destra, il fosso dell'Inferno (confluenza a quota m. 160 s.l.m.), il fosso della Torraccia (confluenza a quota m. 145 s.l.m.) ed il fosso delle Rughe (confluenza a quota m. 90 s.l.m.) e come affluente di sinistra il fosso Massaruccio (confluenza a quota m. 120 s.l.m.). A valle della confluenza con il fosso delle Rughe, il torrente assume il nome di torrente Valchetta e scende a valle nell'insieme verso SE con un corso piuttosto irregolare in una stretta valle. In questa seconda porzione del tratto, fino alla confluenza con il fosso Piordo, il torrente Valchetta riceve un solo affluente di una certa importanza, sulla sinistra: il fosso del Pascolaro, con confluenza a quota m. 70 s.l.m..

Il bacino ha forma molto allungata che ha nell'insieme direzione NNO a SSE. La sua lunghezza è di circa 11 km e la sua larghezza, leggermente in aumento andando verso monte, varia tra poco meno di 1 e 3 km. La superficie del bacino è di 16,4 kmq; la sua altitudine media è di m. 174 s.l.m., la lunghezza d'asta del fosso è di km 3 e la sua pendenza media è dello 0,9%. Il 40% della superficie del bacino è coperta da boschi, il 20% è lasciato a pascolo, il rimanente 40% è coltivato a seminativo.

Nel basso bacino, sulle scarpate dei fossi, affiora il tufo stratificato di Sacrofano su circa il 5% dell'area del bacino. Superiormente è presente il tufo giallo a pomici gialle della via Tiberina su circa il 5% dell'area del bacino. Al di sopra, sempre nel basso bacino ed in genere ancora sulle scarpate dei fossi, è presente il tufo litoide a scorie nere (Vv4), su circa il 5% dell'area del sottobacino. Sopra ancora, nel basso ed in parte nel medio bacino, affiora il tufo stratificato de La Storta che copre circa il 25% dell'area totale del sottobacino. Nel medio ed alto bacino è notevolmente esteso il tufo di Baccano (Sd1), che costituisce circa il 55% dell'area del bacino. Al di sopra del tufo di Baccano, nella parte più alta di alcuni dei rilievi, sono presenti limitati affioramenti del tufo di Cesano (Sc5) e del tufo di Martignano (Sb1). Nell'alto bacino infine affiora un tufo litoide trachitico biancastro che copre circa il 30% dell'area del Bacino.

Le acque sotterranee costituiscono una falda in più livelli più o meno collegati idraulicamente.

### **5° Sottobacino: bacino del fosso Piordo**

Questo sottobacino (Figura 25) è drenato dal fosso Piordo, affluente di destra del torrente Valchetta con confluenza a quota m. 43 s.l.m..

Il fosso Piordo ha inizio sulle pendici meridionali del M. La Comunità, a quota di m. 275 s.l.m. e scende verso valle in direzione nell'insieme da nord a sud, ricevendo sulla sinistra il fosso di Femmina Morta (confluenza a quota m. 160 s.l.m.) ed il fosso di Ponte Coperto (confluenza a quota m. 145 s.l.m.) e sulla destra il fosso dell'Olgiate (confluenza a quota m. 95 s.l.m.). A valle di questa confluenza il fosso piega e si dirige verso SE fino alla confluenza col torrente Valchetta ricevendo sulla sinistra un affluente del quale non è indicato il nome sulla tavoletta I.G.M. (Formello - II SE - F. 143) e sulla destra il fosso della Cerqueta (confluenza a quota m. 75 s.l.m.) ed il fosso della Storta (confluenza a quota m. 50 s.l.m. circa).

Il bacino ha nell'insieme forma allungata con direzione da NNO a SSE. La sua lunghezza è di una decina di chilometri; la sua larghezza, in leggero aumento da monte verso valle, varia da 1 a 3 km. All'interno di questo bacino ricadono gli abitati di Olgiate e Isola Farnese.

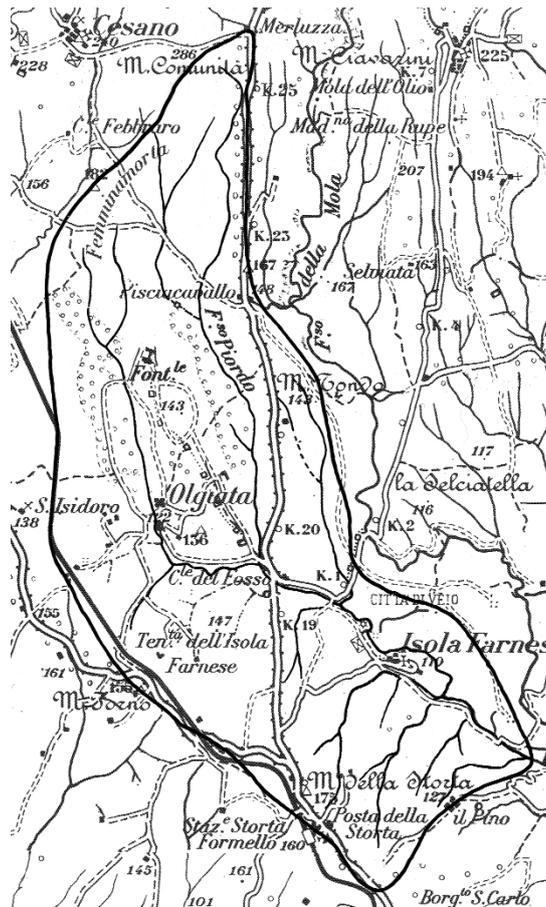


Figura 25. 5° Sottobacino: bacino del fosso Piordo - schema fuori scala

(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

La sua superficie è di 23 kmq; la sua altitudine media è di m. 137 s.l.m., la lunghezza d'asta del fosso è di km 10 e la sua pendenza media è del 2,3%. Il 20% circa della superficie del sottobacino è coperta da bosco, il 5% è lasciato a pascolo, il rimanente 75% è coltivato a seminativo.

Sul fondo valle del torrente Valchetta sono presenti in affioramento, subito a monte della sezione più a valle del sottobacino, le alluvioni limo sabbiose recenti ed attuali che coprono un'area di circa l'1% di quella totale. Su tutta la rimanente area del sottobacino affiorano terreni vulcanici dell'apparato sabatino. Sul fondo valle e sulla parte bassa di un affluente di fosso Piordo esistono affioramenti molto limitati dei terreni di facies salmastra del Basso Pleistocene. Si tratta di argille con intercalazioni sabbiose che coprono circa 1-2% dell'area totale del bacino. Su tutto il resto del bacino sono presenti le alluvioni (qa), il tufo stratificato varicolore di Sacrofano (SI3), il tufo rosso a scorie nere (Vv4), il tufo stratificato de La Storta (Sg1), il tufo di Baccano (Sd1) e nella parte alta del bacino il tufo di Cesano (Sc5), ed il tufo di Martignano (Sb1). Le aree di affioramento dei diversi terreni, in percentuale dell'area totale del bacino, sono le seguenti: alluvioni circa 1-2%; tufo di Sacrofano circa il 5%; tufo rosso a scorie nere circa il 5%; tufo de La Storta circa il 60% ed infine il complesso dei tufi biancastri (t. di Baccano, t. di Cesano e t. di Martignano) complessivamente circa il 20%.

In relazione alla diversa permeabilità dei terreni esistono vari livelli acquiferi più o meno collegati idraulicamente fra loro.

### 6° Sottobacino: bacino del fosso della Mola dei Monti.

Questo sottobacino (Figura 26) è drenato dal fosso della Mola dei Monti che ha inizio con il nome di fosso Curzio, sulle pendici orientali di M. S. Angelo, a quota di m. 210 s.l.m. circa. Dall'inizio, il fosso si dirige nell'insieme verso SE fino alla confluenza con il fosso della Mola di Formello, a quota m. 164 s.l.m., ricevendo alcuni affluenti di cui i più importanti sono: sulla sinistra il fosso del Lucernaro (confluenza a quota m. 184 s.l.m.) e sulla destra il fosso della Bottata (confluenza a quota m. 200 s.l.m. circa).

Il bacino ha forma grossolanamente circolare con diametro di circa 4 km. Occupa una regione caratterizzata dalla presenza di una piana circolare (antico cratere o caldera), detta Valle di Baccano, a quota m. 200-220 s.l.m., circondata da colline che si elevano sino ad oltre 400 m. di quota. All'interno del bacino si eleva M. Cuculo (m. 316 s.l.m.).

La superficie di questo bacino è di 15,2 km<sup>2</sup>; la sua altitudine media è di 266 s.l.m.. La lunghezza d'asta del fosso è di km 6 e la sua pendenza media è dello 0,8%. Il 15% della superficie del bacino è coperto da bosco; il 10% è lasciato a pascolo; il rimanente è coltivato a seminativo.

Nel bacino affiorano terreni sedimentari e terreni vulcanici. I terreni sedimentari sono rappresentati dai depositi dell'Olocene che occupano interamente la valle di Baccano (ex lago craterico) per circa il 40% dell'area del bacino. In quanto ai terreni vulcanici questi sono costituiti su tutta la parte orientale del bacino e sul bordo occidentale del cratere di Baccano dal tufo di Baccano (Sd1) che si estende per circa il 30% dell'area del bacino e per il rimanente dal tufo di Martignano (Sb1).

Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni e le acque sotterranee si rimanda a quanto esposto in proposito trattando dell'intero bacino del torrente Valchetta. In questo bacino pertanto la falda acquifera è presente nelle vulcaniti; essa si manifesta con alcune sorgenti di trabocco perenni, al contatto tra i terreni vulcanici ed i depositi siltuosi che occupano la zona topograficamente più depressa del bacino. Inoltre dai depositi alluvionali emergono alcune piccole sorgenti solfuree.

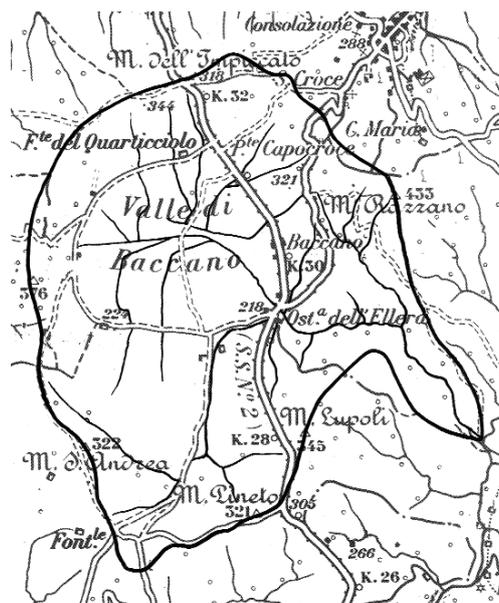


Figura 26. 6° Sottobacino: bacino del fosso della Mola dei Monti - schema fuori scala  
(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

### 7° Sottobacino: bacino del fosso della Mola di Formello.

Il bacino (Figura 27) è drenato dal fosso della Mola di Formello che ha inizio sulle pendici orientali di M. Cavalluccio, a quota m. 330 s.l.m., con il nome di fosso Carraccio. In un primo tratto il fosso si dirige nell'insieme verso sud e dopo un paio di chilometri piega verso SO, prendendo il nome di fosso della Mola di Formello, nome che conserva fino alla confluenza con il fosso della Mola dei Monti (confluenza a quota m. 164 s.l.m.). Più a valle assume il nome di fosso della Mola e poi di torrente Valchetta.

Dal suo inizio fino alla suddetta confluenza, il fosso riceve numerosi affluenti. I più importanti, da monte verso valle, sono: sulla sinistra, il fosso del Forco (confluenza a quota m. 230 s.l.m.); sulla destra, il fosso dei Cavalieri (confluenza a quota m. 227 s.l.m.) ed il fosso Follettino (confluenza a quota m. 175 s.l.m.).

Il bacino ha forma grossolanamente circolare, con diametro di poco superiore ai 4 km. Occupa una regione collinosa solcata da numerosi fossi. La superficie del bacino è di 20,3 kmq; la sua altitudine media è di m. 276 s.l.m.; il suo fattore di forma è 1,4. La lunghezza d'asta del fosso è di km 6,5 e la sua pendenza media è del 2,5%.

Il 10% della superficie del bacino è coperta da boschi, il 25% è lasciata a pascolo; il rimanente è coltivato a seminativo.

In questo bacino affiorano soltanto terreni vulcanici dell'apparato sabatino. Il tufo di Baccano (Sd1) occupa circa il 90% dell'area del bacino. Al di sotto, visibile nella parte sud-orientale del bacino affiora il tufo di Formello (Sc6), mentre nella parte settentrionale sono presenti il tufo stratificato varicolore di Sacrofano (Sl3), il tufo de La Storta (Sg1), il tufo giallo di Sacrofano (Se5). Sono presenti anche nella parte settentrionale, a sud est dell'abitato di Campagnano Romano, sull'orlo del cratere di Sacrofano, numerose colate di lava (SL4) ed alcuni banchi di scorie che complessivamente coprono alcuni percento dell'area del sottobacino. Per la permeabilità dei terreni e per la presenza in essi di acque sotterranee, si rimanda a quanto esposto in proposito trattando dell'intero bacino del torrente Valchetta.

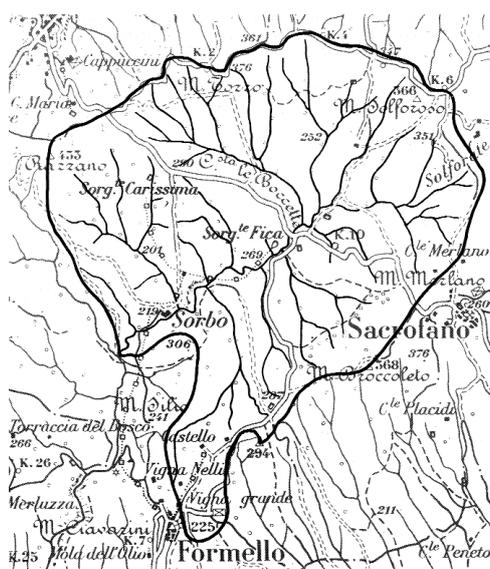


Figura 27. 7° Sottobacino: bacino del fosso della Mola di Formello – schema fuori scala  
(da: U. Ventriglia, "Geologia del territorio del Comune di Roma", Amministrazione Provinciale di Roma - ROMA 2002)

## Introduzione allo studio idrologico ed idrogeologico

Lo studio di eventi alluvionali relativi a bacini idrografici secondari caratterizzati da portate alla foce di poche decine di metri cubi al secondo riveste particolare rilevanza in relazione all'aumento degli eventi pluviometrici eccezionali, con tempi di ritorno elevati (20-200 anni), ricollegabili ai cambiamenti climatici in atto.

Con finanziamenti del MIUR (progetto RoMA) è stato sperimentato, nel Parco di Veio, un approccio metodologico per fornire informazioni in tempo reale sulle modalità di formazione e sviluppo di eventi alluvionali potenzialmente dannosi e fornire utili indicazioni agli amministratori locali che devono attuare i piani di emergenza sulla base delle informazioni contenute nei "Bollettini di criticità idrogeologica ed idraulica" emessi dalla Regione Lazio, redatti con l'ausilio delle previsioni meteo per il Lazio del Dipartimento di Protezione civile.

La contiguità con l'area urbana densamente popolata ha contribuito alla scelta del sito che è stato studiato al fine di comprendere i meccanismi di reazione e di resilienza ai fenomeni pluviometrici particolarmente violenti, in grado di determinare esondazioni, provocare danni alla popolazione, alle infrastrutture e agli ecosistemi.

All'interno del Parco di Veio si è scelto di studiare il bacino idrografico del Torrente Valchetta sia per precedenti fenomeni alluvionali sia per l'interesse legato alla presenza di importanti aree archeologiche. Questa parte di studio, funzionale alla realizzazione del sistema di *Early Warning* verrà descritta nel capitolo 11.

## Capitolo 5

### Campagna di rilevamento posizione beni archeologici

di Massimiliano De Mei

La consultazione della letteratura sulla georeferenziazione dei siti archeologici più importanti che si trovano nel territorio del Parco di Veio (Perkins, 1957, 1961; Damiani, 2013), ha rilevato, nel maggior numero dei casi, una notevole approssimazione, indicando spesso coordinate geografiche errate ed, in alcuni casi, del tutto fuorvianti.

Si è reso così necessario individuare direttamente “su campo” la localizzazione dei siti e registrare tramite GPS le coordinate precise, al fine di definire in modo definitivo la loro posizione e per correggere le inesattezze riportate nella bibliografia storica. Le reali coordinate geografiche dei siti archeologici sono fondamentali per l’efficienza del modello di previsione degli eventi di piena dei corsi d’acqua. Di seguito sono riportate le coordinate geografiche, espresse in “gradi decimali”, delle emergenze archeologiche del Parco di Veio più importanti.

Tabella 10. Coordinate geografiche dei beni archeologici interessati dal progetto

Tomba campana	42.033469 12.406861
Tomba pilastri	42.031757 12.395364
Tomba delle anatre	42.025485 12.382945
Tomba dei leoni ruggenti	42.034349 12.386028
Porta NW	42.026927 12.388127
Porta NE Spezziera	42.030509 12.405621
Decumano	42.026651 12.393867
Campetti	42.023413 12.389680
Fontana di re Carlo	42.008123, 12.407977
La mola	42.023015 12.389033
Macchiagrande	42.017776 12.406880
Ponte Sodo/Porta Capena	42.031098 12.399186
Bagni della Regina	42.021352, 12.410159



Figura 28. Campagna di rilevamento della posizione dei beni culturali (I)

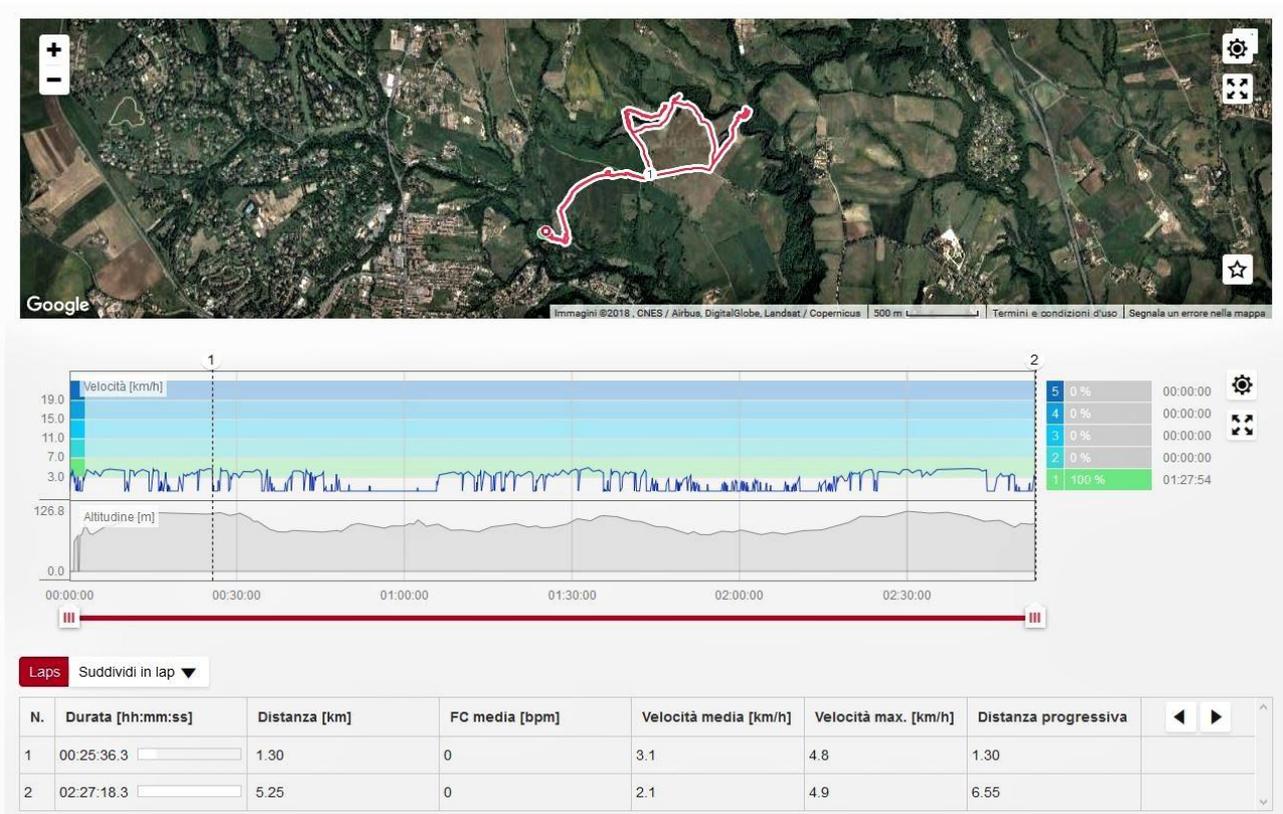


Figura 29. Rappresentazione con Polar M400 di un percorso effettuato per la ricerca e la geolocalizzazione dei siti archeologici nel Parco di Veio

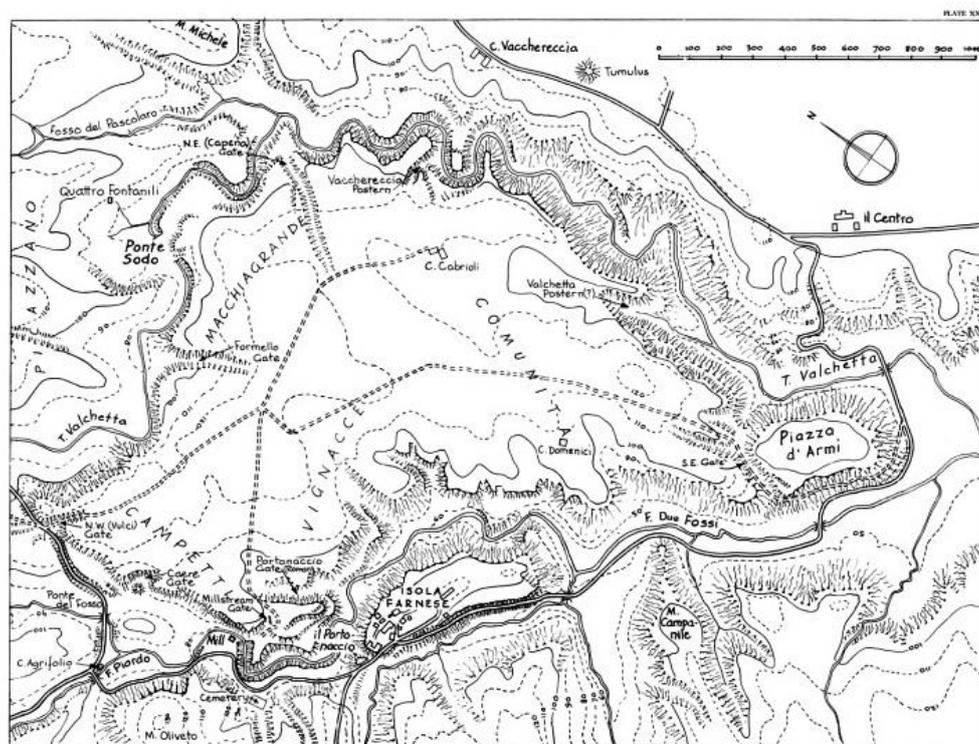
## Capitolo 6

### Il progetto GIS per le emergenze storico-archeologiche

di Gaia Canè, Paola Porretta, Mauro Saccone

L'elaborazione di un GIS (*Geographic Information System*) finalizzato al monitoraggio delle emergenze storiche e archeologiche del Parco di Veio ha richiesto, innanzitutto, la sistematizzazione organica dei molteplici dati noti attinenti al territorio considerato – in ambito storico, archeologico, naturalistico e geofisico – che sono stati acquisiti, digitalizzati e georeferiti.

In particolare, grazie a questo strumento è stato possibile confrontare le informazioni provenienti da banche dati disponibili in rete (*Open Data*) e le diverse carte territoriali del Parco di Veio prodotte dall'Ottocento in poi, descrittive del paesaggio e delle emergenze storiche e archeologiche (Figure 30, 31, 32). Tra quest'ultime sono state considerate, in particolare: la pianta di Luigi Canina del 1847; le carte di John Bryan Ward-Perkins del 1957, del 1961 e del 1962; la *Carta Archeologica dell'Antica Città di Veio* elaborata dallo Studio Di Grazia nel 1981; la *Carta storica archeologica monumentale e paesistica del suburbio e dell'agro romano* allegata al Piano Regolatore Generale di Roma del 1962 e completata nel 1988; la cartografia pubblicata da Paolo Broccato nel 2012; la *Carta Storica Archeologica di Formello* del 2013; la *Carta Archeologica del parco di Veio*, redatta dall'allora Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria meridionale (ora Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per l'Area Metropolitana di Roma, la Provincia di Viterbo e l'Etruria meridionale)<sup>11</sup>.



<sup>11</sup> Canina L., (1847); Ward Perkins J. B., (1957); Ward-Perkins J. B., (1961); Ward-Perkins J. B., (1962); Studio Di Grazia, (1981); *Piano Regolatore Generale di Roma*, (1962); Broccato P., (2012); Damiani M., (2013); *Carta Archeologica del parco di Veio* (Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria meridionale, per gentile concessione della dott.ssa Laura D'Erme).

Figura 30. Ward-Perkins J. B., (1961), plate XXXII

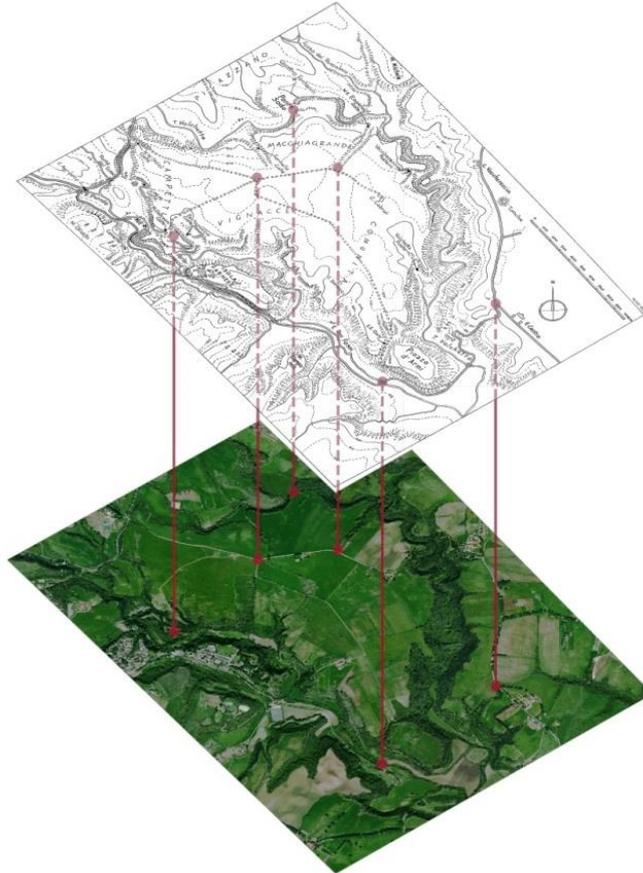


Figura 31. Corrispondenza dei punti di georeferenziazione tra fotografia aerea (Google Maps 2016) e planimetria dell'antico pianoro di Veio di J. B. Ward-Perkins in EPSG 4326. (Ward-Perkins J. B., (1961), plate XXXII)

L'analisi comparata di queste fonti cartografiche ha permesso di evidenziare numerose incongruenze relative alla presenza e alla posizione delle emergenze architettoniche e, soprattutto per quanto riguarda le carte più recenti, anche numerose lacune. I dati ottenuti dalla digitalizzazione e georeferenziazione sono stati quindi successivamente verificati e parzialmente implementati con una apposita campagna di rilievo GPS condotta dal gruppo di ricerca<sup>12</sup>.

Acquisite e georeferenziate le basi cartografiche, sono stati vettorializzati i principali manufatti archeologici presenti nel Parco, organizzati in categorie tipologiche (cunicoli, fortificazioni, luoghi di culto, porte, strade, ville ecc.), ai quali sono stati associati una serie di dati per la costruzione di un database quanto più possibile esaustivo.

Le informazioni raccolte, utili sia per una conoscenza generale che per la successiva elaborazione di una Carta del Rischio idrogeologico, sono state riversate e organizzate nella Tabella degli Attributi del GIS (Tabella 11), articolata in diverse stringhe di descrittori, tra cui:

- la descrizione generale del manufatto che, oltre a fornire dati complessivi relativi all'oggetto edilizio indagato, ha permesso di orientare il successivo progetto di studio archeometrico;
- la datazione di ciascun manufatto che ha reso possibile l'elaborazione di carte tematiche e piante di fase dell'abitato di Veio, utili a evidenziare sia le modalità di espansione della città che lo sviluppo tipologico dei manufatti stessi;

<sup>12</sup> Cfr. cap. 5, *Campagna di rilevamento posizione beni archeologici*.

- la storia degli scavi e dei restauri che, letta in rapporto agli altri dati contenuti nella Tabella degli Attributi, ha permesso la costruzione di una carta delle priorità d'intervento e manutenzione;
- i dati sul rischio idrogeologico per la costruzione della carta del rischio. A questo proposito si evidenzia che le informazioni relative, che saranno specificatamente descritte nel capitolo 9<sup>13</sup>, derivano non soltanto dalla lettura delle fonti bibliografiche e cartografiche, ma anche dalla raccolta dei dati *in situ* e da constatazioni dirette dello stato di fatto delle emergenze archeologiche rilevate.

Tabella 11. Stralcio della Tabella degli Attributi

Nome	Codice identificativo	Fonte	Tipologia	Descrizione	Epoca	Scoperta	Tipo di lavorazione	Elementi di pregio	Manutenzione dell'oggetto	Complessità del sito	Deflusso delle acque	Manutenzione del fiume	Quota massima di esondazione	Valore di rischio idrogeologico
Tomba dei Leoni Ruggenti	mp058_1466	ts	sepoltura	Scavata nel banco tufaceo e preceduta da un lungo corridoio di accesso (dromos), la tomba deve il suo nome allo straordinario fregio raffigurante belve feroci tra cui i leoni, dipinto sulla parete di fondo della camera sepolcrale. E' la più antica tomba dipinta finora rinvenuta in Etruria ed è stata portata alla luce a seguito della confessione di un tombarolo pentito.	primi due decenni del VII sec. a. C. (700-690)	2006	0.83	2.49	0.83	1.1	5.82	5.82	2.5	19.39
Tumulo della Vacchereccia	mp058_1475	CAR	sepoltura	Sepolcro monumentale destinato ai membri delle famiglie aristocratiche. Il nome deriva da una sorta di collinetta artificiale in terra che copriva l'edificio funerario al fine di proteggerlo e renderlo visibile. Il tumulo, a pianta circolare, era sostenuto da un basamento tufaceo, all'interno del quale si articolava la camera sepolcrale.	Orientalizzante		2.49	0.83	1.66	1.1	1.94	3.88	2.5	14.4
Tombe rupestri	mp058_1481	SBAEM	sepoltura	Tombe scavate nella roccia.	Bronzo finale		0.83	2.49	2.49	1.1	3.88	1.94	2.5	15.23

In caso di incerta localizzazione del singolo manufatto, il lavoro di vettorializzazione si è avvalso anche dall'analisi delle riprese aeree conservate nell'archivio storico dell'Istituto Geografico Militare. Le immagini IGM si sono rivelate utili perché quando furono realizzate, negli anni Cinquanta del secolo scorso, si era appena conclusa una radicale campagna di disboscamento intorno al pianoro di Veio: benché inferiori in termini di qualità rispetto ad aerofoto più recenti, queste fotografie offrono preziose informazioni oggi non facilmente riconoscibili proprio a causa della fitta vegetazione che ricopre tutta l'area.

<sup>13</sup> Vedi *infra* cap. 9, *Carta del Rischio Idrogeologico per le Emergenze storiche e archeologiche*.



## Capitolo 7

### Il progetto per le indagini archeometriche: linee guida

di Gaia Canè, Paola Porretta, Mauro Saccone

L'archeometria si occupa dello studio materico e storico dell'oggetto archeologico avvalendosi della collaborazione di diverse figure professionali. Nel caso specifico del parco di Veio, le indagini archeometriche proposte rientrano nella sfera dei metodi non invasivi e non distruttivi dei manufatti archeologici e hanno come fine, attraverso il monitoraggio del bene, quello di ottenere informazioni funzionali all'identificazione delle priorità di intervento, manutenzione, tutela, restauro e valorizzazione delle emergenze archeologiche (Figura 33).

Il progetto per la messa a sistema delle indagini archeometriche, per sua natura interdisciplinare, ha avuto come obiettivo generale quello di integrare un insieme eterogeneo di analisi chimiche, fisiche e materiali, condotte da diverse figure professionali che si sono avvalse di metodologie consolidate.

Le principali indagini previste nelle linee guida per il progetto archeometrico sono:

- I *rilievi*, realizzati con tutte le metodologie previste dal rilevamento integrato – diretto, fotogrammetrico o a scansione laser (Canciani *et al.*, 2007, 2011) – per l'elaborazione di piante, prospetti, sezioni e modelli tridimensionali grazie ai quali è possibile una prima e fondamentale descrizione del manufatto.
- L'*indagine geofisica* del terreno in profondità prevista in una fase preventiva finalizzata a orientare le campagne di scavo, attraverso l'uso del Georadar che è in grado di individuare discontinuità nel terreno, come cavità o manufatti archeologici (Masini *et al.*, 2010).
- L'*indagine sismografica* finalizzata allo studio del terreno nell'intorno dei manufatti grazie all'uso di un tromografo capace di valutare le frequenze caratteristiche di risonanza del terreno, grazie ai microtremori derivati dal rumore sismico ambientale (Panzera *et al.*, 2013).
- Le *indagini fisiche non invasive* che permettono di datare un manufatto e di indagare la sua composizione e manifattura; in particolare sono proposti due metodi: la spettroscopia Raman, che studia le interazioni tra onde elettromagnetiche e materia<sup>14</sup> (D'Amico *et al.*, 2017), e la fluorescenza a raggi X, un tipo di indagine spettroscopica che permette di determinare gli elementi chimici presenti su una determinata superficie, consentendo la restituzione di un dato qualitativo e quantitativo delle componenti (Edwards, 2005).
- L'*indagine termografica* che, grazie all'acquisizione di immagini tramite infrarosso, permette l'analisi delle temperature delle murature e può evidenziare un'eventuale risalita capillare dell'acqua, i livelli di umidità o, più in generale, le anomalie termiche da indagare con altre tecniche (Casana *et al.*, 2014).

---

<sup>14</sup> La radiazione elettromagnetica monocromatica colpisce l'oggetto ed è possibile misurare la sua risposta a livello molecolare; grazie a questa misura si studia la composizione chimica del materiale analizzato.

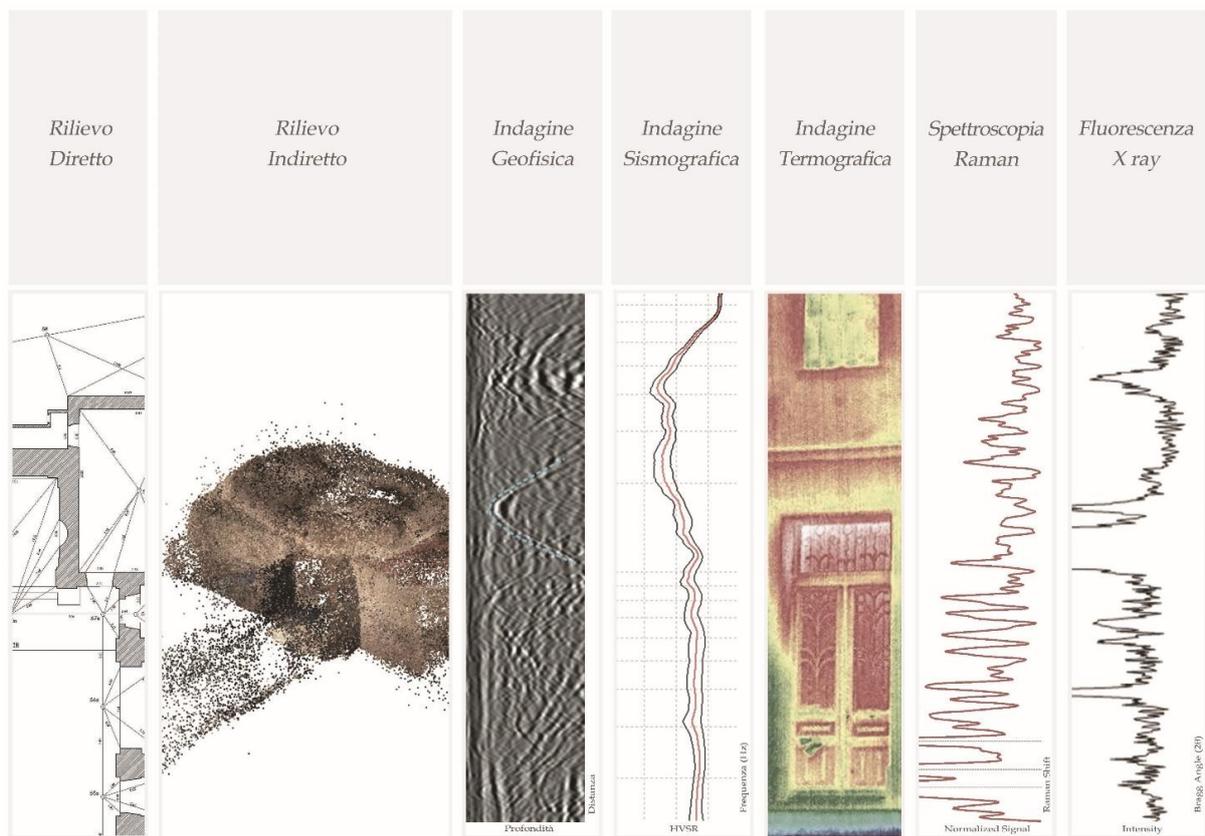


Figura 33. Progetto d'Indagine archeometrica

In vista di un auspicabile sviluppo della ricerca, è stato previsto l'ausilio di droni o robot filoguidati sui quali possono essere applicati i diversi strumenti – dal laser scanner alla macchina termografica – per compiere analisi sulle aree più vaste o in quelle di più difficile accessibilità.

È previsto che i dati risultanti dalle diverse indagini archeometriche possano essere ottimizzati e riversati nella Tabella degli Attributi del GIS, insieme con quelli elencati nel capitolo precedente (vedi Capitolo 6, Tabella 11); in particolare, tali dati possono essere organizzati come documenti all'interno del database, associati ai singoli manufatti archeologici, al fine di:

- elaborare un monitoraggio delle condizioni del monumento nel tempo;
- documentare in maniera organica e interrogabile tutte le operazioni e gli studi condotti sul manufatto;
- ottenere una scala delle priorità per il restauro del manufatto archeologico;
- individuare i siti che necessitano di approfondimenti di indagine per organizzarne la successiva manutenzione;
- redigere una Carta del Rischio Idrogeologico che consenta un tempestivo intervento sui manufatti maggiormente in pericolo.

## Capitolo 8

### Il caso della Tomba dei Leoni Ruggenti

di Gaia Canè, Paola Porretta, Mauro Saccone

A prima verifica delle linee guida delineate, il progetto di indagine archeometrica è stato applicato alla Tomba dei Leoni Ruggenti (Figura 34), contemporaneamente indagata da un altro gruppo di ricerca dell'ENEA (ricercatori del progetto CO.B.R.A. – Progetto di Ricerca per la Conservazione dei Beni Culturali tramite Radiazioni e Tecnologie Abilitanti) che nel 2016 ha realizzato un'analisi spettroscopica Raman sui pigmenti presenti all'interno della Tomba<sup>15</sup>.



Figura 34. Inquadramento aereo del complesso archeologico con la Tomba dei Leoni Ruggenti

<sup>15</sup> Cfr. <http://cobra.enea.it/Interventi/affreschi-della-tomba-dei-leoni-ruggenti-a-veio-interventi-laser> (ultima consultazione 27/11/2017).



Figura 35. Particolari delle pitture parietali all'interno della Tomba dei Leoni Ruggenti

Il sepolcro presenta una struttura detta "a camera", tipologia affermata in Etruria a partire dal VII sec. a.C., ed è databile intorno al 700-690 a.C. La Tomba, rinvenuta il 31 maggio del 2006 nella necropoli di Grotta Gramiccia insieme con altre analoghe ma di dimensioni minori, presenta su tutte le pareti decorazioni di tipo sia geometrico che naturalistico, tra cui figure animali di leoni e uccelli acquatici (Figura 35).

Subito dopo il ritrovamento, l'allora Soprintendenza per l'Etruria Meridionale (oggi Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per l'Area Metropolitana di Roma, la Provincia di Viterbo e

l'Etruria meridionale) ha promosso il restauro parietale che è stato eseguito tra il 2006 ed il 2011 dai restauratori Franco Adamo e Adele Cecchini.

Nell'ambito dell'indagine archeometrica condotta nell'autunno del 2016 dal gruppo di ricerca, è stato realizzato sia il rilievo diretto della struttura sepolcrale sia quello fotogrammetrico, grazie al quale sono state acquisite informazioni dettagliate sulla sua struttura interna e sull'articolazione topografica del complesso di tombe a *dromoi* cui appartiene la Tomba dei Leoni Ruggenti. Grazie a queste attività preliminari è stato possibile ottenere elaborati descrittivi dell'articolazione dimensionale del sepolcro, ma anche importanti informazioni sulle cromie degli ambienti interni (Figure 36, 37).



Figura 36. Pianta della Tomba dei Leoni Ruggenti, elaborata con metodo di rilevamento integrato tramite rilievo diretto e restituzione fotogrammetrica

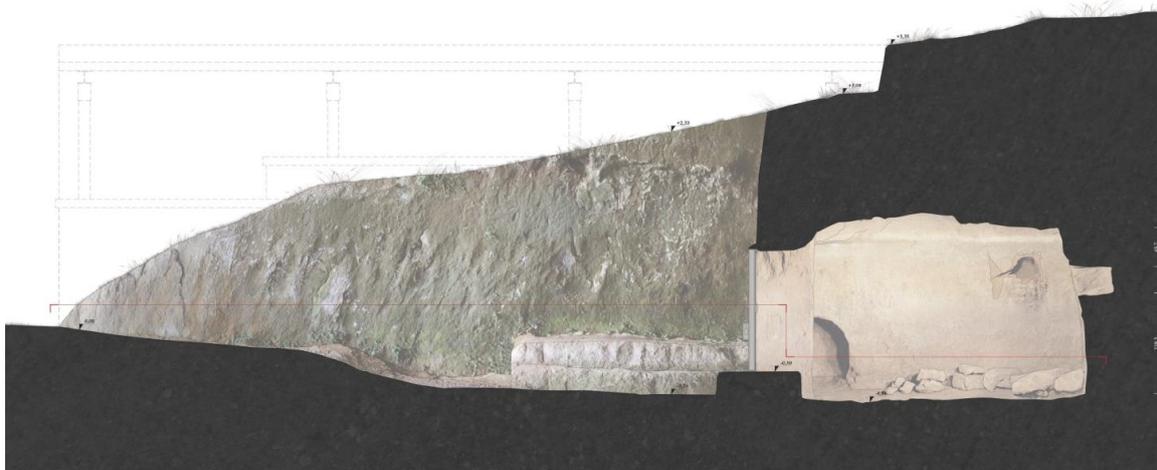
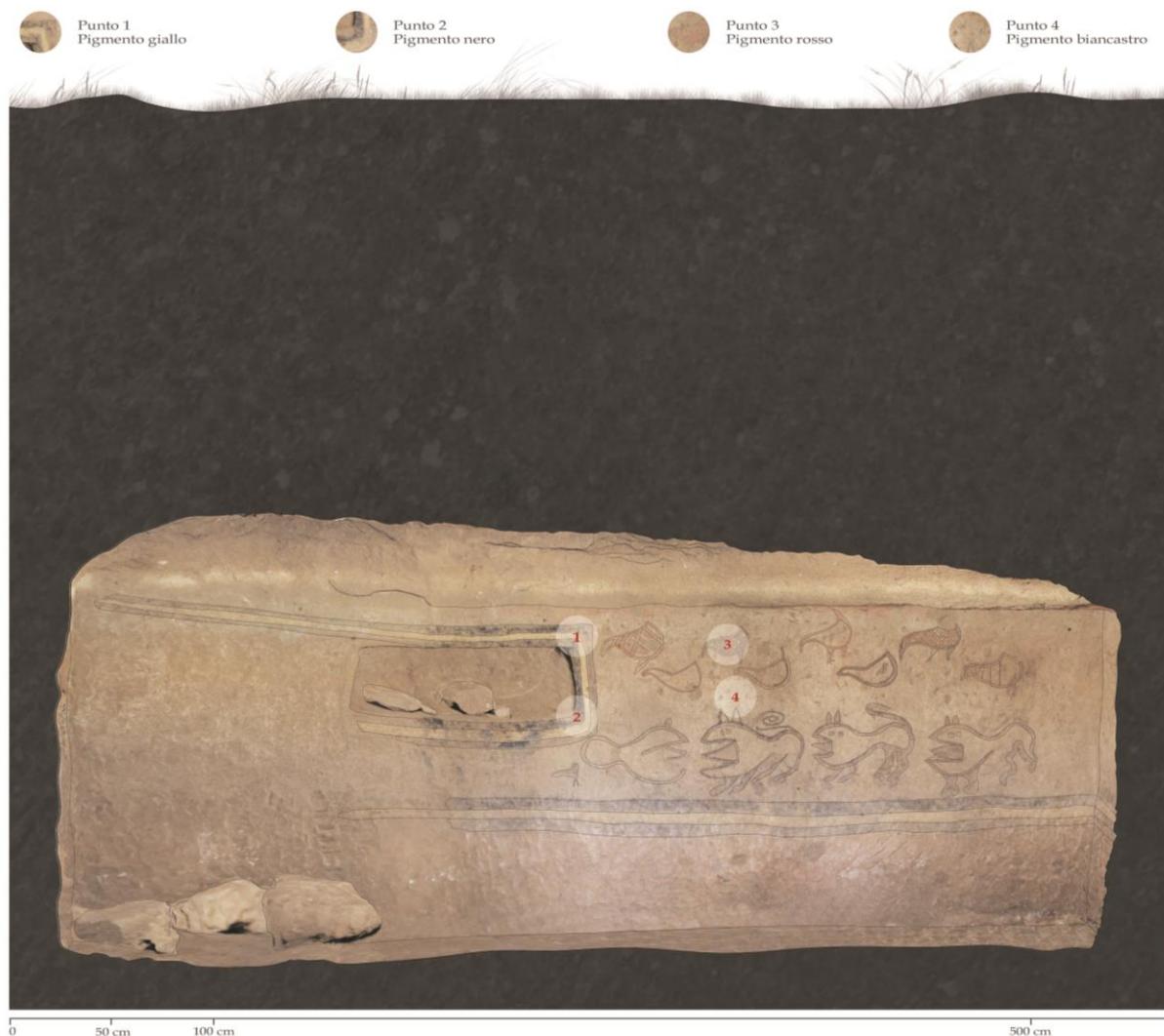


Figura 37. Sezione della Tomba dei Leoni Ruggenti, elaborata con metodo di rilevamento integrato tramite rilievo diretto e restituzione fotogrammetrica

I dati risultanti da queste prime indagini sono stati fruttuosamente incrociati con l'analisi spettroscopica Raman effettuata dagli esperti del progetto CO.B.RA. che, oltre a far emergere la presenza di uno strato coprente di efflorescenze saline, ha consentito l'individuazione esatta della composizione chimica dei pigmenti delle pitture (Figura 38).

I nuovi dati acquisiti hanno permesso non soltanto di orientare i restauri parietali ma hanno fornito anche indicazioni utili per la formulazione di convincenti ipotesi sulla datazione delle fasi costruttive della Tomba. Era infatti già noto da precedenti studi<sup>16</sup> che il sepolcro fosse stato realizzato in due momenti distinti, chiaramente apprezzabili anche attraverso un'analisi meramente autoptica della struttura; tuttavia non era mai stato possibile valutare con esattezza la forbice temporale tra le due diverse fasi costruttive. L'analisi Raman ha evidenziato che la composizione chimica dei pigmenti usati nelle due diverse strutture è pressoché identica e pertanto le due fasi, benché distinte, furono certamente molto ravvicinate nel tempo.



**Figura 38. Analisi spettroscopica Raman. Le zone per le analisi puntuali sono state scelte in base alla loro colorazione e alla posizione all'interno della Tomba. Dalla sezione appare evidente la diversa manifattura dello scavo**

<sup>16</sup> *Rapporto di Documentazione Tomba dei Leoni. Documentazione grafica e fotografica delle tecniche esecutive, dello stato di conservazione e degli interventi di restauro nella «Tomba dei Leoni Ruggenti» di Veio*, studente Mattia Cantoni, responsabile del modulo Ester Giner Cordero, tutors esterni Franco Adamo e Adele Cecchini, Bachelor in conservazione - IV semestre, modulo BW 2.3 Laboratorio VI, SUPSI, Treviso.

## Capitolo 9

### Carta del Rischio idrogeologico per le emergenze storiche e archeologiche. Procedura di elaborazione e risultati ottenuti

di Paola Porretta, Mauro Saccone, Simona Sprizzi

La Carta del Rischio idrogeologico del Parco di Veio è stata elaborata a partire dall'analisi di esempi di Carte del Rischio noti in letteratura<sup>17</sup> e avvalendosi dei risultati del modello matematico di previsione degli eventi di piena, appositamente elaborato dal gruppo dell'ENEA<sup>18</sup>.

A ogni emergenza archeologica, presente nel database (sepulture, necropoli, cunicoli ecc.) e descritta attraverso la Tabella degli Attributi del GIS, è stato assegnato un codice identificativo. Il calcolo alla base dell'elaborazione ha previsto l'utilizzo di sette parametri legati alla *vulnerabilità* individuale del bene e alla *pericolosità* del sito nel quale il bene si colloca (Figura 39).

Parametro	Valore
tip_lavoraz	1.6
elem_pregio	4.8
manutenz_ogg	1.6
compl_sito	2.4
defl_acque	11.7
manutenz_fiume	11.7
inond	5
urg_intervento	38.8

**foto**

C:\gis\doc\tomba\_leoni\_ruggenti\foto.jpg

**descrizione**

Scavata nel banco tufaceo e preceduta da un lungo corridoio di accesso (dromos), la tomba deve il suo nome allo straordinario fregio raffigurante belve feroci tra cui i leoni, dipinto sulla parete di fondo della camera sepolcrale. E' la piu' antica tomba dipinta finora rinvenuta in Etruria ed e' stata portata alla luce a seguito della confessione di un tombarolo pentito.

Figura 39. Scheda di Rischio relativa alla Tomba dei Leoni Ruggenti

<sup>17</sup> Tra queste, in particolare: la *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale – dati sulla Vulnerabilità e Pericolosità sismica del patrimonio Culturale della Regione Siciliana e della Regione Calabria (2006-2009)*; *l'Evoluzione del SIT Carta del Rischio del Patrimonio Culturale (2002-2005)*; i *Programmi di Cooperazione Internazionale Interreg II C e Archimed (1999-2000)*; la *Gestione dei dati relativi al terremoto in Marche e Umbria (1997-1998)*.

<sup>18</sup> Cfr. *infra* cap. 11, *Realizzazione della rete di monitoraggio e del sistema di Early Warning*.

Tipo di lavorazione $\gamma = 1.6$	Elementi di pregio $\gamma = 1.6$	Manutenzione del manufatto $\gamma = 1.6$	Complessità del sito $\gamma = 2.4$	Deflusso delle acque $\gamma = 3.9$	Manutenzione del fiume $\gamma = 3.9$	Quota massima d'esondazione $\gamma = 5$
---------------------------------------	--------------------------------------	--	--	--	--	---



CALCOLO DEL RISCHIO:

$$R = V \times \gamma$$

$$R_{tot} = (R1 + R2 + R3 + \dots + Rn)$$

R = rischio dell'oggetto per singolo parametro V = indice di vulnerabilità e pericolosità stimato  $\gamma$  = coefficiente correttivo

**Figura 40. Diagramma esplicativo dei parametri di pericolosità e vulnerabilità e indicazione dei relativi coefficienti correttivi  $\gamma$**

Tali parametri, già presenti all'interno della Tabella degli Attributi, sono: il tipo di lavorazione, l'eventuale presenza di elementi di pregio, lo stato di manutenzione del manufatto, la complessità dell'oggetto da valutare (intesa come articolazione degli spazi o aggregazione di elementi diversi), la facilità di deflusso delle acque meteoriche, lo stato di manutenzione dei corsi d'acqua nel punto più prossimo al bene archeologico considerato e, infine, la quota massima di esondazione, estratta dal modello previsionale delle esondazioni e relativa alla sezione trasversale del fiume a ridosso del manufatto o complesso archeologico (Figure 42, 43). A ciascun parametro (Figura 40), relativo ai diversi manufatti – valutati nella loro specifica complessità o estensione – è stato assegnato un punteggio da 1 a 3, in cui a numero minore corrisponde un livello di *vulnerabilità* o *pericolosità* minore. Sono stati poi attribuiti coefficienti correttivi nominati  $\gamma$ , variabili da 1.6 a 5, che hanno permesso di declinare i parametri precedentemente valutati sul tema specifico, e cioè il rischio idrogeologico. Il valore finale di rischio di ciascun manufatto è quindi risultato dalla sommatoria dei singoli punteggi.

A chiarimento del calcolo proposto nella formulazione della Carta del Rischio idrogeologico, riportiamo un esempio astratto. Ipotizziamo la presenza di due manufatti,  $\alpha$  e  $\beta$ , collocati in posizioni distinte lungo un fiume, rispettivamente lontano e in prossimità del corso d'acqua; il manufatto  $\alpha$  si trova in uno stato di conservazione peggiore di quello  $\beta$ , per cui il parametro relativo al suo stato di conservazione è elevato, pari a 3; il manufatto  $\beta$ , al contrario, in ragione del suo stato di conservazione, ha un parametro relativo pari a 1.

Rispetto agli obiettivi di questo progetto si applicheranno fattori di rischio con finalità specifiche: alla vicinanza al fiume si imporrà l'uso di un coefficiente correttivo massimo ( $\gamma = 5$ ), mentre il parametro relativo allo stato di manutenzione avrà un coefficiente correttivo minimo ( $\gamma = 1.6$ ). Risulterà quindi una maggiore priorità di messa in sicurezza del manufatto  $\alpha$  rispetto a  $\beta$ .

La Carta del Rischio idrogeologico è soltanto una delle tipologie di Carte del Rischio che si possono ottenere grazie a questo database. La sua struttura e organizzazione consentono infatti di elaborare Carte di tipologia diversa (del Rischio Sismico, dello stato di Manutenzione, della Vulnerabilità ecc.). Questo è reso possibile grazie alla scelta di distinguere parametri e coefficienti correttivi nell'elaborazione del calcolo. I parametri possono essere infatti considerati valori oggettivi e utilizzabili per qualsiasi tipologia di Carta del Rischio, mentre i coefficienti correttivi possono variare in funzione della tipologia di rischio.

I risultati, ovvero i valori di rischio idrogeologico ottenuti per ogni singolo manufatto, sono stati riversati in una mappa in cui sono state distinte sei classi di rischio (Figura 41), caratterizzate graficamente da una gradazione cromatica dal verde al rosso, che consentono di identificare le priorità di messa in sicurezza in caso di esondazione. La Carta del Rischio ha evidenziato che, tra tutti i beni analizzati, le necropoli risultano essere i beni maggiormente esposti a questo tipo di rischio, sia per la loro prossimità ai torrenti, sia per le loro caratteristiche intrinseche. Al contrario alcuni monumenti di grande pregio – come ad esempio la Tomba delle Anatre, quella dei Leoni Ruggenti o il Tempio a oikos sulla Cittadella – godono di una posizione geografica tale da non essere particolarmente vulnerabili in caso di esondazione.

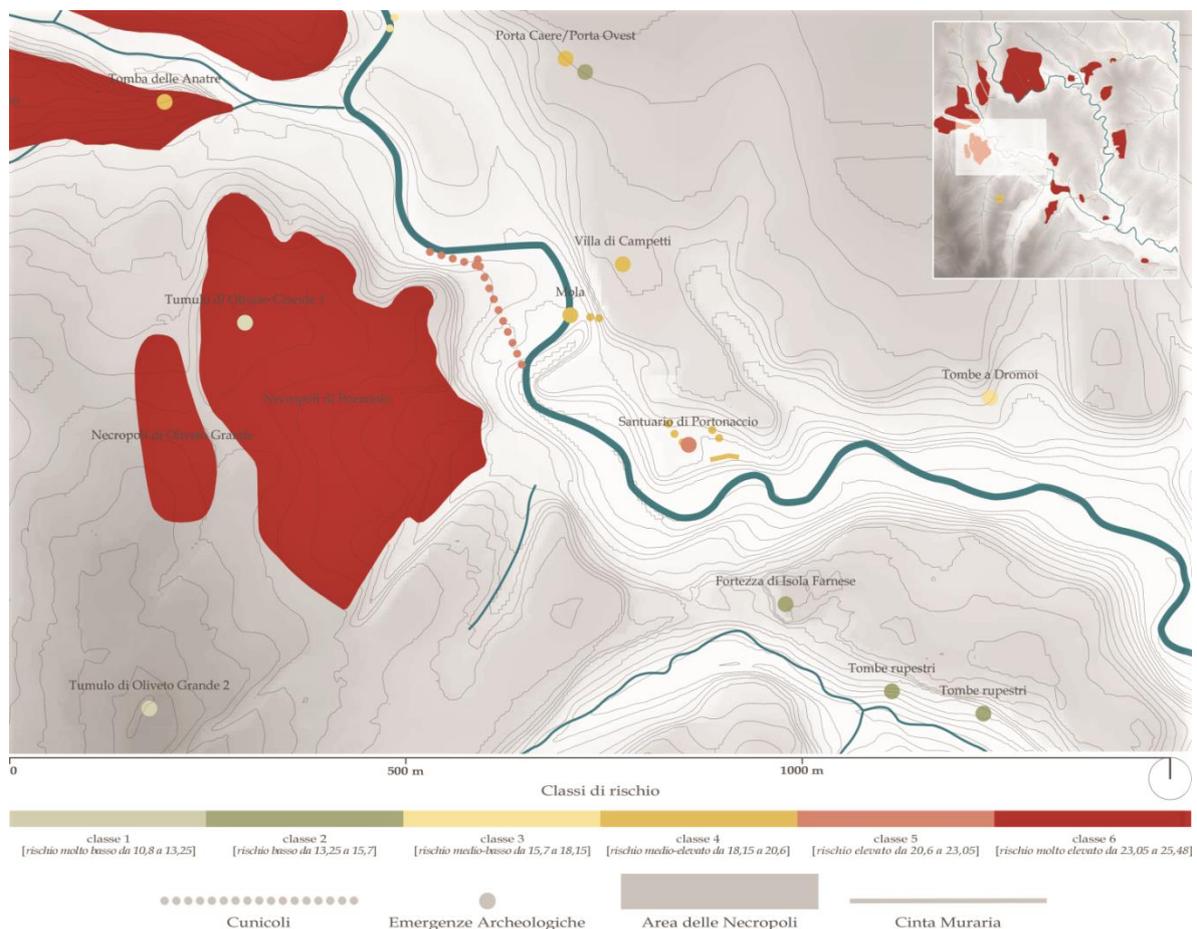


Figura 41. Stralcio della Carta del Rischio Idrogeologico

Per una visione panoramica complessiva, a commento della mappa che qui si presenta, si riassumono sinteticamente i principali risultati: la Speziera, i Bagni della Regina, il Santuario di Portonaccio, la Fontana di Re Carlo e la quasi totalità delle necropoli appartengono alla classe di rischio idrogeologico elevato; le strutture che ricadono nella classe di rischio medio sono: i sistemi di fortificazione – ovvero i resti di mura urbane e le porte di accesso alla città – nonché la quasi totalità dei cunicoli; il Tempio a oikos, le tombe rupestri di Isola Farnese, il Tumulo della Vacchereccia e quello di Oliveto Grande sono, invece, tra i siti archeologici appartenenti alla classe di rischio più bassa.

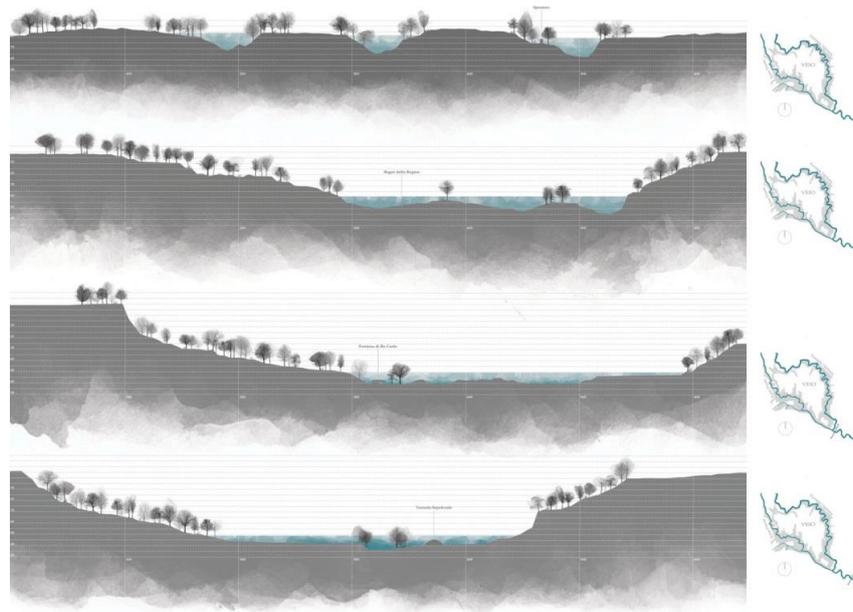


Figura 42. Analisi dell'alveo di piena in rapporto ai siti a rischio inondazione lungo il torrente Valchetta

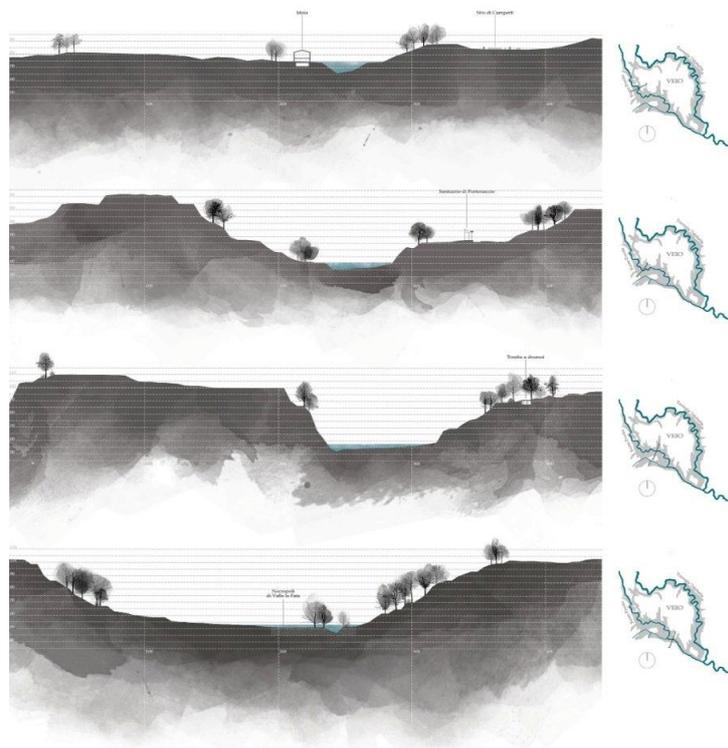


Figura 43. Analisi dell'alveo di piena in rapporto ai siti a rischio inondazione lungo il fosso Piordo

## Capitolo 10

### Analisi del corso del torrente Valchetta e ipotesi di deviazione dell'alveo

di Paola Porretta, Adriana Ruggeri, Mauro Saccone, Simona Sprizzi

La conformazione geologica dei terreni dell'*Ager Veientanus* è di natura vulcanica a prevalenza tufacea, legata all'attività del vulcano Sabatino e del suo cono eruttivo, con rilievi collinari di varia ampiezza delimitati da forre scavate da corsi d'acqua di diversa portata.

Come tutte le città dell'Etruria meridionale, anche l'antica Veio sorse su un pianoro tufaceo. Naturalmente difeso da ripidi versanti, l'altopiano era delimitato da due fiumi che scorrevano, rispettivamente, lungo il versante occidentale e quello orientale e si ricongiungevano a sud del promontorio, prima di riversarsi nel Tevere: questi corsi d'acqua sono oggi identificati nel fosso Piordo e nel torrente Valchetta.

Gli studi condotti sull'intero bacino idrografico (Figura 52) hanno messo in evidenza una particolare anomalia lungo il Valchetta: l'ansa a nord del pianoro presenta un andamento innaturale che da subito è stato messo in relazione al disegno delle curve di livello nell'area a nord-ovest, dove è evidente un marcato salto delle isoipse (Figura 44).

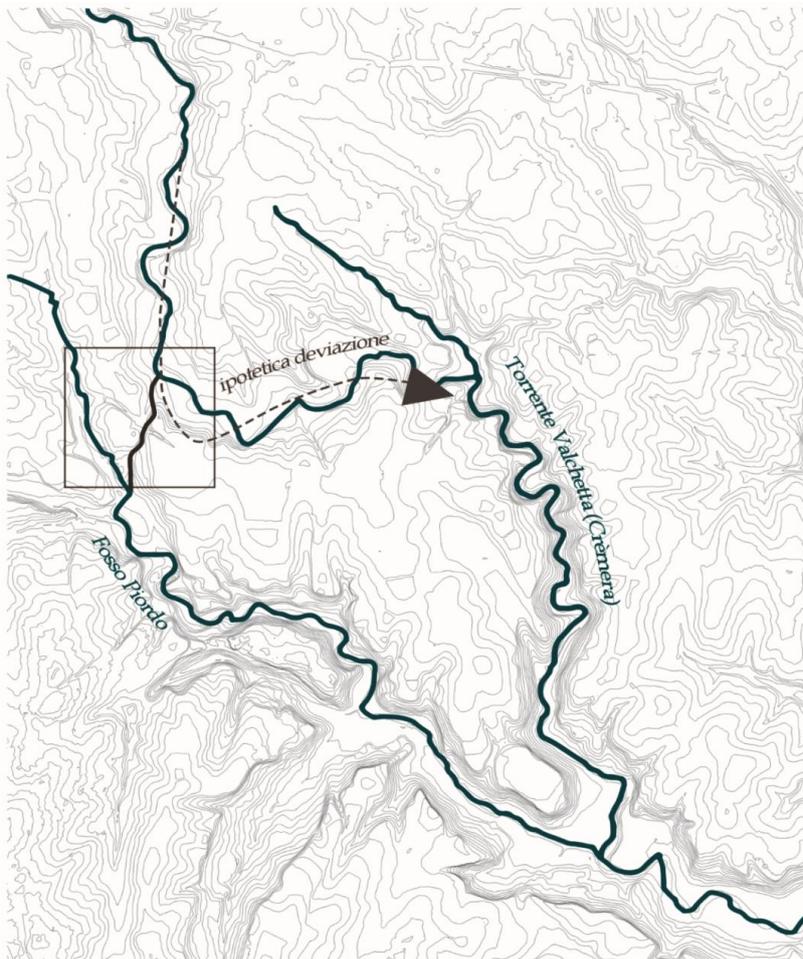


Figura 44. Il torrente Valchetta con evidenziazione dell'andamento anomalo dell'ansa a nord del pianoro di Veio e indicazione dell'area in cui si rileva un marcato salto delle isoipse

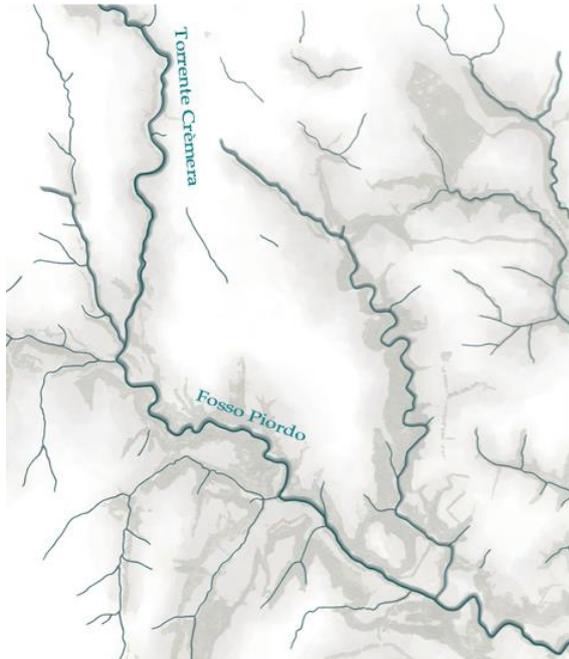


Figura 45. Ipotesi di struttura idrografica originale: l'altopiano e l'antico percorso del torrente Crèmera prima della supposta deviazione nel torrente Valchetta

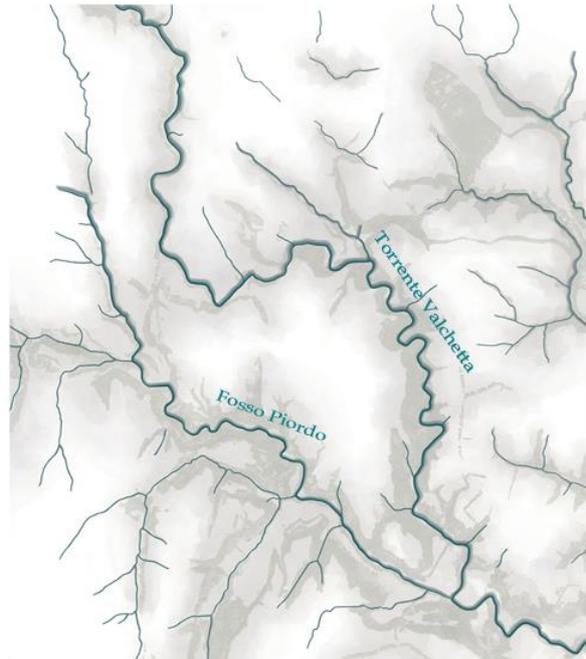


Figura 46. L'attuale struttura idrografica: l'altopiano e la configurazione del torrente Valchetta e del fosso Piordo dopo la supposta modifica dell'alveo del fiume Crèmera

In base a queste prime evidenze è stata fatta l'ipotesi che il torrente Valchetta, noto in antichità con il nome Crèmera, avesse in origine un andamento diverso e scorresse lungo il lato occidentale del pianoro. In particolare, è stato supposto lo scavo di un letto alternativo per deviare le acque del Crèmera, che al tempo era il fiume principale, nell'alveo del suo affluente che scorreva lungo il lato orientale del colle (Figure 45-46).

Le ragioni di questa sostanziale modifica potrebbero essere molteplici. Innanzitutto di tipo difensivo: in questo modo, infatti, anche il versante settentrionale del pianoro, in origine non naturalmente munito da un repentino salto di quota, veniva protetto dalle acque di un fiume. In secondo luogo, come dimostreremo più avanti, tale modifica avrebbe creato le condizioni favorevoli per migliorare le possibilità di approvvigionamento idrico del colle, sia per usi potabili che irrigui.

Per avvalorare l'ipotesi formulata sono state valutate numerose evidenze e testimonianze di natura idrografica, morfologica, litologica e archeologica, che qui si presentano sinteticamente.

Gli approfondimenti idrografici hanno evidenziato che il gradiente idraulico del torrente Valchetta, nell'area della supposta deviazione, è pari all'1% e cioè pari alla pendenza minima capace di garantire un deflusso delle acque: nell'ipotesi che si tratti di un alveo artificiale, questo gradiente sarebbe giustificato dalla necessità di limitare gli sforzi in fase realizzativa.

L'esame invece delle sezioni trasversali fatte a intervalli regolari lungo i corsi degli attuali fiumi Piordo e Valchetta (Figura 53), e la loro successiva comparazione, hanno messo in evidenza che il fosso a occidente del pianoro ha una pendenza costante, mentre l'altro presenta una differenza notevole tra il primo tratto, quello supposto artificiale, e il secondo (Figura 47): tale anomalia è potenzialmente spiegabile soltanto con l'ipotesi generale di un intervento antropico di creazione di un nuovo tratto di alveo in una fase molto successiva alla formazione naturale della restante parte. Inoltre, il corso del Piordo e il secondo tratto di quello del Valchetta hanno quote altimetriche analoghe, a differenza del primo tratto che invece scorre ad una altezza superiore.

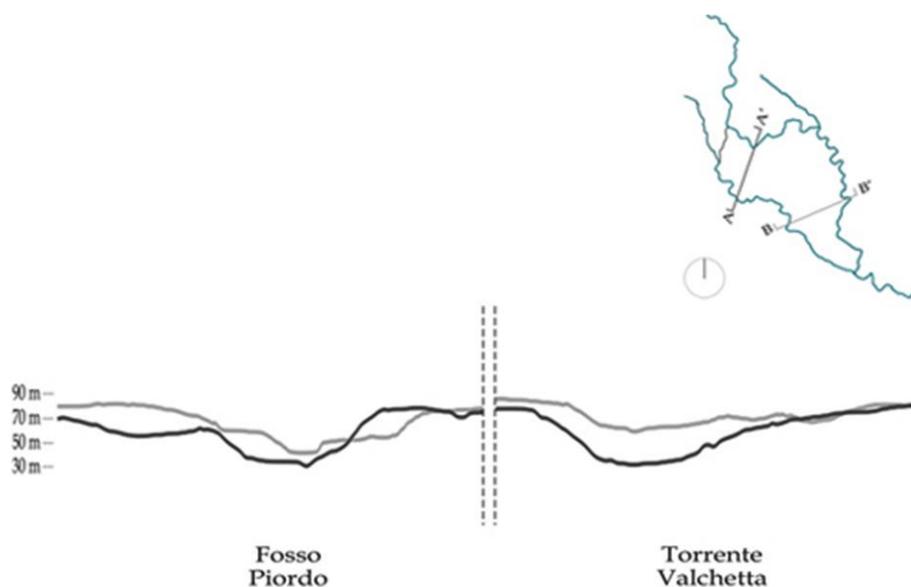


Figura 47. Confronto altimetrico dei due alvei

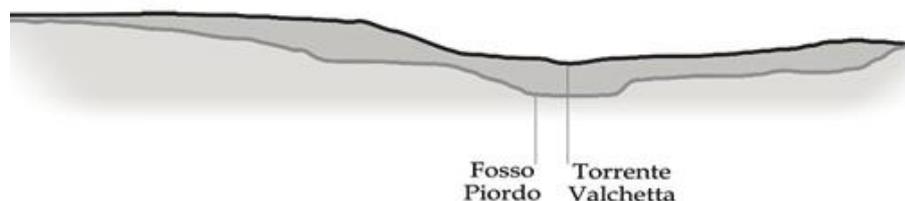
Tale condizione dimostrerebbe che quest'ultimo ha una formazione più recente proprio perché l'acqua, scorrendovi da meno tempo, ha eroso in misura inferiore l'alveo del fiume.

Le sezioni trasversali hanno evidenziato un'ulteriore anomalia: il letto del Piordo appare eccessivamente ampio rispetto all'attuale portata d'acqua del fiume, al contrario del Valchetta che, a fronte di un'esigua sezione dell'alveo, ha una notevole portata (Figura 48).

Questo disequilibrio idrico, che sarebbe una conseguenza della deviazione di un fiume maggiore nel letto del suo affluente, spiegherebbe anche l'esistenza di numerosi cunicoli scavati, alcuni ancora oggi in parte visibili, tra cui il più noto quello denominato Formellese (Figura 49). Ubicato nell'area nord-ovest del pianoro, questo cunicolo è stato nel tempo studiato e rilevato ma la sua funzione (così come quella di altre strutture analoghe) non è mai stata individuata con certezza (captazione o deviazione delle acque in eccesso? creazione di una rete idrica capillare in un territorio vasto anche per scopi domestici all'interno dell'abitato? controllo delle portate dei corsi d'acqua in periodi di piena?).



Figura 48. Confronto dimensionale dei due alvei



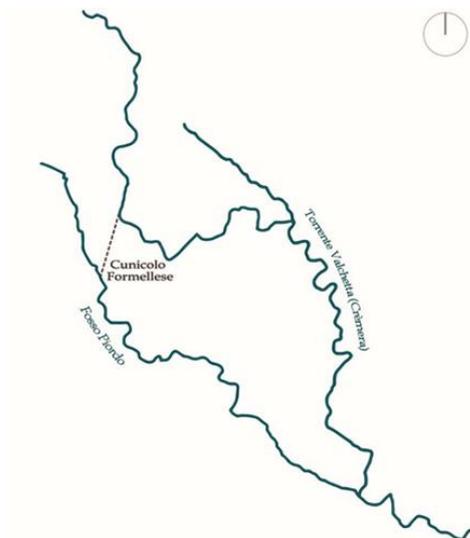


Figura 49. Il cunicolo Formellese



Figura 50. Il Ponte Sodo

Tali canali artificiali (Figura 49) (con fondo piano, il tetto concavo e sezione paragonabile all'ingombro di un uomo che esegue l'escavazione) attraversavano trasversalmente il pianoro di Veio e mettevano in collegamento gli alvei dei due corsi d'acqua: in caso di esondazione del Valchetta – molto probabile perché non vi era proporzione tra portata del fiume e sezione di scorrimento – le acque potevano defluire verso il Piordo proprio grazie a questi espedienti di ingegneria idraulica. I pozzi verticali presenti sulla sommità del pianoro, costruiti a distanze regolari lungo la direzione dei sottostanti cunicoli, sono in connessione con questo sistema: con tutta probabilità, tali elementi servirono, in fase di realizzazione dei cunicoli, per la rimozione dei detriti e per l'areazione necessaria, mentre successivamente vennero probabilmente utilizzati per la manutenzione del sistema e la captazione delle acque per l'approvvigionamento idrico dell'area sommitale del colle.

Un'evidenza archeologica, che potrebbe avvalorare l'ipotesi generale della deviazione del torrente Crèmara, è la presenza del cosiddetto Ponte Sodo<sup>19</sup> (Quilici *et al.*, 1996) (Figura 50), un grande tunnel scavato nel tufo sotto il quale scorre il tratto del Valchetta che si suppone deviato: la presenza di una struttura artificiale in quel punto dimostrerebbe che, prima della costruzione del Ponte Sodo, le acque dovevano compiere un altro percorso.

Infine, anche una macroanalisi a livello litologico ha mostrato delle evidenze a favore dell'ipotesi della creazione di un letto artificiale a nord del pianoro di Veio. La mappa geolitologica mostra infatti che l'area interessata dall'ipotetica deviazione è caratterizzata da un tufo meno erodibile rispetto a quelle circostanti (Figura 51): tale condizione è assolutamente anomala perché, come è noto, i corsi d'acqua tendono a scorrere dove il terreno è più morbido e quindi dove è più facile la naturale creazione dell'alveo.

<sup>19</sup> I Ponti Sodi o Ponti Terra sono una tipologia di opere idrauliche molto diffusa in Etruria; tali strutture consentivano il superamento di un corso d'acqua senza ricorrere alla costruzione di un passaggio in muratura poiché si provvedeva all'incanalamento del corso d'acqua in un cunicolo scavato all'interno della massa rocciosa, così che il tracciato della strada, o qualsivoglia tipo di collegamento terrestre, potesse attraversarlo senza essere modificato.

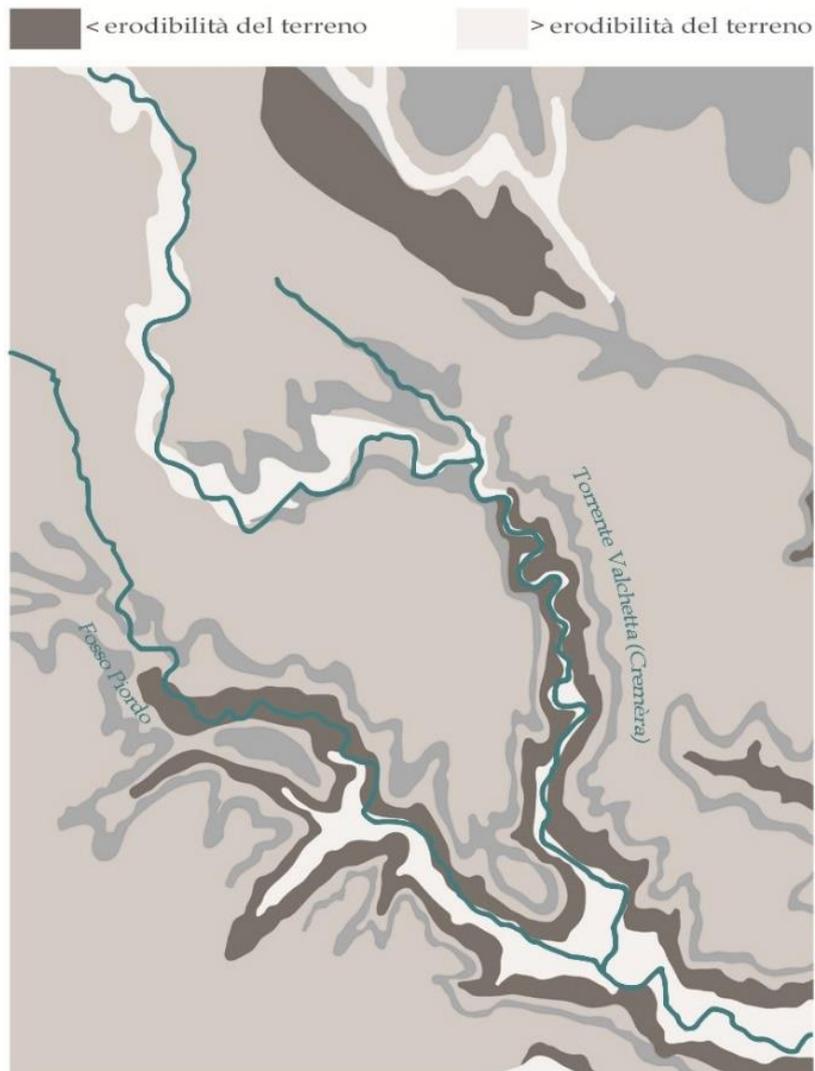
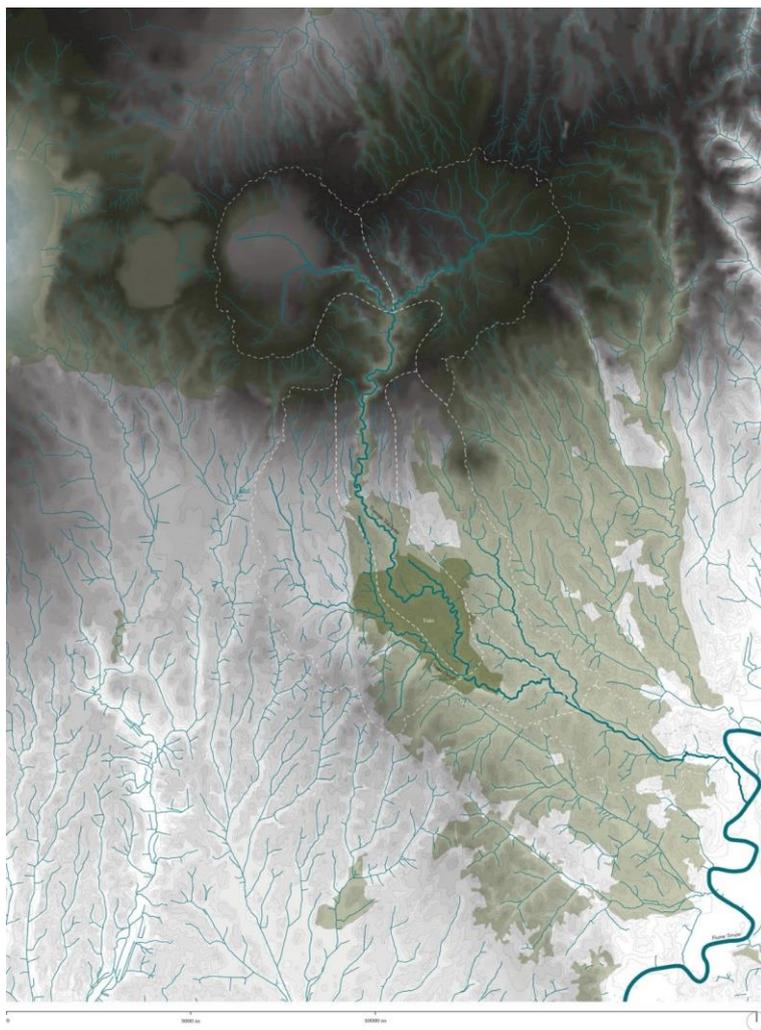


Figura 51. Mappa geologica dell'area che mostra le differenze di erodibilità del suolo



**Figura 52. Inquadramento territoriale dell'area archeologica di Veio e del bacino del torrente Valchetta**



**Figura 53. Il sistema delle forre e sezioni trasversali lungo i corsi d'acqua che cingono l'altopiano di Veio**

## Capitolo 11

### Realizzazione della rete di monitoraggio e del sistema di Early Warning

di *Maurizio Bucci, Massimiliano De Mei, Umberto Brandimarte, Marco Sbrana*

La contiguità con l'area urbana di Roma densamente popolata ha contribuito alla scelta del Parco di Veio come area di progetto, studiata al fine di comprendere i meccanismi di reazione e di resilienza ai fenomeni pluviometrici particolarmente violenti, in grado di determinare locali esondazioni, provocare danni alla popolazione, alle infrastrutture e agli ecosistemi.

Lo studio si è svolto con la collaborazione del personale del Parco Regionale di Veio con sede tecnico-amministrativa nel Comune di Sacrofano. Hanno aderito inoltre, fornendo assistenza, le amministrazioni comunali di Formello e Campagnano. Nelle strutture messe a disposizione dalle sopra citate amministrazioni sono state installate stazioni pluviometriche automatiche collegate via rete GSM ad un centro di raccolta dati che provvede, tramite un sito web, a rendere disponibili i dati agli utenti abilitati.

Le attività pianificate hanno quindi riguardato, nello specifico, la predisposizione (progettazione e realizzazione) di una rete di monitoraggio del rischio idrico, consistente nell'installazione di sistemi di misura delle portate, stazioni meteorologiche, sistemi di trasmissione e elaborazione dati.

La rete di monitoraggio (Figura 54) consiste di n° 3 stazioni pluviometriche e n° 1 Stazione per misura del livello dell'acqua.

Le tre stazioni pluviometriche sono costituite ciascuna da:

*Sensore di quantità di pioggia (pluviometro)*

- Tipo: a vaschetta basculante
- Bocca tarata: 500 cm<sup>2</sup> secondo lo standard WMO
- Risoluzione: 0,2 mm di H<sub>2</sub>O
- Precisione: +/-2% del valore misurato
- Uscita: contatto reed protetto
- Temperatura operativa: -30/+50 °C
- Cavo: standard
- Materiale plastico ad alta resistenza
- Supporto per sensore completo di attacchi per fissaggio
- Unità di acquisizione e trasmissione dati su rete GPRS/UMTS, Modello Grillo MMTS
- Gruppo di alimentazione a pannello solare

I tre pluviometri sono posizionati a:

- Campagnano sul tetto del Comune;
- Sacrofano sul tetto dell'Ente Parco di Veio;
- Formello sul tetto del Comune.

Stazione per misura di livello (idrometro) costituita da:

- Sensore di livello tipo: piezoresistivo compensato in temperatura
- Campo di misura: 0-3 mt
- Accuratezza: +/- 0,25% del campo di misura
- Uscita: 4/20mA
- Temperatura operativa: 0/+80 °C
- Dimensioni:  $\varnothing=24\text{mm}$  –  $L=108\text{mm}$
- Cavo: 10m
- Materiale: acciaio inox AISI 316
- 1 sistema di sostegno
- 1 Unità di acquisizione e trasmissione dati da rete GPRS/UMTS, modello CR 1000
- 1 gruppo di alimentazione a pannello solare.

L'idrometro è posizionato in località Le Rughe.

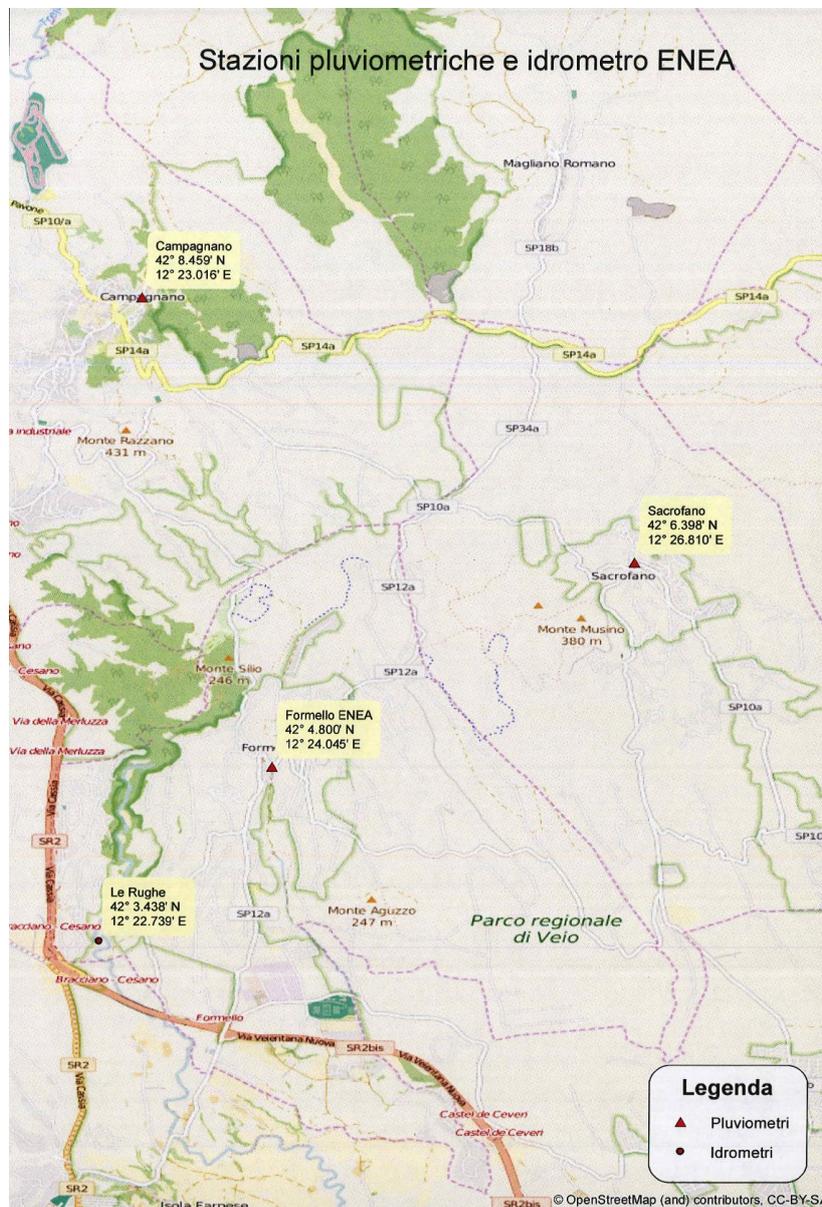


Figura 54. Localizzazione degli elementi della rete di monitoraggio

La disposizione delle stazioni di monitoraggio consente di integrare i dati provenienti dalla rete gestita dal servizio idrografico della Regione Lazio, fonte preziosa di dati pluviometrici e idrometrici, che per problemi di validazione del dato non garantisce i dati in tempo reale. Le stazioni (Figure da 58 a 60) sono state collocate presso le sedi del Parco di Veio a Sacrofano, del Comune di Campagnano e del Comune Formello.

Le altezze idrometriche sono state misurate in una sezione posta in località Le Rughe (Figura 61), tale sezione costituisce il punto di chiusura del bacino montano che copre un'estensione di 42,80 km<sup>2</sup>. In questa sezione sono state effettuate alcune prove di portata istantanea al fine di realizzare una curva di taratura altezze idrometriche - portata.

La Regione Lazio ha fornito un DTM (modello digitale del territorio) con definizione 5 metri (un punto quotato ogni 5 metri). Utilizzando alcuni algoritmi per la spazializzazione contenuti nel software ArcGis prodotto dalla ESRI, è stato ricavato il limite del bacino idrografico del torrente Valchetta. In funzione del posizionamento dei due idrometri presenti nel bacino sono stati individuati due sottobacini il primo con chiusura presso la località Le Rughe il secondo presso la foce sul fiume Tevere. Sulla base di questa prima elaborazione è stato possibile calcolare i parametri morfometrici dell'asta fluviale, l'area, la quota massima, minima e media dei due sottobacini, parametri necessari per lo sviluppo dei calcoli per i relativi tempi di corrivazione. I dati pluviometrici utilizzati sono stati ricavati dalle 9 stazioni gestite dal servizio idrografico della Regione Lazio e dalle tre stazioni posizionate nell'ambito del progetto. Per il periodo settembre 2014 p.p. maggio 2017 p.p. sono stati isolati degli eventi pluviometrici significativi sia in termini di durata che di volume delle piogge. Attraverso l'interpolazione spaziale secondo il modello IDW (Interpolazione pesata sull'inverso della distanza) sono stati assegnati i valori pluviometrici orari alle singole celle (10x10 metri) che ricoprono l'intera superficie del bacino. L'elaborazione ha consentito di ottenere il volume totale delle precipitazioni con scansione oraria per entrambi i sottobacini. Sono state inoltre analizzate le serie storiche delle precipitazioni per le stazioni di Riano, Baccano, Formello, Castel Giubileo, Giustiniana e Morlupo pubblicati sugli annali idrologici a partire dal 1951. Sono stati in particolare catalogati i dati relativi alle massime precipitazioni dell'anno per periodi di più giorni consecutivi (1 – 5) e le precipitazioni di massima intensità a 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Sono stati successivamente calcolati i tempi di ritorno fino a 200 anni delle piogge massime orarie e di quelle giornaliere. La strumentazione che costituisce il sistema di monitoraggio è ancora operativa ed i dati sono a disposizione del Parco di Veio, dei Comuni di Formello, Campagnano e Sacrofano.

I meccanismi di reazione e di resilienza ai fenomeni pluviometrici particolarmente violenti sono stati valutati utilizzando il modello HEC-RAS. Il software HEC-RAS è disponibile sul sito [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil); i manuali contenuti nel programma forniscono le basi teoriche delle procedure utilizzate e le informazioni relative al suo utilizzo. Il modello di simulazione HEC-RAS (River Analysis System) è stato sviluppato dall'US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center esso può essere applicato per la soluzione di sistemi fluviali dalla geometria complessa ed è in grado di correlare l'entità della portata liquida con le velocità e con le altezze idrometriche raggiunte nell'alveo principale in un determinato tratto fluviale. HEC-GeoRAS è una estensione per l'uso in ambiente ArcGis.

Per valutare la vulnerabilità ai fenomeni di piena dei siti di interesse culturale presenti nel bacino idrografico del fiume Valchetta (Cremera) sono utilizzati i dati cartografici disponibili e in particolare un DTM (modello digitale del territorio) con definizione di 5 m rielaborati in ambiente ArcGis (ESRI).

Utilizzando l'estensione Geo RAS del modello HEC sono definiti i parametri geometrici necessari a caratterizzare il bacino idrografico. Attraverso l'analisi storica delle precipitazioni registrate dalle stazioni di misura sono state calcolate le precipitazioni massime possibili successivamente convertite in volumi di acqua attraverso un modello di interpolazione spaziale che divide il territorio in celle di 100 metri quadri. I valori calcolati vengono immessi nel modello che fornisce le altezze idrometriche massime in corrispondenza dei siti di interesse. In funzione della possibilità di subire danni da fenomeni alluvionali viene definito il grado di rischio e predisposte le azioni necessarie ad evitare danni alle strutture di interesse storico-artistico e culturale.

Il sistema di acquisizione dati è collegato ad internet mediante un Servizio OLINDA. OLINDA è un'applicazione web che colloquia automaticamente con i sistemi GRILLOMMTS e CR1000 installati negli impianti di cui sopra, utilizzando la rete internet. In tal modo l'utente OLINDA, collegandosi al sito [www.imieidati.it](http://www.imieidati.it) (Figure da 55 a 57), attraverso autenticazione tramite username e password, può:

- visualizzare i dati acquisiti dai singoli GRILLO e scaricarli in formato Excel;
- impostare o variare le soglie di allarme;
- impostare o variare i numeri delle utenze telefoniche abilitate alla ricezione degli SMS di allarme o di dati;
- ricevere informazioni sul corretto funzionamento delle unità GRILLO MMTS.

© 2007 - 2017 TECNO.EL - TECNOLOGIE ELETTRONICHE srl - via degli Olmetti 38, 00060 - Formello (RM) - P.I. 01801651009 - PEC: tecnoel@pec.it

Figura 55. Pagina web di accesso ai dati della rete di monitoraggio

# I miei dati

Impianto: *Monitoraggio Idrometrico Parco di Veio*

The dashboard displays five monitoring station cards:

- E9134**: Ubicazione: Torrente CREMERA: dati stazione idrometrica. Ultima connessione: 18/10/2017 13:01. Stato sistema: Nessun allarme in corso, Connessioni regolari.
- E9134\_1**: Ubicazione: Torrente CREMERA: eventi stazione idrometrica. Ultima connessione: 11/09/2017 10:31. Stato sistema: Mancate connessioni.
- 1226001-1**: Ubicazione: Campagnano Stazione\_Pluviometrica. Ultima connessione: 18/10/2017 13:02. Stato sistema: Nessun allarme in corso, Connessioni regolari.
- 1226002-1**: Ubicazione: Formello Stazione\_Pluviometrica. Ultima connessione: 18/10/2017 13:00. Stato sistema: Nessun allarme in corso, Connessioni regolari.
- 1231001-1**: Ubicazione: Sacrofano Stazione\_Pluviometrica. Ultima connessione: 18/10/2017 13:03. Stato sistema: Nessun allarme in corso, Connessioni regolari.

© 2007 - 2017 TECNO.EL - TECNOLOGIE ELETTRONICHE srl - via degli Olmetti 38, 00060 - Formello (RM) - P.I. 01801651009 - PEC: tecnoel@pec.it

Figura 56. Pagina di accesso ai dati delle centraline

Scelta periodo intervallo dati: [Oggi](#) [7 Giorni](#) [15 Giorni](#) [30 Giorni](#) [Periodo personalizzato](#) [Torna agli impianti](#)

Caricamento in corso...

Dati del datalogger E9134 [Grafico](#) << 1 >>

Timestamp	Livello Avg cm	Livello Max cm	Livello Min cm	Livello Std cm	Vbatt Min V	PTemp °C
2017-10-18 12:00:00	98.70	99.69	97.80	0.38	14.0	15.5
2017-10-18 11:00:00	98.19	99.08	97.43	0.33	14.0	14.8
2017-10-18 10:00:00	97.50	98.27	96.84	0.23	13.5	14.3
2017-10-18 09:00:00	97.31	97.70	92.45	0.65	13.5	13.9
2017-10-18 08:00:00	97.46	97.70	97.06	0.13	12.8	13.7
2017-10-18 07:00:00	97.55	98.11	97.07	0.20	12.8	13.7
2017-10-18 06:00:00	97.85	98.31	97.46	0.28	12.8	14.0
2017-10-18 05:00:00	97.96	98.49	97.43	0.29	12.8	14.3
2017-10-18 04:00:00	98.04	98.45	97.42	0.23	12.8	14.4
2017-10-18 03:00:00	98.16	98.25	97.61	0.15	12.9	14.8
2017-10-18 02:00:00	98.25	98.64	98.01	0.14	12.9	15.1
2017-10-18 01:00:00	98.53	99.06	98.22	0.26	12.9	15.5
2017-10-18 00:00:00	98.90	99.27	98.22	0.24	12.9	15.7

Figura 57. Esempio di restituzione dei dati della rete di monitoraggio



Figura 58. Stazione pluviometrica di Formello



Figura 59. Stazione pluviometrica di Sacrofano



Figura 60. Stazione pluviometrica di Campagnano



Figura 61. Particolare dell'idrometro di Formello

Attualmente il funzionamento della stazione idrometrica è così strutturato:

1. intervallo rilevamento della misura (campionamento): 5' (300s)
2. intervallo memorizzazione dei dati: 1h
3. intervallo invio del dato sul portale Olinda: 4h
4. durata del pre-evento (in caso di superamento soglia e/o derivata): 30'
5. durata dell'evento (in caso di superamento soglia e/o derivata): 24h

Rimangono modificabili da Olinda la soglia sulla deviazione max (in cm/h) (valore default 20cm/h), e la soglia allarme livello di esondazione (in cm) (valore default 80 cm).

In caso di evento “eccezionale”, cioè di possibile esondazione del bacino fluviale nell’area di Prima Porta (Roma), già in passato oggetto di simili fenomeni inondativi, il sistema prevede un allarme che verrà trasmesso entro i successivi 10 minuti, tramite email e/o SMS. I dati dell’evento (misure ogni 5’) sono inviati al termine della registrazione dell’evento stesso, cioè 24h.

### Tempi di ritorno delle precipitazioni di massima intensità per eventi orari e giornalieri

Gli Annali del Servizio Idrografico Regionale contengono le informazioni relative alle precipitazioni di massima intensità pertinenti a precipitazioni giornaliere ed orarie.

Sono state considerate le seguenti stazioni pluviometriche:

- Riano
- Baccano
- Castelgiubileo
- Flaminio
- Formello
- Morlupo.

Queste stazioni presentavano infatti periodi di registrazione sufficientemente lunghi. I dati disponibili a partire dal 1951 hanno consentito di calcolare per ogni stazione le precipitazioni massime e i tempi di ritorno per gli eventi da 1 a 5 giorni consecutivi e a 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive.

A titolo di esempio si allegano i grafici realizzati per la stazione di Castelgiubileo (Figure 62 e 63) e il prospetto dei dati relativi a tutte le stazioni considerate (Tabelle da 12 a 17).

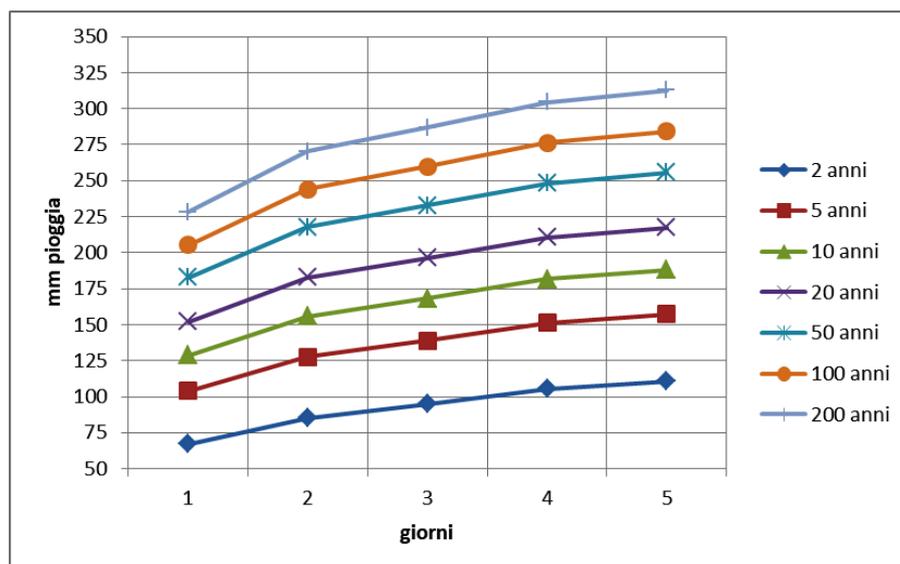


Figura 62. Precipitazioni massime a 1/5 giorni e tempi di ritorno stimati Castelgiubileo

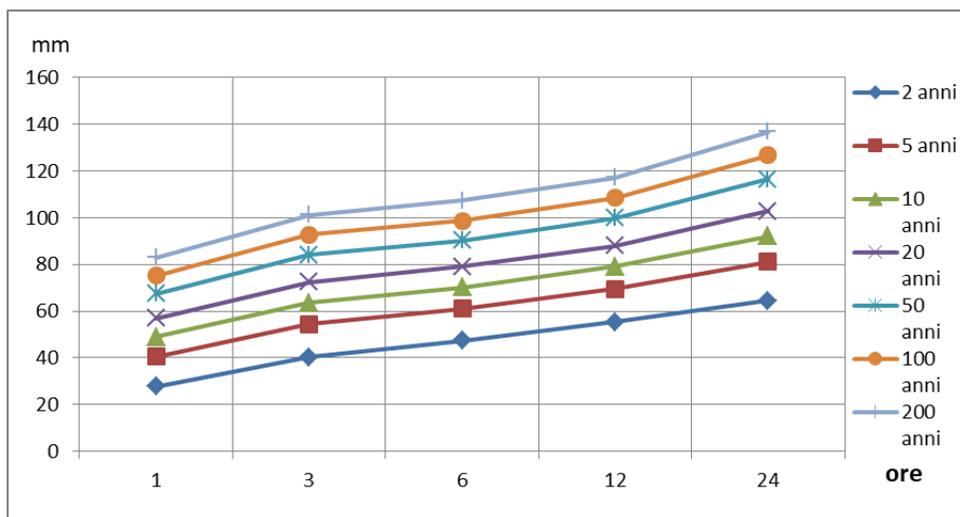


Figura 63. Precipitazioni massime da 1 a 24 ore e tempi di ritorno in anni - Stazione di Castel Giubileo

Tabella 12. Riano

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.
2	71,04	88,02	100,91	113,14	121,01
5	101,09	115,65	131,50	144,45	155,46
10	120,99	133,93	151,75	165,19	178,27
20	140,07	151,48	171,17	185,08	200,16
30	151,05	161,57	182,34	196,52	212,74
50	164,77	174,19	196,31	210,82	228,48
100	183,29	191,20	215,15	230,12	249,70
150	194,08	201,12	226,14	241,37	262,08
200	201,73	208,16	233,92	249,34	270,85
500	226,06	230,52	258,69	274,70	298,75

Tabella 13. Baccano

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.
2	79,21	99,29	114,51	126,29	127,00
5	122,53	159,66	181,40	199,18	202,09
10	151,21	199,63	225,69	247,44	251,81
20	178,72	237,97	268,17	293,73	299,50
30	194,55	260,03	292,60	320,36	326,93
50	214,33	287,60	323,15	353,65	361,22
100	241,02	324,79	364,36	398,55	407,48
150	256,58	346,48	388,38	424,73	434,45
200	267,60	361,85	405,41	443,28	453,57
500	302,68	410,73	459,57	502,30	514,37

Tabella 14. Castel Giubileo

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.	P I ORA	P III ORE	P VI ORE	P XII ORE	P XXIV ORE
2	67,03	85,06	94,81	105,53	110,79	27,83	40,35	47,41	55,36	64,54
5	104,09	127,64	139,00	151,25	157,23	40,53	54,37	61,18	69,59	81,18
10	128,63	155,84	168,25	181,53	187,97	48,95	63,65	70,29	79,02	92,20
20	152,17	182,88	196,31	210,57	217,47	57,01	72,55	79,03	88,06	102,77
30	165,71	198,44	212,46	227,27	234,43	61,65	77,67	84,06	93,26	108,84
50	182,64	217,88	232,64	248,16	255,64	67,46	84,07	90,34	99,76	116,44
100	205,47	244,12	259,85	276,32	284,25	75,28	92,71	98,82	108,53	126,69
150	218,78	259,41	275,73	292,75	300,93	79,84	97,75	103,76	113,64	132,67
200	228,22	270,25	286,97	304,39	312,75	83,08	101,31	107,27	117,26	136,91
500	258,23	304,73	322,75	341,41	350,35	93,37	112,66	118,41	128,79	150,38

Tabella 15. Flaminio

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.	P I ORA	P III ORE	P VI ORE	P XII ORE	P XXIV ORE
2	64,94	80,12	91,13	99,95	105,38	31,47	41,46	44,86	49,52	57,32
5	103,51	125,66	142,18	155,91	164,65	49,45	65,04	67,75	71,24	77,55
10	129,05	155,81	175,97	192,96	203,89	61,35	80,65	82,91	85,63	90,95
20	153,55	184,73	208,39	228,51	241,54	72,77	95,63	97,45	99,42	103,80
30	167,64	201,37	227,04	248,95	263,19	79,34	104,25	105,82	107,36	111,19
50	185,26	222,16	250,35	274,51	290,26	87,55	115,02	116,28	117,28	120,43
100	209,02	250,22	281,80	308,99	326,77	98,62	129,55	130,38	130,66	132,89
150	222,87	266,57	300,13	329,09	348,06	105,08	138,02	138,61	138,47	140,16
200	232,69	278,17	313,12	343,34	363,15	109,66	144,02	144,43	144,00	145,31
500	263,93	315,04	354,46	388,65	411,14	124,22	163,12	162,98	161,59	161,69

Tabella 16. Formello

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.	P I ORA	P III ORE	P VI ORE	P XII ORE	P XXIV ORE
2	68,91	83,34	94,16	104,57	111,07	35,29	50,01	56,32	64,00	74,55
5	95,03	110,59	122,65	135,68	146,02	49,49	76,71	90,49	97,56	105,33
10	112,31	128,63	141,52	156,28	169,16	58,90	94,40	113,11	119,78	125,71
20	128,90	145,93	159,62	176,03	191,36	67,93	111,36	134,81	141,09	145,27
30	138,43	155,89	170,03	187,40	204,12	73,12	121,12	147,30	153,35	156,51
50	150,36	168,33	183,04	201,61	220,09	79,61	133,31	162,90	168,67	170,57
100	166,44	185,12	200,60	220,77	241,61	88,36	149,77	183,95	189,35	189,54
150	175,82	194,90	210,83	231,95	254,17	93,46	159,36	196,22	201,40	200,60
200	182,47	201,84	218,09	239,87	263,06	97,08	166,16	204,92	209,94	208,43
500	203,61	223,90	241,16	265,06	291,36	108,58	187,79	232,59	237,12	233,36

Tabella 17. Morlupo

T ritorno anni	P I g.	P II g.	P III g.	P IV g.	P V g.
2	49,14	67,23	78,73	88,36	89,26
5	88,08	116,14	131,92	144,27	152,88
10	113,85	148,53	167,13	181,29	195,00
20	138,58	179,60	200,91	216,80	235,41
30	152,81	197,47	220,34	237,22	258,65
50	170,59	219,81	244,63	262,76	287,71
100	194,58	249,95	277,39	297,20	326,90
150	208,56	267,52	296,50	317,28	349,75
200	218,48	279,97	310,04	331,52	365,95
500	250,00	319,59	353,11	376,79	417,46

I valori ricavati dalle elaborazioni degli eventi meteorici di durata ed intensità rilevanti, una volta spazializzati attraverso l'uso di appositi modelli, sono stati utilizzati per impostare le soglie di attenzione e di allarme nelle stazioni pluviometriche collocate presso i municipi di Campagnano e Formello e nella sede del Parco di Veio a Sacrofano. La strumentazione consente di programmare delle soglie di attenzione e di allarme riferibili a precipitazioni orarie e giornaliere. Una volta superate tali soglie, l'evento viene registrato con cadenza di 15 minuti partendo dal suo inizio fino al suo esaurimento. Il superamento delle soglie attiva inoltre l'invio di un messaggio telefonico di allerta ad uno o più numeri preimpostati.

### Eventi di piena e tempi di ritorno

Viene riportata a titolo di esempio l'elaborazione grafica dell'evento pluviometrico avvenuto in data 29-01-2015, che ha avuto una durata complessiva di circa 220 ore (Figura 64).

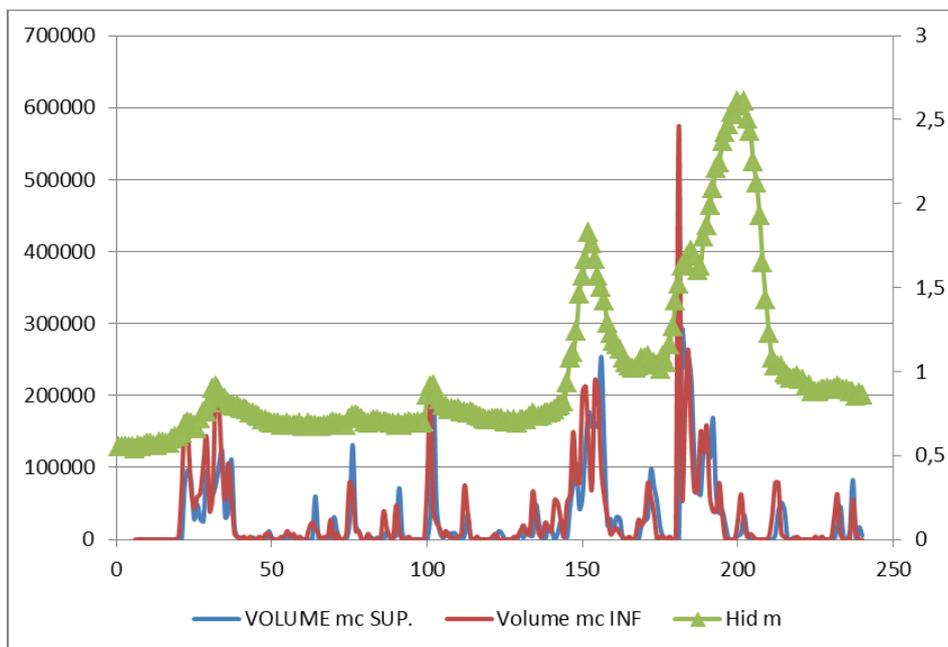


Figura 64. Volumi di pioggia nei bacini superiore ed inferiore nell'evento del 29 gennaio 2015, correlati all'altezza idrometrica (Hid) raggiunta (elaborazione ENEA)

I volumi di pioggia pertinenti i bacini superiori ed inferiori sono posti in relazione con le altezze idrometriche registrate nello stesso arco di tempo nella sezione di chiusura del bacino idrografico. L'analisi di più eventi consente di determinare i tempi di corrivazione e quindi il ritardo del passaggio dell'onda di piena alla sezione terminale del bacino rispetto alle precipitazioni atmosferiche. Questi tempi sono funzione dello stato dei terreni e del loro grado di saturazione e dipendono fortemente dalla distribuzione spaziale degli eventi meteorici, ovvero, nel nostro caso, se tali eventi insistono prevalentemente all'interno del bacino superiore o inferiore. Gli intervalli, mediamente, si collocano tra le 3 e le 7 ore, testimoniando una elevata velocità di scorrimento superficiale dovuta essenzialmente alla natura poco permeabile dei terreni in prevalenza di origine vulcanica.

Per quantificare le portate massime attese per tempi di ritorno molto elevati sono state utilizzate le precipitazioni atmosferiche calcolate con tempo di ritorno di 200 anni, considerando eventi di durata compresa tra 1 e 5 giorni consecutivi (Figura 65). Nella realizzazione delle curve con il metodo Mockus (1964), le precipitazioni si considerano distribuite uniformemente sui giorni considerati. Ne deriva il fatto, evidenziato dalle curve di deflusso, che l'onda di piena è più marcata per le precipitazioni concentrate nell'arco di tempo di 24 ore.

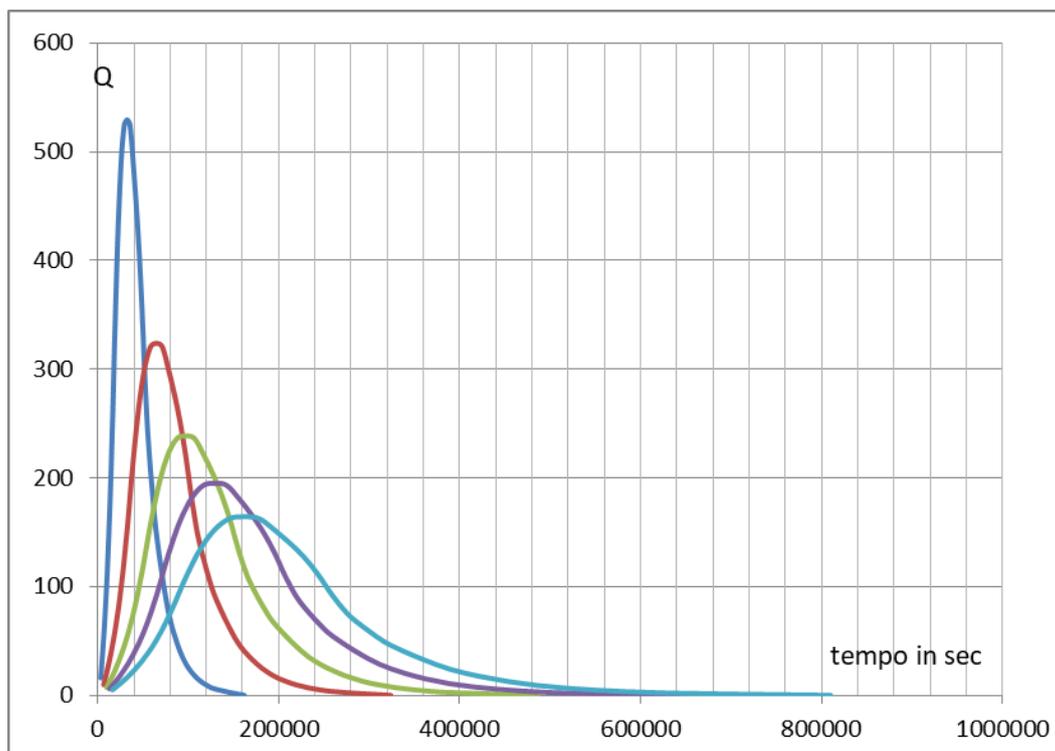


Figura 65. Portate massime attese per tempi di ritorno molto elevati (elaborazione ENEA)



## Conclusioni

di Paola Carrabba e Laura Maria Padovani

Il Progetto RoMA (*Resilience enhancement of a metropolitan area - Migliorare la Resilienza delle aree metropolitane*), ammesso a finanziamento MIUR Ricerca e Innovazione 2007-2013, ha dato la possibilità di sviluppare un sistema integrato di controllo e allerta precoce per eventi di piena nel Parco di Veio, nella zona corrispondente, nello specifico, all'area dell'antica Veio e del quartiere di Prima Porta (Roma).

Il lavoro compiuto ha avuto tratti esaltanti. La variegata ricchezza del territorio del Parco di Veio ha reso estremamente interessante la restituzione GIS delle aree rappresentate, con le caratteristiche territoriali, sociali, economiche ed ambientali attuali che ben si sono rispecchiate nelle evidenze storico-archeologiche dell'area. La lettura multifattoriale del reale, la necessità di proteggere l'attuale conservando e promuovendo, nel contempo, le vestigia del passato, ha rappresentato, per molti versi, una bellissima ed entusiasmante avventura, che ha coinvolto esperti e ricercatori in diverse discipline e formato alle tecnologie del futuro nuovi, aspiranti operatori nei settori dell'ambiente e dei beni storico-archeologici. La collaborazione tra esperti in settori apparentemente così distanti tra loro ha creato l'opportunità di leggere le problematiche del territorio nella loro complessità e di individuare, quindi, soluzioni complesse ma efficaci per la conservazione e l'allerta precoce.

Ciò permetterà di garantire una continua diagnostica e controllo dell'area, migliorandone la conservazione e garantendone una migliore fruibilità, sia alla popolazione che all'industria del turismo. Il controllo del territorio è stato operato attraverso analisi e monitoraggio dello sfruttamento abusivo nelle varie forme, dell'identificazione di zone di vulnerabilità e di potenziale dissesto, per la salvaguardia del territorio agricolo e la gestione ambientale delle aree maggiormente esposte a problematiche di inquinamento.

Con il sussidio di svariate fonti, integrate con quelle provenienti da sensori sul campo, è stato possibile quindi ampliare il significato di un evento, anticipando la sua evoluzione, così da poter sviluppare gli strumenti per attuare le dovute misure di sicurezza, per la prevenzione o la mitigazione dei possibili danni.

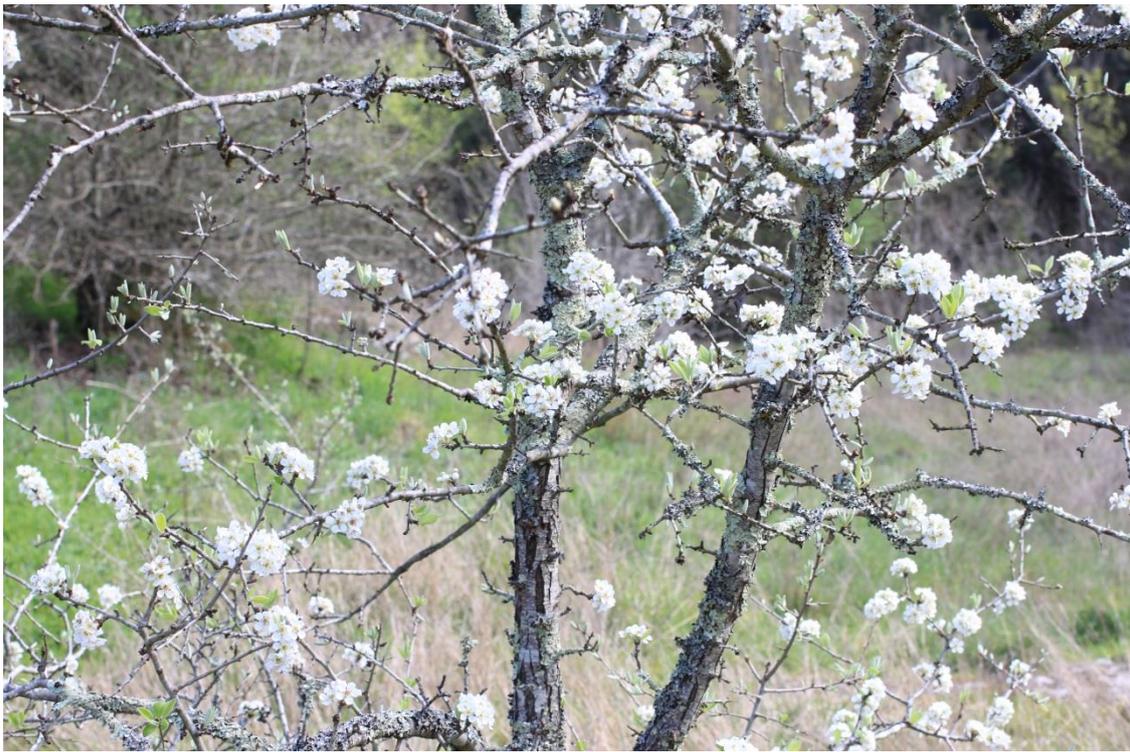
La realizzazione delle attività descritte nel presente lavoro, ancorché interessanti ed utili dal punto di vista scientifico per gli obiettivi del progetto, hanno presentato un valore aggiunto, ovvero quello di permettere la frequentazione di un territorio dalle memorie antichissime, legando la realtà vissuta oggi con quella che ci viene tramandata dalla storia e dalla letteratura.

Se ce ne fosse stato bisogno, dalle risultanze emerse dal lavoro avremmo avuto ancora una riconferma di come l'azione dell'uomo sul territorio sia leggibile ed influenzi la storia anche a distanza di moltissimo tempo. I resti dell'antica Veio nell'area considerata dal progetto sono stati una presenza e una testimonianza costante delle opere di ingegneria idraulica realizzate dagli Etruschi nella edificazione della più importante delle città dell'area meridionale del loro territorio. Questa presenza è stata il nesso con le attività descritte nel presente lavoro, legato allo studio e all'analisi del

territorio per rispondere alle necessità di salvaguardia dei beni ambientali, socio-economici e storico-artistici da fenomeni di esondazione dei torrenti presenti. Il controllo e la regolazione delle acque, anche se a fini differenti, ci ha fatto in qualche modo sentire l'affinità con quelle antiche popolazioni, a riprova che i problemi di convivenza dell'uomo con un territorio, in qualche modo, sono sempre gli stessi.

Muoversi su quegli stessi sentieri, su quell'altopiano, guardare quegli stessi manufatti realizzati più di duemila anni fa da nostri antenati diretti, la collaborazione tra esperti di varia estrazione ha permesso l'individuazione di evidenze scientifiche che hanno fornito le prove di come gli Etruschi affrontavano e risolvevano gli stessi problemi di sicurezza che affrontiamo anche oggi. L'emozione aggiuntiva è stato poter applicare i moderni ritrovati della tecnologia a problematiche ancora attuali e confrontare i modi differenti di risoluzione delle problematiche.

Oltre a tutto quanto già detto, è bene ricordare come lavorare sul e con il territorio sempre rafforza il senso di appartenenza, soprattutto quando ci si muove in un ambito così ricco di bellezza, storia, cultura. E contribuire a conservare questi valori ha creato in tutto il team un motivato senso di orgoglio.



## Appendice 1

### Principali problematiche individuate nel Parco di Veio



Sacrofano 25 LUG 2014

Prot. 2201

Spett. ENEA – Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del  
Sistema Agro-Industriale

Responsabile dott. Massimo Iannetta

C. R. Enea Casaccia

Via Anguillarese 301

00123 Santa Maria di Galeria (Roma)

e-mail: utagri@enea.it

Fax 06 30486025



**Oggetto:** Progetto RoMA - Resilience enhancement of a Metropolitan Area (Bando MIUR "Smart Cities and Communities" - DD 391/Ric del 5 giugno 2012) – trasmissione organigramma

Con la presente si trasmette, come da vostra richiesta, la planimetria e l'organigramma del Parco in cui è stato inserito solo il personale dipendente dell'ente che si ritiene possa fornire informazioni utili riguardo i temi che si intende approfondire (escludendo quindi gli amministrativi e qualche Guardiaparco).

In merito alle principali problematiche ambientali connesse alla conservazione dell'infrastruttura verde del Parco di Veio, elencate nella relazione trasmessa con nota prot. 1880 del 25 giugno 2014, si propone di modificare l'elenco in tal senso:

1. L'abbandono dell'agricoltura e l'allontanamento della popolazione attiva;
2. la prevenzione degli incendi boschivi;
3. la presenza di discariche abusive e di insediamenti precari abusivi;
4. Il deperimento del Bosco di Monte Musino dovuto a siccità e altri stress;
5. Gestione sostenibile della componente agro-silvo-pastorale (situazioni di sovrappascolo e relative conseguenze: depauperamento della componente floristica dei pascoli e dei boschi, mancanza di rinnovamento nei boschi, inquinamento per emissione da azoto; problematiche sanitarie: tubercolosi e brucellosi bovina);
6. Minacce per i beni culturali presenti nel parco;
7. L'inquinamento acustico e atmosferico dovuto al traffico sulla Cassia Bis e sulla via Flaminia;
8. Gli scavi clandestini e lo stato di abbandono dei beni culturali;
9. Il rischio idraulico elevato in relazione ai cambiamenti climatici con particolare riferimento alla confluenza del Cremera e del Crescenza nel Tevere;
10. L'incidenza della fauna problematica con particolare riferimento ai cinghiali;

Ente Regionale Parco di Veio

Via Castelnuovo di Porto, 14  
00060 Sacrofano, Roma  
C.F. 97157310588  
P.IVA 06947001007

Tel. 06 9042774  
Num. verde 800 727 822  
Fax. 06 90154548  
www.parcodiVeio.it



REGIONE  
LAZIO



11. Problematiche relative alla gestione dei corsi d'acqua (qualità dell'acqua; malfunzionamento depuratori e inadeguatezza della rete fognaria in particolare in riferimento allo smaltimento delle acque meteoriche – impermeabilità dei suoli; assetto ambientale: utilizzo di tecniche ad alto impatto ambientale sulla vegetazione ripariale per la riduzione del rischio idraulico);
12. Abusivismo edilizio;
13. Pressione antropica che si manifesta con numerose richieste di autorizzazione (sanatorie, nulla osta, ecc.).

Rimanendo a disposizione per integrazioni e/o chiarimenti si inviano cordiali saluti.

Per il Servizio Tecnico

Ing. Roberta Michetti



Il direttore f.f.

Dott.ssa Alessandra Somaschini

**Ente Regionale Parco di Veio**

Via Castelnuovo di Porto, 14  
00060 Sacrofano - Roma  
C.F. 97157310589  
P.IVA 08947001007

**Tel.** 06 9042774  
**Num. verde** 800 727 822  
**Fax.** 06 90154548  
[www.parcodiveio.it](http://www.parcodiveio.it)



**REGIONE  
LAZIO**

## Appendice 2

### Esempio di scheda per la raccolta dei metadati

PARCO DI VEIO - INVENTARIO DEI DATA SET UTILIZZATI		
Registrazione n.º: A1	Data: 28-10-2014	Pagina 1 di 14 - totali per questa intervista
Interruzione di sezione (pagina successiva)		
<b>Intervistato/i:</b>	Michela Cantù	
<b>Coordinate amministrative:</b>	Servizio Naturalistico Agronomico e forestale	
<b>Breve descrizione delle funzioni:</b>	Tecnico naturalista. fauna problematica, l'inquinamento atmosferico (studio sui licheni), gestione sostenibile dei pascoli (produttività, carico sostenibile e problematiche sanitarie), problematiche relative alla gestione dei corsi d'acqua (qualità dell'acqua ed assetto ambientale); problematiche relative alla messa in sicurezza delle frane, autorizzazioni (endoprocedimentali) alla captazione dell'acqua; monitoraggi per problematiche fitosanitarie.	
<b>Caratteristiche del data set</b>		
<b>Titolo:</b>	Presenza e segnalazioni fauna selvatica	
<b>Riassunto:</b>	Foglio Excel suddiviso in gruppi tassonomici dove si riportano il nome specie, la località, data e ora del rilievo, coordinate, indicazione se la specie (avifauna) è nidificante e dove. In parte riportati in shapefile. Aggiornato con continuità.	
<b>Uso:</b>	Utilizzato per creare mappe e valutazione di impatti	
x		
<b>Sistema di riferimento Spaziale del data set:</b>	tramite GPS; ED50 fuso 33N	
<b>Estensione spaziale e temporale dei dati:</b>	Parco e zone limitrofe, parte dal 2003	
x		
<b>Organizzazione in possesso dei dati:</b>	Parco di Veio	
<b>Persona o ufficio di riferimento:</b>	Michela Cantù	
<b>Copyright:</b>	Parco	
<b>Problematiche connesse all'accesso ai dati:</b>	nessuna	

## Appendice 3

### Revisione dati Parco di Veio

#### Revisione dati Parco di Veio

Registrazione	Pagina	ID	Titolo dataset	Formato	SR	Ricevuto	Note post acquisizione
A1	1	A1-1	Presenza e segnalazioni fauna selvatica	Excel	tramite GPS; ED50 fuso 33N	SI	
A1	2	A1-2	Ropaloceriveio.mdb	mdb	Diretto: indicazione del percorso seguito e dei transeetti con coordinate WGS84	SI*	Formato excel; contiene anche una relazione in PDF
A1	3	A1-3	CTR Lazio 1:10000	non dichiarato	ED50, 33N	SI*	Raster (TIF+fw); non vettoriale come previsto
A1	4	A1-4	CTR Lazio 1:5000	non dichiarato	ED50, 33N	SI*	Raster (TIF+fw); è presente una versione "trasparente" e una "numerica" che include layer SHP di inquadramento e numerosi PDF ottenuti dalla versione vettoriale del CTR
A1	5	A1-5	Carta di uso del suolo (CORINE III)	SHP	ED50, 33N	SI	Livello III; ritagliato sui confini del parco
A1	6	A1-6	Piano Territoriale Paesistico 15/8, 15/7 e 4	Vari Raster e SHP	ED50, 33N	SI*	15/7 non comprende SHP come dichiarato, ma 6 tavole Raster (tif/tifw, e probabilmente le stesse in formato img/rdr - da verificare) e diverse tavole non georeferite; oltre che documenti e relazioni di supporto
A1	7	A1-7	Piano Territoriale Paesistico Regionale	Vari Raster e SHP	ED50, 33N	SI	Tavole A, B, C in formato raster (ecw) e SHP; Tavole D solo non georeferite; documenti di supporto
A1	8	A1-8	Rete ecologica della Provincia di Roma	Vari SHP	ED50, 33N	SI	Area di connessione primaria (Interna al parco); aree di connessione primaria e secondaria esterne al parco; strati di base: SIC, Aree protette, reticolo idrografico, corsi d'acqua
A1	9	A1-9	Corridoi ecologici	Vari SHP	ED50, 33N	SI	Molto confuso; contiene shp con corridoi di varie tipologie e shp per ciascuna (?) tipologia; dati puntiformi su diverse specie (SIC: Salamandrina; Martes sp.; Muscardinus sp.; Mustela sp)
A1	10	A1-10	Carta della Vegetazione	3 SHP	ED50, 33N	SI	Apparentemente stessa carta (stessi dati) su 3 ritagli: provincia di roma, parco di veio, aree protette
A1	11	A1-11	Carte del Piano d'assetto	Vari raster, SHP, PDF	ED50, 33N	SI*	Molto confuso e moltissimo materiale spesso ripetuto; Carta degli interventi, carta Geologica e geositi, Uso del suolo, Habitat faunistici, Vegetazione, Emergenze faunistiche - floristiche, Corridoi ecologici, Presenze archeologiche. Uso suolo, Habitat di specie, Vegetazione, Emergenze flora/fauna, Corridoi, Presenze archeologiche sono anche in scala 1:10.000; le carte sono tutti shapefile o riportabile a tale formato (dwf). Contiene inoltre una ortofoto (ecw) del 2005; molte tavole di analisi e carte tematiche in PDF.
A1	12	A1-12	Licheni	Relazione MS Word		NO	
A1	13	A1-13	Gestione Pascoli	Relazione MS Word		NO	
A1	14	A1-14	Rilievi Anoplophora chinensis	N/A		NO	
A2	1	A2-1	Analisi territoriale	Vari formati georef		NO	
A2	2	A2-2	PRG dei comuni del parco	Vari formati georef e non		SI*	Moltissime informazioni sui PRG dei singoli comuni del parco e di Roma; molti file accessori. Decisamente da rivedere nel dettaglio
A3	1	A3-1	Qualità dei corsi d'acqua	Vari f.ti		NO	
A3	2	A3-2	Enti preposti alla manutenzione dei fossi	Vari f.ti		NO	
A3	3	A3-3	Progetto di inasellamento a sforzo costante	N/A		NO	
A4	1	A4-1	Nulla osta al taglio e agli interventi su scarpata e frana.	N/A		SI*	Numerosissimi nulla osta, inclusi interventi su scarpate e fossi; DB (filemaker) dei nulla osta forestali
A4	2	A4-2	Elenco toponimi soggetti a vincolo idrogeologico	SHP		SI*	Esistono SHP di toponimi all'interno dei dati Catastali per alcuni comuni del parco; da verificare se includono informazioni su vincoli idrogeologici
A5	1	A5-1	Base cartografica	Vari formati georef		SI*	Manca CTR vettoriale
A5	2	A5-2	Dati catastali	DWG, SHP e altri f.ti		SI	Molte informazioni; catasto suddiviso per comune (del parco)
A5	3	A5-3	Piani Regolatori	Vari f.ti, georef e non		SI*	Non è chiaro se si tratta dello stesso materiale in A2-2
A5	4	A5-4	Foto Aeree	ecw	ED50, 33N	SI*	Solo del 2005; manca ortofoto del 1998;
A5	5	A5-5	Foto satellitari (dal web)	raster non georef		SI*	Informazioni limitate
A5	6	A5-6	Database delle pratiche istruttorie	Filemaker		NO	
A5	7	A5-7	Database delle ordinanze	Filemaker		NO	

## Appendice 4

### Scheda Natura 2000 per il Sito di Protezione Speciale Valle del Cremera - Zona del Sorbo



#### NATURA 2000 - STANDARD DATA FORM

For Special Protection Areas (SPA),  
Proposed Sites for Community Importance (pSCI),  
Sites of Community Importance (SCI) and  
for Special Areas of Conservation (SAC)

SITE IT6030011  
SITENAME Valle del Cremera - Zona del Sorbo

#### TABLE OF CONTENTS

- [1. SITE IDENTIFICATION](#)
- [2. SITE LOCATION](#)
- [3. ECOLOGICAL INFORMATION](#)
- [4. SITE DESCRIPTION](#)
- [5. SITE PROTECTION STATUS](#)
- [6. SITE MANAGEMENT](#)
- [7. MAP OF THE SITE](#)

#### 1. SITE IDENTIFICATION

1.1 Type B	1.2 Site code IT6030011	<a href="#">Back to top</a>
---------------	----------------------------	-----------------------------

#### 1.3 Site name

Valle del Cremera - Zona del Sorbo
------------------------------------

1.4 First Compilation date 1995-11	1.5 Update date 2014-10
---------------------------------------	----------------------------

#### 1.6 Respondent:

Name/Organisation:	Regione Lazio Direzione Ambiente
Address:	Via del Tintoretto, 432 - 00142 Roma
Email:	

Date site proposed as SCI:	1995-06
Date site confirmed as SCI:	No data
Date site designated as SAC:	No data
National legal reference of SAC designation:	No data

#### 2. SITE LOCATION

2.1 Site-centre location [decimal degrees]:

[Back to top](#)

**Longitude**  
12.4077777777778

**Latitude**  
42.1044444444445

**2.2 Area [ha]:**  
386.0

**2.3 Marine area [%]**  
0.0

**2.4 Sitelength [km]:**  
0.0

**2.5 Administrative region code and name**

NUTS level 2 code	Region Name
ITE4	Lazio

**2.6 Biogeographical Region(s)**

Mediterranean (100.0 %)

**3. ECOLOGICAL INFORMATION**

**3.1 Habitat types present on the site and assessment for them**

[Back to top](#)

Annex I Habitat types						Site assessment			
Code	PF	NP	Cover [ha]	Cave [number]	Data quality	A B C D	A B C		
						Representativity	Relative Surface	Conservation	Global
3280			3.5		M	C	C	B	C
6220			27.0		M	B	C	B	C

- **PF:** for the habitat types that can have a non-priority as well as a priority form (6210, 7130, 9430) enter "X" in the column PF to indicate the priority form.
- **NP:** in case that a habitat type no longer exists in the site enter: x (optional)
- **Cover:** decimal values can be entered
- **Caves:** for habitat types 8310, 8330 (caves) enter the number of caves if estimated surface is not available.
- **Data quality:** G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation)

**3.2 Species referred to in Article 4 of Directive 2009/147/EC and listed in Annex II of Directive 92/43/EEC and site evaluation for them**

Species			Population in the site							Site assessment	
G	Code	Scientific Name	S	NP	T	Size	Unit	Cat.	D.qual.	A B C D	A B C

					Min	Max				Pop.	Con.	Iso.	Glo.
R	1279	<a href="#">Elaphe quatuorlineata</a>		p				P	DD	B	B	B	B
B	A338	<a href="#">Lanius collurio</a>		r				P	DD	D			
I	1062	<a href="#">Melanargia arge</a>		p				P	DD	C	B	A	B
B	A073	<a href="#">Milvus migrans</a>		r				P	DD	C	B	C	B
F	1156	<a href="#">Padogobius nigricans</a>		p				R	DD	C	B	C	B
A	5367	<a href="#">Salamandrina perspicillata</a>		p				P	DD	C	B	B	B
F	5331	<a href="#">Telestes muticellus</a>		p				P	DD	D			

- **Group:** A = Amphibians, B = Birds, F = Fish, I = Invertebrates, M = Mammals, P = Plants, R = Reptiles
- **S:** in case that the data on species are sensitive and therefore have to be blocked for any public access enter: yes
- **NP:** in case that a species is no longer present in the site enter: x (optional)
- **Type:** p = permanent, r = reproducing, c = concentration, w = wintering (for plant and non-migratory species use permanent)
- **Unit:** i = individuals, p = pairs or other units according to the Standard list of population units and codes in accordance with Article 12 and 17 reporting (see [reference portal](#))
- **Abundance categories (Cat.):** C = common, R = rare, V = very rare, P = present - to fill if data are deficient (DD) or in addition to population size information
- **Data quality:** G = 'Good' (e.g. based on surveys); M = 'Moderate' (e.g. based on partial data with some extrapolation); P = 'Poor' (e.g. rough estimation); VP = 'Very poor' (use this category only, if not even a rough estimation of the population size can be made, in this case the fields for population size can remain empty, but the field "Abundance categories" has to be filled in)

### 3.3 Other important species of flora and fauna (optional)

Species					Population in the site			Motivation						
Group	CODE	Scientific Name	S	NP	Size		Unit	Cat.	Species Annex		Other categories			
					Min	Max		C R V P	IV	V	A	B	C	D
R		<a href="#">Coronella girondica</a>						P					X	
P		<a href="#">Digitalis micrantha</a>				30						X		
R	1281	<a href="#">Elaphe longissima</a>						C	X					
M	1344	<a href="#">Hystrix cristata</a>						C	X					
M	1357	<a href="#">Martes martes</a>						R		X				
M	1341	<a href="#">Muscardinus avellanarius</a>						C	X					
M	1358	<a href="#">Mustela putorius</a>						C		X				
R	1292	<a href="#">Natrix tessellata</a>						P	X					



## 6.2 Management Plan(s):

An actual management plan does exist:

<input type="checkbox"/>	Yes
<input checked="" type="checkbox"/>	No, but in preparation
<input type="checkbox"/>	No

## 7. MAP OF THE SITES

[Back to top](#)

INSPIRE ID:

Map delivered as PDF in electronic format (optional)

Yes  No

Reference(s) to the original map used for the digitalisation of the electronic boundaries (optional).

F. 138 1:25000 Gauss-Boaga



## BIBLIOGRAFIA

- Anzalone B., (1994). *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio). (aggiornamento). Parte I: Pteridophyta Gymnospermatae, Angiospermae Dicotylecones.* Ann. Bot. (roma), 52 (11):1-82.
- Anzalone B., (1996). *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio). (aggiornamento). Parte II: Angiospermae Monocotyledones.* Ann. Bot. (roma), 54 (2):7-47.
- APAT – Dipartimento difesa del suolo Servizio Geologico d'Italia – *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. foglio Roma.* S.EL.C.A. Firenze 2008.
- Arnoldus Huyzendveld A. (1999). *Carta dei suoli di Roma, scala 1:50.000.* Comune di Roma, Assessorato all'Ambiente.
- Batary P., Orvossi N., Korosi A., Perigovits L. (2008). *Egg distribution of the Southern Festoon (Zerynthia polyxena) (Lepidoptera, Papilionidae).* Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 54 (4), pp. 401–410.
- Biscardi S., Russo D., (2008). *Censimento dei pipistrelli (chiroterofauna) del Parco di Veio* in Atti del Convegno *La biodiversità nel Parco di Veio a dieci anni dalla sua istituzione*, Parco di Veio ed.
- Blasi C., (1994). *Fitoclimatologia del Lazio.* Fitosociologia, 27:151-175
- Boschi D., (2006). *L'Analisi ambientale e la valutazione della significatività degli aspetti ambientali nell'applicazione di un sistema di gestione ambientale ad un'area protetta il caso del Parco di Veio (Roma).* ENEA-RT-2006-49-BAS.
- Boz B., Monaci M., Pollazzo A. (2012). *Studio di fattibilità per la definizione di linee guida per la progettazione e gestione di fasce tampone in Emilia-Romagna.* Centro stampa della Regione Emilia-Romagna.
- Brocato P., (2012). *La Tomba delle Anatre di Veio,* Collana Ricerche, Università della Calabria, Cosenza.
- Cancelliere A. (2006). *Modelli afflussi-deflussi per la valutazione delle portate di piena.* Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale Università di Catania, 2006.
- Canciani M., Maestri D., Spadafora G., (2007). *The integrated survey for the knowledge and documentation of the archeological heritage: the "villa dei Maestri" in Pompei, XXI International CIPA Symposium,* (Atene, Grecia, 2007), Vol. XXXVI-5/C53, pp. 193-199.
- Canciani M., Saccone M., (2011). *The use of 3D models in integrated survey: the church of St. Thomas of Villanova in Castel Gandolfo,* in *4th ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2011: "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"*, (Trento, Marzo 2011), Vol. XXXVIII5/W16, pp. 591-597.
- Canina L., (1847). *L'antica città di Veii,* Roma.
- Caporali E., Chiarello, V., Rossi G. (2014). *Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme.* Firenze 2014.  
[http://www.regione.toscana.it/documents/10180/11615148/presentazione\\_B1\\_finale\\_nuovo.pdf/7a774dc5-0ddf-42ed-be28-83eb6cb6c822](http://www.regione.toscana.it/documents/10180/11615148/presentazione_B1_finale_nuovo.pdf/7a774dc5-0ddf-42ed-be28-83eb6cb6c822)
- Caputo R. (1997). *The puzzling regmatic system of Eastern Dolomites.* Mem. Sc. Geol., **49:** 1-10. Padova.

- Casana J., Kantner J., Wiewel A., Cothren J., (2014). *Archaeological aerial thermography: a case study at the Chaco-era*. Blue J community, New Mexico, in «Journal of Archaeological Science», Vol. 45, pp. 207-219.
- Cicacci S., Fredi P., Lupia Palmieri E., Pugliese F., (1986). *Indirect evaluation of erosion entity in drainage basins through geomorphic, climatic and hydrological parameters*, International Geomorphology, 1986, 2, pp. 33–48.
- Castorina M., Naviglio L., Sanna R., Sbrana M., Signorini A. (2004). *Potenziamento ed introduzione dati nel Sistema Informativo Territoriale del Parco dell'Etna-Rapporto finale*, nel sito <http://www.bioitaly.casaccia.enea.it>, ENEA RT/04
- Catorci A., Gatti R., Cesaretti S. (2008). *Sostenibilità del pascolo negli ambienti di prateria del Parco di Veio e ipotesi gestionali*. in Atti del Convegno *La biodiversità nel Parco di Veio a dieci anni dalla sua istituzione*, Parco di Veio ed.
- Celik T. (2012). *Adult demography, spatial distribution and movements of Zerynthia polyxena*. Eur. J. Entomol. 109: 217–227.
- Chiocchio A., Grassi A., Mazzei P., Mosconi F., Pimpinelli I., Reggianti D., Zilli A., (2008). *Ricognizione preliminare dei lepidotteri del Parco di Veio (Macrolepidotteri)* in La Biodiversità del Parco di Veio a 10 anni dalla sua istituzione, Atti del convegno, pag. 30-34. Parco Regionale di Veio.
- D'Amico S., Crupi V., Majolino D., Paladini G., Venuti V., Spagnolo G., Persico R., Saccone M., (2017). *Multidisciplinary investigations and 3D virtual model at the archeological site of Scifi (Messina, Italy)*, 9th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar (IWAGPR) (Edimburgo, UK, 28-30 giugno 2017), pp. 285-288).
- Damiani M., (2013). *Carta Storica Archeologica di Formello*. Comune di Formello. [http://trasparenza.comune.formello.rm.it/archivio27\\_normativa\\_0\\_2809\\_752\\_1.html](http://trasparenza.comune.formello.rm.it/archivio27_normativa_0_2809_752_1.html)
- Della Bella V., Marcheggiani S., Ciadamidaro S., Somaschini A. Mancini L., (2009). *Biodiversità e qualità dei corsi d'acqua del Parco Regionale di Veio (Lazio)*, Rapporti ISTISAN 09/44.
- Della Rocca F., Bottari V., Filippi E., Luiselli L., Utzeri C., (2008). *Modelling aspects of terrestrial ecology in an italian endemic salamander, Salamandrina perspicillata*. Rev. Ècol. (Terre Vie), vol. 63, pag. 261-270.
- De Sanctis M., Attorre F., Bruno F. (2003). *Contributo alla conoscenza della flora veientana (Roma)*. Informatore botanico Italiano, 35 (2) 343-366.
- Di Filippo M., (1993). *Sabatini volcanic complex*. Roma, 1993. 109 p., 37 fig. (pt. col.), 11 tab., 2 c. geol. pieg. col.
- Edwards H. G. M., Munshi T., (2005). *Diagnostic Raman spectroscopy for the forensic detection of biomaterials and the preservation of cultural heritage*, in «Analytical and Bioanalytical Chemistry», luglio 2005, vol. 382, pp. 1398-1406.
- Filippi E., Luiselli L., (2008). *Rettili e anfibi del Parco di Veio: ecologia conservazione e specie prioritarie (Salamandrina dagli occhiali e Testuggine di Hermann)* in La Biodiversità del Parco di Veio a 10 anni dalla sua istituzione, Atti del convegno, pag. 62-67. Parco Regionale di Veio.
- GNDCI (1994). *Valutazione delle piene nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara*. 1994. <http://www.idrologia.polito.it/gndci/rapportiPdf/RmPe.pdf>
- Grimaldi S., Petroselli A., Nardi F., Tauro F., (2010). *Analisi critica dei metodi di stima del tempo di corrivazione*. XXII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Palermo.

- Hydrologic Engineering Center (2016). HEC - RAS River Analysis System User's Manual Version 5.0. February 2016. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/HEC-RAS%205.0%20Users%20Manual.pdf>
- Lucchese F., Di Domenico F., (2008). *Le emergenze floristiche del Parco di Veio. Flora rara e habitat pregevoli*, in *La Biodiversità del Parco di Veio a 10 anni dalla sua istituzione*, Atti del convegno, pag. 58-61. Parco Regionale di Veio.
- Masini N., Persico R., Rizzo E., (2010). *Some examples of GPR prospecting for monitoring of the monumental heritage*, in «*Journal of Geophysics and Engineering*, Nanjing Geophysical Research Institute», 4 Maggio 2010, vol. 7, n. 2, pp. 190-199.
- Mazzotti S., Pisapia A., Fasola M., (2002). *Activity and home range of Testudo hermanni in Northern Italy*. *Amphibia-Reptilia* 23(3): 305-312, July.
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo. *Evoluzione del SIT Carta del Rischio del Patrimonio Culturale (2002-2005)*. <http://www.cartadelrischio.it/ita/evoluzione.asp>
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo. *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale – dati sulla Vulnerabilità e Pericolosità sismica del patrimonio Culturale della Regione Siciliana e della Regione Calabria (2006-2009)*. [http://www.cartadelrischio.it/ita/dati\\_vuln.asp](http://www.cartadelrischio.it/ita/dati_vuln.asp)
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo. *Gestione dei dati relativi al terremoto in Marche e Umbria (1997-1998)*. <http://www.cartadelrischio.it/ita/gestionedati.asp>
- MOCKUS, V. (1964). *Estimation of direct runoff from storm rainfall*. SCS, National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, 30 pp.
- Padovani L., P. Carrabba & F. Mauro, 2003. *L'approccio ecosistemico: una proposta innovativa per la gestione della biodiversità e del territorio*. *Energia, Ambiente e Innovazione*. Anno 49-1/2003:23-32
- Padovani L.M., Carrabba P., Coduti C., Nocenzi M., 2014. *La biodiversità*. In: Borrelli G. (ed.), *La Sostenibilità ambientale. Un manuale per prendere buone decisioni*. Pp. 131-144. ENEA, Roma. Pag. 141.
- Patton D. R., (1975), A diversity index for quantifying habitat "edge". *Wildlife Soc. Bull.* 3, 171-173.
- Perkins, J. B. Ward, (1957). *Etruscan and Roman Roads in Southern Etruria*, in *Journal of Roman Studies*, 1957, Vol.47, p. 139-143 (141).
- Perkins, J. B. Ward, (1961). *Veii The Historical Topography of the Ancient City*, in *Papers of the British School at Rome*, 1961, Vol. 29, p. 1-119 (p. 5, 9, 21, 26, 40, 58).
- Piano Regolatore Generale di Roma, (1962). *Carta storica archeologica monumentale e paesistica del suburbio e dell'agro romano*, allegato P.R.G. di Roma del 1962, approvata nel 1980 e completata nel 1988.
- Quilici L., Gigli S. Q., (1996). *Strade romane, ponti e viadotti*. L'ERMA di BRETSCHNEIDER, Roma.
- Regione Lazio, (2009). *Parco di Veio*. Ente Naturale Regionale Parco di Veio. Roma.
- Regione Lazio, (2012). *Piano di Assetto del Parco di Veio*. <http://parcodiveio.it/amministrazione-trasparente/piano-di-assetto-pda/>
- Panzerà F., D'Amico S., Galea P., Lombardo G., Gallipoli M.R., Pace S., (2013). *Geophysical measurements for site response investigation: preliminary results on the island of Malta*, in «*Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*», 1 giugno 2013, vol. 54, n. 2, pp. 111-128.
- Plieninger T., Hui Cang, Gaertner M., Huntsinger L., (2014). *The Impact of Land Abandonment on Species Richness and Abundance in the Mediterranean Basin: A Meta-Analysis*, May 27, 2014 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098355>

- PTPR Regione Lazio. *Linee Archeologiche*. <http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/ptpr-tav-b-linee-archeologiche>
- Rao M., Carrabba P., Cubeddu F., La Motta S., 2014. *L'ecologia umana: le relazioni con l'ambiente*. In: Borrelli G. (ed.), *La Sostenibilità ambientale. Un manuale per prendere buone decisioni*. Pp. 27-43. ENEA, Roma.
- Romano A., Ruggero A. (2008). *Olfactory recognition of terrestrial shelters in female Northern Spectacled Salamanders Salamandrina Perspicillata (Caudata, Salamandridae)*. *Phyllomedusa* 7(1):3-10.
- Romano B., (2000). *Continuità ambientale*, Edited by: Andromeda. Colledara.
- Rulli M., Savini S., (2008). *Studio di Human Dimension per la gestione del cinghiale nel Parco Regionale di Veio*. Relazione finale. Istituto di Ecologia Applicata, Roma.
- Salvidio S., Romano A., Oneto F., Ottonello D. Michelin R., (2012). *Different season, different strategies: Feeding ecology of two syntopic forest-dwelling salamanders*. *Acta Oecologica* 43: 42-50.
- Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria meridionale (ora Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per l'Area Metropolitana di Roma, la Provincia di Viterbo e l'Etruria meridionale). *La Carta Archeologica del parco di Veio*. ( per gentile concessione della dott.ssa Laura D'Erme).
- Studio Di Grazia, (1981). *La Carta Archeologica dell'Antica Città di Veio*.
- Vallini R., (2007). *L'agricoltura come base per lo sviluppo e la sostenibilità delle aree protette: il caso del Parco di Veio*. Tesi di laurea in Sociologia. Università di Roma1 La Sapienza. A.A-2007-2008.
- Ventriglia U., (1989). *Idrogeologia della Provincia di Roma II vol*. Regione Vulcanica Sabatina. Roma.
- Ventriglia U., (2002). *Geologia del territorio del Comune di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma. ROMA.
- Versace Pasquale (2004). *Modelli di trasformazione afflussi-deflussi*. Università della Calabria.
- Vettrano A. M., Vannini A. (2008). *Monitoraggio fitosanitario di aree rappresentative dei boschi di Monte Musino nel Parco di Veio*, in *La Biodiversità del Parco di Veio a 10 anni dalla sua istituzione*, Atti del convegno, pag. 41-45. Parco Regionale di Veio.
- Ward Perkins J. B., (1957). *Etruscan and Roman Roads in Southern Etruria*, in «The Journal of Roman Studies», vol. 47, n. 1-2, 1957, pp. 139-143.
- Ward-Perkins J. B., (1961). *Veii The Historical Topography of the Ancient City*, in «Papers of the British School at Rome», vol. 29, 1961, pp. 1-119, plate XXXII.
- Ward-Perkins J. B., (1962). *Etruscan Towns, Roman Roads and Medieval Villages: The Historical Geography of Southern Etruria*, in «The Geographical Journal», Vol. 128, No. 4, Dec., 1962, pp. 389-404.

## SITOLOGIA

Parco di Veio:

<http://parcodiveio.it/acque/>

<http://parcodiveio.it/agricoltura-e-allevamento/>

<http://parcodiveio.it/flora-e-vegetazione/>

<http://parcodiveio.it/fauna/>

PTPR Lazio:

[http://www.regione.lazio.it/rl\\_urbanistica/?vw=contenutiElenco&id=8](http://www.regione.lazio.it/rl_urbanistica/?vw=contenutiElenco&id=8)

European Soil Bureau Network:

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/networkcooperations/european-soil-bureau-network>

Siti vari:

[www.tuttitalia.it](http://www.tuttitalia.it)

[www.comune.roma.it](http://www.comune.roma.it)

<http://www.laboratorioroma.it/popolazione-zone-urbanistiche.html>

<http://sira.arp.at.toscana.it/sira/sira/dpsir.html>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/biodiversita/documenti/indice-biotico-esteso-ibe>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/iff-2007-indice-di-funzionalita-fluviale>

<http://vnr.unipg.it/habitat/cerca.do>

[www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)

<http://cobra.enea.it/Interventi/affreschi-della-tomba-dei-leoni-ruggenti-a-veio-interventi-laser>

[www.imieidati.it](http://www.imieidati.it)

<http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/il-servizio-geologico-ditalia/index>



ENEA - Servizio Promozione e Comunicazione

*[www.enea.it](http://www.enea.it)*

Giugno 2018